

มยพ, 1201-50 ถึง มยพ, 1212-50

มาตรฐานการทดสอบวัสดุ ในงานคอนกรีต



กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย
พ.ศ. 2550



มาตรฐานการทดสอบวัสดุในงานคอนกรีต

- มยผ. 1201-50: มาตรฐานการทดสอบหาขนาดคละของมวลรวม
- มยผ. 1202-50: มาตรฐานการทดสอบหาความต้านทานต่อการสึกกร่อนของมวลรวมหยาบ โดยใช้เครื่องทดสอบลอสเองเจลีส
- มยผ. 1203-50: มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปนในมวลรวมละเอียด
- มยผ. 1204-50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ
- มยผ. 1205-50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด
- มยผ. 1206-50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าความชื้นของมวลรวม
- มยผ. 1207-50: มาตรฐานการทดสอบหาดินเหนียวและวัสดุร่วนในมวลรวม
- มยผ. 1208-50: มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานและการเก็บรักษา
- มยผ. 1209-50: มาตรฐานการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต
- มยผ. 1210-50: มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต
- มยผ. 1211-50: มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต
- มยผ. 1212-50: มาตรฐานการทดสอบน้ำสำหรับผสมคอนกรีต

สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร
กรมโยธาธิการและผังเมือง
พ.ศ. 2550





มาตรฐานการทดสอบวัสดุในงานคอนกรีต

มยพ. 1201-50 ถึง มยพ. 1212-50
กรมโยธาธิการและผังเมือง
กระทรวงมหาดไทย



คำนำ

กรมโยธาธิการและผังเมืองเป็นหน่วยงานที่มีภารกิจเกี่ยวกับงานด้านการโยธาธิการ และด้านการผังเมือง โดยในส่วนของงานด้านโยธาธิการนั้น ครอบคลุมถึงการออกแบบก่อสร้าง การควบคุม การก่อสร้างอาคาร การกำหนดคุณภาพและมาตรฐานการก่อสร้างด้านสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของสาธารณชน รวมทั้งให้การสนับสนุนทางวิชาการแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นรวมทั้งราชการต่างๆ ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค ที่ผ่านมากรมโยธาธิการและผังเมืองได้จัดทำมาตรฐานด้านต่างๆ เช่น มาตรฐานทางด้านวัสดุและผลิตภัณฑ์ มาตรฐานการทดสอบ มาตรฐานการออกแบบ มาตรฐานการควบคุมการก่อสร้าง มาตรฐานการติดตั้งและตรวจสอบ และมาตรฐานการบำรุงรักษา เป็นต้น เพื่อใช้อ้างอิงและเป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน

สำหรับมาตรฐานการทดสอบวัสดุในงานคอนกรีต ฉบับนี้ มีทั้งหมด 12 มาตรฐาน จัดทำขึ้นโดยใช้มาตรฐานงานช่างของกรมโยธาธิการและมาตรฐาน American Society of Testing Materials (ASTM) ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นมาตรฐานอ้างอิงมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นมาตรฐานของกรมโยธาธิการและผังเมือง และหน่วยงานต่างๆ สำหรับเป็นแนวทางในการปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ กรมโยธาธิการและผังเมืองหวังเป็นอย่างยิ่งว่ามาตรฐานดังกล่าวจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งผู้ที่สนใจทั่วไป

(นายฐิระวัตร กุลละวณิชย์)
อธิบดีกรมโยธาธิการและผังเมือง

คณะอนุกรรมการเพื่อพิจารณาจัดทำร่างกฎกระทรวงตามมาตรา 8 (2) และ (3) กำหนด
รายละเอียด วิธีการทดสอบวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร และมาตรา 8 (15) การกำหนด
หลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการติดตั้งและตรวจสอบอุปกรณ์ประกอบอาคาร

1. นายสุรพล	พงษ์ไทยพัฒน์	วิศวกรใหญ่	ประธานอนุกรรมการ
2. รศ.ดร.สุวิมล	สัจจวาณิชย์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	อนุกรรมการ
3. นายสง่า	ศุภโชคพาณิชย์	สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ	อนุกรรมการ
4. นายชัชวาลย์	คุณคำชู	สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ	อนุกรรมการ
5. นายวีระพันธ์	อุปถัมภากุล	สำนักควบคุมการก่อสร้าง	อนุกรรมการ
6. นางปาริชาติ	โตวิวัฒน์	สำนักสถาปัตยกรรม	อนุกรรมการ
7. นายพิพัฒน์	ลีลาวรรพร	สำนักสนับสนุนและพัฒนาตามผังเมือง	อนุกรรมการ
8. นายพูลทรัพย์	สมบุญรัตน์ปัญญา	สำนักสนับสนุนและพัฒนาตามผังเมือง	อนุกรรมการ
9. นายศุภกิจ	ศิริโชคธนทรัพย์	สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ	อนุกรรมการ
10. นายวิจารณ์	ตันติธรรม	สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ	อนุกรรมการ
11. นายสุรชัย	พรภักทรกุล	ผู้อำนวยการสำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร	อนุกรรมการ และเลขานุการ
12. นายสินิทธิ์	บุญสิทธิ์	วิศวกรวิชาชีพ 8 วช (วิศวกรรมโยธา) สนอ.	อนุกรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ
13. นายนิคม	สะเทิงรัมย์	วิศวกรโยธา 5 สนอ.	อนุกรรมการ และผู้ช่วยเลขานุการ

ISBN 978 -974-458-175-4

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537

โดย สำนักควบคุมและตรวจสอบอาคาร

กรมโยธาธิการและผังเมือง

ถ.พระราม 6 แขวงสามเสนใน

เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400

โทร 0-2299-4364 โทรสาร 0-2299-4366



สารบัญ

	หน้า
1. มาตรฐานการทดสอบหาขนาดคละของมวลรวม (มยผ. 1201-50)	
1. ขอบข่าย	1
2. นิยาม	1
3. มาตรฐานอ้างอิง	1
4. เครื่องมือ	2
5. การเตรียมตัวอย่าง	2
6. การทดสอบ	2
7. การคำนวณ	4
8. การรายงานผล	4
9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ	4
10. ข้อควรระวัง	5
11. เอกสารอ้างอิง	5
2. มาตรฐานการทดสอบหาความต้านทานต่อการสึกกร่อนของมวลรวมหยาบ โดยใช้เครื่องทดสอบลอสเองเจลีส์ (มยผ. 1202-50)	
1. ขอบข่าย	9
2. นิยาม	9
3. เครื่องมือ	9
4. การเตรียมตัวอย่าง	11
5. การทดสอบ	11
6. การคำนวณ	12
7. การรายงานผล	12
8. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ	12
9. ข้อควรระวัง	13
10. เอกสารอ้างอิง	13
3. มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปนในมวลรวมละเอียด(มยผ 1203-50)	
1. ขอบข่าย	15
2. นิยาม	15
3. มาตรฐานอ้างอิง	15
4. เครื่องมือ	15
5. การเตรียมตัวอย่าง	15
6. การทดสอบ	16
7. การรายงานผล	16
8. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ	17



9. ข้อควรระวัง	17
10. เอกสารอ้างอิง	17
4. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ (มยผ. 1204-50)	
1. ขอบข่าย	19
2. นิยาม	19
3. เครื่องมือ	20
4. การเตรียมตัวอย่าง	20
5. การทดสอบ	21
6. การคำนวณ	22
7. การรายงานผล	22
8. ข้อควรระวัง	22
9. เอกสารอ้างอิง	22
5. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (มยผ. 1205-50)	
1. ขอบข่าย	25
2. นิยาม	25
3. เครื่องมือ	26
4. การเตรียมตัวอย่าง	26
5. การทดสอบ	26
6. การคำนวณ	27
7. การรายงานผล	27
8. ข้อควรระวัง	27
9. เอกสารอ้างอิง	27
6. มาตรฐานการทดสอบหาค่าความชื้นของมวลรวม (มยผ. 1206-50)	
1. ขอบข่าย	29
2. นิยาม	29
3. เครื่องมือ	29
4. การเตรียมตัวอย่าง	29
5. การทดสอบ	30
6. การคำนวณ	31
7. การรายงานผล	31
8. ข้อควรระวัง	31
9. เอกสารอ้างอิง	31

7. มาตรฐานการทดสอบหาดินเหนียวและวัสดุร่วนในมวลรวม (มยผ. 1207-50)	
1. ขอบข่าย	33
2. นิยาม	33
3. เครื่องมือ	33
4. การเตรียมตัวอย่าง	33
5. การทดสอบ	34
6. การคำนวณ	35
7. การรายงานผล	35
8. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้	35
9. เอกสารอ้างอิง	36
8. มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในโรงงานและการเก็บรักษา (มยผ. 1208-50)	
1. ขอบข่าย	39
2. นิยาม	39
3. มาตรฐานอ้างอิง	39
4. เครื่องมือ	39
5. การเตรียมตัวอย่าง	41
6. การทดสอบ	41
7. การรายงานผล	45
8. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้	45
9. ข้อควรระวัง	45
10. เอกสารอ้างอิง	46
9. มาตรฐานการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต (มยผ. 1209-50)	
1. ขอบข่าย	49
2. มาตรฐานอ้างอิง	49
3. เครื่องมือ	49
4. การเตรียมตัวอย่าง	50
5. การทดสอบ	50
6. การรายงานผล	51
7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้	51
8. ข้อควรระวัง	52
9. เอกสารอ้างอิง	52
10. มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต (มยผ. 1210-50)	
1. ขอบข่าย	55
2. นิยาม	55
3. มาตรฐานอ้างอิง	55
4. เครื่องมือ	55



5. การเตรียมตัวอย่าง	56
6. การทดสอบ	57
7. การคำนวณ	57
8. การรายงานผล	58
9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้	59
10. ข้อควรระวัง	59
11. เอกสารอ้างอิง	59
11. มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต (มยผ. 1211-50)	
1. ขอบข่าย	61
2. นิยาม	61
3. มาตรฐานอ้างอิง	61
4. เครื่องมือ	61
5. การเตรียมตัวอย่าง	62
6. การทดสอบ	63
7. การคำนวณ	63
8. การรายงานผล	64
9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้	64
10. ข้อควรระวัง	64
11. เอกสารอ้างอิง	64
12. มาตรฐานการทดสอบน้ำสำหรับผสมคอนกรีต (มยผ. 1212-50)	
1. ขอบข่าย	67
2. นิยาม	67
3. มาตรฐานอ้างอิง	67
4. การเตรียมตัวอย่าง	67
5. การทดสอบ	68
6. การรายงานผล	70
7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้	70
8. เอกสารอ้างอิง	70

มยพ. 1201-50

มาตรฐานการทดสอบหาขนาดละเอียดของมวลรวม (Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้สำหรับการทดสอบมวลรวมเฉพาะในงานคอนกรีต
- 1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ครอบคลุมถึงการหาการกระจายของขนาด (Particle Size Distribution) ของมวลรวมทั้งมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบโดยการร่อนด้วยตะแกรงขนาดมาตรฐาน
- 1.3 ค่าพิสัยความละเอียด (Fineness Modulus) ในการทดสอบนี้ ใช้สำหรับมวลรวมละเอียดเท่านั้น
- 1.4 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

“การกระจายของขนาดวัสดุมวลรวม (Particle Size Distribution)” หมายถึง การที่มวลรวมประกอบด้วยเม็ดวัสดุหลายขนาดต่าง ๆ กัน ซึ่งคุณสมบัติทางกายภาพของมวลรวมจะขึ้นอยู่กับขนาดของเม็ดวัสดุ โดยการกระจายของขนาดเม็ดวัสดุมวลรวมจะแสดงด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะแกรงมาตรฐานในสเกลลอการิทึม (Logarithm Scale) เป็นแกนนอนกับร้อยละโดยมวลของมวลรวมที่ผ่านตะแกรงเป็นแกนตั้ง ซึ่งเรียกว่า กราฟการกระจายของขนาดวัสดุมวลรวม

“ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)” หมายถึง ขนาดช่องผ่านของตะแกรงเล็กที่สุดที่ มวลรวมสามารถผ่านได้ทั้งหมด หรือมีสัดส่วนการผ่านตะแกรงเป็นไปตามที่กำหนด

“พิสัยความละเอียด (Fineness Modulus)” หมายถึง ตัวเลขดัชนีที่เป็นปฏิภาคโดยประมาณกับขนาดเฉลี่ยของมวลรวม

“มวลรวม (Aggregate)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ขึ้นไป

“มวลรวมละเอียด (Fine Aggregate)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

“มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

3. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในมาตรฐานนี้ ประกอบด้วย

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก
- 3.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 33: Specification for Concrete Aggregates

4. เครื่องมือ

- 4.1 ตะแกรงช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดช่องผ่านต่างๆตามต้องการพร้อมเครื่องมือเขย่าตะแกรง โดยตะแกรงต้องสามารถป้องกันไม่ให้ตัวอย่างมวลรวมที่ทดสอบสูญหายจากตะแกรง
- 4.2 เครื่องชั่งสำหรับชั่งตัวอย่างมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบให้มีลักษณะดังนี้
 - 4.2.1 สำหรับตัวอย่างมวลรวมละเอียด ให้ใช้เครื่องชั่งที่สามารถอ่านได้ถึง 0.1 กรัม และมีความถูกต้องอยู่ในช่วง 0.1 กรัม หรือร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ โดยให้ใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์
 - 4.2.2 สำหรับตัวอย่างมวลรวมหยาบ หรือมวลรวมที่มีส่วนผสมของทั้งมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ ให้ใช้เครื่องชั่งที่สามารถอ่านได้ถึง 0.5 กรัม และมีความถูกต้องอยู่ในช่วง 0.5 กรัม หรือ ร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ โดยให้ใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์
- 4.3 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส
- 4.4 เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter)
- 4.5 แปรงทำความสะอาดตะแกรงชนิดลวดทองเหลือง และแปรงขนหรือแปรงพลาสติก

5. การเตรียมตัวอย่าง

- 5.1 เตรียมตัวอย่างมวลรวมละเอียดโดยการสุ่มตัวอย่างที่เก็บมาจากสนามด้วยวิธีแบ่งสี่ (Quartering) หรือเครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีมวลคงที่แล้วชั่งตัวอย่างมวลรวมหลังอบแห้งให้ได้ไม่น้อยกว่า 300 กรัม
- 5.2 เตรียมตัวอย่างมวลรวมหยาบโดยการสุ่มตัวอย่างที่เก็บมาจากสนามด้วยวิธีแบ่งสี่ (Quartering) หรือเครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) นำไปอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีมวลคงที่แล้วชั่งตัวอย่างมวลรวมหลังอบแห้งให้ได้ตามตารางที่ 1 โดยพิจารณาจากขนาดระบุใหญ่สุดของตัวอย่างมวลรวมหยาบ

6. การทดสอบ

- 6.1 สำหรับมวลรวมละเอียด ให้เตรียมตะแกรงขนาดต่างๆ ที่จะใช้ทดสอบ ดังนี้ ขนาด 9.50 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ขนาด 2.36 มิลลิเมตร (เบอร์ 8) ขนาด 1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16) ขนาด 0.60 มิลลิเมตร (เบอร์ 30) ขนาด 0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 50) และขนาด 0.15 มิลลิเมตร (เบอร์ 100) แล้วบันทึกขนาดตะแกรงลงในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1201-1 ในช่อง (ก)
- 6.2 สำหรับมวลรวมหยาบ ให้เตรียมตะแกรงขนาดต่างๆ ที่จะใช้ทดสอบตามตารางที่ 3 โดยพิจารณาจากขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ แล้วบันทึกขนาดตะแกรงลงในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1201-1 ในช่อง (ก)
- 6.3 ชั่งมวลตะแกรงและถาดรอง แล้วบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1201-1 ในช่อง (ข)
- 6.4 นำตะแกรงขนาดต่างๆ และถาดรองมาวางซ้อนกันเป็นชุดโดยเรียงให้ตะแกรงขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ข้างบนวางเรียงกันลงมาตามลำดับจนถึงขนาดเล็กที่สุด
- 6.5 เทตัวอย่างลงบนตะแกรงที่อยู่ข้างบนสุด ปิดฝาให้แน่นแล้วเขย่าด้วยมือหรือเครื่องเขย่าจนตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงไม่ผ่านไปยังตะแกรงชั้นถัดไป (ใช้เวลาเขย่าประมาณ 10 นาที)
- 6.6 ชั่งมวลตะแกรงกับตัวอย่างที่ค้างและถาดรองกับตัวอย่างที่ค้าง แล้วบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1201-1 ในช่อง (ค)

- 6.7 สำหรับตะแกรงที่มีขนาดช่องผ่านเล็กกว่า 4.75 มม. (เบอร์ 4) ปริมาณตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงดังกล่าว ต้องไม่เกิน 7 กิโลกรัมต่อตารางเมตร (ประมาณ 200 กรัม สำหรับตะแกรงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 203.2 มม. หรือ 8 นิ้ว)
- 6.8 สำหรับตะแกรงที่มีขนาดช่องผ่านตั้งแต่ 4.75 มม. (เบอร์ 4) ขึ้นไป ปริมาณตัวอย่างที่ค้างตะแกรง (หน่วยเป็นกิโลกรัม) ต้องไม่เกินค่าผลคูณระหว่างจำนวน 2.5 และขนาดของช่องผ่านและพื้นที่สุทธิของตะแกรงที่ใช้อุ่น ($2.5 \times$ ขนาดช่องผ่าน (มม.) \times พื้นที่สุทธิของตะแกรง (ตร.ม.))
- 6.9 ทำการเปรียบเทียบมวลตัวอย่างทั้งหมดหลังการทดสอบกับมวลตัวอย่างมวลรวมอบแห้งทั้งหมดก่อนการทดสอบ หากพบว่ามีค่าแตกต่างกันเกินร้อยละ 0.3 ไม่ควรนำผลการทดสอบนั้นมาพิจารณา
- 6.10 มวลของตัวอย่างมวลรวมที่หายไปเนื่องจากการร่อนผ่านตะแกรงจนแตกเป็นเม็ดละเอียดหรือผงฝุ่นให้ถือเป็นมวลที่ค้างบนถาดรอง

ตารางที่ 1 มวลของตัวอย่างมวลรวมหยาบที่ใช้ในการทดสอบ
(ข้อ 5.2)

ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)	มวลตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม)
9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)	1.0
12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)	2.0
19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)	5.0
25.0 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)	10.0
37.5 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว)	15.0
50.0 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)	20.0
63.0 มิลลิเมตร (2.5 นิ้ว)	35.0
75.0 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)	60.0
90.0 มิลลิเมตร (3.5 นิ้ว)	100.0
100.0 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)	150.0
125.0 มิลลิเมตร (5 นิ้ว)	300.0

7. การคำนวณ

- 7.1 หามวลของมวลรวมที่ค้ำบนตะแกรง (ช่อง ง) เท่ากับมวลตะแกรงกับมวลรวม (ช่อง ค) หักออกด้วยมวลตะแกรง (ช่อง ข) ในแบบฟอร์ม บฟ. มยผ. 1201-1
- 7.2 หาร้อยละโดยมวลของมวลรวมที่ค้ำบนตะแกรง (ช่อง จ) เท่ากับมวลของมวลรวมที่ค้ำบนตะแกรงแต่ละขนาด (ช่อง ง) หารด้วย มวลของมวลรวมอบแห้งทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ
- 7.3 หาร้อยละสะสมโดยมวลของมวลรวมที่ค้ำบนตะแกรง (ช่อง ฉ) เท่ากับผลบวกสะสมของร้อยละโดยมวลของมวลรวมที่ค้ำบนตะแกรง (ช่อง จ)
- 7.4 หาร้อยละโดยมวลของมวลรวมที่ผ่านตะแกรง (ช่อง ช) เท่ากับจำนวน 100 หักออกด้วยร้อยละสะสมโดยมวลของมวลรวมที่ค้ำบนตะแกรง (ช่อง ฉ)
- 7.5 คำนวณค่าพิกิตความละเอียด (Fineness Modulus)

$$\text{ค่าพิกิตความละเอียด} = \frac{\text{ผลรวมของร้อยละสะสมโดยมวลของมวลรวมที่ค้ำบนตะแกรงขนาดมาตรฐาน}}{100}$$

การคำนวณค่าร้อยละโดยมวลต่างๆ ให้ใช้ถึงทศนิยม 1 ตำแหน่ง และสำหรับการชั่งเพื่อหามวลทุกครั้งให้หาค่าละเอียด ถึงร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

8. การรายงานผล

- 8.1 รายงานค่าร้อยละโดยมวลของมวลรวมที่ผ่านตะแกรง ในแบบฟอร์ม บฟ. มยผ. 1201-1
- 8.2 รายงานผลโดยการเขียนกราฟ ตามแบบฟอร์ม บฟ. มยผ. 1201-2

9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

- 9.1 สำหรับมวลรวมละเอียด จะต้องมีความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามที่แสดงไว้ใน ตารางที่ 2 โดยจะต้องมีค่าร้อยละโดยมวลที่ค้ำบนตะแกรงระหว่างตะแกรงเบอร์ใดๆ ที่ติดกันได้ไม่เกินร้อยละ 45
- 9.2 สำหรับมวลรวมหยาบ จะต้องมีความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามที่แสดงไว้ใน ตารางที่ 3
- 9.3 ขนาดคละของมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ ตามข้อ 9.1 และ ข้อ 9.2 ไม่ครอบคลุมถึง มวลรวมประเภทมวลรวมหนัก (Heavyweight Aggregates) และ มวลรวมเบา (Lightweight Aggregates)
- 9.4 ค่าพิกิตความละเอียด (Fineness Modulus) ให้เป็นไปตาม มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

ตารางที่ 2 ขนาดคละของมวลรวมละเอียดที่ยอมรับให้ตามมาตรฐาน ASTM C33
(ข้อ 9.1)

ขนาดตะแกรงมาตรฐาน	ร้อยละของวัสดุมวลที่ผ่านตะแกรง
9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)	100
4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4)	95-100
2.36 มิลลิเมตร (เบอร์ 8)	80-100
1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16)	50-85
0.60 มิลลิเมตร (เบอร์ 30)	25-60
0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 50)	5-30
0.15 มิลลิเมตร (เบอร์ 100)	0-10

10. ข้อควรระวัง

- 10.1** การแบ่งตัวอย่างด้วยเครื่องแบ่งตัวอย่าง ต้องใช้เครื่องมือขนาดช่องกว้างประมาณ 1.5 เท่าของขนาดเม็ดวัสดุที่มีขนาดใหญ่ที่สุด
- 10.2** ตรวจสอบตะแกรงให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์ก่อนใช้งาน
- 10.3** ไม่ควรใส่ตัวอย่างที่ยังร้อนอยู่ลงในตะแกรง
- 10.4** การเขย่าไม่ควรเขย่านานจนตัวอย่างกระแทกแตกเป็นผง

11. เอกสารอ้างอิง

- 11.1** มาตรฐานงานช่าง มยช (ท) 101.1-2534 วิธีการทดสอบหาส่วนคละของวัสดุมวลรวมกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
- 11.2** มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 33: Specification for Concrete Aggregates
- 11.3** มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 125: Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates
- 11.4** มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 136: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

ตารางที่ 3 ขนาดคดของมวลรวมหยาบที่เชื่อมโยงให้ตามมาตรฐาน ASTM C33 (ข้อ 6.2 และ 9.2)

เลขขนาด (size number)	ช่วงขนาดของมวลรวม	ร้อยละที่ผ่านตะแกรงแต่ละขนาด														
		100 มม. (4 นิ้ว)	90 มม. (3.5 นิ้ว)	75 มม. (3.0 นิ้ว)	63 มม. (2.5 นิ้ว)	50 มม. (2 นิ้ว)	37.5 มม. (1.5 นิ้ว)	25 มม. (1 นิ้ว)	19.0 มม. (3/4 นิ้ว)	12.5 มม. (0/5 นิ้ว)	9.5 มม. (3/8 นิ้ว)	4.75 มม. (เบอร์ 4)	2.36 มม. (เบอร์ 8)	1.18 มม. (เบอร์ 16)	0.30 มม. (เบอร์ 50)	
1	90 ถึง 37.5 มม.	100	90 ถึง 100	—	25 ถึง 60	—	0 ถึง 15	—	0 ถึง 5	—	—	—	—	—	—	—
2	90 ถึง 37.5 มม.	—	—	100	90 ถึง 100	0 ถึง 15	—	0 ถึง 5	—	—	—	—	—	—	—	—
3	50 ถึง 25 มม.	—	—	—	100	90 ถึง 100	35 ถึง 70	0 ถึง 15	—	—	—	—	—	—	—	—
357	50 ถึง 4.75 มม.	—	—	—	100	95 ถึง 100	—	35 ถึง 75	—	10 ถึง 30	—	—	—	—	—	—
4	37.5 ถึง 19.0 มม.	—	—	—	—	100	90 ถึง 100	20 ถึง 55	0 ถึง 15	—	—	—	—	—	—	—
467	37.5 ถึง 4.75 มม.	—	—	—	—	100	95 ถึง 100	—	35 ถึง 70	—	—	—	—	—	—	—
5	25.0 ถึง 12.5 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
56	25.0 ถึง 9.5 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
57	25.0 ถึง 4.75 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	19.0 ถึง 9.5 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
67	19.0 ถึง 4.75 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	12.5 ถึง 4.75 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	9.5 ถึง 2.36 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
89	9.5 ถึง 1.18 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9A	4.75 ถึง 1.18 มม.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

โครงการ.....	มยผ. 1201-1 (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาขนาดและมวลรวม มวลรวม..... แหะลวัสดุ.....	ทะเบียนทดสอบ.....
สถานที่ก่อสร้าง.....		ผู้ทดสอบ
ทดสอบครั้งที่.....		ผู้ตรวจสอบ
ทดสอบวันที่.....		อนุมัติ
แผ่นที่.....		

กราฟการกระจายของขนาดวัสดุรวม

มยพ. 1202-50

มาตรฐานการทดสอบหาความต้านทานต่อการสึกกร่อน ของมวลรวมหยาบ โดยใช้เครื่องทดสอบลอสแอนเจลิส (Standard Test Method for Resistance to Degradation of Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine)

1. ขอบข่าย

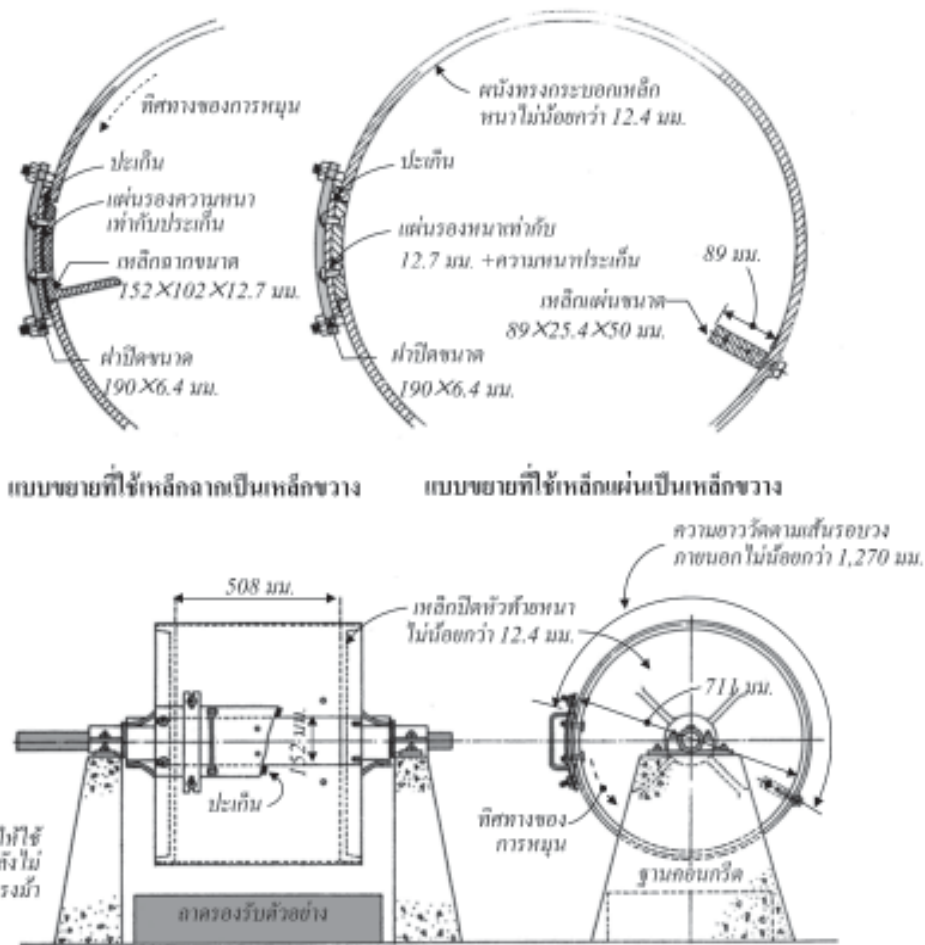
- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าความต้านทานต่อการสึกกร่อนของวัสดุมวลรวมหยาบ โดยทดสอบการขัดสี (Abrasion) และการกระแทก (Impact) ของมวลรวมหยาบในเครื่องทดสอบหาความสึกกร่อน (เครื่องทดสอบลอสแอนเจลิส)
- 1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

“มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

3. เครื่องมือ

- 3.1 เครื่องทดสอบหาความสึกกร่อนลอสแอนเจลิส มีลักษณะและขนาดตามรูปที่ 1 ประกอบด้วยทรงกระบอกเหล็กปิดหัวและท้าย มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 711 ± 5 มิลลิเมตร (28 ± 0.2 นิ้ว) ความยาวภายใน 508 ± 5 มิลลิเมตร (20 ± 0.2 นิ้ว) ผนังมีความหนาไม่น้อยกว่า 12.4 มิลลิเมตร ทรงกระบอกเหล็กจะยึดติดอยู่กับเพลลาที่สามารถหมุนรอบแกนในแนวราบได้ โดยมีช่องสำหรับใส่วัสดุพร้อมฝาเหล็ก ซึ่งเมื่อปิดฝาแล้วต้องมีลักษณะผิวด้านในเหมือนกับผิวของทรงกระบอกและเสมอกันและไม่ทำให้ลูกบดเหล็กทรงกลม (Abrasive Charge) สะดุดเวลาลงผ่านรอยต่อ มีเหล็กขวางสูง 89 ± 2 มิลลิเมตร (3.5 ± 0.1 นิ้ว) ยาว 508 ± 5 มิลลิเมตร (20 ± 0.2 นิ้ว) ติดแน่นตามแนวยาวด้านในทรงกระบอกเหล็ก เหล็กขวางดังกล่าวควรวางเหล็กที่มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือเหล็กฉากยึดติดกับผนังของทรงกระบอกเหล็ก โดยให้ด้านนอกของเหล็กฉากหันไปตามทิศทางที่หมุน ความสูงของเหล็กขวางต้องวางตัวอยู่ในแนวรัศมีของทรงกระบอก ระยะจากเหล็กขวางถึงช่องสำหรับใส่วัสดุไม่น้อยกว่า 1,270 มิลลิเมตร (50 นิ้ว) เมื่อวัดตามความยาวเส้นรอบวงภายนอกทรงกระบอกเหล็ก



รูปที่ 1 เครื่องมือทดสอบความสึกกร่อน (แบบลอสแอนเจลิส)

3.2 ตะแกรงสำหรับหาขนาดของวัสดุมวลรวมหยาบ ให้ใช้ตะแกรงมีช่องผ่านเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 75.0 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ขนาด 63.0 มิลลิเมตร (2 $\frac{1}{2}$ นิ้ว) ขนาด 50.0 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ขนาด 37.5 มิลลิเมตร (1 $\frac{1}{2}$ นิ้ว) ขนาด 25.0 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ขนาด 19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ขนาด 12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ขนาด 6.3 มิลลิเมตร (1/4 นิ้ว) ขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) ขนาด 2.36 มิลลิเมตร (เบอร์ 8) และขนาด 1.70 มิลลิเมตร (เบอร์ 12)

3.3 เครื่องชั่งที่มีความถูกต้องถึงร้อยละ 0.1 ของน้ำหนักของวัสดุมวลรวมที่ใช้ทดสอบ

3.4 ลูกบดเหล็กทรงกลมประกอบด้วยลูกเหล็กทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยประมาณ 46.8 มิลลิเมตร ($1\frac{27}{32}$ นิ้ว) แต่ละลูกมีมวลระหว่าง 390-445 กรัม จำนวนลูกเหล็กทรงกลมที่ใช้ในการทดสอบขึ้นอยู่กับวิธีการจัดชั้น (Grading) ของตัวอย่างทดสอบ ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนลูกเหล็กทรงกลมที่ใช้ในการทดสอบของแต่ละชั้น
(ข้อ 3.4)

ชั้น	จำนวนลูกเหล็กทรงกลม (ลูก)	มวลรวมของลูกเหล็กทรงกลม (กรัม)	หมายเหตุ
A	12	5,000 ± 25	สำหรับมวลรวมหยาบที่มีขนาดระบุใหญ่สุดไม่เกิน 37.5 มม.
B	11	4,584 ± 25	
C	8	3,330 ± 20	
D	6	2,500 ± 15	
E	12	5,000 ± 25	สำหรับมวลรวมหยาบที่มีขนาดระบุใหญ่สุดเกินกว่า 19 มม.
F	12	5,000 ± 25	
G	12	5,000 ± 25	

4. การเตรียมตัวอย่าง

4.1 หากตัวอย่างไม่มีดินเหนียวปน เช่น กรวดปนทราย หรือ หินไม่ให้อากตัวอย่างจนแห้ง หรืออบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนได้มวลคงที่ แล้วดำเนินการเตรียมตัวอย่างต่อไปในข้อ 4.3

4.2 หากตัวอย่างมีดินเหนียวปน หรือมีส่วนละเอียดติดเป็นก้อนใหญ่แน่น ให้นำตัวอย่างไปล้างน้ำผ่านตะแกรงเบอร์ 8 แล้วนำเฉพาะส่วนที่ค้างตะแกรงเบอร์ 8 มาอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีมวลคงที่

4.3 นำตัวอย่างไปแยกขนาดตามที่กำหนดในตารางที่ 2 หากตัวอย่างมีช่วงขนาดคละกว้างหรือเข้าเกณฑ์ได้หลายขนาด ให้เลือกใช้ตัวอย่างที่ใกล้เคียงกับขนาดที่ต้องการใช้งานมากที่สุด

5. การทดสอบ

นำตัวอย่างที่เตรียมไว้จากข้อ 4 และลูกบดเหล็กทรงกลมจำนวนลูกตามที่กำหนดในข้อ 3.4 ใส่เข้าไปในเครื่องทดสอบลอสแอนเจลิส หมุนเครื่องด้วยความเร็วที่ 30-33 รอบต่อนาที ให้ได้จำนวนรอบตามที่กำหนดในตารางที่ 2 เมื่อหมุนได้ครบตามกำหนดแล้ว ให้นำตัวอย่างออกจากเครื่อง ล้างส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 12 ออกทิ้ง นำส่วนที่ค้างตะแกรงเบอร์ 12 มาอบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนมีมวลคงที่ จึงชั่งหามวลตัวอย่างที่เหลือ

ตารางที่ 2 ขนาดของมวลที่ใช้ในการทดสอบของแต่ละชั้นตัวอย่าง

(ข้อ 4.3)

ขนาดตะแกรง (มม.)		ขนาดของมวล (กรัม) ของแต่ละชั้นตัวอย่าง						
ผ่าน	ค้าง	A	B	C	D	E	F	G
75.0	63.0					2,500±50		
63.0	50.8					2,500±50		
50.8	37.5					5,000±50	5,000±50	
37.5	25.0	1,250±25					5,000±25	5,000±25
25.0	19.0	1,250±25						5,000±25
19.0	12.5	1,250±10	2,500±10					
12.5	9.5	1,250±10	2,500±10					
9.5	6.3			2,500±10				
6.3	4.75			2,500±10				
4.75	2.36				5,000±10			
มวลตัวอย่างรวม		5,000±10	5,000±10	5,000±10	5,000±10	10,000±100	10,000±75	10,000±50
จำนวนรอบ		500				1,000		

6. การคำนวณ

$$\text{ความสึกกร่อนโดยใช้เครื่องลอสแองเจลิส (เป็นร้อยละ)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ W_1 คือ มวลของตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ เป็นกรัม

W_2 คือ มวลของตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงขนาด 1.70 มิลลิเมตร (เบอร์ 12)

หลังการทดสอบ เป็นกรัม

การคำนวณค่าร้อยละความสึกกร่อนโดยการทดสอบด้วยเครื่องลอสแองเจลิส ให้ใช้ถึงทศนิยม 1 ตำแหน่ง และสำหรับการชั่งเพื่อหามวลทุกครั้งให้อ่านค่าละเอียด ถึงร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

7. การรายงานผล

ให้รายงานค่าความสึกกร่อนโดยการทดสอบด้วยเครื่องลอสแองเจลิส ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1202

8. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

ค่าความสึกกร่อนโดยการทดสอบเครื่องลอสแองเจลิส (คิดเป็นร้อยละ) ของมวลรวมหยาบที่ใช้ในงานคอนกรีต ต้องมีค่าไม่มากกว่าร้อยละ 50

9. ข้อควรระวัง

- 9.1 ให้ทำการชั่งลูกบดเหล็กทรงกลมแต่ละลูกอย่างน้อย 1 ครั้ง ทุกๆ 6 เดือน เพื่อตรวจสอบให้เป็นไปตามข้อ 3.4
- 9.2 ในกรณีที่เหล็กขวางเป็นเหล็กฉากให้ยึดที่ริมฝาเหล็กปิดช่องใส่วัสดุ การยึดต้องให้ด้านนอกของเหล็กฉากหันไปในทิศทางที่เครื่องหมุน
- 9.3 ควรตรวจสอบเหล็กขวางอย่างสม่ำเสมอว่า ไม่เกิดการบิดเบี้ยวหรือชำรุดเสียหาย หากพบการบิดเบี้ยวหรือชำรุดให้ทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่ก่อนการทดสอบคราวต่อไป

10. เอกสารอ้างอิง

- 10.1 มาตรฐานงานช่าง มยช. (ท) 101.2-2534 วิธีการทดสอบหาความสึกหรอของวัสดุมวลรวมหยาบ โดยใช้เครื่องทดสอบลอสแอนเจลิส กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
- 10.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 125: Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates
- 10.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 131: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine
- 10.4 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 535: Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine

โครงการ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่.....แผ่นที่.....	บพ. มยผ. 1202			ทะเบียนทดสอบ	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ)			ผู้ทดสอบ	
	การทดสอบหาความต้านทานต่อการสึกกร่อนของ มวลรวมหยาบโดยใช้เครื่องทดสอบลอสมองเจลิส			ผู้ตรวจสอบ	
				อนุมัติ	
จำนวนของลูกเหล็กทรงกลม แหล่งวัสดุ น้ำหนักของลูกเหล็กทรงกลม กรัม ชั้นคุณภาพ ความเร็วของการหมุนเครื่อง รอบ/นาที จำนวนรอบ					
ขนาดตะแกรง (ม.ม.)		มวลของตัวอย่าง (กรัม)			หมายเหตุ
ผ่าน	ค้าง	1	2	3	
มวลของตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ W_1 (กรัม)					
มวลของตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงเบอร์ 12 W_2 (กรัม)					
$\text{ความสึกกร่อน (ร้อยละ)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$					

มยพ. 1203-50

มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน ในมวลรวมละเอียด

(Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ ครอบคลุมถึงการหาสารอินทรีย์ซึ่งเป็นสารฟุ้งที่ปะปนอยู่ในมวลรวมละเอียด โดยประมาณ
- 1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

“มวลรวมละเอียด (Fine Aggregate)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

“สารอินทรีย์ (Organic)” หมายถึง สารที่เกิดจากสิ่งมีชีวิตสามารถย่อยสลายได้

3. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานที่อ้างอิงถึงในมาตรฐานนี้ ประกอบด้วย

- 3.1 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 87: Standard Test Method for Effect of Organic Impurities in Fine Aggregate on Strength of Mortar

4. เครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบประกอบด้วยขวดแก้วไลพร้อมฝาปิด ขนาดความจุประมาณ 240 ถึง 470 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยให้มีขีดแสดงความจุเป็นลูกบาศก์เซนติเมตรหรือจะใช้การขีดเครื่องหมายที่ขวดแก้วเพื่อบอกปริมาตร

5. การเตรียมตัวอย่าง

- 5.1 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้นร้อยละ 3 เตรียมได้โดยชั่งสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Sodium Hydroxide) 30 กรัม ผสมกับน้ำสะอาด จนได้ปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 5.2 สีมาตรฐานของการ์ดเนอร์ (Gardner) หรือ แผ่นกระจกสีมาตรฐาน (Organic Plate) ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ถ้าไม่มีสีมาตรฐานให้เตรียมสารละลายมาตรฐานเพื่อเปรียบเทียบสีโดยใช้โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) ละลายในกรดซัลฟูริกเข้มข้น (H_2SO_4) ที่มีความถ่วงจำเพาะ 1.84 ในอัตราโพแทสเซียมไดโครเมต 0.25 กรัม ต่อกรดซัลฟูริกเข้มข้น 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร อาจใช้ความร้อน

เล็กน้อยเพื่อให้สารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งสารละลายมาตรฐานที่เตรียมนี้ ใช้ได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมง หลังจากเตรียมแล้ว

ตารางที่ 1 สีมาตรฐานที่ใช้เปรียบเทียบกับสีของสารละลายตัวอย่าง
(ข้อ 5.2)

สีมาตรฐานของการ์ดเนอร์ (Gardner) หมายเลข	แถบสีมาตรฐาน (Organic Plate) หมายเลข
5	1
8	2
11	3 (มาตรฐาน)
14	4
16	5

5.3 เตรียมตัวอย่างมวลรวมละเอียดโดยการสุ่มตัวอย่างที่เก็บมาจากสนามด้วยวิธีแบ่งสี่ (Quartering) หรือ เครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) ให้ได้มวลประมาณ ประมาณ 450 กรัม

6. การทดสอบ

- 6.1 นำตัวอย่างที่เตรียมไว้ในข้อ 5.3 เติลงในขวดแก้วทดสอบจนได้ปริมาตร 130 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 6.2 เติมสารละลายที่เตรียมไว้ตาม ข้อ 5.1 ลงในขวดแก้วทดลองจนได้ปริมาตรเป็น 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 6.3 ปิดฝาขวดแล้วเขย่าแรง ๆ จนเห็นว่าไม่มีฟองอากาศเหลืออยู่ ตรวจสอบอีกครั้ง ถ้าระดับสารละลายมี ปริมาตรไม่ถึง 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร ให้เติมสารละลายเพิ่มอีกจนได้ปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตร บันทึกวันและเวลา
- 6.4 ตั้งขวดทดสอบทิ้งไว้โดยไม่ให้มีการกระทบกระเทือนจนครบ 24 ชั่วโมง
- 6.5 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง แล้วให้เปรียบเทียบกับแถบสีมาตรฐาน ตามข้อ 5.2

7. การรายงานผล

- 7.1 ให้รายงานในรูปแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1203
- 7.2 ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบอ่อนกว่าสีของแถบสีมาตรฐานหมายเลข 3 หรืออ่อนกว่าสีของ สารละลายมาตรฐานให้รายงาน “สีอ่อนกว่าสีมาตรฐาน”
- 7.3 ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบเข้มกว่าสีของแถบสีมาตรฐานหมายเลข 3 หรือเข้มกว่าสีของ สารละลายมาตรฐานให้รายงาน “สีเข้มกว่าสีมาตรฐาน”

7.4 ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบใกล้เคียงกับสีของแถบสีมาตรฐานหมายเลข 3 หรือใกล้เคียงสีของสารละลายมาตรฐานให้รายงานว่า “สีใกล้เคียงกับสีมาตรฐาน”

8. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

ถ้าสีของสารละลายที่ได้จากการทดสอบมีสีอ่อนกว่าหรือมีสีใกล้เคียงกับแถบสีมาตรฐานหมายเลข 3 หรือสีของสารละลายมาตรฐานถือว่าเหมาะสมที่จะนำมาใช้งานได้ แต่ถ้ามีสีเข้มกว่าสีของแถบสีมาตรฐานหมายเลข 3 หรือสีของสารละลายมาตรฐานถือว่าไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน หากจำเป็นต้องนำมาใช้งานให้ทำการทดสอบกำลังของมอร์ต้าตามมาตรฐาน ASTM C87 เพื่อประกอบการพิจารณา

9. ข้อควรระวัง

9.1 ขณะตั้งขวดทิ้งไว้และขณะที่ทำการเปรียบเทียบสีต้องระวังไม่ให้ได้รับการกระทบกระเทือน เพราะจะทำให้ผงละเอียดลอยตัวขึ้นมา ซึ่งจะทำให้ได้สีไม่ถูกต้อง บางครั้งสีของสารละลายตัวอย่างจะใกล้เคียงกับสีมาตรฐานมากจึงควรเปรียบเทียบให้ได้ว่าสีของสารละลายตัวอย่างสีเข้มกว่าหรืออ่อนกว่าสีมาตรฐาน

9.2 สารโซเดียมไฮดรอกไซด์ เป็นสารที่มีพิษทำให้เกิดการไหม้ที่ผิวหนังและเยื่ออ่อนต่าง ๆ เช่น ตา ปาก จมูก เมื่อมีการสัมผัสให้รีบล้างบริเวณนั้นด้วยน้ำสะอาดและทาด้วยน้ำส้มสายชู (Vinegar)

10. เอกสารอ้างอิง

10.1 มาตรฐานงานช่าง มยธ. (ท) 101.3-2534 มาตรฐานการทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

10.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 40: Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete

โครงการ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	มยพ.มยพ. 1203 (หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาสารอินทรีย์เจือปน ในมวลรวมละเอียด แหล่งวัสดุ.....	ระเบียบทดสอบ..... ผู้ทดสอบ..... ผู้ตรวจสอบ..... อนุมัติ.....
กรณีเปรียบเทียบสีของสารละลายด้วยถังสีสารละลายมาตรฐาน () สีอ่อนกว่าสีสารละลายมาตรฐาน () สีใกล้เคียงกับสีสารละลายมาตรฐาน () สีเข้มกว่าสีสารละลายมาตรฐาน	กรณีเปรียบเทียบสีของสารละลายด้วยถังสีมาตรฐาน () สีมาตรฐานหมายเลข 1 () สีมาตรฐานหมายเลข 2 () สีมาตรฐานหมายเลข 3 (มาตรฐาน) () สีมาตรฐานหมายเลข 4 () สีมาตรฐานหมายเลข 5	สรุปผลการทดสอบ () เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน () ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน

มยพ. 1204-50

มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมหยาบ

(Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Coarse Aggregates)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) และความหนาแน่นสัมพัทธ์ปรากฏ (Apparent Relative Density) และค่าการดูดซึมน้ำ (Absorption) ของมวลรวมหยาบ

1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

“การดูดซึมน้ำ (Absorption)” หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมเข้าไปจนเต็มช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้ของมวลรวมแต่ไม่รวมน้ำที่เกาะอยู่ผิวนอกของมวลรวม

“ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)” หมายถึง ขนาดช่องผ่านของตะแกรงเล็กที่สุดที่มวลรวมสามารถผ่านได้ทั้งหมด หรือมีสัดส่วนการผ่านตะแกรงเป็นไปตามที่กำหนด

“ความหนาแน่น (Density)” หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร

“ความหนาแน่น (สภาพอบแห้ง) (Density (Oven-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวมในสภาพอบแห้ง (ปริมาตรที่รวมช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้)

“ความหนาแน่น (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) (Density (Saturated-Surface-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวมในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (ปริมาตรที่รวมช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้)

“ความหนาแน่นปรากฏ (Apparent Density)” หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวม (ปริมาตรที่ไม่รวมช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้)

“ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density)” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นของมวลรวมต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

“ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอบแห้ง) (Relative Density (Oven-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นของมวลรวมในสภาพอบแห้งต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

“ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) (Relative Density (Saturated-Surface-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นของมวลรวมในสภาพอิ่มตัวผิวแห้งต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

“ความหนาแน่นสัมพัทธ์ปรากฏ (Apparent Relative Density)” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นปรากฏของมวลรวมต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

“มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

“สภาพอบแห้ง (Oven-Dry)” หมายถึงสภาพที่ความชื้นในมวลรวมถูกขับออกด้วยความร้อนจากตู้อบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาที่เหมาะสมจนมีมวลคงที่

“สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated-Surface-Dry)” หมายถึง สภาพที่มวลรวมมีผิวแห้งแต่มีน้ำเต็มช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้

3. เครื่องมือ

3.1 เครื่องชั่ง (Balance) เป็นเครื่องชั่งที่อ่านได้และมีความถูกต้องถึง 0.5 กรัม หรือ ร้อยละ 0.05 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ โดยให้ใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์

3.2 ภาชนะสำหรับแช่ตัวอย่างต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะแช่ตัวอย่างทั้งหมดให้จมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด

3.3 ตะกร้าลวดตาข่าย (Wire Basket) เป็นตะกร้าลวดตาข่ายที่มีช่องขนาด 3.35 มิลลิเมตร (เบอร์ 6) หรือละเอียดกว่า มีขนาดความจุประมาณ 4,000 ถึง 7,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

3.4 ถังบรรจุน้ำเป็นถังที่มีขนาดใหญ่พอที่จะใส่ตะกร้าลวดตาข่ายลงไปได้ เพื่อใช้ชั่งมวลวัสดุในน้ำ และมีช่องระบายน้ำตอนบนเพื่อรักษาระดับน้ำให้คงที่

3.5 ตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 4

3.6 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส

4. การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างมวลรวมหยาบโดยการสุมตัวอย่างที่เก็บมาจากสนาม ด้วยวิธีแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) แล้วจึงนำตัวอย่างที่เลือกได้มาทำการร่อนผ่านตะแกรง เบอร์ 4 (4.75 มม.) นำเฉพาะตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงไปชั่งให้ได้มวลตามที่แสดงในตารางที่ 1 โดยพิจารณาจากขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ

ตารางที่ 1 มวลของตัวอย่างมวลรวมที่ใช้ในการทดสอบ
(ข้อ 4)

ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)	มวลตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม)
12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)	2.0
19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)	3.0
25.0 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)	4.0
37.5 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว)	5.0
50.0 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)	8.0
63.0 มิลลิเมตร (2.5 นิ้ว)	12.0
75.0 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)	18.0
90.0 มิลลิเมตร (3.5 นิ้ว)	25.0
100.0 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)	40.0
125.0 มิลลิเมตร (5 นิ้ว)	75.0

5. การทดสอบ

- 5.1 นำตัวอย่างมวลรวมหยาบที่เตรียมไว้มาอบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส ปลดปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 1-3 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิปกติ แล้วจึงนำไปแช่น้ำในภาชนะที่เตรียมไว้เป็นเวลา 24 ± 4 ชั่วโมง
- 5.2 นำตัวอย่างขึ้นจากน้ำวางบนผ้าซับน้ำแล้วเช็ดตัวอย่างด้วยผ้าซับน้ำจนไม่มีน้ำเคลือบอยู่บนผิว (Visible Film) ของตัวอย่างแล้วทำการชั่งหามวลทันที โดยระวังไม่ให้มีการระเหยในระหว่างการเช็ดผิววัสดุให้แห้งและการชั่งมวลตัวอย่าง ค่าที่ได้จะเป็นมวลในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated Surface Dry) ในอากาศบันทึกเป็นค่า B หน่วยเป็นกรัม ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1204
- 5.3 หลังจากชั่งหามวลตัวอย่างในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated Surface Dry) ในอากาศแล้ว นำตัวอย่างไปชั่งในถังใส่น้ำ โดยใส่ตัวอย่างไว้ในตะกร้าลวดตาข่าย มวลที่อ่านได้คือมวลของตะกร้าและตัวอย่างในน้ำ
- 5.4 ชั่งมวลของตะกร้าเปล่าในน้ำ แล้วนำไปหักออกจากมวลของตะกร้าและตัวอย่างในน้ำ จะได้ค่ามวลของตัวอย่างที่ชั่งในน้ำ บันทึกเป็นค่า C หน่วยเป็นกรัม ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1204
- 5.5 นำตัวอย่างไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส แล้วปล่อยให้เย็นลงที่อุณหภูมิห้อง นำไปชั่งหามวล โดยมวลที่ได้เป็นมวลวัสดุอบแห้ง บันทึกเป็นค่า A หน่วยเป็นกรัม ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1204

6. การคำนวณ

$$6.1 \text{ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอบแห้ง)} = \frac{A}{(B-C)} \quad (1)$$

$$6.2 \text{ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง)} = \frac{B}{(B-C)} \quad (2)$$

$$6.3 \text{ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ปรากฏ} = \frac{A}{(A-C)} \quad (3)$$

$$6.4 \text{ การดูดซึมน้ำ} = \frac{(B-A)}{A} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ A คือ มวลตัวอย่างมวลรวมหยาบในสภาพอบแห้ง เป็นกรัม

B คือ มวลตัวอย่างมวลรวมหยาบในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง เป็นกรัม

C คือ มวลตัวอย่างมวลรวมหยาบที่ทำการชั่งในน้ำ เป็นกรัม

การคำนวณค่าของความหนาแน่นสัมพัทธ์ให้ใช้ถึงทศนิยม 3 ตำแหน่ง สำหรับการคำนวณค่าการดูดซึมน้ำให้ใช้ถึงทศนิยม 2 ตำแหน่งและสำหรับการชั่งเพื่อหามวลทุกครั้งให้อ่านค่าละเอียด ถึง 0.5 กรัม หรือ ร้อยละ 0.05 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ โดยให้ใช้ค่าที่มากที่สุดเป็นเกณฑ์

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลตามแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1204

8. ข้อควรระวัง

8.1 ให้เช็ดน้ำที่เคลือบอยู่บนผิวตัวอย่างก่อนทำการชั่ง โดยการชั่งตัวอย่างในสภาพอิ่มตัวผิวแห้งให้ทำโดยเร็วเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ

8.2 การชั่งตัวอย่างในน้ำให้เขย่าตะกร้าลดตาข่ายขณะจุ่มตะกร้าลงในน้ำให้ เพื่อให้ฟองอากาศลอยขึ้นจนหมด

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานงานช่าง มยช. (ท) 101.4-2534 วิธีการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความดูดซึมน้ำของวัสดุมวลรวมหยาบ กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

9.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 125: Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

9.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 127: Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate

โครงการ.....	บพ. มยผ. 1204	ทะเบียนทดสอบ.....		
สถานที่ก่อสร้าง.....		(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบราคาความหนาแน่นสัมพัทธ์และทำการ ดูดซึมน้ำของวัสดุมวลรวมหยาบ	ผู้ทดสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	ผู้ตรวจสอบ			
ทดสอบวันที่.....				
แผ่นที่.....	อนุมัติ			
วัสดุ.....				
แหล่งวัสดุ.....				
คุณลักษณะ	ตัวอย่าง			
	1	2	3	
มวลของตัวอย่างอบแห้ง A (กรัม)				
มวลของตัวอย่างอิ่มตัวผิวแห้ง B (กรัม)				
มวลของตัวอย่างในน้ำ C (กรัม)				
ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอบแห้ง) = $\frac{A}{(B-C)}$				
ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) = $\frac{B}{(B-C)}$				
ความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่ปรากฏ = $\frac{A}{(A-C)}$				
การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) = $\frac{(B-A)}{A} \times 100$				



มยพ. 1205-50

มาตรฐานการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ และค่าการดูดซึมน้ำของมวลรวมละเอียด (Standard Test Method for Relative Density and Absorption of Fine Aggregates)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) ความหนาแน่นสัมพัทธ์ปรากฏ (Apparent Relative Density) และค่าการดูดซึมน้ำ (Absorption) ของมวลรวมละเอียด

1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

“การดูดซึมน้ำ (Absorption)” หมายถึง ปริมาณน้ำที่ถูกดูดซึมเข้าไปจนเต็มช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้ของมวลรวมแต่ไม่รวมน้ำที่เกาะอยู่ผิวนอกของมวลรวม

“ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)” หมายถึง ขนาดช่องผ่านของตะแกรงเล็กที่สุดที่ มวลรวมสามารถผ่านได้ทั้งหมด หรือมีสัดส่วนการผ่านตะแกรงเป็นไปตามที่กำหนด

“ความหนาแน่น (Density)” หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร

“ความหนาแน่น (สภาพอบแห้ง) (Density(Oven-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวมในสภาพอบแห้ง (ปริมาตรที่รวมช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้)

“ความหนาแน่น (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) (Density(Saturated-Surface-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวมในสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (ปริมาตรที่รวมช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้)

“ความหนาแน่นปรากฏ (Apparent Density)” หมายถึง อัตราส่วนของมวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของมวลรวม (ปริมาตรที่ไม่รวมช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้)

“ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density)” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นของมวลรวมต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

“ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอบแห้ง) (Relative Density (Oven-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นของมวลรวมในสภาพอบแห้งต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

“ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) (Relative Density (Saturated-Surface-Dry))” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นของมวลรวมในสภาพอิ่มตัวผิวแห้งต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

“ความหนาแน่นสัมพัทธ์ปรากฏ (Apparent Relative Density)” หมายถึง อัตราส่วนความหนาแน่นปรากฏของมวลรวมต่อความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิเดียวกัน

“มวลรวมละเอียด” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

“สภาพอบแห้ง (Oven-Dry)” หมายถึงสภาพที่ความชื้นในมวลรวมถูกขับออกด้วยความร้อนจากตู้อบที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาที่เหมาะสมจนมีมวลคงที่

“สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated-Surface-Dry)” หมายถึง สภาพที่มวลรวมมีผิวแห้งแต่มีน้ำเต็มช่องว่างที่น้ำซึมผ่านได้

3. เครื่องมือ

- 3.1 เครื่องชั่ง (Balance) เป็นเครื่องชั่งที่สามารถชั่งได้ไม่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม อ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม และมีความถูกต้องอยู่ในช่วง ร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ
- 3.2 ขวดทดสอบ (Flask) ขนาดความจุประมาณ 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ได้ทำการสอบเทียบ (Calibration) แล้วที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีความแม่นยำในการวัดผิดพลาดไม่เกิน 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- 3.3 แบบรูปกรวย (Conical Mold) ทำด้วยโลหะมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในด้านบนเท่ากับ 4±3 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในด้านล่างเท่ากับ 90±3 มิลลิเมตร (3.5 นิ้ว) และมีความสูงเท่ากับ 75±3 มิลลิเมตร (2.875 นิ้ว)
- 3.4 เหล็กกระทุ้ง (Tamping Rod) ทำด้วยโลหะมีน้ำหนัก 340 กรัม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) และปลายที่ใช้กระทุ้งมีลักษณะมน
- 3.5 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110±5 องศาเซลเซียส

4. การเตรียมตัวอย่าง

- 4.1 เตรียมตัวอย่างมวลรวมละเอียดโดยการสุมตัวอย่างที่เก็บมาจากสนาม ด้วยวิธีแบ่งสี่ (Quartering) หรือใช้เครื่องแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) ให้ได้มวลตัวอย่างประมาณ 1 กิโลกรัม
- 4.2 ทำการทดสอบหาสภาพอิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated Surface Dry) ของตัวอย่างมวลรวมละเอียด โดยนำตัวอย่างที่เริ่มผิวแห้งใส่ในแบบรูปกรวยพอหลวมๆ และใช้เหล็กกระทุ้ง กระทุ้ง 25 ครั้ง ตรงๆ แล้ว จึงค่อย ๆ ดึงกรวยขึ้น ถ้ามวลรวมละเอียดยังคงรูปอยู่ก็ให้ทำการทดสอบซ้ำใหม่ โดยผึ่งตัวอย่างหรือเป่าลมร้อนให้แห้งระเหยออกอีก จนกระทั่งเมื่อดึงกรวยออกตรงๆ ถ้าวัสดุมวลรวมละเอียดเริ่มละลายให้ถือเป็นสภาพอิ่มตัวผิวแห้งของตัวอย่างมวลรวมละเอียด

5. การทดสอบ

- 5.1 ชั่งมวลรวมละเอียดที่อยู่ในสภาพอิ่มตัวผิวแห้งให้ได้น้ำหนักประมาณ 500±10 กรัม แล้วบันทึกเป็นค่า S ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1205
- 5.2 เทตัวอย่างมวลรวมละเอียดลงในขวดทดสอบ (Flask) แล้วเติมน้ำจนถึงระดับประมาณร้อยละ 90 ของปริมาตรขวดทดสอบ
- 5.3 ไล่ฟองอากาศภายในออกให้หมด โดยการหมุนคว่ำ เขย่าหรือกลิ้งขวดทดสอบไปมาบนพื้นราบ ประมาณ 15 ถึง 20 นาที ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ประมาณ 23±2 องศาเซลเซียส หากจำเป็นก็สามารถนำขวดทดสอบมาแช่ในน้ำเพื่อช่วยลดอุณหภูมิก็ได้
- 5.4 เติมน้ำจนถึงระดับที่ทำเครื่องหมายไว้แล้วนำไปชั่งมวลที่ได้ให้บันทึกเป็น C ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1205
- 5.5 เทตัวอย่างจากขวดทดสอบลงในภาชนะแล้วนำเข้าตู้อบ อบที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส จนมีมวลคงที่ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องประมาณ 1±0.5 ชั่วโมง แล้วนำไปชั่ง มวลที่ได้ให้บันทึกเป็นค่า A ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1205

5.6 เดิมน้ำใส่ขวดทดสอบเปล่าจนถึงระดับที่ทำเครื่องหมายไว้แล้วนำไปชั่ง มวลที่ได้ให้บันทึกเป็นค่า B ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1205

6. การคำนวณ

$$6.1 \text{ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอบแห้ง)} = \frac{A}{(B+S-C)} \quad (1)$$

$$6.2 \text{ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอิมตัวผิวแห้ง)} = \frac{S}{(B+S-C)} \quad (2)$$

$$6.3 \text{ ความหนาแน่นสัมพัทธ์ปรากฏ} = \frac{A}{(B+A-C)} \quad (3)$$

$$6.4 \text{ การดูดซึมน้ำ} = \frac{(S-A)}{A} \times 100 \quad (4)$$

เมื่อ A คือ มวลตัวอย่างมวลรวมละเอียดในสภาพอบแห้ง เป็นกรัม

B คือ มวลขวดทดสอบและน้ำที่ระดับทำเครื่องหมายไว้ เป็นกรัม

C คือ มวลขวดทดสอบและตัวอย่างมวลรวมและน้ำที่ระดับทำเครื่องหมายไว้ เป็นกรัม

S คือ มวลตัวอย่างมวลรวมละเอียดในสภาพอิมตัวผิวแห้ง เป็นกรัม

การคำนวณค่าของความถ่วงจำเพาะให้ใช้ถึงทศนิยม 3 ตำแหน่ง และสำหรับการคำนวณค่าการดูดซึมน้ำให้ใช้ถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง การชั่งมวลอ่านค่าได้ละเอียดถึง 0.1 กรัม หรือ ร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลตามแบบฟอร์มที่ บพ. มยผ. 1205

8. ข้อควรระวัง

8.1 เมื่อทำการชั่งมวลต้องกระทำในขณะที่มีอุณหภูมิสม่ำเสมอ

8.2 ต้องระมัดระวังมิให้ตัวอย่างมวลรวมละเอียดสูญหายไปในระหว่างเทลงในภาชนะเพื่ออบให้แห้ง

8.3 ก่อนชั่งขวดทดสอบต้องตรวจดูระดับน้ำในขวดให้อยู่ที่ขีดบอกปริมาตรเสมอและต้องเช็ดน้ำที่อยู่ภายนอกขวดให้หมดทุกครั้งก่อนการชั่ง

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานงานช่าง มยช. (ท) 101.5-2534 วิธีการทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าความดูดซึมน้ำของวัสดุมวลรวมละเอียด กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

9.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 125: Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

9.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 128: Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate

โครงการ.....	บพ. มยผ. 1205	ทะเบียนทดสอบ.....		
สถานที่ก่อสร้าง.....		(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบราคาความหนาแน่นสัมพัทธ์และทำการ ดูดซึมน้ำของวัสดุมวลรวมหยาบ	ผู้ทดสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....ทดสอบครั้งที่.....	ผู้ตรวจสอบ			
ทดสอบวันที่.....	อนุมัติ			
แผ่นที่.....				
วัสดุ.....				
แหล่งวัสดุ.....				
คุณลักษณะ	ตัวอย่าง			
	1	2	3	
มวลของตัวอย่างอบแห้ง A (กรัม)				
มวลของวัสดุอิ่มตัวผิวแห้ง S (กรัม)				
มวลของตัวอย่างอิ่มตัวผิวแห้ง B (กรัม)				
มวลของตัวอย่างในน้ำ C (กรัม)				
ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอบแห้ง) = $\frac{A}{(B+S-C)}$				
ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (สภาพอิ่มตัวผิวแห้ง) = $\frac{B}{(B+S-C)}$				
ความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่ปรากฏ = $\frac{A}{(B+A-C)}$				
การดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) = $\frac{(B-A)}{A} \times 100$				

มยผ. 1206-50

มาตรฐานการทดสอบหาค่าความชื้นของมวลรวม (Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าร้อยละความชื้น (Evaporable Moisture) ของมวลรวม ด้วยวิธีการอบแห้ง
- 1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

“ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)” หมายถึง ขนาดช่องผ่านของตะแกรงเล็กที่สุดที่มวลรวมสามารถผ่านได้ทั้งหมด หรือมีสัดส่วนการผ่านตะแกรงเป็นไปตามที่กำหนด

“มวลรวม (Aggregates)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดโตตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ขึ้นไป

3. เครื่องมือ

- 3.1 เครื่องชั่ง เป็นเครื่องชั่งที่อ่านได้ละเอียดถึงร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ
- 3.2 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส
- 3.3 ภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่าง (Sample Container) เป็นภาชนะที่ทำด้วยโลหะและไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ เมื่อได้รับความร้อน และมีขนาดพอเหมาะที่จะใส่ตัวอย่างนั้นๆ

4. การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมมวลรวมที่ต้องการทดสอบมาโดยระวังไม่ให้ความชื้นระเหยไปก่อนทำการทดสอบ ทำการเลือกตัวอย่างด้วยวิธีแบ่งสี่ (Quartering) หรือเครื่องมือแบ่งตัวอย่าง (Sample Splitter) สำหรับมวลตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมที่นำมาทดสอบ ซึ่งจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มวลของมวลรวมที่ใช้ในการทดสอบ

(ข้อ 4)

ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)	มวลตัวอย่างที่นำมาทดสอบไม่น้อยกว่า (กิโลกรัม)
4.75 มิลลิเมตร (No.4)	0.5
9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)	1.5
12.5 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว)	2.0
19.0 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)	3.0
25.0 มิลลิเมตร (1 นิ้ว)	4.0
37.5 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว)	6.0
50.0 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)	8.0
63.0 มิลลิเมตร (2.5 นิ้ว)	10.0
75.0 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)	13.0
90.0 มิลลิเมตร (3.5 นิ้ว)	16.0
100.0 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)	25.0
150.0 มิลลิเมตร (6 นิ้ว)	50.0

5. การทดสอบ

- 5.1 ชั่งภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่าง แล้วบันทึกเป็นค่า W_1 หน่วยเป็นกรัม ในแบบฟอร์มที่ บพ. มยผ. 1206
- 5.2 นำตัวอย่างที่เตรียมไว้แล้วจากข้อ 4 ใส่ในภาชนะเพื่อชั่งหามวล แล้วบันทึกเป็นค่า W_2 หน่วยเป็นกรัม ในแบบฟอร์มที่ บพ. มยผ. 1206
- 5.3 นำภาชนะใส่ตัวอย่างที่บรรจุมวลรวมที่ต้องการหาค่าปริมาณความชื้นเข้าตู้อบเพื่ออบให้แห้ง ที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีมวลคงที่
- 5.4 นำภาชนะใส่ตัวอย่างที่บรรจุมวลรวมที่อบแห้งแล้ว มาชั่งหามวล แล้วบันทึกเป็นค่า W_3 หน่วยเป็นกรัม ในแบบฟอร์มที่ บพ. มยผ. 1206

6. การคำนวณ

6.1 ค่าร้อยละความชื้น (Total Evaporable Moisture) ของมวลรวม สามารถหาได้ ดังนี้

$$\text{ร้อยละความชื้นของมวลรวม (ร้อยละ)} = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ W_1 คือ มวลของภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่าง เป็นกรัม

W_2 คือ มวลของภาชนะและตัวอย่างก่อนการอบแห้ง เป็นกรัม

W_3 คือ มวลของภาชนะและตัวอย่างหลังการอบแห้ง เป็นกรัม

6.2 ค่าร้อยละความชื้นที่ผิว (Surface Moisture) ของมวลรวมสามารถหาได้จากผลต่างของค่าร้อยละความชื้น (Total Evaporable Moisture) และค่าร้อยละการดูดซึมน้ำ (Absorption) การคำนวณค่าร้อยละความชื้นของมวลรวม ให้ใช้ถึงทศนิยม 2 ตำแหน่ง และสำหรับการชั่งเพื่อหามวลทุกครั้งให้อ่านค่าละเอียด ถึงร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1206

8. ข้อควรระวัง

8.1 ในการชั่งตัวอย่างต้องทำด้วยความรวดเร็ว เพื่อมิให้น้ำระเหยไปในระหว่างการทดสอบ

8.2 ทำความสะอาดภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างให้สะอาดและแห้งสนิทก่อนการทดสอบทุกครั้ง

9. เอกสารอ้างอิง

9.1 มาตรฐานงานช่าง มยธ. (ท) 101.6-2534 วิธีการทดสอบหาค่าความชื้นของวัสดุมวลรวม กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย

9.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 125: Standard Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates

9.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 566: Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying

โครงการ.....	บพ. มยผ. 1206		ทะเบียนทดสอบ.....	
.....	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาค่าความชื้นของมวลรวม		ผู้ทดสอบ	
สถานที่ก่อสร้าง.....			ผู้ตรวจสอบ	
.....			อนุมัติ	
ทดสอบครั้งที่.....				
ทดสอบวันที่.....				
แผ่นที่.....				
แหล่งวัสดุ.....				
ขนาดระบุใหญ่สุดของวัสดุ.....มิลลิเมตร				
คุณลักษณะ		ตัวอย่าง		
		1	2	3
น้ำหนักของภาชนะใส่ตัวอย่าง	W_1	(กรัม)		
น้ำหนักของภาชนะ+มวลรวม	W_2	(กรัม)		
น้ำหนักของภาชนะ+มวลรวมอบแห้ง	W_3	(กรัม)		
ร้อยละความชื้นของมวลรวม	= $\frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100$			
หมายเหตุ				

มยพ. 1207-50

มาตรฐานการทดสอบหาดินเหนียวและวัสดุร่วนในมวลรวม (Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ ครอบคลุมถึงการหาร้อยละของดินเหนียวรวมทั้งวัสดุร่วนที่ปะปนในมวลรวมทั้งมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ โดยประมาณ
- 1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

“ดินเหนียว (Clay)” หมายถึง ดินซึ่งประกอบด้วยอนุภาคขนาดละเอียด สามารถร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.075 มิลลิเมตร (เบอร์ 200) และมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค

“มวลรวมละเอียด (Fine Aggregates)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 0.075 มิลลิเมตร ถึง 4.75 มิลลิเมตร

“มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregates)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตรขึ้นไป

3. เครื่องมือ

- 3.1 เครื่องชั่งที่มีความถูกต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ
- 3.2 ภาชนะบรรจุเป็นภาชนะที่ไม่ก่อให้เกิดสนิม และมีขนาดกว้างพอที่จะกระจายตัวอย่างเป็นแผ่นบางๆ ได้
- 3.3 ตะแกรงมาตรฐาน ขนาด 37.5 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) ขนาด 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) และขนาด 1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16)
- 3.4 ตู้อบที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 110 ± 5 องศาเซลเซียส

4. การเตรียมตัวอย่าง

- 4.1 นำตัวอย่างมวลรวมมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110 ± 5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีมวลคงที่
- 4.2 สำหรับตัวอย่างมวลรวมละเอียดจะต้องมีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงขนาด 1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16) และมีมวลไม่น้อยกว่า 25 กรัม
- 4.3 สำหรับตัวอย่างมวลรวมหยาบ จะต้องทำการแยกขนาดโดยการร่อนด้วยตะแกรงมาตรฐานขนาด 37.5 มิลลิเมตร (1 1/2 นิ้ว) ขนาด 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว) ขนาด 9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) และขนาด 4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4) โดยเรียงตะแกรงจากตะแกรงขนาดใหญ่ไปหาขนาดเล็ก แล้วใส่ตัวอย่างลงในตะแกรงที่อยู่ด้านบน เขย่าประมาณ 10 นาที หรือจนสังเกตเห็นว่าตัวอย่างที่ค้างบนตะแกรงไม่ผ่านไปยังตะแกรงชั้นถัดไป กรณีที่ตัวอย่างในตะแกรงใดมีปริมาณน้อยกว่าร้อยละ 5 ก็ไม่ต้องนำตัวอย่างในตะแกรงนั้นมาทดสอบหาดินเหนียวและวัสดุร่วน โดยตัวอย่างที่แบ่งมาทดสอบควรมีมวลไม่น้อยกว่าที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มวลของตัวอย่างมวลรวมหยาบที่ใช้ในการทดสอบ
(ข้อ 4.3)

ช่วงขนาดของมวลรวมหยาบ	มวลของตัวอย่าง (กรัม)
4.75 – 9.5 มม. (เบอร์ 4 – 3/8 นิ้ว)	1,000
9.5 – 19.0 มม. (3/8 – 3/4 นิ้ว)	2,000
19.0 – 37.5 มม. (3/4 – 1 1/2 นิ้ว)	3,000
ใหญ่กว่า 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว)	5,000

4.4 ในกรณีที่ตัวอย่างมีทั้งมวลรวมละเอียดและมวลรวมหยาบ ให้นำตัวอย่างร้อนผ่านตะแกรงเบอร์ 4 (4.75 มิลลิเมตร) โดยตัวอย่างที่ค้างตะแกรงเบอร์ 4 ถือเป็นมวลรวมหยาบ ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เป็นมวลรวมละเอียด หลังจากนั้นให้เตรียมตัวอย่างมวลรวมละเอียด ตามข้อ 4.2 และมวลรวมหยาบ ตามข้อ 4.3 ต่อไป

5. การทดสอบ

5.1 นำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาแผ่กระจายบางๆ ในภาชนะแล้วใส่น้ำให้ท่วมตัวอย่าง แช่ไว้เป็นเวลา 24±4 ชั่วโมง จากนั้นใช้นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ค่อยๆ บีบหรือคลึงตัวอย่างให้แตกออกจากกัน ไม่ควรใช้เล็บหรือวัสดุแข็งอื่นๆ เพื่อทำให้ตัวอย่างแยกออกจากกัน จากนั้นนำไปร่อนตะแกรงด้วยวิธีล้างน้ำ (Wet Sieving) จนกระทั่งไม่มีตัวอย่างที่มีขนาดเล็กกว่าช่องตะแกรงค้างอยู่ โดยการเลือกขนาดของตะแกรง ให้พิจารณาจากช่วงขนาดของตัวอย่างมวลรวมตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ขนาดของตะแกรงสำหรับแยกเม็ดดินเหนียวและวัสดุร่วน
(ข้อ 5.1)

ช่วงขนาดของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ	ขนาดของตะแกรงสำหรับแยกเม็ดดินเหนียวและวัสดุร่วน
1.18 มม. (เบอร์ 16)	0.85 มม. (เบอร์ 20)
4.75 – 9.5 มม. (เบอร์ 4 – 3/8 นิ้ว)	2.36 มม. (เบอร์ 8)
9.5 – 19.0 มม. (3/8 – 3/4 นิ้ว)	4.75 มม. (เบอร์ 4)
19.0 – 37.5 มม. (3/4 – 1 1/2 นิ้ว)	4.75 มม. (เบอร์ 4)
ใหญ่กว่า 37.5 มม. (1 1/2 นิ้ว)	4.75 มม. (เบอร์ 4)

5.2 นำตัวอย่างที่ค้ำบนตะแกรงแต่ละตะแกรงไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110±5 องศาเซลเซียส จนกระทั่งมีมวลคงที่ ปลดยั้งไว้ให้เย็น แล้วนำไปชั่งโดยอ่านค่าให้มีความละเอียดถึงร้อยละ 0.1 ของมวลตัวอย่าง (ก่อนทำการอบควรมีมวลรวมออกจากตะแกรงให้หมดเสียก่อน โดยการล้างแล้วจึงไปอบให้แห้ง)

6. การคำนวณ

6.1 หาค่าร้อยละของดินเหนียวและวัสดุร่วนของมวลรวม

$$P = \frac{(W-R)}{W} \times 100 \quad (1)$$

เมื่อ P คือ ร้อยละของดินเหนียวและวัสดุร่วนของมวลรวม เป็นกรัม

R คือ มวลของมวลรวมที่ค้ำตะแกรงหลังการทดสอบ เป็นกรัม

W คือ มวลของมวลรวมที่ค้ำตะแกรงก่อนการทดสอบ เป็นกรัม

6.2 ในกรณีของมวลรวมหยาบเมื่อได้ค่าร้อยละของดินเหนียวและวัสดุร่วนของมวลรวมในแต่ละตะแกรงจากข้อ 5.1 แล้วให้นำมาหาค่าของเฉลี่ยโดยวิธีการเทียบสัดส่วนของมวลตัวอย่างในแต่ละตะแกรงต่อมวลตัวอย่างทั้งหมดก่อนการทดสอบ ดังนี้

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n P_i W_i}{W} \times 100 \quad (2)$$

เมื่อ n คือ จำนวนช่วงขนาดที่ใช้ในการทดลอง

P คือ ร้อยละดินเหนียวและวัสดุร่วนของมวลรวมหยาบ

P_i คือ ร้อยละดินเหนียวและวัสดุร่วนของมวลรวมหยาบของตะแกรงที่พิจารณา

W_i คือ มวลของมวลรวมหยาบของตะแกรงที่พิจารณาก่อนการแบ่งตัวอย่างมาทดสอบ

W คือ ผลรวมของมวลของมวลรวมหยาบที่นำมาทดสอบของทุกตะแกรงก่อนการแบ่งตัวอย่างมาทดสอบ

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลในแบบฟอร์ม โดยให้มีความละเอียดถึงทศนิยมตำแหน่งที่ 2 ลงใน บพ. มยผ. 1207-1 หรือ บพ. มยผ. 1207-2

8. เกณฑ์ตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

ค่าร้อยละดินเหนียวและวัสดุร่วนของมวลรวมที่ใช้ในงานคอนกรีตต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 3

9. เอกสารอ้างอิง

- 9.1 มาตรฐานงานช่าง มยธ. (ท) 101.7-2534 วิธีการทดสอบหาก้อนดินเหนียว กรมโยธาธิการ
กระทรวงมหาดไทย
- 9.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 125: Standard Terminology Relating to
Concrete and Concrete Aggregates
- 9.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 142: Standard Test Method for Clay
Lumps and Friable Particles in Aggregates

โครงการ.....	บพ. มยผ. 1207-1	ทะเบียนทดสอบ.....	
สถานที่ก่อสร้าง.....	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาดินเหนียวและ วัสดุร่วนในมวลรวม	ผู้ทดสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....		ผู้ตรวจสอบ	
ทดสอบครั้งที่.....		อนุมัติ	
ทดสอบวันที่.....			
แผ่นที่.....			
<p>ชนิดตัวอย่าง : มวลรวมละเอียด ใช้ขนาดตะแกรง เบอร์ 16 (1.18 มม.) สำหรับแยกส่วนที่เป็นดินเหนียวและดินร่วน น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงก่อนการทดสอบ (W) =กรัม (ตะแกรงขนาด 1.18 มม.) น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงหลังการทดสอบ (R).....กรัม (ตะแกรงขนาด 0.85 มม.) ร้อยละของกอนดินเหนียวและวัสดุร่วน $\left(P = \frac{(W-R)}{W} \times 100 \right) = \dots\dots\dots$</p>			

โครงการ.....	บพ. มยผ. 1207-2	ทะเบียนทดสอบ.....	
สถานที่ก่อสร้าง.....	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาดินเหนียวและ วัสดุร่วนในมวลรวม	ผู้ทดสอบ	
ชนิดตัวอย่าง.....		ผู้ตรวจสอบ	
ทดสอบครั้งที่.....			
ทดสอบวันที่.....		อนุมัติ	
แผ่นที่.....			
<p>ชนิดตัวอย่าง : มวลรวมหยาบ</p> <p>1) ขนาดของตัวอย่าง 4.75 มม. ถึง 9.5 มม. น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงก่อนการทดสอบ (W_1) =กรัม (ตะแกรงขนาด 4.75 มม.) น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงหลังการทดสอบ (R_1) =กรัม (ตะแกรงขนาด 2.36 มม.) ร้อยละของกอนดินเหนียวและวัสดุร่วน $\left(P_1 = \frac{(W_1 - R_1)}{W_1} \times 100 \right)$ =</p> <p>2) ขนาดของตัวอย่าง 9.5 มม. ถึง 19.0 มม. น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงก่อนการทดสอบ (W_2) =กรัม (ตะแกรงขนาด 9.5 มม.) น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงหลังการทดสอบ (R_2) =กรัม (ตะแกรงขนาด 4.75 มม.) ร้อยละของกอนดินเหนียวและวัสดุร่วน $\left(P_2 = \frac{(W_2 - R_2)}{W_2} \times 100 \right)$ =</p> <p>3) ขนาดของตัวอย่าง 19.0 มม. ถึง 37.5 มม. น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงก่อนการทดสอบ (W_3) =กรัม (ตะแกรงขนาด 19.0 มม.) น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงหลังการทดสอบ (R_3) =กรัม (ตะแกรงขนาด 4.75 มม.) ร้อยละของกอนดินเหนียวและวัสดุร่วน $\left(P_3 = \frac{(W_3 - R_3)}{W_3} \times 100 \right)$ =</p> <p>4) ขนาดของตัวอย่างใหญ่กว่า 37.5 มม. น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงก่อนการทดสอบ (W_4) =กรัม (ตะแกรงขนาด 37.5 มม.) น้ำหนักที่ค้างบนตะแกรงหลังการทดสอบ (R_4) =กรัม (ตะแกรงขนาด 4.75 มม.) ร้อยละของกอนดินเหนียวและวัสดุร่วน $\left(P_4 = \frac{(W_4 - R_4)}{W_4} \times 100 \right)$ =</p> <p>ค่าเฉลี่ยร้อยละของดินเหนียวและวัสดุร่วน $P = \frac{(P_1 W_1 + P_2 W_2 + P_3 W_3 + P_4 W_4)}{(W_1 + W_2 + W_3 + W_4)} = \dots\dots\dots$</p>			

มยพ. 1208-50

มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างาน และการเก็บรักษา

(Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ครอบคลุมถึงการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างาน และการเก็บรักษา เพื่อใช้สำหรับทำการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตและการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต
- 1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

2. นิยาม

“ขนาดระบุใหญ่สุด (Nominal Maximum Size)” หมายถึง ขนาดช่องผ่านของตะแกรงเล็กที่สุดที่มวลรวมสามารถผ่านได้ทั้งหมด หรือมีสัดส่วนการผ่านตะแกรงเป็นไปตามที่กำหนด

“มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate)” หมายถึง วัสดุที่ใช้ในส่วนผสมของคอนกรีตที่มีขนาดเม็ดตั้งแต่ 4.75 มิลลิเมตร ขึ้นไป

3. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในมาตรฐานนี้ ประกอบด้วย

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 1209: มาตรฐานการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต

4. เครื่องมือ

4.1 แบบหล่อมาตรฐาน เป็นแบบโลหะแข็งแรง คงรูปหรือเป็นวัสดุอื่นที่ไม่ดูดซึมน้ำและไม่ทำปฏิกิริยากับคอนกรีตที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์ เมื่อประกอบยึดเป็นรูปแบบแล้ว ต้องแน่นสนิทน้ำปูนไม่รั่วไหล และไม่เสียรูปทรงขณะทำการหล่อตัวอย่าง หรือเคลื่อนย้าย มีขนาดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

4.1.1 แบบหล่อสำหรับการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต

- 4.1.1.1 แบบหล่อรูปลูกบาศก์ขนาด 150x150x150 มิลลิเมตร ใช้สำหรับคอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบที่มีขนาดระบุใหญ่สุดโตกว่า 19 มิลลิเมตร (0.75 นิ้ว) แต่ไม่เกิน 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)
- 4.1.1.2 แบบหล่อรูปลูกบาศก์ขนาด 100x100x100 มิลลิเมตร ใช้สำหรับคอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบที่มีขนาดระบุใหญ่สุดไม่เกิน 19 มิลลิเมตร (0.75 นิ้ว)
- 4.1.1.3 แบบหล่อรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) สูง 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) ใช้สำหรับคอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบที่มีขนาดระบุใหญ่สุดไม่เกิน 33 มิลลิเมตร (1.25 นิ้ว)
- 4.1.1.4 แบบหล่อรูปทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) สูง 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) ใช้สำหรับคอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบที่มีขนาดระบุใหญ่สุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

4.1.1.5 แบบหล่อทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร (8 นิ้ว) สูง 400 มิลลิเมตร (16 นิ้ว) ใช้สำหรับคอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบที่มีขนาดระบุใหญ่สุดไม่เกิน 625 มิลลิเมตร (2.5 นิ้ว) สำหรับมวลรวมหยาบที่มีขนาดใหญ่กว่านี้เส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอกไม่ควรจะน้อยกว่า 3 หรือ 4 เท่าของขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ

4.1.2 แบบหล่อสำหรับการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีตมีลักษณะเป็นรูปคาน จะต้องมีความยาวมากกว่า 3 เท่าของความลึกอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (3x ความลึกคาน + 50 มิลลิเมตร) และอัตราส่วนความกว้างต่อความลึกไม่เกิน 1.5 สำหรับตัวอย่างคอนกรีตที่มีมวลรวมหยาบมีขนาดระบุใหญ่สุดไม่เกิน 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) คานต้องมีความลึกอย่างน้อย 150 มิลลิเมตร และกว้าง 150 มิลลิเมตร สำหรับตัวอย่างคอนกรีตที่มีมวลรวมหยาบมีขนาดใหญ่กว่านี้ขนาดหน้าตัดที่น้อยที่สุดของแบบหล่อไม่ควรจะน้อยกว่า 3 เท่าของขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ สำหรับตัวอย่างรูปคานที่เก็บในภาคสนามแบบหล่อคานควรมีความกว้างหรือความลึกไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร

4.2 เหล็กกระทุ้ง (Tamping Rod) เป็นแท่งเหล็กกลมหรือแท่งเหล็กสี่เหลี่ยม มีผิวเรียบ โดยให้มีขนาดและความยาวตามที่แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวเหล็กกระทุ้ง

(ข้อ 4.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดและขนาดของแบบหล่อ	ขนาดของเหล็กกระทุ้ง	
เส้นผ่านศูนย์กลางทรงกระบอก หรือความกว้างของคาน น้อยกว่า 150	เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเหล็กกลม	ความยาวของแท่งเหล็กกลม
150	10	300
200	16	500
	16	650
ความกว้างของลูกบาศก์	เส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเหล็กกลม / ขนาดหน้าตัดของแท่งเหล็กสี่เหลี่ยม	ความยาวของแท่งเหล็กกลม / แท่งเหล็กสี่เหลี่ยม
100	16 / 25x25	600 / 380
150	16 / 25x25	600 / 380

4.3 เครื่องสั่นสะเทือน (Internal Vibrators) ควรมีความถี่อย่างน้อย 7,000 รอบต่อนาที ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหัวสั่นสะเทือนจะต้องไม่มากกว่าหนึ่งในสี่ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแบบหล่อรูปทรงกระบอกหรือหนึ่งในสี่ของด้านกว้างของแบบหล่อรูปคานหรือแบบหล่อรูปทรงลูกบาศก์

4.4 ค้อนยาง หัวค้อนมีมวลประมาณ 0.6 ± 0.2 กิโลกรัม

4.5 เทอร์โมมิเตอร์

4.6 เครื่องมือสำหรับวัดความชื้นอากาศ

5. การเตรียมตัวอย่าง

- 5.1 เกณฑ์ในการเก็บตัวอย่างคอนกรีตเพื่อการทดสอบ ให้เก็บทุกครั้งเมื่อมีการเทคอนกรีตและต้องเก็บอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบกำลังคอนกรีตเมื่ออายุ 28 วัน โดยมีวิธีการเก็บดังนี้
- 5.1.1 เก็บตัวอย่างคอนกรีตไม่น้อยกว่า 1 ครั้ง ในแต่ละวันที่มีการเทคอนกรีต
 - 5.1.2 เก็บตัวอย่างเมื่อมีการเทคอนกรีตในแต่ละส่วนของโครงสร้าง
 - 5.1.3 เก็บตัวอย่างทุกครั้งที่มีการเทคอนกรีตทุกๆ 50 ลูกบาศก์เมตร และเศษของ 50 ลูกบาศก์เมตรกรณีเทพื้นและกำแพงให้เก็บทุกๆ 250 ตารางเมตร
 - 5.1.4 เก็บตัวอย่างทุกครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแหล่งของ ทราย หิน หรือกรวด
- 5.2 การเก็บตัวอย่างจากลักษณะการผสมต่างๆ กระทำ ดังนี้
- 5.2.1 การเก็บจากเครื่องผสม (โม) ที่ประจำอยู่ในที่ก่อสร้างให้เก็บตัวอย่างจากช่วงกลางๆ ของปริมาณคอนกรีตที่เทลงในภาชนะรองรับ (กระบะหรือรถเข็นปูน)
 - 5.2.2 การเก็บจากเครื่องผสมสำหรับทำพื้นถนน ให้เก็บหลังจากเทคอนกรีตจากเครื่องผสมลงบนพื้นที่เตรียมไว้ โดยเก็บตัวอย่างคอนกรีตจากหลายๆ บริเวณโดยให้มีปริมาณมากพอที่จะใช้เป็นตัวแทนเพื่อทดสอบได้ ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้มีการปนเปื้อนของวัสดุอย่างอื่นด้วย
 - 5.2.3 การเก็บจากเครื่องผสมแบบถังหมุนตั้งบนรถบรรทุก (Ready Mixed Concrete) ให้เก็บตัวอย่างคอนกรีต อย่างน้อย 3 ส่วน เป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอตลอดเวลาที่ปล่อยคอนกรีตจากรถผสมลงสู่ภาชนะที่รองรับ โดยมีเวลาห่างกันระหว่างการเก็บครั้งแรกและครั้งสุดท้ายไม่เกิน 15 นาที

6. การทดสอบ

- 6.1 การหล่อตัวอย่างคอนกรีต
- 6.1.1 ก่อนหล่อคอนกรีตจะต้องทำความสะอาดแบบหล่อให้เรียบร้อย ทาน้ำมันให้ทั่วบริเวณที่จะสัมผัสกับคอนกรีต
 - 6.1.2 การหล่อคอนกรีตต้องกระทำโดยเร็วให้แล้วเสร็จภายใน 15 นาที นับตั้งแต่เริ่มเก็บตัวอย่าง
 - 6.1.3 ทำการทดสอบค่าความยุบตัวของคอนกรีต (Slump Test) ทุกครั้งตาม มยผ.1209: มาตรฐานการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต ก่อนทำการหล่อตัวอย่างคอนกรีตทุกครั้ง
 - 6.1.4 ทำการหล่อตัวอย่างคอนกรีตโดยเทคอนกรีตลงในแบบหล่อแล้วทำให้คอนกรีตแน่นด้วยการใช้เหล็กกระทุ้งหรือใช้เครื่องสั่นสะเทือน ตามที่แสดงในตารางที่ 2 หรือ 3 ตามลำดับ
 - 6.1.5 การทำตัวอย่างให้แน่นด้วยการกระทุ้งในชั้นแรกให้กระทุ้งจนผ่านตลอดความลึกของชั้นสำหรับชั้นบนที่อยู่ถัดขึ้นมาให้กระทุ้งเลยไปจนถึงชั้นที่อยู่ข้างล่างประมาณ 25 มิลลิเมตร หลังจากทำการกระทุ้งคอนกรีตในแต่ละชั้นเสร็จแล้วให้เคาะรอบๆ แบบหล่อด้วยค้อนยางประมาณ 10 ถึง 15 ครั้ง เพื่อลดช่องว่างที่เกิดจากการกระทุ้งและช่วยกำจัดฟองอากาศขนาดใหญ่
 - 6.1.6 ระยะเวลาการจุ่มหัวสั่นสะเทือนลงในคอนกรีตจะขึ้นกับค่าความสามารถไหลของคอนกรีตและประสิทธิภาพของเครื่องสั่นสะเทือน โดยการจุ่มหัวสั่นสะเทือนลงในคอนกรีตและการดึงหัวสั่นสะเทือนขึ้นในแต่ละครั้งให้กระทำอย่างช้าๆ โดยระวังไม่ให้มีโพรงอากาศค้างอยู่ในเนื้อคอนกรีตและระวังไม่ให้หัวสั่นสะเทือนกระแทกกับแบบ และให้จุ่มหัวสั่นสะเทือนนานจนผิวคอนกรีตเรียบและมีฟองอากาศขนาดใหญ่ผุดขึ้นมาจนหมด สำหรับค่าการยุบตัวมากกว่า 75 มิลลิเมตรให้จุ่มนานไม่เกิน 5 วินาที ให้ใช้เวลาในการจุ่มหัวสั่นสะเทือนนานขึ้นหากค่าการยุบตัวต่ำกว่าแต่ต้องไม่เกิน 10 วินาที หลังจากทำคอนกรีตให้แน่นด้วย เครื่องสั่นสะเทือนใน

แต่ละชั้นเสร็จแล้วให้เคาะรอบๆ แบบหลอด้วยค้อนยางอย่างน้อย 10 ครั้ง เพื่อลดช่องว่างที่เกิดจากการใช้เครื่องสั่นสะเทือนและช่วยกำจัดฟองอากาศขนาดใหญ่

ตารางที่ 2 การทำตัวอย่างให้แน่นโดยการกระทุ้ง
(ข้อ 6.1.4)

ชนิดของตัวอย่างและขนาด	จำนวนชั้น(Layers)	จำนวนครั้งที่กระทุ้งต่อชั้น
ทรงลูกบาศก์ ขนาด 100x100x100 มม. ขนาด 150x150x150 มม.	2 3	25 35 (ค่ายุบตัว < 50 มม.) 25 (ค่ายุบตัว \geq 50 มม.)
ทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มม. เส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มม.	2 3 4	25 25 50
คาน คานกว้าง 150 ถึง 200 มม. คานกว้างมากกว่า 200 มม.	2 3 หรือ มากกว่า (แต่ละชั้นสูงไม่เกิน 150 มิลลิเมตร)	กำหนดให้มีการกระทุ้ง 1 ครั้งต่อพื้นที่ผิวแบบหล่อคาน 1,400 ตร.มม.

- 6.1.7** การเทคอนกรีตลงแบบให้เทคอนกรีตจากทิศทางต่างๆ กัน เพื่อมิให้มวลรวมหยาบรวมตัวอยู่ด้านหนึ่งด้านใด โดยผู้ทำการทดสอบต้องระวังไม่ให้คอนกรีตมีการแยกตัว หากจำเป็นอาจใช้มือช่วยก็ได้
- 6.1.8** ปาดคอนกรีตให้เสมopakแบบหล่อและแต่งผิวหน้าด้วยเกรียงให้เรียบ ผิวของคอนกรีตไม่ควรมีระดับแตกต่างกับขอบแบบหล่อเกิน 3 มิลลิเมตร ปลอยทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง เมื่อผิวหน้าคอนกรีตตัวอย่างแข็งตัวพอสมควร ให้เขียนหมายเลขตัวอย่าง และ วัน เดือน ปี ที่ทำการหล่อบนหน้าคอนกรีตไว้เป็นหลักฐาน

ตารางที่ 3 การทำตัวอย่างให้แน่นโดยใช้เครื่องสั่นสะเทือน
(ข้อ 6.1.4)

ชนิดของตัวอย่างและขนาด	จำนวนชั้น (Layers)	จำนวนครั้งที่จุ่มหัว สั่นสะเทือนต่อชั้น	ความลึกของชั้น(มิลลิเมตร)
ลูกบาศก์ ขนาด 100x100x100 มิลลิเมตร	1	1	เท่ากับความลึกของตัวอย่าง
ขนาด 150x150x150 มิลลิเมตร	1	1	เท่ากับความลึกของตัวอย่าง
ทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มม.	2	1	ครึ่งหนึ่งของความลึกตัวอย่าง
เส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มม.	2	2	ครึ่งหนึ่งของความลึกตัวอย่าง
เส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มม.	2	4	ครึ่งหนึ่งของความลึกตัวอย่าง
คาน ความกว้าง 150 ถึง 200 มม. ความกว้างมากกว่า 200 มม.	1 2 หรือ มากกว่า	ระยะห่างของการจุ่มหัว สั่นสะเทือนแต่ละครั้งไม่เกิน 150 มม. สำหรับตัวอย่าง ที่มีความกว้างมากกว่า150 มม. ให้เพิ่มการจุ่มเป็นสอง แนวขนานกัน	เท่ากับความลึกของตัวอย่าง 200

6.2 การบ่มและการเก็บรักษาตัวอย่างคอนกรีต

6.2.1 การบ่มแบบมาตรฐาน (Standard Curing) มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการทดสอบกำลังของตัวอย่างคอนกรีตว่าเป็นไปตามข้อกำหนดหรือไม่ หรือเพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของส่วนผสมคอนกรีตต่อกำลังของคอนกรีตที่ต้องการ หรือเพื่อการควบคุมคุณภาพของคอนกรีต

6.2.1.1 การเก็บตัวอย่างคอนกรีต (Storage) ในกรณีที่ทำกรเก็บตัวอย่างในสถานที่ซึ่งไม่อาจทำการบ่มระยะแรก (Initial Curing) ได้เมื่อเสร็จสิ้นการตกแต่งผิวตัวอย่างคอนกรีตแล้ว ให้ขนย้ายตัวอย่างไปยังสถานที่ที่จะทำการบ่มในระยะแรกทันที โดยพื้นที่ที่จะใช้วางตัวอย่างคอนกรีตต้องมีความลาดเอียงไม่เกิน 20 มิลลิเมตรต่อเมตร หากผิวของตัวอย่างคอนกรีตได้รับความเสียหายจากการขนส่งให้รีบทำการตกแต่งผิวตัวอย่างคอนกรีตทันที

6.2.1.2 การบ่มในระยะแรก (Initial Curing) เมื่อหล่อตัวอย่างเสร็จแล้วให้เก็บตัวอย่างไว้ในอุณหภูมิ 16 ถึง 27 องศาเซลเซียส สำหรับคอนกรีตที่ต้องการกำลัง 40 เมกกาปาสกาล (MPa) หรือมากกว่า ให้ใช้อุณหภูมิในการบ่มในระยะแรกที่ 20 ถึง 26 องศาเซลเซียส ควบคุมความชื้นและอุณหภูมิให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างคอนกรีตสูญเสียน้ำเร็วเกินไปโดยการแช่ตัวอย่างคอนกรีตในน้ำปูนขาวอิ่ม

ตัวเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง หรืออาจใช้วิธีอื่นที่เหมาะสม เช่น การคลุมด้วยพลาสติก การกลบด้วยทรายชั้น หรือเก็บตัวอย่างไว้ในกล่องที่มีฉนวนทำด้วยไม้หรือวัสดุอื่นเป็นต้น

6.2.1.3 การบ่มในระยสุดท้าย (Final Curing) สำหรับตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกและรูปทรงลูกบาศก์หลังจากที่เสร็จสิ้นการบ่มในระยแรก และถอดแบบแล้ว ภายใน 30 นาที ให้บ่มคอนกรีตโดยการนำไปแช่น้ำหรือบ่มในห้องที่มีความชื้น โดยควบคุมอุณหภูมิที่ 23 ± 2 องศาเซลเซียส จนกระทั่งใกล้ถึงเวลาทดสอบ ก่อนการทดสอบ 3 ชั่วโมง ให้นำตัวอย่างคอนกรีตมาเก็บไว้ในที่อุณหภูมิปกติโดยไม่ต้องทำการบ่ม ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 20 ถึง 30 องศาเซลเซียส สำหรับตัวอย่างรูปคานให้บ่มตัวอย่างคอนกรีตเช่นเดียวกับการบ่มตัวอย่างรูปทรงกระบอกและทรงลูกบาศก์ เว้นแต่ก่อนทำการทดสอบให้แช่ตัวอย่างในน้ำปูนขาวอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 20 ชั่วโมง ระหว่างช่วงเวลาที่ขนส่งตัวอย่างไปทดสอบจนถึงเวลาที่ทำการทดสอบจนแล้วเสร็จต้องระวังไม่ให้ผิวตัวอย่างคอนกรีตแห้งเนื่องจากอาจมีผลต่อการรับแรงดัดของตัวอย่างคอนกรีต

6.2.2 การบ่มในสนาม (Field Curing) มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างที่เทคอนกรีตจากใช้งาน โดยการนำตัวอย่างไปทดสอบกำลัง หรือเพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบกับตัวอย่างคอนกรีตที่บ่มแบบมาตรฐานหรือผลการทดสอบของตัวอย่างอื่นๆที่บ่มในสนาม รวมทั้งเพื่อต้องการหาระยะเวลาการถอดแบบของโครงสร้างที่เหมาะสม

6.2.2.1 ตัวอย่างรูปทรงกระบอกและรูปทรงลูกบาศก์ ให้เก็บตัวอย่างคอนกรีตไว้ใกล้กับโครงสร้างที่เทคอนกรีตมากที่สุด ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเช่นเดียวกับโครงสร้างที่เทคอนกรีต การเปิดผิวของตัวอย่างคอนกรีตต้องให้อยู่ในลักษณะเดียวกับโครงสร้างที่เทคอนกรีตจากนั้นให้ทำการบ่มตัวอย่างคอนกรีตตามวิธีที่กำหนด

6.2.2.2 ตัวอย่างรูปคาน ให้บ่มตัวอย่างด้วยวิธีการเช่นเดียวกับโครงสร้างที่เทคอนกรีต หลังจากเทตัวอย่างแล้วเป็นเวลา 48 ± 4 ชั่วโมง ให้ขนส่งตัวอย่างไปยังสถานที่เก็บซึ่งอยู่ใกล้กับโครงสร้างที่เทคอนกรีตมากที่สุด ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเช่นเดียวกับโครงสร้างที่เทคอนกรีต สำหรับโครงสร้างที่หล่อติดกับพื้นดินให้ทำการถอดแบบตัวอย่างคานวางไว้บนพื้นในลักษณะเดียวกับขณะที่ทำการหล่อตัวอย่าง โดยให้ผิวด้านบนสัมผัสอากาศแล้วจึงปิดด้านข้างและปลายทั้งสองข้างของคานด้วยดินหรือทรายชั้น สำหรับตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บจากโครงสร้างอื่นๆให้วางตัวอย่างในตำแหน่งที่อยู่ใกล้กับโครงสร้างที่เทคอนกรีตมากที่สุด จากนั้นให้บ่มตัวอย่างคอนกรีตตามวิธีที่กำหนด โดยการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเช่นเดียวกับโครงสร้างที่เทคอนกรีต เมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการบ่มให้เก็บตัวอย่างคอนกรีตไว้ที่อุณหภูมิปกติโดยให้ผิวสัมผัสอากาศเช่นเดียวกับโครงสร้างที่เทคอนกรีต ก่อนการทดสอบให้แช่ตัวอย่างคานในน้ำปูนขาวอิ่มตัวที่อุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ± 4 ชั่วโมง ให้ตัวอย่างอยู่ในสภาพชื้นก่อนการทดสอบ

6.3 การขนส่งตัวอย่างคอนกรีต

ก่อนขนส่งตัวอย่างคอนกรีตไปยังห้องทดสอบให้ทำการบ่มตามที่กำหนดในข้อ 6.2 ไม่ควรทำการขนส่งจนกว่าตัวอย่างจะมีอายุอย่างน้อย 8 ชั่วโมง หลังจากที่คอนกรีตเริ่มก่อตัว ในขณะที่ทำการขนส่งต้องระวังไม่ให้ตัวอย่างคอนกรีตได้รับความเสียหาย และให้ป้องกันการสูญเสียน้ำด้วยวิธีต่างๆ เช่น การคลุมด้วยพลาสติก ขี้เลื่อย กระจอบชุ่มน้ำ หรือ ทรายชื้น เป็นต้น โดยระยะเวลาการขนส่งไม่ควรนานเกิน 4 ชั่วโมง และการขนส่งตัวอย่างแต่ละครั้งต้องมีป้ายแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างตามรายการต่างๆ เช่น วันที่ ตำแหน่งของโครงสร้างที่เก็บตัวอย่างมา ค่าการยุบตัว อุณหภูมิของคอนกรีต และอากาศ วิธีการบ่ม ชนิดของการทดสอบ และอายุของชิ้นตัวอย่างที่จะทดสอบ เป็นต้น

7. การรายงานผล

ให้รายงานผลโดยการบันทึกรายละเอียดต่างๆลงในแบบฟอร์ม บพ มยผ.1208 มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานและการเก็บรักษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 7.1 หมายเลขตัวอย่าง
- 7.2 หมายเลขแบบที่เก็บตัวอย่าง
- 7.3 วัน เวลา และหมายเลขแบบที่เก็บตัวอย่าง
- 7.4 ค่าการยุบตัว
- 7.5 อุณหภูมิของคอนกรีต
- 7.6 ตำแหน่งของโครงสร้างที่ทำการเก็บตัวอย่าง
- 7.7 กำลังคอนกรีตที่กำหนด
- 7.8 วิธีการบ่ม (สำหรับการบ่มในห้องปฏิบัติการให้บันทึกค่าอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้บ่มในระยะเวลาเริ่มต้น และวิธีการบ่มในระยะเวลาสุดท้าย สำหรับการบ่มในสนามให้ระบุสถานที่เก็บตัวอย่างคอนกรีต อุณหภูมิ ความชื้นของอากาศ และเวลาที่ถอดแบบ)

8. เกณฑ์การตัดสิน และความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

ความคลาดเคลื่อนของตัวอย่างคอนกรีตจากขนาดของแบบหล่อจะต้องไม่เกิน 3 มิลลิเมตร สำหรับขนาดกว้างหรือลึกตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป และไม่เกิน 1.5 มิลลิเมตร สำหรับขนาดที่เล็กกว่านั้น

9. ข้อควรระวัง

- 9.1 ให้ทำการเก็บตัวอย่างคอนกรีตไม่น้อยกว่า 3 ตัวอย่าง ต่อ 1 ชุด
- 9.2 การประกอบแบบหล่อต้องมีความแข็งแรงได้จากและได้ระดับก่อนทำการหล่อตัวอย่างคอนกรีต
- 9.3 การกระทุ้งแต่ละชั้นอาจมลึกลงถึงชั้นถัดไปประมาณ 25 มิลลิเมตร
- 9.4 การใช้ค้อนเคาะรอบแบบหล่อต้องใช้แรงที่เหมาะสม การเคาะแรงเกินไปจะทำให้แบบหล่อเกิดความเสียหาย

10. เอกสารอ้างอิง

- 10.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก
- 10.2 มาตรฐานงานช่าง มยธ. (ท) 102-2534 มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตหน้างานและการนำไปบำรุงรักษา กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
- 10.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 31: Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in The Field
- 10.4 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 172: Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete
- 10.5 มาตรฐาน British Standard Institute BS EN 12390-1: Shape, Dimensions and Other Requirements for Specimens and Moulds
- 10.6 มาตรฐาน British Standard Institute BS EN 12390-2: Making and Curing Specimens for Strength Tests

โครงการ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ชนิดตัวอย่าง <input type="checkbox"/> ทรงกระบอก ขนาด..... <input type="checkbox"/> ลูกบาศก์ ขนาด..... <input type="checkbox"/> คาน ขนาด..... แผ่นที่	บพ. มยผ. 1208	ทะเบียนทดสอบ.....	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างาน และการเก็บรักษา	ผู้ทดสอบ	
ผู้ตรวจสอบ			
อนุมัติ			
รายละเอียด	ตัวอย่างทดสอบ		
	1	2	3
1. หมายเลขตัวอย่าง 2. หมายเลขแบบที่เก็บตัวอย่าง 3. วันที่เก็บตัวอย่าง 4. เวลาที่เก็บตัวอย่าง 5. ค่าการยุบตัว 6. อุณหภูมิของคอนกรีต 7. ตำแหน่งของโครงสร้างที่ทำการเก็บตัวอย่าง 8. กำลังคอนกรีตที่กำหนดที่อายุ 28 วัน 9. วิธีการบ่ม 9.1 การบ่มแบบมาตรฐาน - อุณหภูมิสูงสุดที่ชื้นบ่มในระยะเริ่มต้น - อุณหภูมิต่ำสุดที่ชื้นบ่มในระยะเริ่มต้น - วิธีการบ่มในระยะสุดท้าย 9.2 การบ่มในสนาม - สถานที่เก็บ - อุณหภูมิของอากาศ - ความชื้นของอากาศ - เวลาที่ถอดแบบ			



มยพ. 1209-50

มาตรฐานการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต

(Standard Test Method for Slump of Concrete)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ครอบคลุมถึงการหาค่าการยุบตัวของคอนกรีตทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม
- 1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก

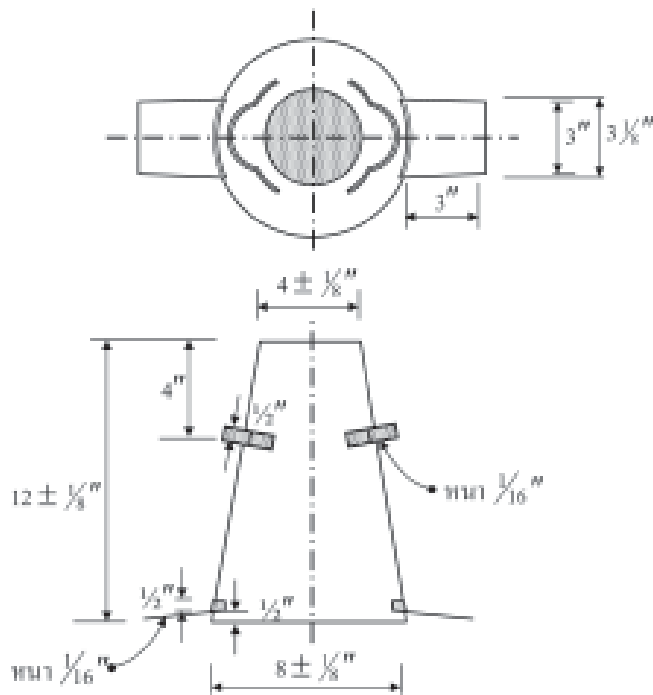
2. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในมาตรฐานนี้ ประกอบด้วย

- 2.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

3. เครื่องมือ

- 3.1 แบบ (Mold) ทำด้วยโลหะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ มีลักษณะเป็นรูปกรวยตัดมีความหนาไม่น้อยกว่า 1.15 มิลลิเมตร (0.045 นิ้ว) ความสูง 300 ± 3 มิลลิเมตร ($12 \pm 1/8$ นิ้ว) ฐานแบบมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 ± 3 มิลลิเมตร ($8 \pm 1/8$ นิ้ว) และส่วนตัดตอนบนมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 ± 3 มิลลิเมตร ($4 \pm 1/8$ นิ้ว) สำหรับที่ฐานต้องมีแผ่นเหล็กสำหรับเหยียบทั้งสองข้าง และแบบที่ใช้ทำการทดสอบจะต้องไม่บิดเบี้ยวหรือเสียรูป ดังแสดงในรูปที่ 1
- 3.2 เหล็กกระทุ้ง (Tamping Rod) เป็นแท่งเหล็กกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ($5/8$ นิ้ว) ยาว 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ปลายด้านที่ใช้กระทุ้งมีลักษณะกลมมน
- 3.3 แผ่นเหล็ก สำหรับรองมีลักษณะเรียบเป็นระนาบ
- 3.4 ตลับเมตร หรือไม้วัด ที่วัดได้ละเอียดไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 แบบสำหรับทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต
(ข้อ 3.1)
การแปลงมิติของขนาดระบุ

มม.	2	3	12.5	25	75	78	100	200	300
นิ้ว	1/16	1/8	1/2	1	3	3 1/8	4	8	12

4. การเตรียมตัวอย่าง

เตรียมตัวอย่างคอนกรีตซึ่งแบ่งมาจากคอนกรีตผสมเสร็จหรือคอนกรีตที่ไม่ในหน้างาน การเก็บตัวอย่างคอนกรีตควรเก็บภายในระยะเวลาประมาณ 5 นาที หลังจากผสมเสร็จ โดยให้มีการทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีตทุกครั้งที่มีการผสมคอนกรีต

5. การทดสอบ

- 5.1 ก่อนทำการทดสอบต้องนำแบบมาจุ่มน้ำให้เปียก แล้ววางแบบลงบนพื้นราบโดยให้ด้านที่มีปลายตัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร อยู่ด้านบน ด้านเส้นผ่านศูนย์กลาง 200 มิลลิเมตร อยู่ด้านล่างใช้เท้าเหยียบแผ่นเหล็กที่ฐานทั้งสองข้างไว้ให้แน่น
- 5.2 เทคอนกรีตที่จะทดสอบลงในแบบประมาณ 1 ใน 3 ของปริมาตรของแบบ (สูงจากฐานประมาณ 70 มิลลิเมตร) แล้วใช้เหล็กกระทุ้ง กระทุ้งให้ทั่วผิวของคอนกรีตในแบบ จำนวน 25 ครั้ง
- 5.3 ทำตามวิธีในข้อ 5.2 ซ้ำอีก 2 ครั้ง โดยเทคอนกรีตครั้งที่ 2 สูงจากฐานประมาณ 160 มิลลิเมตร และครั้งที่ 3 เทคอนกรีตลงในแบบส่วนที่เหลือ โดยให้เนื้อคอนกรีตไว้ให้เกินขอบแบบข้างในกรณีที่จะทุ้งแล้วคอนกรีตพร่องลงต้องเติมให้เต็มแบบเสมอ

- 5.4 ปาดผิวหน้าของคอนกรีตให้เรียบ จับที่หุยกแล้วยกแบบขึ้นตามแนวตั้ง ระวังไม่ให้เนื้อคอนกรีตได้รับการกระทบกระเทือน แล้ววัดระยะที่ยุบตัวของตัวอย่างคอนกรีตเทียบกับระยะความสูงของแบบทันที (ให้วัดที่บริเวณจุดศูนย์กลางของตัวอย่างคอนกรีตเมื่อยกแบบออกแล้ว)
- 5.5 กรณีที่ตัวอย่างทดสอบล้มหรือหลายลงทันทีที่ยกแบบขึ้นหรือเกิดไหลออกทางข้างใดข้างหนึ่งเนื่องจากแรงเฉือน ให้ถือว่าการทดสอบยังไม่ได้มาตรฐานต้องทำการทดสอบซ้ำตามข้อ 5.1 ถึง 5.4 และหากตัวอย่างทดสอบล้มเนื่องจากการหลายหรือแรงเฉือนสองครั้งติดต่อกันแสดงว่าตัวอย่างคอนกรีตดังกล่าวไม่เหมาะสมสำหรับการทดสอบหาค่าการยุบตัวเนื่องจากไม่มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกัน

6. การรายงานผล

การรายงานผลค่าการยุบตัวของคอนกรีต ให้มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1209

7. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

ค่าการยุบตัวของคอนกรีตให้เป็นไปตาม มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก ตามที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าการยุบตัวสำหรับงานก่อสร้างชนิดต่าง ๆ
(ข้อ 7)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชนิดของงานก่อสร้าง	ค่าการยุบตัว	
	สูงสุด	ต่ำสุด
1) ฐานราก	75	50
2) แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ล.	100	50
3) เสา ตอม่อ	125	50
4) ตรีบ ค.ส.ล. และผนังบาง ๆ	150	50

8. ข้อควรระวัง

- 8.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ ใช้กับตัวอย่างคอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมหยาบขนาดโตไม่เกิน 37.5 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) ในกรณีที่มีมวลรวมหยาบมีขนาดโตกว่า 37.5 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) ให้เทคอนกรีตผ่านตะแกรงขนาด 37.5 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) เพื่อแยกมวลรวมหยาบที่มีขนาดโตกว่า 37.5 มิลลิเมตร (1.5 นิ้ว) ก่อนทำการทดสอบหาค่าการยุบตัว
- 8.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ ไม่ควรใช้สำหรับคอนกรีตที่มีค่ายุบตัวต่ำกว่า 15 มิลลิเมตร และคอนกรีตที่มีค่ายุบตัวมากกว่า 230 มิลลิเมตร
- 8.3 การกระทุ้งตัวอย่างคอนกรีตในแบบ ควรกระทุ้งให้ทั่วบริเวณทั้งหน้าตัด และสำหรับบริเวณขอบของแบบให้กระทุ้งด้วยความระมัดระวังเพื่อมิให้แบบเสียหายเนื่องจากกระแทกกับเหล็กกระทุ้ง

9. เอกสารอ้างอิง

- 9.1 มาตรฐานงานช่าง มยช. (ท) 103.1-2534 วิธีการทดสอบค่าการยุบตัวของคอนกรีตกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
- 9.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 143: Standard Practice for Slump of Hydraulic-Cement Concrete

โครงการ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	บพ. มยผ. 1209	ทะเบียนทดสอบ.....	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบหาค่าการยุบตัวของคอนกรีต	ผู้ทดสอบ	
		ผู้ตรวจสอบ	
		อนุมัติ	
<p>ชนิดของงานก่อสร้าง</p> <p><input type="checkbox"/> ฐานราก</p> <p><input type="checkbox"/> แผ่นพื้น คาน ผนัง ค.ส.ล.</p> <p><input type="checkbox"/> เสา ตอม่อ</p> <p><input type="checkbox"/> คีรีบ ค.ส.ล. และผนังต่างๆ</p> <p>เวลาที่ผสมคอนกรีต.....</p> <p>เวลาที่ทำการทดสอบ.....</p> <p>ช่วงระยะเวลาตั้งแต่เริ่มผสมคอนกรีตจนทดสอบแล้วเสร็จ.....นาที</p> <p>ค่าการยุบตัวของคอนกรีต(Slump) = ค่าที่ได้จากการวัดการยุบตัวของตัวอย่างคอนกรีตเมื่อเทียบกับความสูงของแบบ</p> <p>=มิลลิเมตร</p>			



มยผ. 1210-50

มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัด ของคอนกรีต

(Standard Test Method for Compressive Strength of Concrete)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ ครอบคลุมถึงการหาค่ากำลังอัดประลัย (Ultimate Strength) ของตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกและรูปลูกบาศก์ ที่ได้จากการหล่อหรือการเจาะ
- 1.2 มาตรฐานการทดสอบนี้ ใช้หน่วย SI (International System units) เป็นหลัก และใช้ค่าในการแปลงหน่วยของแรง 1 กิโลกรัมแรง เท่ากับ 9.806 นิวตัน

2. นิยาม

“หน่วยแรงอัดประลัย” หมายถึง หน่วยแรงที่เกิดจากแรงกดสูงสุดในแนวแกนซึ่งทำให้ตัวอย่างคอนกรีตวิบัติ โดยหาได้จากอัตราส่วนของแรงกดสูงสุดที่จุดวิบัติต่อพื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างคอนกรีต ที่รับน้ำหนัก

3. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในมาตรฐานนี้ ประกอบด้วย

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

4. เครื่องมือ

- 4.1 เครื่องทดสอบ เป็นแบบใดก็ได้ ที่สามารถให้น้ำหนักกดได้สูงเพียงพออยู่ในช่วงใช้งานได้ และยอมให้ผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 1 เครื่องทดสอบจะต้องสามารถเพิ่มแรงกดได้อย่างสม่ำเสมอและไม่กระตุก กรณีที่เป็นเครื่องทดสอบแบบหมุนเกลียว (Screw-Type) หัวกดต้องสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 1.25 มิลลิเมตรต่อนาที สำหรับเครื่องทดสอบแบบไฮดรอลิก ต้องสามารถให้น้ำหนักด้วยอัตราคงที่ในช่วง 0.143 ถึง 0.347 เมกะปาสกาลต่อวินาที (1.40 ถึง 3.40 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที) ส่วนหัวกดของเครื่องทดสอบประกอบด้วยแผ่นเหล็กวางรอง (Steel Bearing Plate) 2 แผ่น มีขนาดใหญ่กว่าขนาดของแท่นทดสอบไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร แผ่นเหล็กชั้นบนมีลักษณะเป็นแป้นกึ่งทรงกลม (Spherically Seated Block) แขนยึดไว้กับเครื่องเพื่อให้ยึดตัวได้ ส่วนแผ่นเหล็กชั้นล่างยึดติดกับส่วนล่างของเครื่องและต้องมีความหนาอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร ผิวสัมผัสของแผ่นเหล็กทั้งสองต้องเรียบ และมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.025 มิลลิเมตรต่อความยาว 150 มิลลิเมตร การเพิ่มแรงกดต้องทำได้อย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ ไม่มีจังหวะหยุดหรือกระตุกในระหว่างการเพิ่มแรงกด
- 4.2 เวอร์เนียร์คาลิเปอร์
- 4.3 เครื่องชั่ง ที่มีความละเอียดถึง 1 กรัม
- 4.4 เครื่องมือและวัสดุสำหรับเคลือบผิวหน้าของตัวอย่างคอนกรีต

5. การเตรียมตัวอย่าง

- 5.1 การเตรียมตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการหล่อเพื่อทำการทดสอบหาค่ากำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตให้มีลักษณะดังต่อไปนี้
- 5.1.1 ตัวอย่างที่ได้จากการหล่อให้มีขนาดเป็นไปตาม มยผ. 1208: มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานและการเก็บรักษาที่มีความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้จากขนาดที่กำหนดได้ไม่เกิน 3.0 มิลลิเมตร สำหรับขนาดกว้างหรือลึกตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป และไม่เกิน 1.5 มิลลิเมตร สำหรับขนาดที่เล็กกว่านั้น
- 5.1.2 ก่อนการทดสอบปลายทั้งสองข้างของตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกต้องเรียบเป็นระนาบตั้งฉากกับแนวแกน โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.5 องศา หรือ 1 มิลลิเมตรต่อระยะ 100 มิลลิเมตร กรณีผิวที่ปลายของตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกไม่เรียบให้ทำการตัดหรือเคลือบ (Capping) ผิวหน้าของตัวอย่างจนเป็นระนาบเรียบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้โดยวัสดุที่ใช้ในการเคลือบผิวหน้ารับแรงอัดของตัวอย่าง (Capping Compound) ต้องสามารถรับแรงอัดได้สูงกว่าแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต
- 5.1.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความกว้างที่จะใช้คำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของทรงกระบอกหรือทรงลูกบาศก์ สามารถหาได้โดยวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือขนาดความกว้างที่กึ่งกลางของความสูง จำนวน 2 ครั้ง ในตำแหน่งที่ตั้งฉากกัน ให้มีความละเอียดถึง 0.25 มิลลิเมตร แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย
- 5.1.4 หามวลของตัวอย่างคอนกรีตโดยการชั่งตัวอย่างก่อนการเคลือบผิว และเช็ดผิวตัวอย่างให้แห้งก่อนชั่ง การชั่งให้มีความละเอียดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.3 ของมวลตัวอย่างทดสอบ
- 5.1.5 วัดความสูงของตัวอย่างทรงกระบอกก่อนการเคลือบผิว 4 ครั้ง ในตำแหน่งที่ตั้งฉากกันโดยให้มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร ส่วนตัวอย่างทรงลูกบาศก์ให้วัด 4 ครั้ง (4 ด้าน) ให้มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยให้มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร เพื่อนำไปใช้คำนวณหาปริมาตรของตัวอย่างคอนกรีต
- 5.2 การเตรียมตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะเพื่อทำการทดสอบหาค่ากำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีตให้มีลักษณะดังต่อไปนี้
- 5.2.1 ตัวอย่างรูปทรงกระบอกที่ได้จากการเจาะโครงสร้างต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 94 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 2 เท่า ของขนาดระบุใหญ่สุดของมวลรวม
- 5.2.2 ขนาดความสูงของตัวอย่างรูปทรงกระบอกที่เคลือบผิวแล้ว ให้อยู่ในช่วง 1.9 ถึง 2.1 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง หากอัตราส่วนความสูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางมีค่ามากกว่า 2.1 ให้ลดความยาวจนมีค่าอัตราส่วนดังกล่าวอยู่ในช่วง 1.9 ถึง 2.1 และสำหรับตัวอย่างที่เจาะมีความยาวน้อยกว่าร้อยละ 95 ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหลังจากที่เคลือบผิวหรือทำให้ผิวหน้าเรียบแล้ว ไม่ควรนำมาเป็นตัวอย่างในการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต
- 5.2.3 ก่อนการทดสอบปลายทั้งสองข้างของตัวอย่างคอนกรีตที่ได้จากการเจาะต้องเรียบเป็นระนาบตั้งฉากกับแนวแกน โดยยอมให้มีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.5 องศา หรือ 1 มิลลิเมตรต่อระยะ 100 มิลลิเมตร กรณีที่ปลายของตัวอย่างไม่เรียบให้ทำการตัดหรือเคลือบ (Capping) ผิวหน้าของตัวอย่างจนเป็นระนาบเรียบให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ โดยวัสดุที่ใช้ในการเคลือบผิวหน้ารับแรงอัดของตัวอย่าง (Capping Compound) ต้องสามารถรับแรงอัดได้สูงกว่าแรงอัดของตัวอย่างคอนกรีต

- 5.2.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่จะใช้คำนวณหาขนาดพื้นที่หน้าตัดของทรงกระบอกหาได้จากการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่จุดกึ่งกลางของความสูง จำนวน 2 ครั้ง ในตำแหน่งที่ตั้งฉากกัน โดยให้ความละเอียดถึง 0.2 มิลลิเมตร สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความกว้างที่วัดได้มีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยไม่เกินร้อยละ 2 และให้ความละเอียดถึง 2 มิลลิเมตร สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความกว้างที่วัดได้มีค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ยเกินร้อยละ 2 ส่วนตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความกว้างต่างจากค่าเฉลี่ยเกินร้อยละ 5 ไม่ควรมานำมาใช้เป็นตัวอย่างในการทดสอบกำลังรับแรงอัด
- 5.2.5 หามวลของตัวอย่างคอนกรีตโดยชั่งตัวอย่างก่อนการเคลือบผิว และเช็ดผิวตัวอย่างให้แห้งก่อนทำการชั่ง การชั่งให้ความละเอียดอยู่ในช่วงร้อยละ 0.3 ของมวลตัวอย่างทดสอบ
- 5.2.6 วัดค่าความสูงก่อนและหลังการเคลือบผิวของตัวอย่างทรงกระบอกจำนวน 4 ครั้ง ในตำแหน่งที่ตั้งฉากกันโดยให้ความละเอียดถึง 2 มิลลิเมตร แล้วหาค่าเฉลี่ยให้ความละเอียดถึง 2 มิลลิเมตร เพื่อนำไปใช้คำนวณหาปริมาตรของตัวอย่างคอนกรีตและอัตราส่วนความสูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง (L/D)

6. การทดสอบ

- 6.1 การวางตัวอย่างทดสอบบนเครื่องกดให้ปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้
- 6.1.1 ผิวแผ่นเหล็กด้านสัมผัสกับตัวอย่างทดสอบต้องสะอาดปราศจากน้ำมัน
- 6.1.2 จัดแนวศูนย์กลางของแผ่นเหล็กชั้นบนและชั้นล่างให้อยู่ในแนวเดียวกัน
- 6.1.3 วางตัวอย่างทดสอบให้แนวแกนตรงกับแนวศูนย์กลางของเครื่องกดทดสอบ
- 6.1.4 ผิวแผ่นเหล็กต้องสัมผัสกับตัวอย่างทดสอบแนบสนิท
- 6.2 เมื่อวางตัวอย่างทดสอบบนเครื่องกดทดสอบ และจัดให้แผ่นเหล็กสัมผัสกับตัวอย่างทดสอบแนบสนิทดีแล้ว จึงเริ่มให้น้ำหนักกด สำหรับเครื่องทดสอบแบบหมุนเกลียว (Screw-Type) ปรับหัวกดให้เคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 1.25 มิลลิเมตรต่อนาที สำหรับเครื่องทดสอบแบบไฮดรอลิค ให้น้ำหนักกดอยู่ในช่วง 0.143 ถึง 0.347 เมกะปาสกาลต่อนาที (1.40 ถึง 3.40 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตรต่อนาที) สำหรับตัวอย่างรูปทรงกระบอก และ 0.114 ถึง 0.277 เมกะปาสกาลต่อนาที (1.12 ถึง 2.72 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตรต่อนาที) สำหรับตัวอย่างรูปลูกบาศก์ โดยช่วงแรกของการทดสอบยอมให้ใช้อัตราการกดสูงกว่ากำหนดได้ และห้ามปรับอัตราการกดหรือส่วนใดๆ ของเครื่องทดสอบในขณะที่ตัวอย่างทดสอบอยู่ในช่วงจุดคราก (Yield Point) และจุดวิบัติ (Failure)
- 6.3 ทำการกดจนกระทั่งตัวอย่างทดสอบถึงจุดวิบัติ บันทึกค่าน้ำหนักกดสูงสุด ณ จุดที่ตัวอย่างทดสอบวิบัติ และให้บันทึกอุปลักษณะการแตกของตัวอย่างทดสอบนั้นในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1210 มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต

7. การคำนวณ

- 7.1 ค่าหน่วยแรงอัดประลัยของตัวอย่างทดสอบ ในหน่วยเมกะปาสกาลมีค่าเท่ากับ

$$\frac{\text{น้ำหนักกดสูงสุด ณ จุดวิบัติ (นิวตัน)}}{\text{พื้นที่หน้าตัดที่รับน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบ (ตร.มม.)}} \quad (1)$$

7.2 ค่าความหนาแน่นของตัวอย่างทดสอบ (กก./ลบ.ม.)

$$\frac{\text{มวลของตัวอย่างทดสอบ (กก.)}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ (ลบ.ม.)}} \quad (2)$$

7.3 กรณีที่เป็นตัวอย่างรูปทรงกระบอกจากการเจาะและมีอัตราส่วนความสูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1.75 ให้ปรับแก้ค่าความต้านทานแรงอัดที่คำนวณได้ โดยคูณด้วยค่าคงที่ตามแสดงไว้ในตารางที่ 1 สำหรับค่าอัตราส่วนความสูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางอื่นๆ ที่อยู่ระหว่างค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 ให้คำนวณหาค่าคงที่โดยใช้วิธีเทียบสัดส่วนจากค่าที่กำหนดไว้

ตารางที่ 1 ค่าคงที่สำหรับปรับแก้ค่าความต้านทานแรงอัดสำหรับตัวอย่างที่ได้จากการเจาะ

(ข้อ 7.3)

อัตราส่วนความสูงต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวอย่างที่เจาะ	ตัวคูณสำหรับแก้ไขค่ากำลังต้านทานแรงอัด
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

7.4 การคำนวณค่ากำลังต้านทานแรงอัดของตัวอย่างทดสอบ ให้แสดงในหน่วยเมกะปาสกาล และมีความละเอียดถึง 0.1 เมกะปาสกาล สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความกว้างของตัวอย่างคอนกรีตที่วัดละเอียดถึง 0.2 มิลลิเมตร และ 0.5 เมกะปาสกาล สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความกว้างของตัวอย่างคอนกรีตที่วัดละเอียดถึง 2 มิลลิเมตร

7.5 การคำนวณค่าความหนาแน่นของตัวอย่างทดสอบ ให้แสดงในหน่วยกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีความละเอียดถึง 10 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

8. การรายงานผล

ให้รายงานผลการทดสอบลงในแบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1210 ดังต่อไปนี้

- 8.1 หมายเลขประจำตัวอย่างทดสอบ
- 8.2 ขนาดของตัวอย่างทดสอบ
- 8.3 แรงกดสูงสุด
- 8.4 หน่วยแรงอัดประลัย
- 8.5 ลักษณะการแตก
- 8.6 ความหนาแน่น

9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้


เกณฑ์การตัดสินให้เป็นไปตาม มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1101: มาตรฐาน งานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

10. ข้อควรระวัง

- 10.1 ในกรณีที่ตัวอย่างทดสอบมีการบวมขึ้น หากเป็นตัวอย่างทดสอบรูปลูกบาศก์ต้องแช่ผิวให้แห้งและทดสอบภายใน 1 ชั่วโมง และหากเป็นตัวอย่างทดสอบรูปทรงกระบอกต้องแช่ผิวให้แห้ง และเคลือบผิวหน้าตัวอย่างทดสอบ ทิ้งไว้ 2 ชั่วโมงแล้วทดสอบภายใน 1 ชั่วโมง
- 10.2 ถ้าคอนกรีตในโครงสร้างขณะใช้งานอยู่ในลักษณะแห้ง ต้องฝั่งตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะไว้ให้แห้งในอากาศเป็นเวลา 7 วันก่อนการทดสอบ ถ้าคอนกรีตในโครงสร้างขณะใช้งานอยู่ในลักษณะเปียก ให้แช่ตัวอย่างคอนกรีตที่เจาะไว้ในน้ำอย่างน้อย 40 ชั่วโมง แล้วทำการทดสอบในขณะที่ตัวอย่างเปียก
- 10.3 การชั่งน้ำหนักเพื่อหาความหนาแน่นของตัวอย่างทดสอบ ให้ชั่งน้ำหนักเฉพาะตัวอย่างทดสอบ ไม่รวมน้ำหนักของวัสดุที่เคลือบผิวหน้า
- 10.4 ควรมีการตรวจสอบเครื่องกดที่ใช้งานประจำสม่ำเสมออย่างน้อยปีละครั้ง หากสงสัยว่าเครื่องทดสอบอาจให้ผลทดสอบไม่ถูกต้อง หรือหลังจากการซ่อมหรือประกอบใหม่ให้ทำการตรวจสอบทุกครั้ง

11. เอกสารอ้างอิง

- 11.1 มาตรฐานงานช่าง มยธ.(ท) 105.1-2534 มาตรฐานการทดสอบความต้านแรงอัดของแท่งคอนกรีตกรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
- 11.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 31: Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
- 11.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 39: Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- 11.4 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 42: Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
- 11.5 มาตรฐาน British Standard Institute BS EN 12390-2: Making and Curing Specimens for Strength Tests

โครงการ..... สถานที่ก่อสร้าง..... ชนิดตัวอย่าง <input type="checkbox"/> ทรงกระบอก <input type="checkbox"/> ลูกบาศก์ หมายเลขตัวอย่าง..... อายุของตัวอย่าง..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	บพ. มยผ. 1210	ทะเบียนทดสอบ.....	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบกำลังต้านแรงอัดของคอนกรีต	ผู้ทดสอบ	
		ผู้ตรวจสอบ	
		อนุมัติ	
คุณลักษณะ	หมายเลขตัวอย่าง		
ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความกว้างของตัวอย่าง (1) (มม.)			
พื้นที่หน้าตัดเฉลี่ยที่รับน้ำหนักกดของตัวอย่างทดสอบ (2) (มม. ²)			
มวลของตัวอย่างทดสอบก่อนเคลือบผิว (3) (กก.)			
ค่าเฉลี่ยของความสูงของตัวอย่างก่อนเคลือบผิวหน้า (4) (กก.)			
ปริมาตรของตัวอย่างทดสอบ (5) (ม. ³)			
ความหนาแน่นของตัวอย่างทดสอบ (6) = (3)/(5) (กก.ม. ³)			
แรงกดสูงสุด ณ จุดที่ตัวอย่างทดสอบวิบัติ (7) (นิวตัน)			
หน่วยแรงอัดเฉลี่ย (8) = (7)/(2) (เมกะปาสกาล)			
ค่าคงที่กรณีปรับแก้ (9)			
หน่วยแรงอัดเฉลี่ยกรณีปรับแก้ (10) = (8) × (9) (เมกะปาสกาล)			
หน่วยแรงอัดเฉลี่ยเฉลี่ย (เมกะปาสกาล)			
ลักษณะการแตกของตัวอย่าง			
<input type="checkbox"/> ทรงกระบอก 		<input type="checkbox"/> ลูกบาศก์ 	

มยพ. 1211-50

มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต

(Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete)

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ ครอบคลุมถึงการทดสอบหาลำกำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีต เพื่อหาค่าโมดูลัสการแตกกร้าว (Modulus of Rupture) ซึ่งสามารถทำได้ 2 วิธี คือ วิธีใช้แรงกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลางคาน (Center-Point Loading) และวิธีใช้แรงกดคาน 2 จุด โดยกำหนดตำแหน่งของจุดทั้งสองเป็นตำแหน่งที่แบ่งคานออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน (Third-Point Loading)
- 1.2 มาตรฐานนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก และใช้ค่าการแปลง หน่วยของแรง 1 กิโลกรัมแรงเท่ากับ 9.806 นิวตัน

2. นิยาม

“ค่าโมดูลัสการแตกกร้าว (Modulus of Rupture)” หมายถึง ค่าหน่วยแรงที่เกิดขึ้นจากแรงดัดสูงสุดที่กระทำต่อตัวอย่างคอนกรีต ณ จุดวิบัติ

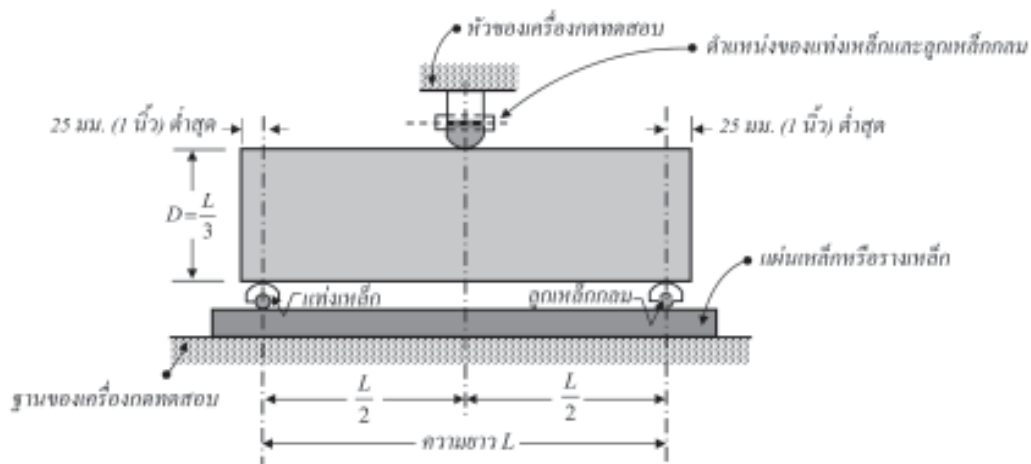
3. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในมาตรฐานนี้ ประกอบด้วย

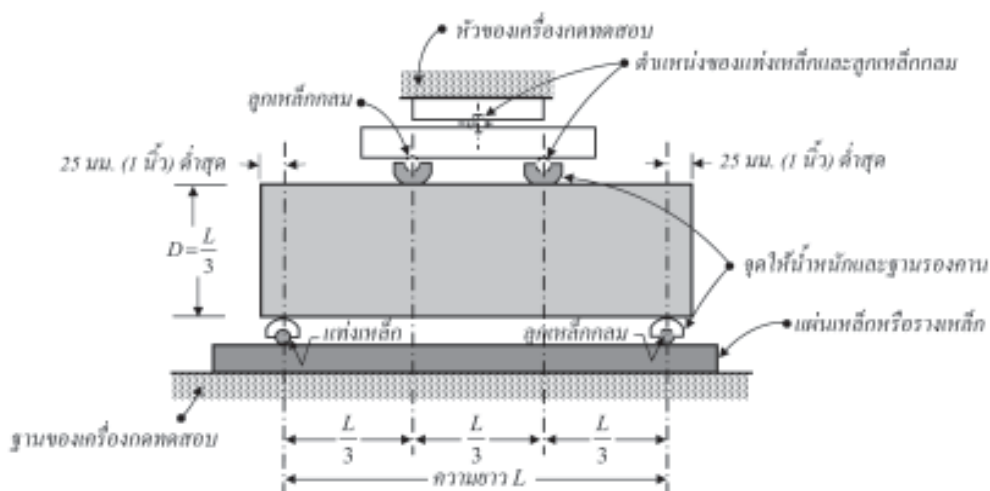
- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยพ. 1208: มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างาน และการเก็บรักษา

4. เครื่องมือ

- 4.1 เครื่องกดทดสอบ ใช้เครื่องกดที่สามารถเพิ่มแรงกดได้อย่างต่อเนื่อง ไม่มีจังหวะหยุด หรือกระตุกในระหว่างการเพิ่มแรงสำหรับการทดสอบการรับแรงดัดของคอนกรีต วิธีให้แรงกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลางคานได้แสดงการติดตั้งเครื่องมือไว้ในรูปที่ 1 ส่วนวิธีให้แรงกดคานสองจุด โดยให้ตำแหน่งของจุดทั้งสองเป็นตำแหน่งที่แบ่งคานออกเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน ได้แสดงการติดตั้งเครื่องมือไว้ในรูปที่ 2
- 4.2 เวอร์เนียคาลิเปอร์



รูปที่ 1 การทดสอบวิธีใช้แรงกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลาง



รูปที่ 2 การทดสอบวิธีใช้แรงกดสองจุด

5. การเตรียมตัวอย่าง

- 5.1 ตัวอย่างทดสอบรูปคานที่ได้จากการหล่อ ต้องมีความคลาดเคลื่อนจากขนาดที่กำหนดได้ไม่เกิน 3.0 มิลลิเมตร สำหรับขนาดกว้างหรือลึกตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป และไม่เกิน 1.5 มิลลิเมตร สำหรับขนาดที่เล็กกว่านั้น โดยการเก็บตัวอย่างให้เป็นไปตาม มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1208: มาตรฐานการเก็บตัวอย่างคอนกรีตในหน้างานและการเก็บรักษา
- 5.2 ตัวอย่างทดสอบรูปคานที่ได้จากการหล่อจากโครงสร้างคอนกรีต ควรมีหน้าตัดขนาด 150x150 มิลลิเมตร มีความยาวไม่น้อยกว่า 530 มิลลิเมตร ผิวของตัวอย่างคอนกรีตต้องเรียบเป็นระนาบไม่มีรอยหยัก โดยระวังไม่ให้ตัวอย่างคอนกรีตเสียหายจากการหล่อ หลังจากเตรียมตัวอย่างเสร็จแล้วให้คลุมด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำแล้วให้ทำการทดสอบภายใน 7 วัน และก่อนการทดสอบกำลังรับแรงดัดให้นำตัวอย่างแช่ในน้ำปูนขาวอิ่มตัวอย่างน้อย 40 ชั่วโมง

6. การทดสอบ

- 6.1 วางชั้นทดสอบลงบนฐานรองรับคาน วางหัวกดให้ตำแหน่งของหัวกด คาน และฐานรองคานอยู่ตามกำหนดโดยการทดสอบวิธีใช้แรงกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลางคานให้จัดตำแหน่งเครื่องมือตามกำหนดในรูปที่ 1 ส่วนการทดสอบวิธีใช้แรงกดคานสองจุดให้จัดตำแหน่งเครื่องมือตามกำหนดในรูปที่ 2
- 6.2 ปรับอัตราการกดเครื่องทดสอบด้วยแรงประมาณร้อยละ 3 ถึงร้อยละ 6 ของแรงประลัย (Ultimate Load) แล้วค่อยตรวจสอบผิวสัมผัสของตัวกดกับคาน และฐานรองคานกับคานดูว่ามีช่องขนาดกว้างกว่า 0.15 มิลลิเมตร ในช่วง 25 มิลลิเมตรหรือไม่ ถ้ามีให้แต่งคอนกรีตที่บริเวณช่วงนั้น ๆ ด้วยการฝนให้เรียบช่องที่ขนาดกว้างน้อยกว่า 0.15 มิลลิเมตร ในช่วง 25 มิลลิเมตร อาจอุดได้โดยการวางแผ่นหนัง (Leather Shim) ไว้ระหว่างผิวสัมผัส แผ่นหนังที่ใช้จะต้องมีขนาดเท่ากับ 6.4 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร ถึง 50 มิลลิเมตร
- 6.3 เพิ่มแรงกดอย่างต่อเนื่องโดยไม่ให้มีการกระตุก ในช่วงครึ่งแรกของแรงประลัย อาจเพิ่มแรงได้อย่างรวดเร็ว หลังจากนั้นให้เพิ่มแรงด้วยอัตราที่อยู่ในช่วง 0.9 ถึง 1.2 เมกาปาสกาลต่อนาที (9 ถึง 12 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตรต่อนาที) จนกระทั่งคานตัวอย่างวิบัติ
- 6.4 วัดด้านกว้างและลึกของคานที่บริเวณที่มีรอยแตกด้านละ 3 ครั้ง โดยให้มีความละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร แล้วหาค่าเฉลี่ยของขนาดหน้าตัดพร้อมทั้งวาดรายละเอียดการแตกร้าวของคานตัวอย่าง

7. การคำนวณ

ให้คำนวณค่าโมดูลัสของการแตกร้าว (Modulus of Rupture, R) ดังต่อไปนี้

- 7.1 สำหรับการกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลางคาน (Center-Point Loading) สามารถหาค่าโมดูลัสของการแตกหักได้จากสูตร

$$R = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (1)$$

- 7.2 สำหรับการกดสองจุด โดยตำแหน่งที่จุดทั้งสองแบ่งคานออกเป็นสามส่วน (Third-Point Loading) สามารถหาค่าโมดูลัสการแตกหักได้จากสูตร

7.2.1 เมื่อรอยแตกอยู่ในช่วงกลางคาน

$$R = \frac{PL}{bd^2} \quad (2)$$

7.2.2 เมื่อรอยแตกอยู่นอกช่วงกลางคาน และห่างจากช่วงกลาง ไม่เกินร้อยละ 5 ของช่วงคาน ให้ใช้

$$R = \frac{3Pa}{bd^2} \quad (3)$$

- เมื่อ R คือ ค่าโมดูลัสการแตกร้าว เป็น เมกาปาสกาล
P คือ แรงสูงสุดที่อ่านได้จากเครื่องทดสอบ เป็น นิวตัน
L คือ ช่วงคาน เป็น มิลลิเมตร
b คือ ความกว้างเฉลี่ยที่หน้าตัดบริเวณรอยแตก เป็น มิลลิเมตร
d คือ ความลึกเฉลี่ยที่หน้าตัดบริเวณรอยแตก เป็น มิลลิเมตร
a คือ ระยะเฉลี่ยจากรอยแตกถึงฐานรองคานด้านใกล้ที่สุด เป็น มิลลิเมตร

8. การรายงานผล

ให้รายงานผลตามรายละเอียดในแบบฟอร์มที่ บพ. มยผ. 1211

9. เกณฑ์การตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

- 9.1 การพิจารณาค่ากำลังต้านทานแรงดัดของคอนกรีตต้องอยู่ในช่วงร้อยละ 11 ถึงร้อยละ 23 ของกำลังต้านทานแรงอัดของแท่งทดสอบซึ่งเป็นคอนกรีตที่ผสมในครั้งเดียวกัน
- 9.2 ในกรณีของการทดสอบวิธีใช้แรงกดคานสองจุด ถ้ารอยแตกอยู่นอกช่วงกลางคานและห่างจากช่วงกลางคานเกินร้อยละ 5 ของช่วงคาน ให้ทำการทดสอบใหม่
- 9.3 ค่าโมดูลัสการแตกร้าว ต้องคำนวณให้ละเอียด ถึง 0.05 เมกาปาสกาล


10. ข้อควรระวัง

- 10.1 การเพิ่มแรงกดจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่อง และระวังไม่ให้เกิดการกระตุก
- 10.2 สำหรับตัวอย่างที่บ่มขึ้น จะต้องเซ็ดผิวคานที่จะทดสอบให้แห้ง แล้วทดสอบภายใน 1 ชั่วโมง
- 10.3 ควรมีการตรวจสอบเครื่องกดที่ใช้งานอย่างสม่ำเสมอ หรือเมื่อสงสัยว่าเครื่องทดสอบอาจให้ผลทดสอบไม่ถูกต้อง หรือหลังจากการซ่อม หรือประกอบใหม่ให้ทำการตรวจสอบทุกครั้ง

11. เอกสารอ้างอิง

- 11.1 มาตรฐานงานช่าง มยธ. (ท) 105.2-2534 มาตรฐานการทดสอบการรับแรงดัดของคอนกรีต กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
- 11.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 42: Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
- 11.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 78: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
- 11.4 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 239: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Center-Point Loading)

โครงการ สถานที่ก่อสร้าง..... ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	บพ. มยผ. 1211-1		ทะเบียนทดสอบ.....	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบกำลังต้านทานแรงดัด ของคอนกรีต		ผู้ทดสอบ	
			ผู้ตรวจสอบ	
			อนุมัติ	
การกดหนึ่งจุดที่จุดกึ่งกลางคาน (CENTER-POINT LOADING)		หมายเลขตัวอย่าง		
	
แรงที่จุดวิบัติของคาน (P)	(นิวตัน)			
ช่วงคาน (L)	(มม.)			
ความกว้างเฉลี่ยที่หน้าตัดบริเวณรอยแตก (b)	(มม.)			
ความลึกเฉลี่ยที่หน้าตัดบริเวณรอยแตก(d)	(มม.)			
ค่าโมดูลัสการแตกร้าว (R) = $3PL/2bd^2$	(เมกะปาสกาล)			
ค่าโมดูลัสการแตกร้าวเฉลี่ย	(เมกะปาสกาล)			
				

โครงการ สถานที่ก่อสร้าง..... ชนิดตัวอย่าง..... ทดสอบครั้งที่..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	บพ. มยผ. 1211-2	ทะเบียนทดสอบ.....	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบกำลังต้านทานแรงดัด ของคอนกรีต	ผู้ทดสอบ	
		ผู้ตรวจสอบ	
		อนุมัติ	
การทดสอบจุดที่ตำแหน่งแบ่งคานออกเป็นสามส่วน (THIRD-POINT LOADING)		หมายเลขตัวอย่าง	
	
แรงที่จุดวิบัติของคาน (P)	(นิวตัน)		
ช่วงคาน (L)	(มม.)		
ความกว้างเฉลี่ยที่หน้าตัดบริเวณรอยแตก (b)	(มม.)		
ความลึกเฉลี่ยที่หน้าตัดบริเวณรอยแตก (d)	(มม.)		
ระยะเฉลี่ยจากรอยแตกถึงฐานรองคานด้านใกล้ที่สุด (a)	(มม.)		
ค่าโมดูลัสการแตกร้าว (R) = PL/bd^2	(เมกะปาสกาล)		
ค่าโมดูลัสการแตกร้าว (รอยแตกร้าวอยู่นอกช่วงกลางคาน) (R) = $3Pa/bd^2$	(เมกะปาสกาล)		
ค่าโมดูลัสการแตกร้าวเฉลี่ย	(เมกะปาสกาล)		
ลักษณะการแตกของตัวอย่าง			
			



มยพ. 1212-50

มาตรฐานการทดสอบน้ำสำหรับผสมคอนกรีต

(Standard Test Method for Mixing Water Used in the Production of Concrete)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานการทดสอบนี้ ครอบคลุมถึงการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีต ยกเว้นน้ำประปา

2. นิยาม

“ppm (Parts-Per-Million)” หมายถึง หนึ่งในล้านส่วน

3. มาตรฐานอ้างอิง

มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในมาตรฐานนี้ ประกอบด้วย

- 3.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง 1210-50: มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต
- 3.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 114: Standard Test Method for Chemical Analysis of Hydraulic Cement
- 3.3 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 403: Standard Test Method for Time of Setting of Concrete Mixtures by Penetration Resistance
- 3.4 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 1602: Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete
- 3.5 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 1603: Standard Test Method for Measurement of Solids in Water

4. การเตรียมตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของน้ำที่ต้องการทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพและทางเคมีให้ทำการเก็บด้วยภาชนะบรรจุ โดยใช้ขวดแก้วหรือขวดพลาสติก มีความจุอย่างน้อย 2,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ที่สะอาดและแห้ง ไม่ใช่ภาชนะที่เคยบรรจุสารเคมี น้ำมัน หรือสิ่งอื่นที่ไม่สามารถล้างออกไปใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำ โดยวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่าง ๆ สามารถกระทำได้ ดังนี้ คือ

4.1 น้ำผิวดิน

การเก็บน้ำตัวอย่างจากอ่างเก็บน้ำ ลำคลอง แม่น้ำ หรือแหล่งน้ำธรรมชาติอื่นๆ ให้ทำการเก็บโดยหย่อนขวดเก็บน้ำตัวอย่างที่ทำความสะอาดแล้วลงไปแหล่งน้ำ แล้วรอสักครู่ เพื่อให้สภาพน้ำที่เกิดการเปลี่ยนแปลงจากการหย่อนขวดเก็บน้ำกลับสู่สภาพเดิมก่อนแล้วจึงเปิดจุกขวดให้น้ำไหลเข้าขวดปิดจุกให้แน่น ปิดฉลากแจ้งรายละเอียดในการเก็บ เช่น สถานที่เก็บ เวลา และชื่อผู้เก็บตัวอย่างน้ำ หากเป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ให้ทำการเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 5 ตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้นๆ และแต่ละจุดที่ทำการ

เก็บตัวอย่างให้มีปริมาณอย่างน้อย 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อที่จะได้มีปริมาณเพียงพอที่ใช้ในการวิเคราะห์

4.2 น้ำบาดาล

การเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อบาดาล ควรสูบน้ำทิ้งประมาณ 5 นาที แล้วจึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ถ้าเก็บจากก๊อกน้ำของบ่อบาดาลต้องล้างก๊อกให้สะอาดเสียก่อน แล้วจึงเปิดน้ำทิ้งไว้สัก 2-3 นาที เพื่อให้ น้ำที่ค้างอยู่ในท่อไหลออกให้หมดก่อน การเก็บตัวอย่างน้ำ บรรจุลงในขวดควรเป็นเวลาที่น้ำไหลอย่างสม่ำเสมอ ระวังไม่ให้สิ่งเจือปนอื่นตกลงไปในขวด แล้วปิดฝาจุกให้แน่น ปิดฉลากแจ้งรายละเอียดในการเก็บ เช่น สถานที่เก็บ เวลาและชื่อผู้เก็บตัวอย่างน้ำ ให้ทำการเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้นๆ

5. การทดสอบ

- 5.1 สำหรับน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีตที่นอกเหนือจากน้ำประปาให้ทำการทดสอบการก่อตัวของคอนกรีต โดยให้เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C 403 และทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต โดยให้เป็นไปตาม มาตรฐานกรมโยธาธิการและผัง มยผ. 1210-50 มาตรฐานการทดสอบกำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต เปรียบเทียบกับกรณีส่วนผสมคอนกรีตควบคุมที่ใช้น้ำประปา โดยให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตาราง ที่ 1
- 5.2 สำหรับน้ำที่ใช้ในการผสมคอนกรีตตามข้อ 5.1 จะต้องได้รับการทดสอบคุณภาพโดยวิธีการทดสอบตามมาตรฐานและให้มีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 2 และจะต้องทดสอบก่อนที่จะใช้น้ำดังกล่าวเป็นส่วนผสมของคอนกรีต
- 5.3 สำหรับน้ำที่ใช้แล้วจากการล้างไม่ผสมคอนกรีตให้ทำการทดสอบหาค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ ตามมาตรฐาน ASTM C 1603 ซึ่งหากมีค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์เกินกว่า 1.03 แสดงว่ามีปริมาณของแข็ง (Total Solids) เกินกว่า 50,000 ppm โดยให้เพิ่มความถี่อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้งสำหรับการทดสอบการก่อตัวและทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตเปรียบเทียบกับกรณีส่วนผสมคอนกรีตที่ใช้น้ำประปาหรือน้ำกลั่น และหากผลการทดสอบดังกล่าวเป็นไปตามตารางที่ 1 ในช่วงเวลา 2 เดือนติดต่อกันให้ลดความถี่ของการทดสอบลงเป็นเดือนละครั้ง
- 5.4 การเก็บตัวอย่างคอนกรีตสำหรับการทดสอบเพื่อให้เป็นไปตามตารางที่ 1 ให้เก็บได้จากทั้งในห้องปฏิบัติการและในสนาม

ตารางที่ 1 เกณฑ์การตัดสินคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับผสมคอนกรีต
ตามมาตรฐาน ASTM C 1602
(ข้อ 5.1)

คุณสมบัติเปรียบเทียบกับส่วนผสม คอนกรีตควบคุม	เกณฑ์	วิธีการทดสอบ
กำลังอัดประลัยที่อายุ 7 วัน	ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90	มยผ. 1210-50
การก่อตัว	เร็วกว่าไม่เกิน 1 ชั่วโมง และ ช้ากว่าไม่เกิน 1 ชั่วโมง 30 นาที	ASTM C 403/C 403M

ตารางที่ 2 ปริมาณสารประกอบทางเคมีที่เจือปนในน้ำมากที่สุดที่ยอมให้สำหรับผสมคอนกรีต
ตามมาตรฐาน ASTM C 1602
(ข้อ 5.2)

ชนิดของสารประกอบทางเคมี	ปริมาณความเข้มข้นสูงสุด ที่ยอมให้ (ppm)	วิธีการทดสอบ
คลอไรด์ (ในรูปของ Cl)		
1) สำหรับคอนกรีตอัดแรงหรือพื้นสะพาน	500	ASTM C 114
2) สำหรับคอนกรีตเสริมเหล็กชนิดอื่นที่สัมผัสกับ ความชื้น หรือมีออกซิเจนหรือโลหะอื่นฝังอยู่	1,000	ASTM C 114
ซัลเฟต (ในรูปของ SO ₄)	3,000	ASTM C 114
ด่าง (ในรูปของ Na ₂ O + 0.658K ₂ O)	600	ASTM C 114
ปริมาณของแข็งทั้งหมดโดยมวล (Total Solids)	50,000	ASTM C 1603

6. การรายงานผล

ให้รายงานผลการทดสอบใน แบบฟอร์ม บพ. มยผ. 1212

7. เกณฑ์ตัดสินและความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับ

ผลการทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำที่จะใช้ในการผสมคอนกรีตให้มีค่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 กรณีที่ผลการทดสอบมีค่าไม่เป็นไปตามที่กำหนดไม่ควรใช้น้ำดังกล่าวผสมคอนกรีต

8. เอกสารอ้างอิง

- 8.1 มาตรฐานงานช่าง มยธ. (ท) 104-2534 มาตรฐานการทดสอบน้ำที่ใช้ในงานคอนกรีต กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย
- 8.2 มาตรฐาน American Society of Testing Materials ASTM C 1602: Standard Specification for Mixing Water Used in the Production of Hydraulic Cement Concrete

โครงการ สถานที่ก่อสร้าง..... ทดสอบวันที่..... แผ่นที่.....	บพ. มยผ. 1212	ทะเบียนทดสอบ.....	
	(หน่วยงานที่ทำการทดสอบ) การทดสอบน้ำสำหรับผสมคอนกรีต	ผู้ทดสอบ	
		ผู้ตรวจสอบ	
		อนุมัติ	
แหล่งน้ำ.....		ปริมาณน้ำ..... cm ³	
คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	1	2	3
หน่วยแรงอัดเฉลี่ยที่อายุ 7 วัน - คอนกรีตที่ใช้น้ำตัวอย่างผสม(1) (เมกาปาสคาล) - คอนกรีตที่ใช้น้ำประปาผสม (2) (เมกาปาสคาล) - $(1)/(2) \times 100$			
การก่อตัว (ชั่วโมง, นาที) - คอนกรีตที่ใช้น้ำตัวอย่างผสม - คอนกรีตที่ใช้น้ำประปาผสม			
คลอไรด์ (Cl) (ppm)			
ซัลเฟต (SO ₄) (ppm)			
ด่าง (Na ₂ O + 0.658K ₂ O) (ppm)			
ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids) (ppm)			
สรุปผลการทดสอบ <input type="checkbox"/> เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน <input type="checkbox"/> ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน			

