บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 การทดสอบสารอินทรีย์ที่เจือปน (ASTM C40)

มวลรวมละเอียดหรือทราย อาจแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. ทรายบก พบบนบกที่ห่างจากทะเลและไม่มีความเค็มติดอยู่
2. ทรายแม่น้ำลำธาร พบตามลำห้วย แม่น้ำเก่าและใหม่
3. ทรายทะเล พบตามชายทะเลหรือบนบก แต่ยังมีเกลือติดอยู่
4. ทรายที่ทำขึ้นจากการร่อนหินมีมนุษย์ทุบหรือโม่เป็นก้อนเล็กๆ

คอนกรีตธรรมดาจะต้องการแต่เฉพาะทรายหยาบที่มีเมล็ดคมแข็งและสะอาดโดยมีฝุ่นน้อยที่สุด และไม่มีด่างกรดหรือเกลือเจือปน ส่วนสารเจือปนอื่นๆ เช่น ดิน ถ่าน ฝุ่น เกณฑ์กำหนดให้มีได้ไม่เกินดังนี้

1. มีดินผสมอยู่ได้ไม่มากกว่า 1 % โดยน้ำหนัก
2. มีถ่านปนอยู่ได้ไม่มากกว่า 1 % โดยน้ำหนัก
3. มีฝุ่นหรือสิ่งที่ลอดตะแกรงเบอร์ 200 ปนอยู่ได้ไม่มากกว่า 5 % โดยน้ำหนัก
4. ปราศจากสารอินทรีย์ เช่นตะไคร่น้ำ, ใบไม้เน่า หรือมีปนอยู่ไม่มาก

สารอินทรีย์ในทรายสามารถทดสอบได้โดยวิธีการวัดความเข้มของสี (Colorimeter Test) โดยใส่สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ลงไปแล้วเทียบสีของส่วนผสมนั้นกับสีมาตรฐานการ์ดเนอร์ (Gardner Color Scale) ถ้าปรากฏว่าสารละลายใสหรือมีสีเหลืองอ่อนๆ แสดงว่าทรายนั้นปราศจากสารอินทรีย์ หากสารละลายมีสีระหว่างสีอ่อนกับสีน้ำตาลแสดงว่ามีปริมาณสารอินทรีย์มากพอที่จะทำให้คอนกรีตมีคุณภาพเลวลง โดยปริมาณสารอินทรีย์ไม่ถึงร้อยละ 1 อาจทำให้ซีเมนต์แข็งตัวช้าลงหรือไม่แข็งตัว และทำให้กำลังของคอนกรีตลดลงมาก

การทดสอบนี้ไม่ควรนำไปใช้กับทรายที่มีอนุภาคถ่านหินหรือลิกไนต์ปนอยู่ เนื่องจากสารเหล่านี้อาจทำให้เกิดสีเข้มในสารละลาย ซึ่งไม่ถือว่าเกิดผลเสียหายทางเคมีต่อคอนกรีต

ความถี่ในการทดสอบหาสารอินทรีย์ขึ้นอยู่กับสภาพและความแน่นอนสม่ำเสมอของทราย โดยปกติทำทุกวัน แต่สำหรับทรายที่ถูกน้ำชะและมีระเบียบ อาจลดลงเป็นสัปดาห์ละครั้งก็ได้ ตัวอย่างทรายที่จะนำมาทดสอบควรชื้นเล็กน้อย ถ้ามีความชื้นที่ผิวมากเกินไป จะทำให้สารละลายที่ได้เจือจางกว่าที่ควรจะเป็น หากเป็นมวลแห้งสารอินทรีย์อาจสูญหายระหว่างสัมผัส

แถบสีมาตรฐาน

เป็นแถบสีที่ทำจากสีต่างๆ มี 5 สีด้วยกัน มีสีอ่อนไปจนถึงสีเข้ม ใช้เปรียบเทียบกับสีที่ได้จากสารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่อยู่ในทราย ถ้าใกล้เคียงกับสีใดในแถบสีมาตรฐานก็จะได้

ความหมายของแต่ละสีนั้น ซึ่งจะแสดงถึงว่ามีสารอินทรีย์ปนอยู่ในทรายมากน้อยเพียงใด ความหมายของสีจะบอกเป็นหมายเลขดังแสดงในตารางที่ 2.1 โดยจะพิจารณาแถบสีมาตรฐานแบบ Gardner หรือแบบแผ่นกระจกสารอินทรีย์อย่างใดอย่างหนึ่งก็ได้

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบค่าหมายเลขของสีมาตรฐานการ์ดเนอร์กับแผ่นกระจกสารอินทรีย์

หมายเลขสีมาตรฐานการ์ดเนอร์	หมายเลขแผ่นกระจกสารอินทรีย์
5	1
8	2
11 (มาตรฐาน)	3 (มาตรฐาน)
14	4
16	5

2.2 ความถ่วงจำเพาะและการดูดซึมของมวลรวม (ASTM C127, C128)

ก. ความถ่วงจำเพาะของมวลรวม (Specific Gravity) หมายถึงอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของปริมาณเนื้อแท้ของมวลรวมต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาณเท่ากัน โดยที่มวลรวมมีรูพรุนภายในที่น้ำซึมเข้าไม่ได้ (Impermeable Pores) และช่องว่างที่ผิวที่น้ำซึมเข้าได้ (Permeable Pores) ความถ่วงจำเพาะของมวลรวมแยกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ

1. **ความถ่วงจำเพาะทั้งหมด (Bulk Specific Gravity)**

เป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของปริมาณของมวลรวม (ที่รวมรูพรุนภายในและช่องว่างที่ผิวของมวลรวม) ต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาณเท่ากัน

2. **ความถ่วงจำเพาะปรากฏ (Apparent Specific Gravity)**

เป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของปริมาณเนื้อแท้ของมวลรวม (ที่รวมเอารูพรุนภายในแต่ไม่รวมช่องว่างที่ผิว) ต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน

3. **ความถ่วงจำเพาะสัมบูรณ์ (Absolute or True Specific Gravity)**

เป็นอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของปริมาตรเนื้อแท้มวลรวม (ที่ไม่รวมทั้งรูพรุนภายในและช่องว่างที่ผิว) ต่อน้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน ความถ่วงจำเพาะสัมบูรณ์อาจหาได้โดยทำให้เป็นผงละเอียดที่ไม่มีช่องว่างอยู่เลย อย่างไรก็ตามความถ่วงจำเพาะสัมบูรณ์ไม่ได้ใช้ประโยชน์ในงานคอนกรีต

ความถ่วงจำเพาะของมวลรวมขึ้นอยู่กับสมบัติของแร่ธาตุที่เป็นส่วนผสมและความพรุนของก้อนมวลรวม ความชื้นอาจทำให้ความถ่วงจำเพาะของมวลรวมเปลี่ยนแปลงไปได้ ความถ่วงจำเพาะนี้ใช้ประโยชน์ในการคำนวณหาปฏิภาคส่วนผสมของหินและทรายในคอนกรีต โดยใช้เป็นตัวเปลี่ยนน้ำหนักที่กำหนดให้ของมวลรวมเป็นปริมาตรเนื้อแท้ หรือเปลี่ยนปริมาตรเนื้อแท้เป็นน้ำหนัก เพื่อหาปริมาณมวลรวมสำหรับการผสมนั้น ๆ ตามปกติในการคำนวณปฏิภาคส่วนผสม

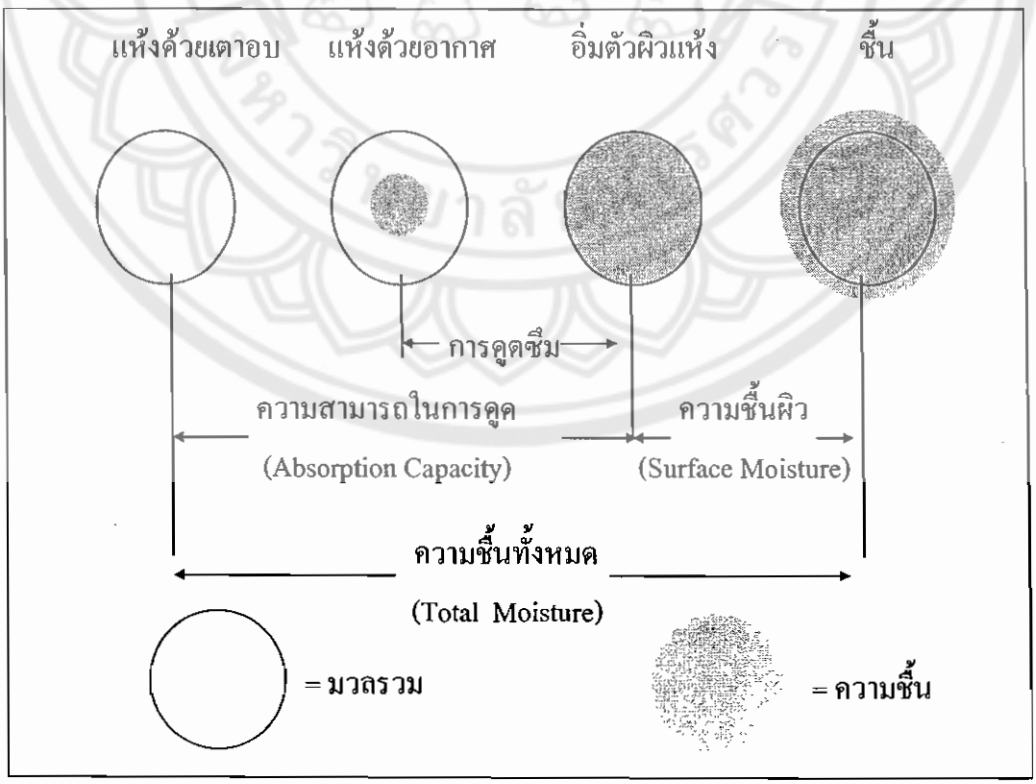
ของคอนกรีตจะใช้ความถ่วงจำเพาะทั้งหมดของมวลรวมที่สภาวะอิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated Surface Dry) ความถ่วงจำเพาะของมวลรวมทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 2.4 – 3

ข. การดูดซึมของมวลรวม (Absorption of Aggregates)

โครงสร้างภายในก้อนวัสดุผสมประกอบด้วยเนื้อของแข็งและช่องว่าง ช่องว่างเหล่านี้จะดูดความชื้นเข้าไปเก็บไว้ได้ ในการผสมคอนกรีตจึงต้องคำนึงถึงคุณสมบัติข้อนี้ เพื่อควบคุมปริมาณน้ำในส่วนผสม ให้ได้ความข้นเหลวคงที่ ทำให้คอนกรีตมีเนื้อสม่ำเสมอปริมาณน้ำในมวลรวมอาจอยู่ในสภาวะใดสภาวะหนึ่งใน 4 อย่าง ดังรูปที่ 2.1

1. แห้งด้วยเตาอบ (Oven Dry) ในภาวะนี้มวลรวมสามารถดูดความชื้นได้เต็มที่
2. แห้งในอากาศ (Air Dry) หรือแห้งที่ผิวแต่มีความชื้นอยู่ภายในช่องว่างข้างในบ้างมวลรวมจึงดูดความชื้นได้พอควร
3. อิ่มตัวผิวแห้ง (Saturated Surface Dry) เป็นสภาวะที่ดีที่สุด โดยที่มวลรวมจะไม่คายหรือดูดน้ำจากคอนกรีต
4. ชื้นหรือเปียก (Damp หรือ Wet) มีความชื้นมากเกินไป โดยจะมีน้ำหุ้มก้อนมวลรวมอยู่

การทดสอบหาการดูดซึมของมวลรวมจึงมีประโยชน์ในการหาปริมาณน้ำของมวลรวมที่คายออกมาหรือดูดซึมเข้าไปจากส่วนผสมของคอนกรีต ซึ่งทำให้เราสามารถปรับปริมาณน้ำในส่วนผสมให้เหมาะสมตามสภาวะของมวลรวมที่แท้จริง



รูปที่ 2.1 สภาวะความชื้นของมวลรวม

2.3 กำลังรับแรงอัดของปูนซีเมนต์มอร์ต้า (ASTM C109)

การทดสอบหากำลังอัดของมอร์ต้าปูนซีเมนต์ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของซีเมนต์โดยวิธีการทดสอบตามมาตรฐาน (ASTM C109) ว่าซีเมนต์ที่จะนำมาใช้งานนั้นมีคุณภาพได้มาตรฐานหรือไม่

กำลังอัดของก้อนลูกบาศก์มอร์ต้ามาตรฐานของปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ ซึ่งประกอบด้วยปูนซีเมนต์ 1 ส่วน และทรายมาตรฐานที่ร่อนได้ตามขนาด 2.75 ส่วนโดยน้ำหนักเตรียมและทดสอบตามวิธีมาตรฐานแล้วจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด

อุณหภูมิและความชื้น

1. อุณหภูมิของอากาศในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งอุณหภูมิของเครื่องมือควรอยู่ระหว่าง 20 ถึง 27.5 °c.
2. อุณหภูมิของน้ำที่ใช้ผสม ห้องเก็บความชื้น และอุณหภูมิของน้ำที่ใช้เก็บตัวอย่างควรอยู่ระหว่าง 23 $\pm$ 1.7 °c.
3. ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องปฏิบัติการไม่ควรน้อยกว่า 50 %
4. ความชื้นสัมพัทธ์ของห้องเก็บความชื้นไม่ควรน้อยกว่า 90 %

จำนวนตัวอย่าง

ในการทดสอบแต่ละครั้งจะต้องใช้ตัวอย่างไม่น้อยกว่า 3 ตัวอย่าง

2.4 กำลังรับแรงดึงของปูนซีเมนต์มอร์ต้า (ASTM C190)

การทดสอบหากำลังดึงมอร์ต้าซีเมนต์โดยใช้ตัวอย่างแบบบริเคทนี้ได้มีวัตถุประสงค์ ที่จะหากำลังดึงหรือความแข็งแรงโดยตรง แต่การทดสอบครั้งนี้จะเป็นตัวแสดงให้ทราบถึงค่ากำลังดึงในส่วนผสมต่างๆเพื่อที่จะหาค่ารับกำลังแรงดึงที่มากสุด

การทดสอบหากำลังดึงของมอร์ต้าซีเมนต์ ได้ค่าต่ำกว่ามาตรฐานแล้ว ก็ไม่สมควร ที่จะนำปูนซีเมนต์มอร์ต้านั้นไปใช้ในงานคอนกรีตอีกต่อไป

มาตรฐานASTM C 190 ได้กำหนดถึงคุณภาพของซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ต่างๆ โดยเมื่อทำการทดสอบ 4 สัดส่วนหากำลังดึงของมอร์ต้าซีเมนต์ซึ่งมีอัตราส่วนผสม 1 ส่วนของซีเมนต์ต่อ 3 ส่วน ของทรายมาตรฐานโดยน้ำหนักแล้ว จะต้องมีค่าไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนด

ทรายมาตรฐาน

ทรายมาตรฐานจะต้องเป็นทรายธรรมชาติซึ่งได้จากทรายบก ซึ่งผ่านตะแกรงเบอร์ 20 และค้างตะแกรงเบอร์ 30

อุณหภูมิและความชื้น

1) อุณหภูมิของอากาศในบริเวณที่ทำการทดลอง รวมทั้งอุณหภูมิของเครื่องมือควรอยู่ระหว่าง 20 ถึง 27.5 °c. อุณหภูมิของห้องเก็บตัวอย่างควรจะอยู่ระหว่าง 21.3 ถึง 24.7 °c.

2) ความชื้นสัมพัทธ์ ของห้องทดลองหรือห้องปฏิบัติการไม่ควรน้อยกว่า ร้อยละ 50 และความชื้นสัมพัทธ์ของห้องเก็บตัวอย่างไม่ควรน้อยกว่าร้อยละ 95

จำนวนตัวอย่างบริเดท

ในการทดสอบหาค่ากำลังดึงของตัวอย่างแต่ละชุดควรทดสอบไม่น้อยกว่า 3 ตัวอย่าง

2.5 การทดลองกำลังรับแรงอัดโดยใช้ปูนซีเมนต์มอร์ต้าก่อผนังอิฐ โดยใช้ในมวลรวมชนิดต่างๆ เป็นส่วนผสม (ASTM C270)

วัตถุประสงค์ เพื่อทำการทดสอบหากำลังอัดของมอร์ต้าปูนซีเมนต์โดยการการก่อกับอิฐมอญ โดยใช้มวลรวมต่างๆเป็นส่วนผสม

วิธีการทดสอบในการศึกษานี้ได้กระทำตามมาตรฐานของ American Society for Testing and Materials (ASTM C270) โดยที่ก้อนอิฐดินเผาอย่างน้อย 5 ตัวอย่าง

ปูนก่อ (Mortar) ที่ใช้ในการศึกษานี้จะเป็นปูนก่อชนิด N ตามมาตรฐาน ASTM C270 ซึ่งใช้กันโดยทั่วไปในประเทศไทย โดยมีส่วนผสมของปูนก่อสำเร็จรูปและทรายอยู่ที่ 1:3 โดยปริมาตร และปูนก่อมีเปอร์เซ็นต์การไหล (Percent flow) อยู่ในช่วง 100 ถึง 115 เปอร์เซ็นต์ เมื่อทำการวัดโดยใช้ Flow table

การวางอิฐในการมีอัตราส่วนความสูงต่อความหนา (h/t) อยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ซึ่งค่ากำลังกดอัดของตัวอย่างทดสอบที่มีอัตราส่วนความสูงต่อความหนาต่ำกว่า 5 โดยที่ความหนาของรอยต่อจะมีค่าประมาณ 1 cm. หลังจากก่อเสร็จแล้ว จะต้องบ่มโดยใช้ถุงพลาสติกคลุมตัวอย่างทดสอบให้มิดชิดเป็นเวลา 7 วัน