



เอกสารประกอบการสอน
ชื่อวิชา คณิตเทคโนโลยีเบื้องต้น รหัสวิชา 2121-2008
ชื่อหน่วย มวลรวม

หน่วยเรียนที่ 2
สอนครั้งที่ 2-3
จำนวนชั่วโมง 4

มวลรวม

หัวข้อเรื่อง

- 2.1 ความหมายของมวลรวม
- 2.2 การแบ่งขนาดเม็ดของมวล
- 2.3 คุณสมบัติของมวลรวม
- 2.4 คุณสมบัติของมวลรวมที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

จุดประสงค์การเรียนรู้

- 2.1 บอกความหมายของมวลรวมได้
- 2.2 สามารถแบ่งขนาดเม็ดของมวลรวมได้
- 2.3 บอกคุณสมบัติของมวลรวมได้
- 2.4 บอกคุณสมบัติของมวลรวมที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีตได้

แบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 2

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของมวลรวม
 - ก. วัสดุที่ใช้สำหรับผสมกับซีเมนต์เพสต์ทำให้ผลผลิตที่ได้ออกมาเป็นคอนกรีต
 - ข. หิน
 - ค. ทราย
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. ข้อใดคือมวลรวม
 - ก. กรวด
 - ข. หิน
 - ค. ทราย
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. การแบ่งขนาดมวลรวมแบ่งออกได้กี่ประเภท
 - ก. 2 ประเภท
 - ข. 3 ประเภท
 - ค. 4 ประเภท
 - ง. 5 ประเภท
4. มวลรวมหยาบมีขนาดเท่าใด
 - ก. เล็กกว่า 0.002 มม.
 - ข. 0.002 มม. – 0.074 มม.
 - ค. 0.074 มม. – 4.75 มม.
 - ง. 10 มม. - 25 มม.
5. มวลรวมละเอียดมีขนาดเท่าใด
 - ก. เล็กกว่า 0.002 มม.
 - ข. 0.002 มม. – 0.074 มม.
 - ค. 0.074 มม. – 4.75 มม.
 - ง. 10 มม. - 25 มม.

6. ข้อใดคือตะกอน
 - ก. เล็กกว่า 0.002 มม.
 - ข. 0.002 มม. – 0.074 มม.
 - ค. 0.074 มม. – 4.75 มม.
 - ง. 10 มม. - 25 มม.
7. ข้อใดคือดินเหนียว
 - ก. เล็กกว่า 0.002 มม.
 - ข. 0.002 มม. – 0.074 มม.
 - ค. 0.074 มม. – 4.75 มม.
 - ง. 10 มม. - 25 มม.
8. ข้อใดคือมาตรฐานการทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ
 - ก. ASTM C127 (7)
 - ข. ASTM C127 (8)
 - ค. ASTM C127 (9)
 - ง. ASTM C128 (9)
9. ข้อใดคือมาตรฐานการทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด
 - ก. ASTM C127 (7)
 - ข. ASTM C127 (8)
 - ค. ASTM C127 (9)
 - ง. ASTM C128 (9)
10. ข้อใดคือมาตรฐานความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตสด
 - ก. ASTM C33
 - ข. ASTM C34
 - ค. ASTM C35
 - ง. ASTM C36

มวลรวม (AGGREGATE)

บทนำ

มวลรวมแบ่งเป็น 2 ประเภทส่วนผสมของคอนกรีต ได้แก่ ปูนซีเมนต์ มวลรวม น้ำ สารผสม เพิ่มขนาดคละที่ตี ต้องมีทั้งขนาดเล็กและใหญ่ผสมกัน มวลรวมหยาบ มวลรวมละเอียด หินที่ดีควรมีรูปร่างเป็นเหลี่ยมถ้าต้องการผสมคอนกรีตให้ได้กำลังอัดมากๆไม่ควรใช้หินที่มีขนาดใหญ่เพราะพื้นที่ผิวเยอะ จะไม่ดูดน้ำเยอะ หินจะแตกร้าวได้ง่าย ททรายหยาบเหมาะสำหรับงานโครงสร้าง ททรายกลางเหมาะสำหรับงานก่ออิฐและเทพื้น ทรายละเอียดเหมาะกับงานฉาบผนังที่มาของทราย ได้แก่ ทรายบกและทรายแม่น้ำทรายที่ดีต้องสะอาด

2.1 ความหมายของมวลรวม

มวลรวม คือ วัสดุที่ใช้สำหรับผสมกับซีเมนต์เพสต์ทำให้ผลผลิตที่ได้ออกมาเป็นคอนกรีต มวลรวมที่ใช้มากที่สุดคือ หิน และ ทราย คอนกรีตทั่วไปจะมีหินและทรายผสมอยู่ประมาณ 70% - 80% ของปริมาตรคอนกรีต คุณภาพหินและทรายที่ใช้ต้องพิจารณาอย่างพิถีพิถันเนื่องจากจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของคอนกรีตสดและคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วเป็นอย่างมาก

2.1.1 ประเภทของมวลรวม

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.1.1.1 แบ่งตามแหล่งกำเนิด

1. จากธรรมชาติ (Natural Mineral Aggregate) เกิดจากขบวนการกัดกร่อนและเสียดสีตามธรรมชาติได้แก่ หินย่อย (Crushed Stone) กรวดแม่น้ำ (Pebble) และทราย(Sand)
2. ที่มนุษย์ทำขึ้น (Artificial Aggregate) ได้แก่ ดินเหนียวเผา (Burnt Clay)

2.1.1.2 แบ่งตามหน่วยน้ำหนัก

1. มวลรวมน้ำหนักเบา (Light Weight Aggregate) ความหนาแน่น 300 - 1,100 กก./ลบ.ม. ที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น Diatomite, Pumice, Scoria, Volcanic Cinder, Tuff มีการเผาวัสดุธรรมชาติ จนขยายตัวเนื่องจากก๊าซที่ดันออกมา เช่น การเผาดินเหนียว (clay) , ดินดาน (shale) , หินชนวน

2. มวลรวมน้ำหนักปกติ (Normal Weight Aggregate) ใช้ในการผลิตคอนกรีตสำหรับอาคารคอนกรีตทั่วไป ความหนาแน่น 1,500 – 1,800 กก./ลบ.ม. และความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.5 - 2.8 ได้แก่ หินปูน หินแกรนิต หินทราย ทรายบก ทรายแม่น้ำ

3. มวลรวมน้ำหนักมาก (Heavy Weight Aggregate) ใช้ในการผลิตคอนกรีตสำหรับอาคารป้องกันการแพร่กระจายกัมมันตภาพรังสี เช่น เตาปฏิกรณ์ปรมาณู ใช้หินธรรมชาติและความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 4 ขึ้นไป เช่น Barite, Hematite, Magnetite, Limonite ความหนาแน่น 2,400 - 3,100 กก./ลบ.ม.

2.2 การแบ่งขนาดเม็ดของมวลรวม

1. มวลรวมหยาบ (Coarse Aggregate) นิยมใช้ทั่วไปมีขนาด 10 มม. (3/8 นิ้ว) ถึง 25 มม. (1 นิ้ว) ส่วนใหญ่เป็นหินย่อย (Crushed Stone) ที่ได้จากการระเบิดภูเขาหิน แล้วนำไปย่อยให้เล็กลงตามขนาดที่ต้องการ

2. มวลรวมละเอียด (Fine Aggregate) ขนาดเม็ดเล็กกว่า 4.75 มม. แต่มีขนาดใหญ่กว่า 0.074 มม. ที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ ทรายแม่น้ำ ทรายบก หรือทรายเหมืองที่ผ่านการล้างสะอาดแล้ว

วัสดุที่มีขนาดเม็ดเล็กกว่า 0.074 มม. ที่อาจจะปนอยู่ในทราย แบ่งเป็น 2 ชนิด เช่น ดินตะกอน หรือ หินฝุ่น (Silt) ขนาดเม็ด 0.074 มม. - 0.002 มม. ดินเหนียว (Clay) ขนาดเม็ดเล็กกว่า 0.002 มม.

หมายเหตุ : ดินตะกอนและดินเหนียวเป็นวัสดุที่ไม่พึงประสงค์สำหรับงานผลิตคอนกรีต

2.3 คุณสมบัติของมวลรวม

มวลรวมที่ดีเมื่อผสมเป็นคอนกรีตแล้วจะต้องทำให้คอนกรีตมีความสามารถเทได้ง่าย แข็งแรงทนทาน และราคาประหยัด นอกจากนี้ควรมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. ความแข็งแรง (Strength) มวลรวมจะต้องมีความสามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่ากำลังของคอนกรีตที่ต้องการ ซึ่งปกติมวลรวมที่ใช้โดยทั่วไปจะมีความสามารถรับแรงกดได้สูงกว่าคอนกรีตมาก คือ รับแรงกดได้ 700 - 3,500 กก./ตร.ซม. ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของมวลรวมที่ใช้

2. ด้านทานต่อแรงกระแทกและการเสียดสี (Impact and Abrasion Resistance) ความสามารถในการต้านทานต่อแรงกระแทกและการเสียดสีของมวลรวมมักถูกใช้เป็นตัวชี้บอกคุณภาพของมวลรวม คุณสมบัตินี้มีความสำคัญมากสำหรับมวลรวมที่ใช้ผสมทำคอนกรีตที่จะต้องถูกกระแทกหรือขัดสี มวลรวมที่ใช้ได้ดีต้องมีความแข็งแรง เนื้อแน่น

3. ความคงทนต่อปฏิกิริยาเคมี (Chemical Stability) มวลรวมจะต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับปูนซีเมนต์หรือกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ในบางพื้นที่มวลรวมบางประเภทจะทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์เกิดเป็นรูและขยายตัวก่อให้เกิดรอยร้าว

4. รูปร่างและลักษณะผิว (Particle Shape and Surface Texture) รูปร่างและลักษณะผิวของมวลรวมจะมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตมากกว่าคุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว มวลรวมที่มีผิวหยาบหรือมีรูปร่างแบนและยาวจะต้องการปริมาณซีเมนต์มากกว่าคอนกรีตที่ใช้มวลรวมรูปร่างกลมหรือเหลี่ยมที่ระดับความสามารถเทได้เดียวกัน ตามมาตรฐานอังกฤษมีการกำหนดการทดสอบรูปร่างของมวลรวมไว้ 2 แบบคือ การทดสอบความแบนและการทดสอบความเรียว

2.4 คุณสมบัติของมวลรวมที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

2.4.1 ขนาดใหญ่สุดของมวลรวม (Maximum Size of Aggregate) ขนาดใหญ่สุดของมวลรวม วัดจากขนาดตะแกรงอันที่ใหญ่กว่าถัดไปจากตะแกรงที่มีเปอร์เซ็นต์ของมวลรวมที่ค้างมากกว่าหรือเท่ากับ 15%

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างการทำ Sieve Analysis ของหิน

ขนาดตะแกรง	น้ำหนักค้าง (กรัม)	% ค้าง
1”	9	-
3/4”	1,484	7.2
1/2”	7,968	38.9
3/8”	8,745	42.7
เบอร์ 4	971	4.7
เบอร์ 8	815	4.0
ถาดรอง	508	2.5
รวมน้ำหนัก	20,500	100

ที่มา : <http://www.tpipolene.co.th>

ตะแกรงที่มีเปอร์เซ็นต์ของมวลรวมที่ค้างมากกว่าหรือเท่ากับ 15% คือ ตะแกรงเบอร์ 1/2” ดังนั้นขนาดใหญ่สุดของมวลคือขนาดของตะแกรงเบอร์ที่ใหญ่กว่าถัดไป ดังนั้นขนาดใหญ่สุดของหินนี้คือ 3/4” มวลรวมขนาดใหญ่ต้องการปริมาณน้ำน้อยกว่ามวลรวมที่มีขนาดเล็ก เพื่อให้การเทได้ (Work ability) เท่ากัน เนื่องจากมีพื้นที่ผิวสัมผัสโดยรอบน้อยกว่าเมื่อน้ำหนักของมวลรวมเท่ากัน ดังนั้นถ้าให้ปริมาณซีเมนต์และค่ายุบตัว (Slump) เท่ากัน คอนกรีตที่มีส่วนผสมของมวลรวมขนาดใหญ่ก็จะให้ค่ากำลังอัดที่สูงกว่ามวลรวมขนาดเล็กแต่ทั้งนี้คุณภาพของหินต้องเป็นไปตามข้อกำหนดควรระวังเรื่องของ Microcracking ซึ่งมีลักษณะเป็นรอยร้าวขนาดเล็กๆ เกิดจากกรรมวิธีการผลิตหินมักจะเกิดขึ้นกับหินที่มีขนาดใหญ่หินที่มี Microcracking เมื่อนำมาผสมทำคอนกรีตก็จะทำให้กำลังของคอนกรีตต่ำลงได้ขนาดใหญ่มากที่สุดของมวลรวมที่ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไปมักจะมีขนาดไม่เกิน 40 มิลลิเมตร

2.4.2 ขนาดคละ (Gradation) ขนาดคละ คือ การกระจายของขนาดต่างๆ ของอนุภาคมวลรวมในคอนกรีตประกอบด้วย มวลรวมหยาบ มวลรวมละเอียด ซึ่งจะต้องมีขนาดใหญ่ เล็กคละกันไป คอนกรีตที่ใช้มวลรวมที่มีขนาดคละดีจะมีส่วนผสมที่เข้ากันสม่ำเสมอ เทเข้าแบบได้ง่ายไม่ออกหินออกทราย ทำให้แน่นได้ง่าย การปาดแต่งผิวหน้า กำลังอัดและความทนทานยังเป็นไปตามข้อกำหนด

มวลรวมที่มีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 4 ประมาณ 95-100% เราเรียกว่า “มวลรวมหยาบ” ซึ่งได้แก่ หิน กรวด เป็นต้น มวลรวมที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 4 ประมาณ 95-100% เราเรียกว่า “มวลรวมละเอียด” ซึ่งได้แก่ ทราย หินบดละเอียด เป็นต้น

มวลรวมที่มีขนาดละเอียดจะทำให้ช่องว่างเหลือน้อยที่สุดทำให้ใช้ปริมาณซีเมนต์เพสต์น้อยที่สุดซึ่งช่วยให้คอนกรีตมีราคาต่ำลงได้ คอนกรีตที่มีมวลรวมละเอียดมากเกินไป จะทำให้ความสามารถในการเทได้ (Workability) น้อยลง จึงต้องเพิ่มน้ำและเพสต์ให้มากขึ้นแต่ก็ส่งผลต่อกำลังของคอนกรีต คอนกรีตที่มีมวลรวมหยาบมากเกินไปแม้ว่าความสามารถในการเทได้ (Workability) จะดีแต่ก็อาจก่อให้เกิดปัญหาการแยกตัว (Segregate) ของคอนกรีตมวลรวมที่มีขนาดละเอียดก็จะส่งผลให้คอนกรีตมีการเทได้ดี , ความแข็งแรงดี และราคาต่ำด้วย

มวลรวมที่มีขนาดละเอียด หมายถึง มวลรวมที่มีมวลรวมหยาบและละเอียดขนาดต่างๆกัน ละเอียดเกินไปให้เหลือช่องว่างน้อยที่สุด อัตราส่วนของทรายต่อมวลรวม (S/A) อยู่ในช่วง 0.40-0.50 โดยน้ำหนักหินที่ใช้มี Size Number 6 (หินกลาง) และ Size Number 7 (หินเล็ก) นำมารวมกันในอัตราส่วน Size Number 6 / Size Number 7 เท่ากับ 50-65% โดยน้ำหนัก

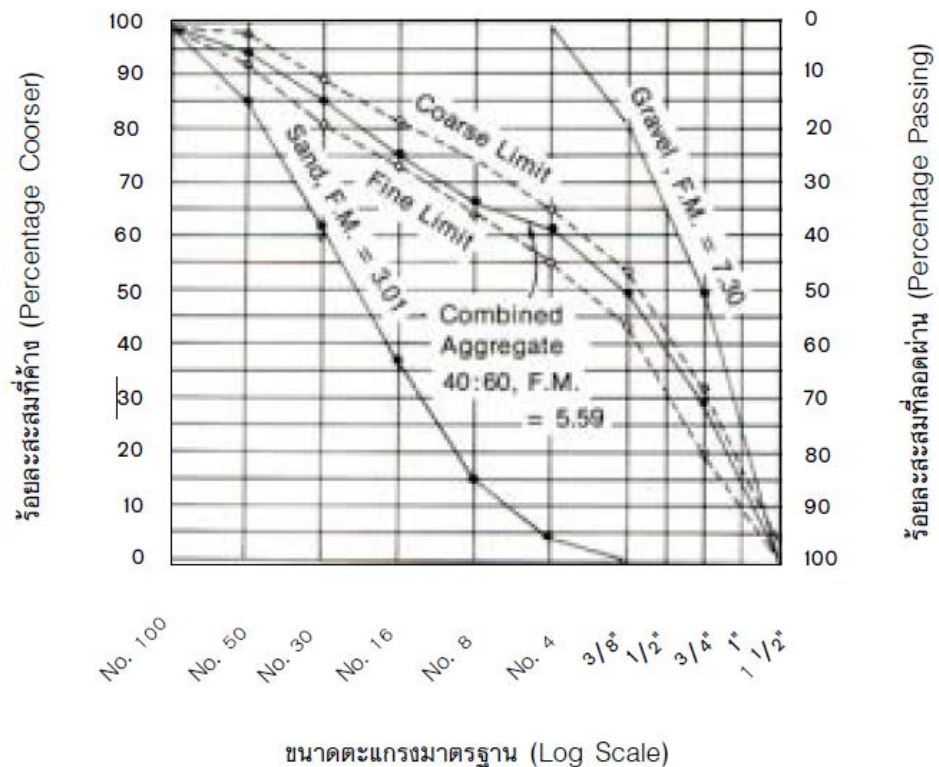
ขนาดตะแกรงมาตรฐาน	ร้อยละของวัสดุมวลที่ผ่านตะแกรง
9.5 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)	100
4.75 มิลลิเมตร (เบอร์ 4)	95-100
2.36 มิลลิเมตร (เบอร์ 8)	80-100
1.18 มิลลิเมตร (เบอร์ 16)	50-85
0.60 มิลลิเมตร (เบอร์ 30)	25-60
0.30 มิลลิเมตร (เบอร์ 50)	5-30
0.15 มิลลิเมตร (เบอร์ 100)	0-10

การปรับแก้ส่วนละเอียดของมวลรวม (Adjustment of Gradation)

กรณีที่มีมวลรวมมีส่วนละเอียดไม่ได้ตามข้อกำหนด ASTM C 33 จะต้องทำการปรับแก้ด้วยการนำมวลรวมหนึ่งตัวอย่างหรือสองตัวอย่างที่มีส่วนละเอียดแตกต่างกัน มาผสมกันในสัดส่วนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้มวลรวมใหม่ที่มีส่วนละเอียดตามข้อกำหนด

การผสมมวลรวมเพื่อให้ได้ส่วนละเอียดตามข้อกำหนด ทำได้ 2 วิธี

1. สำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการ
2. สำหรับใช้ในงานสนาม



รูปที่ 2.1 แผนภูมิส่วนคละของมวลรวม

2.4.3 ค่าความละเอียด (Fineness Modulus) , (F.M.) โมดูลัสความละเอียดเป็นค่าที่บอกความละเอียดของทรายหาได้โดยการรวมค่าเปอร์เซ็นต์ค้างสะสม (Cumulative Percentages Retained) บนตะแกรงเบอร์ 4, 8, 16, 30, 50 และ 100 แล้วหารด้วย 100

- ทรายสำหรับผลิตคอนกรีต ควรมีค่าโมดูลัสความละเอียดตั้งแต่ 2.2 - 3.2
- ค่า F.M. น้อย (F.M. 2.2) แสดงว่า ทรายละเอียด
- ค่า F.M. มาก (F.M. 3.2) แสดงว่า ทรายหยาบ
- ค่า F.M. ที่เหมาะกับการงานคอนกรีต = 2.7

ทรายที่มีความละเอียด (F.M. 2.2) จำเป็นต้องใช้น้ำมากเพื่อให้ได้ความสามารถเทได้ (Workability) ที่เท่ากันเนื่องจากพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่า เมื่อน้ำหนักเท่ากันถ้าทรายมีความหยาบมากเกินไป (F.M. 3.2) ก็จะทำให้ความสามารถในการแทรกประสานเข้าไปในช่องระหว่างมวลรวมหยาบไม่ดีพอ ต้องใช้ปริมาณเพสต์เพื่อเข้าไปแทนที่ช่องว่างมากขึ้นอันทำให้คอนกรีตที่ได้มีราคาสูงขึ้นด้วย

2.4.4 ความชื้นและการดูดซึม (Moisture and Absorption) มวลรวมมีรูพรุนภายในบางส่วนติดต่อกับผิวนอกจึงสามารถดูดความชื้นและน้ำบางส่วน ดังนั้นมวลรวมที่เก็บอยู่ในสภาพธรรมชาติจึงมีความชื้นต่างๆ กันไปหากมวลรวมอยู่ในสภาพแห้งก็จะดูดน้ำผสมเข้าไปทำให้อัตราส่วน

น้ำต่อซีเมนต์จริงลดลง หากเปียกขึ้นก็ทำให้อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์จริงสูงกว่าที่ควรจะเป็น อาจแบ่งสภาพความชื้นออกได้เป็น 4 ลักษณะ ดังนี้

1. **อบแห้ง (Oven-Dry)** ความชื้นถูกขับออกด้วยความร้อนในเตาอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนมีน้ำหนักคงที่

2. **แห้งในอากาศ (Air-Dry)** ผิวแห้งแต่อาจมีน้ำในรูพรุน

3. **อิมตัวผิวแห้ง (Saturated Surface-Dry)** รูพรุนเต็มไปด้วยน้ำแต่ผิวแห้ง

4. **เปียก (Wet)** รูพรุนเต็มไปด้วยน้ำ และมีน้ำบนผิวด้วย

ในการคำนวณออกแบบส่วนผสมทุกครั้งจะถือว่ามวลรวมอยู่ในสถานะ “อิมตัว” ผิวแห้ง(SSD)แล้วจึงปรับปริมาณน้ำตามลักษณะของวัสดุที่เป็นจริง

$$\text{Total Moisture} = \frac{\text{น.น.ทราย} - \text{น.น.ทรายแห้ง}}{\text{น.น.ทรายแห้ง}} \times 100$$

$$\text{Absorption} = \frac{\text{น.น.ทรายอิมตัวผิวแห้ง} - \text{น.น.ทรายแห้ง}}{\text{น.น.ทรายแห้ง}} \times 100$$

$$\text{Free Moisture} = \text{Total Moisture} - \text{Absorption}$$

$$\text{Absorption ของ ทราย} = 0.7\% \text{ โดยน้ำหนัก}$$

$$\text{Absorption ของ หิน} = 0.5\% \text{ โดยน้ำหนัก}$$

2.4.5 ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) ความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.) โดยทั่วไปหมายถึงอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของวัตถุต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับวัตถุนั้น แต่เนื่องจากมวลรวมมีโพรงที่น้ำซึมผ่านได้และโพรงที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ ดังนั้นปริมาตรของมวลรวมจึงมีอยู่หลายความหมายทำให้ความถ่วงจำเพาะมีหลายค่าเช่นกันความถ่วงจำเพาะที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 ค่า คือ

1. ความถ่วงจำเพาะสัมบูรณ์ (absolute specific gravity)
2. ความถ่วงจำเพาะปรากฏ (apparent specific gravity)
3. ความถ่วงจำเพาะรวม (bulk specific gravity)

ปริมาณสำหรับนำมาคิดความถ่วงจำเพาะสัมบูรณ์ เป็นปริมาตรของเนื้อมวลรวมเท่านั้นในการหาความถ่วงจำเพาะสัมบูรณ์จึงจำเป็นต้องบดมวลรวมให้ละเอียดเพื่อขจัดโพรงภายในเนื้อมวลรวมออกให้หมด โดยปกติแล้วในงาคอนกรีตไม่มีความจำเป็นต้องรู้ค่าความถ่วงจำเพาะสัมบูรณ์ถ้ารวมปริมาตรของเนื้อมวลรวมกับโพรงที่น้ำซึมผ่านไม่ในการคำนวณ ความถ่วงจำเพาะที่ได้จะเป็นความถ่วงจำเพาะปรากฏ และคิดปริมาณของเนื้อมวลรวมกับโพรงทั้งหมด ความจำเพาะที่ได้จะเป็นความถ่วงจำเพาะรวมความถ่วงจำเพาะที่ใช้กันมีอยู่ 2 ค่า คือ เมื่อมวลรวมอยู่ในสภาพอบแห้งละเมื่่อมวลรวมอยู่ในสภาพอิมตัวผิวแห้ง ในการคำนวณส่วนผสมของคอนกรีตจะใช้น้ำหนักของมวลรวมที่อิมตัวผิวแห้งดังนั้นความถ่วงจำเพาะรวมที่อิมตัวผิวแห้งจึงเป็นที่นิยมใช้ในงานคอนกรีตมากกว่าความถ่วงจำเพาะอีก 2 แบบ การทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบมีอยู่ในมาตรฐาน ASTM C127 (8) และสำหรับมวลรวมละเอียดใน ASTM C128 (9) มวลรวมหยาบใช้วิธีชั่งน้ำหนักในอากาศและในน้ำรายละเอียดเพิ่มเติมดูได้จาก (10) และสามารถคำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

ความถ่วงจำเพาะรวมที่อบแห้ง = $A/(B-C)$

ความถ่วงจำเพาะรวมที่อิมตัวผิวแห้ง = $B/(B-C)$

ความถ่วงจำเพาะปรากฏ = $A/(A-C)$

เมื่อ A = น้ำหนักของมวลรวมแห้งซึ่งในอากาศ

B = น้ำหนักของมวลรวมอิมตัวผิวแห้งซึ่งในอากาศ

C = น้ำหนักของมวลรวมอิมตัวซึ่งในน้ำ

การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียดใช้วิธีแทนที่มวลรวมละเอียดในน้ำค่าความถ่วงจำเพาะของมวลรวมที่ใช้กันทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 2.6 ถึง 2.7 มวลรวมที่มีความถ่วงจำเพาะสูงกว่าที่จะเป็นหินอัคนีที่มีเนื้อแน่นได้แก่ หินบะซอลต์ แกรนิตและไดโอรต์ซึ่งมีความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.7 ถึง 2.9

2.4.6 หน่วยน้ำหนัก และช่องว่าง (Unitweight and Void) หน่วยน้ำหนัก คือ น้ำหนักของมวลรวมในขนาดคละที่ต้องการต่อหน่วยปริมาตร หน่วยน้ำหนักจะบอกถึงปริมาตรและช่องว่างระหว่างมวลรวมที่มวลรวมน้ำหนักหนึ่งๆ จะบรรจุลงได้หน่วยน้ำหนักของมวลรวมที่ใช้อยู่ทั่วไปในประเทศไทยมีค่า 1,400 - 1,600 กก./ลบ.ม. การนำเอามวลรวมหยาบและมวลรวมละเอียดมาผสมกันด้วยอัตราส่วนต่างๆ จะมีผลต่อหน่วยน้ำหนักของมวลรวมผสม ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนักและปริมาณมวลรวมละเอียดหน่วยน้ำหนักสูงสุดเกิดขึ้นเมื่อใช้มวลรวมละเอียด 30 - 40% โดยน้ำหนักของมวลรวมทั้งหมดดังนั้นถ้าคำนึงเฉพาะราคาคอนกรีต (ใช้ซีเมนต์เฟสตัน้อยที่สุด) เราควรใช้เปอร์เซ็นต์ทรายในช่วงดังกล่าว แต่ในทางปฏิบัติต้องคำนึงถึงความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตสดด้วยตามมาตรฐาน ASTM C33 หินที่ใช้ในการผสมทำคอนกรีต ได้แก่ หินปูน หินแกรนิต กรวดแล้วนำมาแปรรูปให้มีคุณสมบัติเหมาะสมแก่การใช้งาน

ขนาดของหินที่จะนำมาใช้ผสมทำคอนกรีต

ตารางที่ 2.2 Size Number 6 (19 - 9.5 mm)

ขนาดตะแกรง	% ผ่านตะแกรง
1"	100
3/4"	90 - 100
1/2"	20 - 55
3/8"	0 - 15
NO.4	0 - 5

ที่มา : <http://www.tpipolene.co.th>

ตารางที่ 2.3 Size Number 7 (12.5 - 4.75 mm)

ขนาดตะแกรง	ขนาดตะแกรง
3/4"	100
1/2"	90 - 100
3/8"	40 - 70
NO. 4	0 - 15
NO. 8	0 - 5

ที่มา : <http://www.tpipolene.co.th>

ตารางที่ 2.4 Size Number 67 (19 - 4.75 mm)

ขนาดตะแกรง	% ผ่านตะแกรง
1"	100
3/4"	90 - 100
1/2"	-
3/8"	20 - 55
NO. 4	0 - 10
NO. 8	0 - 5

ที่มา : <http://www.tpipolene.co.th>

ทรายที่นำมาผสมทำคอนกรีตได้แก่ ทรายแม่น้ำ มีขนาดเล็กกว่า 4.75 มม. หรือที่สามารถลอดผ่านตะแกรงร่อนมาตรฐานเบอร์ 4 แต่ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 0.074 มม. ในงานคอนกรีตทั่วไป ใช้ทรายเม็ดหยาบขนาดอยู่ในช่วงระหว่าง 0.074 - 4.75 มม. ใช้ในงานคอนกรีตเทพื้น ฐานราก และในที่ต้องการให้รับแรงอัดมากๆ

ตารางที่ 2.5 ขนาดคละของทราย (ASTM C33)

ขนาดตะแกรง	% ผ่านตะแกรง
3/8"	100
NO. 4	95 - 100
NO. 8	80 - 100
NO. 16	50 - 85
NO. 30	25 - 60
NO. 50	10 - 30
NO. 100	2 - 10

ที่มา : <http://www.tpipolene.co.th>

2.4.7 การพองตัวของทราย (Bulking of Sand) เกิดจากแรงตึงผิวของน้ำที่เกาะอยู่บนผิวของทรายโดยจะดึงให้อนุภาคของทรายห่างจากกันทำให้ปริมาตรรวมของทรายเพิ่มขึ้นทรายจะพองตัวเมื่อมีความชื้นสูงขึ้นจนถึงจุดๆหนึ่ง การพองตัวของทรายจะกลับลดลงจนมีปริมาตรเท่าเดิมเนื่องจากแรงตึงผิวของน้ำลดลงเมื่อปริมาณน้ำมากขึ้น

การพองตัวของทรายละเอียดจะมากกว่าการพองตัวของทรายหยาบ เพราะเม็ดทรายละเอียดน้ำหนักเบากว่าเม็ดทรายหยาบ การพองตัวไม่เกิดขึ้นในหิน เพราะหินมีขนาดใหญ่และน้ำหนักมาก แรงตึงผิวของน้ำไม่สามารถดึงให้เม็ดหินห่างออกจากกันได้

แบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน หน่วยที่ 2

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกความหมายต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนบอกความหมายของมวลรวม

2. ให้นักเรียนบอกคุณสมบัติของมวลรวม

3. ให้นักเรียนบอกคุณสมบัติของมวลรวมที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

แบบทดสอบหลังเรียน หน่วยที่ 2

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ข้อใดคือความหมายของมวลรวม
 - ก. วัสดุที่ใช้สำหรับผสมกับซีเมนต์เพสต์ทำให้ผลผลิตที่ได้ออกมาเป็นคอนกรีต
 - ข. หิน
 - ค. ทราย
 - ง. ถูกทุกข้อ
2. ข้อใดคือมวลรวม
 - ก. กรวด
 - ข. หิน
 - ค. ทราย
 - ง. ถูกทุกข้อ
3. การแบ่งขนาดมวลรวมแบ่งออกได้กี่ประเภท
 - ก. 2 ประเภท
 - ข. 3 ประเภท
 - ค. 4 ประเภท
 - ง. 5 ประเภท
4. มวลรวมหยาบมีขนาดเท่าใด
 - ก. เล็กกว่า 0.002 มม.
 - ข. 0.002 มม. – 0.074 มม.
 - ค. 0.074 มม. – 4.75 มม.
 - ง. 10 มม. - 25 มม.
5. มวลรวมละเอียดมีขนาดเท่าใด
 - ก. เล็กกว่า 0.002 มม.
 - ข. 0.002 มม. – 0.074 มม.
 - ค. 0.074 มม. – 4.75 มม.
 - ง. 10 มม. - 25 มม.

6. ข้อใดคือตะกอน
 - ก. เล็กกว่า 0.002 มม.
 - ข. 0.002 มม. – 0.074 มม.
 - ค. 0.074 มม. – 4.75 มม.
 - ง. 10 มม. - 25 มม.
7. ข้อใดคือดินเหนียว
 - ก. เล็กกว่า 0.002 มม.
 - ข. 0.002 มม. – 0.074 มม.
 - ค. 0.074 มม. – 4.75 มม.
 - ง. 10 มม. - 25 มม.
8. ข้อใดคือมาตรฐานการทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมหยาบ
 - ก. ASTM C127 (7)
 - ข. ASTM C127 (8)
 - ค. ASTM C127 (9)
 - ง. ASTM C128 (9)
9. ข้อใดคือมาตรฐานการทดสอบความถ่วงจำเพาะของมวลรวมละเอียด
 - ก. ASTM C127 (7)
 - ข. ASTM C127 (8)
 - ค. ASTM C127 (9)
 - ง. ASTM C128 (9)
10. ข้อใดคือมาตรฐานความสามารถในการเทได้ของคอนกรีตสด
 - ก. ASTM C33
 - ข. ASTM C34
 - ค. ASTM C35
 - ง. ASTM C36

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน หน่วยที่ 1

ก่อนเรียน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก	ง	ก	ง	ค	ข	ก	ข	ง	ก

หลังเรียน

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ก	ง	ก	ง	ค	ข	ก	ข	ง	ก

เฉลยแบบฝึกหัดท้ายหน่วยเรียน หน่วยที่ 2

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้นักเรียนบอกความหมายต่อไปนี้

1. ให้นักเรียนบอกความหมายของมวลรวม

ตอบ มวลรวม คือ วัสดุที่ใช้สำหรับผสมกับซีเมนต์เพสต์ทำให้ผลผลิตที่ได้ออกมาเป็นคอนกรีต มวลรวมที่ใช้มากที่สุดคือ หิน และ ทราย คอนกรีตทั่วไปจะมีหินและทรายผสมอยู่ประมาณ 70% - 80% ของปริมาตรคอนกรีต คุณภาพหินและทรายที่ใช้ต้องพิจารณาอย่างพิถีพิถันเนื่องจากจะมีผลกระทบต่อคุณภาพของคอนกรีตสดและคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วเป็นอย่างมาก

2. ให้นักเรียนบอกคุณสมบัติของมวลรวม

ตอบ 1. ความแข็งแรง (Strength) มวลรวมจะต้องมีความสามารถรับแรงกดได้ไม่น้อยกว่ากำลังของคอนกรีตที่ต้องการ ซึ่งปกติมวลรวมที่ใช้โดยทั่วไปจะมีความสามารถรับแรงกดได้สูงกว่าคอนกรีตมาก คือ รับแรงกดได้ 700 – 3,500 กก./ตร.ซม. ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของมวลรวมที่ใช้

2. ต้านทานต่อแรงกระแทกและการเสียดสี (Impact and Abrasion Resistance) ความสามารถในการต้านทานต่อแรงกระแทกและการเสียดสีของมวลรวมมักถูกใช้เป็นตัวชี้บอกคุณภาพของมวลรวม คุณสมบัตินี้มีความสำคัญมากสำหรับมวลรวมที่ใช้ผสมทำคอนกรีตที่จะต้องถูกกระแทกหรือขัดสี มวลรวมที่ใช้ได้ดีต้องมีความแข็งแรง เนื้อแน่น

3. ความคงทนต่อปฏิกิริยาเคมี (Chemical Stability) มวลรวมจะต้องไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับปูนซีเมนต์หรือกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ในบางพื้นที่มวลรวมบางประเภทจะทำปฏิกิริยากับต่างในปูนซีเมนต์เกิดเป็นวุ้นและขยายตัวก่อให้เกิดรอยร้าว

4. รูปร่างและลักษณะผิว (Particle Shape and Surface Texture) รูปร่างและลักษณะผิวของมวลรวมจะมีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของคอนกรีตสดมากกว่าคุณสมบัติของคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว มวลรวมที่มีผิวหยาบหรือมีรูปร่างแบนและยาวจะต้องการปริมาณซีเมนต์มากกว่าคอนกรีตที่ใช้มวลรวมรูปร่างกลมหรือเหลี่ยมที่ระดับความสามารถได้เดียวกัน ตามมาตรฐานอังกฤษมีการกำหนดการทดสอบรูปร่างของมวลรวมไว้ 2 แบบคือ การทดสอบความแบนและการทดสอบความเรียวยาว

3. ให้นักเรียนบอกคุณสมบัติของมวลรวมที่ใช้ในการออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

ตอบ 1. ขนาดใหญ่สุดของมวลรวม (Maximum Size of Aggregate)

2. ขนาดละเอียด (Gradation)

3. ค่าความละเอียด (Fineness Modulus) , (F.M.)

4. ความชื้นและการดูดซึมน้ำ (Moisture and Absorption)

5. ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)

6. หน่วยน้ำหนัก และช่องว่าง (Unitweight and Void)

7. การพองตัวของทราย (Bulking of Sand)