

บทที่ 2

หลักการ และทฤษฎี

2.1 คอนกรีต

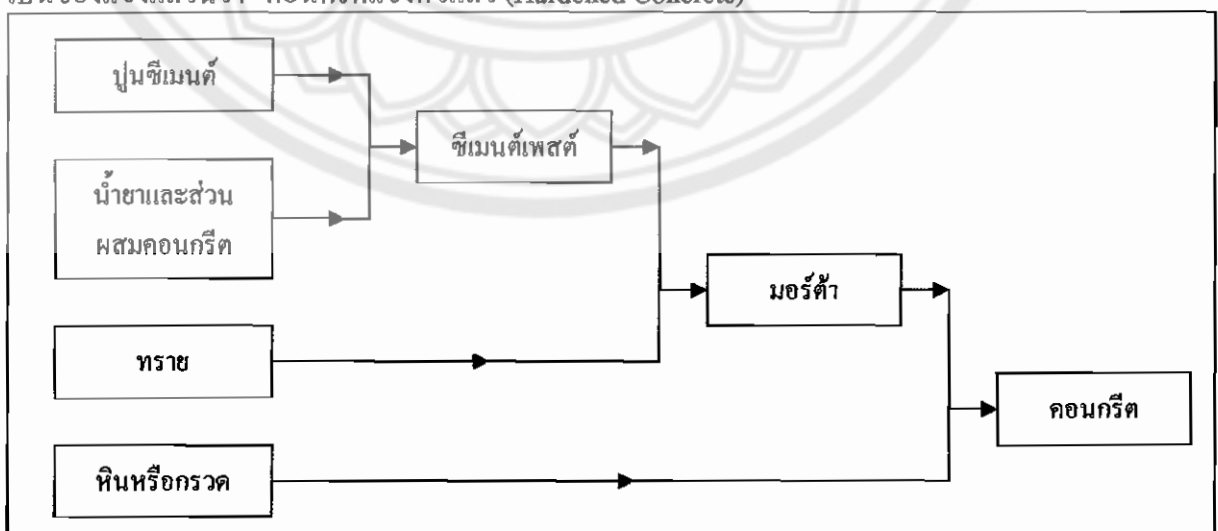
คอนกรีต (Concrete) คือ วัสดุก่อสร้างชนิดหนึ่งที่ใช้กันอย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติหลายประการที่เหมาะสม อาทิเช่น สามารถหล่อขึ้นรูปร่างตามที่ต้องการได้, มีความคงทนสูง, ไม่ติดไฟ, สามารถเทหล่อได้ในสถานที่ก่อสร้าง, ตกแต่งผิวให้สวยงามได้, และที่สำคัญ คือ มีราคาไม่แพง โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับราคาเหล็กรูปพรรณ

2.1.1 องค์ประกอบของคอนกรีต

โดยทั่วไป คอนกรีตประกอบด้วยส่วนผสมพื้นฐาน 2 ส่วน คือ

1. ซีเมนต์เพสต์ (Cement Paste) ได้แก่ ปูนซีเมนต์, น้ำ, และสารผสมเพิ่ม
2. มวลรวม (Aggregates) ได้แก่ มวลรวมละเอียด หรือทราย, และมวลรวมหยาบ หรือหินหรือกรวด

เมื่อนำส่วนผสมต่างๆ เหล่านี้มาผสมกัน จะได้คอนกรีตที่คงสภาพเหลวอยู่ช่วงเวลาหนึ่งพอที่จะนำไปเทลงในแบบหล่อที่มีรูปร่างตามต้องการได้ เรียกคอนกรีตในสภาพนี้ว่า “คอนกรีตสด (Fresh Concrete)” หลังจากนั้นคอนกรีตจะเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งในเวลาต่อมา โดยจะมีกำลังหรือความแข็งแรงมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น และเมื่อมีคุณสมบัติผ่านข้อกำหนดงานคอนกรีตตามที่ออกแบบไว้ จึงจะสามารถเปิดใช้งานรับน้ำหนักได้ต่อไป เรียกคอนกรีตภายหลังการเปลี่ยนสภาพเป็นของแข็งแล้วนี้ว่า “คอนกรีตแข็งตัวแล้ว (Hardened Concrete)”



รูปที่ 2.1 การเรียกชื่อองค์ประกอบต่างๆ ของคอนกรีต

2.1.2 หน้าที่และคุณสมบัติของส่วนผสม

1. ซีเมนต์เพสต์

หน้าที่ของซีเมนต์เพสต์มีดังนี้

- เสริมช่องว่างระหว่างมวลรวม
 - หล่อลื่นคอนกรีตสดขณะเทหล่อ
 - ให้กำลังแก่คอนกรีตเมื่อคอนกรีตแข็งตัว รวมทั้งป้องกันการซึมผ่านของน้ำ
- คุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ขึ้นอยู่กับ
- คุณภาพของปูนซีเมนต์
 - อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์
 - ความสมบูรณ์ของปฏิกิริยาระหว่างน้ำกับปูนซีเมนต์หรือที่เรียกว่า “ปฏิกิริยาไฮเดรชัน”

2. มวลรวม

หน้าที่ของมวลรวมมีดังนี้

- เป็นตัวแทรกประสานที่กระจายอยู่ทั่วซีเมนต์เพสต์ และมีราคาถูกกว่าปูนซีเมนต์
 - ช่วยให้คอนกรีตมีความคงทน ปริมาตรไม่เปลี่ยนแปลงมาก
- คุณสมบัติของมวลรวมที่สำคัญ
- มีความแข็งแรง
 - การเปลี่ยนแปลงปริมาตรต่ำ
 - คงทนต่อปฏิกิริยาเคมี
 - มีความต้านทานต่อแรงกระแทกและการเสียดสี

3. น้ำ

หน้าที่หลักของน้ำสำหรับงานคอนกรีตมี 3 ประการ คือ

- ใช้ล้างวัสดุมวลรวมต่างๆ
- ใช้ผสมทำคอนกรีต
- ใช้บ่มคอนกรีต

หน้าที่หลักของน้ำในฐานะที่ใช้ผสมทำคอนกรีตยังแบ่งได้อีก 3 ประการ

- ก่อให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชันกับปูนซีเมนต์
- ทำหน้าที่หล่อลื่นเพื่อให้คอนกรีตอยู่ในสภาพเหลวสามารถเทได้
- เคลือบมวลรวม (หินหรือกรวด และทราย) ให้เปียก เพื่อให้ซีเมนต์เพสต์สามารถเข้าเกาะได้โดยรอบ

4. สารผสมเพิ่ม

หน้าที่สำคัญของสารผสมเพิ่ม คือ ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติของคอนกรีตสดหรือคอนกรีตแข็งตัวแล้วในด้านต่างๆ เช่น เวลาการก่อตัว, ความสามารถเทได้, กำลังอัด, และความคงทน เป็นต้น

กำลังดึง (Tensile Strength)

ความต้านทานในด้านรับแรงดึงมีค่าต่ำมาก คือมีค่าประมาณ 10% ของกำลังอัดเฉลี่ย ถึงแม้ในการคำนวณ โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตจะไม่ได้รับแรงดึงโดยตรงก็ตามแต่ การทราบค่ากำลังดึงนี้จะช่วยในการควบคุมการแตกร้าวของคอนกรีตจากผลกระทบต่างๆ เช่น อุณหภูมิ การหดตัว และมีประโยชน์อย่างมากในงานคอนกรีตอัดแรง งานสิ่งก่อสร้างเก็บของเหลว เป็นต้น

วิธีวัดค่าแรงดึงในคอนกรีตทำได้ 3 วิธี คือ

- Direct Tensile Test
- Flexural Strength Test
- Splitting Test

Direct Tensile Test

โดยปกติแล้วการให้แรงดึงโดยตรงกับก้อนตัวอย่างคอนกรีตจะทำให้ยากมากเพราะ

- เกิดการเอียงศูนย์ของก้อนตัวอย่าง ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญมาก
- มีหน่วยแรงอื่นแทรกเข้ามาจากหัวจับยึด ซึ่งเกิดเป็นหน่วยแรงเฉพะที่และในที่สุดจะเกิดการแตก ณ บริเวณนี้
- เมื่อมีการร้าว มันจะแพร่ขยายไปอย่างรวดเร็ว กำลังดึงที่ได้จะเป็นของบริเวณที่กำลังต่ำสุด ซึ่งไม่ตรงต่อความเป็นจริงใน โครงสร้าง

จากเหตุผลทั้ง 3 นี้ ผลจากการทดสอบจึงให้ค่าที่แตกต่างกันมาก ทำให้ยังไม่มีข้อกำหนดมาตรฐานวิธีทดสอบแบบนี้ขึ้น

Flexural Strength Test

การทดสอบคานคอนกรีตซึ่งจะหาค่ากำลังต้านทานแรงดึงของคอนกรีตได้ในรูปของ โมดูลัสการแตกร้าว (Modulus of Rupture) โดยเป็นค่าหน่วยแรงดึงที่สูงสุด ณ จุดแตกร้าวใน คานที่ทำการทดลอง ซึ่งหาค่าได้ตามสมการ

$$f_b = \frac{PL}{bd^2}$$

f_b = โมดูลัสการแตกร้าว (กก./ตร.ซม.)

P = น้ำหนักกดสูงสุด (กก.)

L = ช่วงความยาวคาน (ซม.)

b, d = ความกว้าง, ความลึกของคาน (ซม.)

กำลังค้ำของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบโดยวิธีนี้ จะแตกต่างจากกำลังค้ำโดยตรงของคอนกรีต เนื่องจากหน่วยการยึดหดตัวในคานคอนกรีตที่เกิดขึ้นจากการค้ำงออยู่ในลักษณะส่วนโค้ง มีใช้การยึดหดในลักษณะเส้นตรง เรียกว่าผลกระทบจาก Strain Gradient ซึ่งทำให้โมดูลัสของการแตกร้าวมีค่าแตกต่างกันไปตามขนาดความลึกของคานทดสอบ

Splitting Test

การทดสอบนี้ใช้ก้อนตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐาน วางให้แกนตามยาวอยู่ในแนวนอนบนเครื่องทดสอบแรงอัด ก้อนตัวอย่างจะแตกในแนวค้ำตามเส้นผ่านศูนย์กลางจึงสามารถคำนวณกำลังต้านทานแรงค้ำบนระนาบแตกร้าวนี้ได้ตามสมการ

$$f_s = \frac{2P}{\pi LD}$$

f_s = Splitting Strength

P = น้ำหนักกดสูงสุด (กก.)

L = ความยาวของก้อนตัวอย่างทรงกระบอก (ซม.)

D = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนตัวอย่าง (ซม.)

การทดสอบวิธีนี้ให้ค่าสม่าเสมอดีกว่า 2 วิธีข้างต้น แต่ก็ไม่ได้ค่ากำลังค้ำที่แท้จริง เพราะบริเวณปลายทั้ง 2 จะเป็นบริเวณรับแรงอัด (Compression Zone) ค่าที่ได้จะสูงขึ้นกว่าแรงค้ำจริงของคอนกรีต ประมาณ 15 %

ผลการทดสอบทั้ง 3 ให้ค่ากำลังค้ำที่แตกต่างกัน โดย Flexural Strength ให้ค่าสูงสุดและ Direct Tensile จะให้ค่าที่ต่ำสุด เนื่องจาก ทั้ง Flexural Strength และ Splitting Test จะเกี่ยวข้องกับ การกระจายของหน่วยแรงที่ไม่สม่าเสมอ หรือไม่ใช่กำลังค้ำที่แท้จริง

ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังค้ำ

1) วิธีการทดสอบ - Flexural Strength ให้ค่าสูงสุด

- Direct Tensile ให้ค่าต่ำสุด

2) มวลรวม - Direct และ Splitting Test จะกระทบน้อย

- Flexural Strength Test มวลรวมที่เป็นเหลี่ยมมุม จะส่งผลให้ค่าสูงกว่ามวลรวมที่กลม

3) ความชื้น - Direct และ Splitting Test จะกระทบน้อย

- Flexural Strength Test ทดสอบในขณะที่ก้อนตัวอย่างแห้งจะให้ค่าต่ำกว่าก้อนตัวอย่างที่อยู่ในสภาพเปียกชื้น

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดึงและกำลังอัด

- 1) อัตราส่วนของกำลังดึงต่อกำลังอัด จะขึ้นอยู่กับระดับของกำลังของคอนกรีต
- 2) เมื่อกำลังอัดสูงขึ้น อัตราส่วนระหว่าง กำลังดึงต่อกำลังอัดจะต่ำลง

