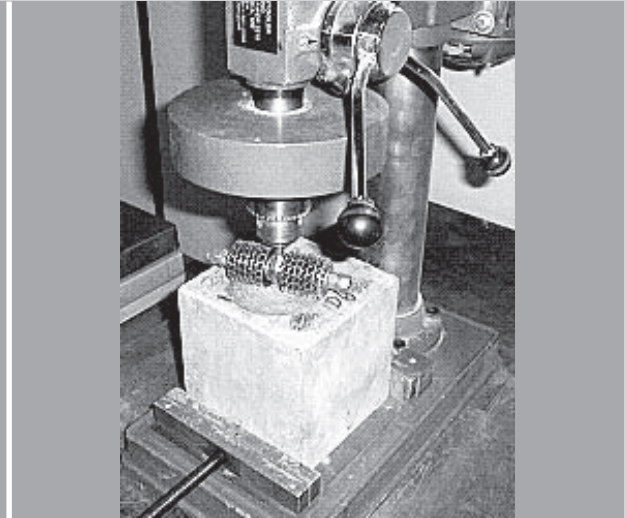
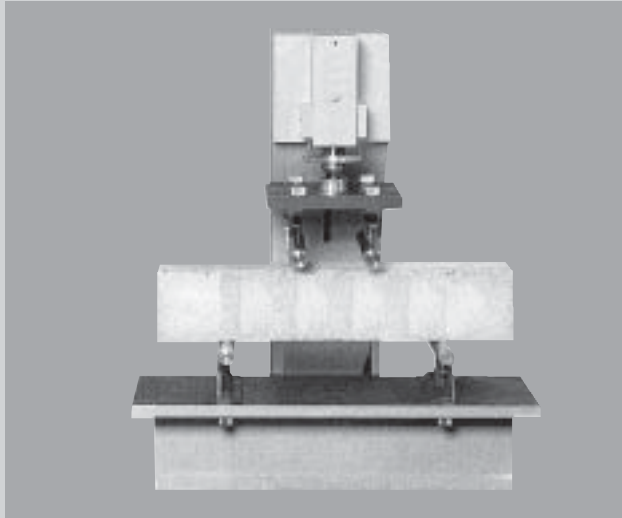


คุณสมบัติต้านกำลังอื่น ๆ

บทที่

16



ก) การทดสอบกำลังดัดของคอนกรีต (Flexural Strength Test)

ข) การทดสอบความต้านทานการขัดสี (Abrasion Resistance)

รูปที่ 16-1 การทดสอบกำลังชนิดต่าง ๆ ของคอนกรีต

บทคัดย่อ

นอกจากกำลังอัดแล้ว คุณสมบัติของคอนกรีตเชิงตัวแล้วในด้านกำลังชนิดอื่น ๆ ที่น่าสนใจและควรศึกษาไว้ ได้แก่ กำลังดึง, กำลังดัด, กำลังเฉือน, กำลังยึดเหนี่ยว, กำลังกระแทก, และความต้านทานการขัดสี

กำลังดึง คือ ความต้านทานในด้านรับแรงดึงของคอนกรีต มีค่าต่ำมาก ประมาณ 10% ของกำลังอัดประลัย ถึงแม้ในการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตจะไม่ได้รับแรงดึงโดยตรงก็ตาม แต่การทราบค่ากำลังดึงนี้จะช่วยในการควบคุมการแตกร้าวของคอนกรีต

กำลังเฉือน คือ ความต้านทานการกระทำของแรงสองแรง ซึ่งมีขนาดเท่ากันและขนานกัน โดยกระทำตรงกันข้ามบนระนาบซึ่งมีระยะห่างกันเล็กน้อย แรงเฉือนมักจะเกิดขึ้นพร้อมกับแรงดึงและแรงดัดเสมอ กำลังต้านทานแรงเฉือนมีค่าประมาณ 15 - 25% ของกำลังอัดประลัยของคอนกรีต

กำลังยึดเหนี่ยว คือ ความต้านทานการลื่นไถลของเหล็กเสริมที่หล่ออยู่ในเนื้อคอนกรีต แรงต้านทานนี้เกิดจากการยึดติดกันกับซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้วจากความเสียดทานระหว่างผิวเหล็กกับคอนกรีต



16.1 กำลังดึง (Tensile Strength)

ความต้านทานในด้านรับแรงดึงของคอนกรีต มีค่าต่ำมาก คือ ประมาณ 10% ของกำลังอัดประลัย ถึงแม้ในการคำนวณออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตจะไม่ได้รับแรงดึงโดยตรงก็ตาม แต่การทราบค่ากำลังดึงนี้จะช่วยในการควบคุมการแตกร้าวของคอนกรีตจากผลกระทบต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ การหดตัว และมีประโยชน์อย่างมากในงานคอนกรีตอัดแรง งานสิ่งก่อสร้างเก็บของเหลว เป็นต้น

วิธีการหาค่ากำลังดึงของคอนกรีต ทำได้ 3 วิธี ได้แก่

1. Direct Tensile Strength Test
2. Flexural Strength Test
3. Splitting Tensile Strength Test

16.1.1 Direct Tensile Strength Test

โดยปกติแล้วการให้แรงดึงโดยตรงแก่ก้อนตัวอย่างทดสอบคอนกรีต จะทำได้ยาก เพราะมักเกิดความคลาดเคลื่อนของผลทดสอบ เนื่องจาก

1. เกิดการเยื้องศูนย์ของก้อนตัวอย่าง ซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญมาก
2. มีหน่วยแรงอื่นแทรกเข้ามาจากหัวจับยึด ซึ่งเกิดเป็นหน่วยแรงเฉพะที่และในที่สุดจะเกิดการแตกที่บริเวณนี้ จากนั้นรอยแตกร้าวจะแพร่ขยายไปอย่างรวดเร็ว กำลังดึงที่ได้จะเป็นของบริเวณที่มีกำลังต่ำสุด ซึ่งไม่ตรงกับค่ากำลังของเนื้อคอนกรีตจริง

จากเหตุผลข้างต้น ผลจากการทดสอบจึงให้ค่าที่แตกต่างกันได้มาก ทำให้ยังไม่มี การกำหนดมาตรฐานวิธีการทดสอบแบบนี้ขึ้น

16.1.2 Flexural Strength Test

เนื่องจากการหาค่ากำลังดึงของคอนกรีตโดยตรงทำได้ยาก จึงนิยมหาค่ากำลังดึงของคอนกรีตจากการทดสอบตัวอย่างคานคอนกรีตภายใต้แรงดัดแทน โดยค่าหน่วยแรงดึงจะเกิดสูงสุด ณ จุดแตกร้าวที่บริเวณท้องคาน ที่เรียกว่า “โมดูลัสการแตกร้าว (Modulus of Rupture)”

กำลังดัดของคอนกรีตที่ได้จากการทดสอบนี้ จะแตกต่างจากกำลังดึงโดยตรงของคอนกรีต เนื่องจากหน่วยการยึดหดตัวในคอนกรีตที่เกิดขึ้นจากการดัดขึ้นอยู่กับลักษณะส่วนโค้ง มีใช้การยึดหดในลักษณะเส้นตรง เรียกว่าผลกระทบจาก Strain Gradient ซึ่งทำให้โมดูลัสการแตกร้าวมีค่าแตกต่างกันไปตามขนาดความลึกของคานทดสอบ

ค่ากำลังดัดที่ทดสอบได้นี้มีประโยชน์สำหรับงานควบคุมคุณภาพคอนกรีตในงานถนนและพื้นสนามบิน เพราะคอนกรีตได้รับการออกแบบให้รับน้ำหนักในลักษณะของแรงดัด



รูปที่ 16-2 ลักษณะการแตกร้าวของตัวอย่างรูปคาน จากการทดสอบกำลังดัดของคอนกรีต (Flexural Strength Test)

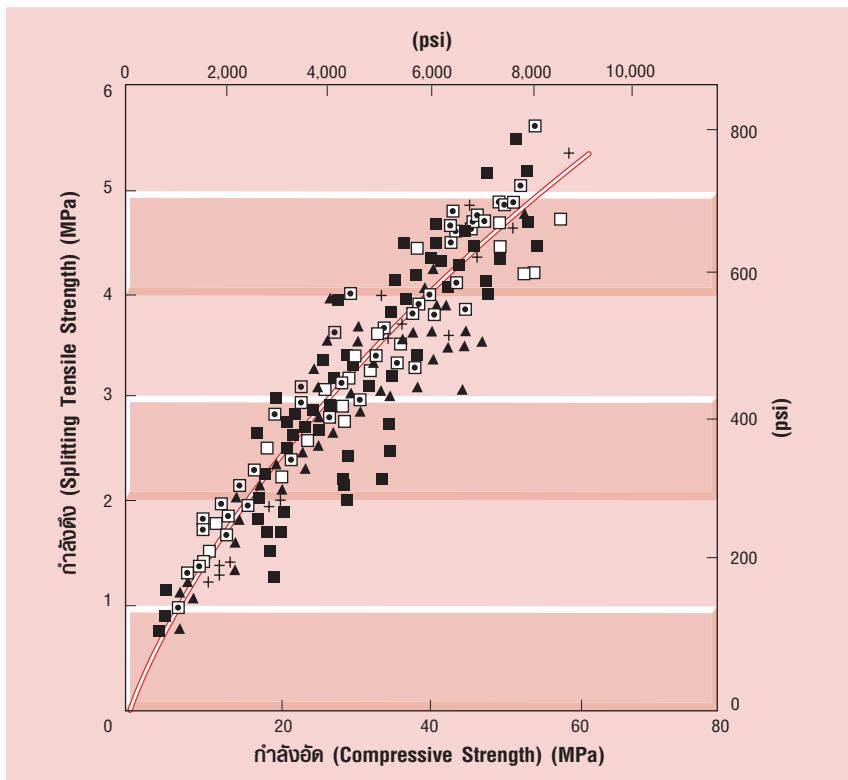
16.1.3 Splitting Tensile Strength Test

การทดสอบนี้เป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ทดสอบกำลังดึงของคอนกรีตโดยใช้ก้อนตัวอย่างทดสอบคอนกรีตรูปทรงกระบอกมาตรฐาน วางให้แกนตามยาวอยู่ในแนวนอนบนเครื่องทดสอบกำลังอัด ก้อนตัวอย่างจะแตกในแนวตั้งตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง

การทดสอบวิธีนี้ ให้ค่าที่สม่าเสมอดีกว่า 2 วิธีข้างต้น แม้จะไม่ได้ค่ากำลังดึงที่แท้จริง เพราะบริเวณปลายทั้งสองจะเป็นบริเวณรับแรงอัด (Compression Zone) แต่ค่าที่ได้จะสูงกว่าแรงดึงจริงของคอนกรีต ประมาณ 5 - 12% ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงกว่าค่าที่ได้จากค่ากำลังอัด และข้อดีของวิธีนี้ คือ ก้อนตัวอย่างสามารถใช้ทดสอบได้ทั้งกำลังอัดและกำลังดึง



รูปที่ 16-3 ก้อนตัวอย่างจากการทดสอบกำลังดึงของคอนกรีตโดยวิธี Splitting Tensile Strength Test จะแตกในแนวตั้งตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง



รูปที่ 16-4 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดึง (Splitting Tensile Strength) และกำลังอัด 4

ผลการทดสอบทั้ง 3 วิธี ให้ค่ากำลังที่แตกต่างกัน โดย Flexural Strength Test ให้ค่าสูงสุด และ Direct Tensile Strength Test ให้ค่าต่ำสุด เนื่องจากทั้ง Flexural Strength Test และ Splitting Tensile Strength Test จะเกี่ยวข้องกับการกระจายของหน่วยแรงที่ไม่สม่าเสมอ หรือไม่ใช้กำลังดึงที่แท้จริง

- ปัจจัยที่มีผลต่อกำลังดึง

1. วิธีการทดสอบ

- Flexural Strength Test ให้ค่าสูงสุด
- Direct Tensile Strength Test ให้ค่าต่ำสุด



2. มวลรวม

- Direct Tensile Strength Test และ Splitting Tensile Strength Test จะกระทบน้อย
- Flexural Strength Test มวลรวมที่เป็นเหลี่ยมมุม จะส่งผลให้ค่าสูงกว่ามวลรวมที่กลม

3. ความชื้น

- Direct Tensile Strength Test และ Splitting Tensile Strength Test จะกระทบน้อย
- Flexural Strength Test ทดสอบในขณะที่ก้อนตัวอย่างแห้งจะให้ค่าต่ำกว่าก้อนตัวอย่างที่อยู่ในสภาพเปียกชื้น

● ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังดึงและกำลังอัด

อัตราส่วนของกำลังดึงต่อกำลังอัด จะขึ้นอยู่กับระดับของกำลังของคอนกรีต เมื่อกำลังอัดสูงขึ้น อัตราส่วนระหว่างกำลังดึงต่อกำลังอัดจะต่ำลง

| Strength of concrete (psi) | | | Ratio (%) | | |
|----------------------------|--------------------|---------|--|--|--|
| Compressive | Modulus of rupture | Tensile | Modulus of rupture to compressive strength | Tensile strength to compressive strength | Tensile strength to modulus of rupture |
| 1,000 | 230 | 110 | 23.0 | 11.0 | 48 |
| 2,000 | 375 | 200 | 18.8 | 10.0 | 53 |
| 3,000 | 485 | 275 | 16.2 | 9.2 | 57 |
| 4,000 | 580 | 340 | 14.5 | 8.5 | 59 |
| 5,000 | 675 | 400 | 13.5 | 8.0 | 59 |
| 6,000 | 765 | 460 | 12.8 | 7.7 | 60 |
| 7,000 | 855 | 520 | 12.2 | 7.4 | 61 |
| 8,000 | 930 | 580 | 11.6 | 7.2 | 62 |
| 9,000 | 1,010 | 630 | 11.2 | 7.0 | 63 |

ตารางที่ 16-1 ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังอัด, กำลังดึง, และกำลังดึงของคอนกรีต 5

16.2 กำลังเฉือน (Shear Strength)

การเฉือนเป็นการกระทำของแรงสองแรง ซึ่งมีขนาดเท่ากันและขนานกัน โดยกระทำตรงกันข้ามบนระนาบซึ่งมีระยะห่างกันเล็กน้อย แรงเฉือนมักจะเกิดขึ้นพร้อมกับแรงดึงและแรงดัดเสมอ การทดสอบหาความต้านทานแรงเฉือนในคอนกรีตโดยตรงนี้ไม่สะดวก เช่นเดียวกับการทดสอบหาความต้านทานแรงดึง ทั้งนี้เป็นเพราะค่าแรงดัด แรงกด และแรงดึงในแนวทแยงจะเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง ทำให้ผลการทดสอบไม่ถูกต้อง

ปกติการทดสอบหาความต้านทานแรงเฉือน กระทำได้โดยการบิดแท่งตัวอย่างทดสอบรูปทรงกระบอก พบว่า กำลังต้านทานแรงเฉือนมีค่าประมาณ 15 - 25% ของกำลังอัดประลัยของคอนกรีต ค่าความต้านทานแรงเฉือนนี้ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของคอนกรีต

เช่นเดียวกับค่ากำลังอัดประลัย กล่าวคือ คอนกรีตที่ใช้ปูนซีเมนต์มากและมีขนาดคละของมวลรวมดี ย่อมให้ค่าความต้านทานแรงเฉือนสูงกว่าคอนกรีตที่มีขนาดคละของมวลรวมออกหยาบ

16.3 กำลังยึดเหนี่ยว (Bond Strength)

ความสำคัญอย่างหนึ่งในการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กให้รับแรงดัดก็คือ ความต้านทานการลื่นไถลของเหล็กเสริมที่หล่ออยู่ในเนื้อคอนกรีต แรงต้านทานนี้เกิดจากการยึดติดกันกับซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว จากความเสียดทานระหว่างผิวเหล็กกับคอนกรีต และจากแรงกดที่ข้อในเหล็กข้ออ้อย งานก่อสร้างสมัยใหม่นี้ มักนิยมใช้เหล็กข้ออ้อยกันมาก ขนาดและระยะของข้อต้องเพียงพอที่จะเกิดกำลังยึดเหนี่ยวกับเนื้อคอนกรีต มาตราฐานการออกแบบมักกำหนดค่าแรงยึดเหนี่ยวเป็นเปอร์เซ็นต์ของกำลังอัดของคอนกรีต และขนาดของเหล็กเสริมที่ใช้

แรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตยังขึ้นอยู่กับชนิดของปูนซีเมนต์ สารผสมเพิ่ม และอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลต่อคุณสมบัติของซีเมนต์เพสต์ คอนกรีตที่มีส่วนผสมของปูนซีเมนต์มากจะมีแรงยึดเหนี่ยวเพิ่มมากขึ้น แรงยึดเหนี่ยวของคอนกรีตในสถานะที่แห้งจะมากกว่าในสถานะที่ชื้น และแรงยึดเหนี่ยวกับเหล็กเสริมในแนวนอนจะน้อยกว่าในแนวตั้ง เพราะน้ำที่เกิดจากการเยิ้มอาจไปเกาะอยู่ที่เหล็กเสริมตามแนวนอนได้ เมื่อคอนกรีตแข็งตัวจึงเกิดเป็นรูโพรงใต้เหล็กเสริมนั้น ทำให้ลดกำลังยึดเหนี่ยวลง

การทดสอบเพื่อหาแรงยึดเหนี่ยวกับเหล็กเสริม ทำได้โดยการดึงเหล็กเสริมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 มิลลิเมตร ที่หล่ออยู่ในก้อนคอนกรีตรูปทรงลูกบาศก์ ขนาด 15 เซนติเมตร วัดระยะเลื้อนไถล ในขณะที่ออกแรงดึงท่อนเหล็กนั้น แล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างกำลังยึดเหนี่ยวกับระยะเลื้อนไถล การทดสอบกระทำจนกว่าแรงที่ใช้ดึงท่อนเหล็กมีค่าเท่ากับกำลังคราก (Yield Strength) ของเหล็กนั้น หรือเมื่อคอนกรีตเริ่มชำรุดแยกออกจากกัน หรือจนกระทั่งระยะเลื้อนไถลมีค่ามากกว่า 2.5 มิลลิเมตร

16.4 กำลังกระแทก (Impact Strength)

ตัวอย่างคอนกรีตที่ต้องมีคุณสมบัติรับแรงกระแทกได้ดี เช่น คอนกรีตสำหรับงานเสาเข็มตอก ซึ่งต้องมีความสามารถที่จะทนต่อการกระแทกและการดูดซับพลังงานได้เป็นอย่างดี

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังกระแทกกับกำลังอัดขึ้นอยู่กับ

1. ชนิดของมวลรวมหยาบ : มวลรวมที่มีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นต่ำและมีค่า Poisson Ratio ต่ำ จะสามารถรับแรงกระแทกได้ดี
2. ความชื้นของคอนกรีต : คอนกรีตที่ชื้นจะให้กำลังกระแทกต่ำกว่าคอนกรีตที่แห้ง
3. ลักษณะของมวลรวม : กำลังกระแทกจะสูงเมื่อใช้หินที่เป็นเหลี่ยมมุมและผิวหยาบ หินยังมีขนาดเล็ก จะปรับปรุงคุณสมบัติด้านการรับกำลังกระแทก
4. ปริมาณปูนซีเมนต์ : เพื่อให้ได้กำลังกระแทกที่เหมาะสม ปริมาณปูนซีเมนต์ที่ใช้ ไม่ควรเกิน 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร



รูปที่ 16-5 การทดสอบความต้านทานการขัดสี (Abrasion Resistance) ตามมาตรฐาน ASTM C 944

16.5 ความต้านทานการขัดสี (Abrasion Resistance)

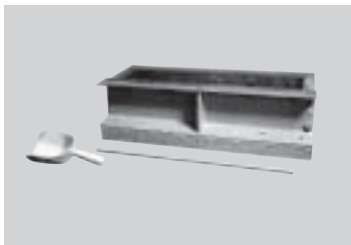
คุณสมบัตินี้ทดสอบได้โดยการวัดค่าความสึกที่เกิดจากการสึกหรอของก้อนตัวอย่างที่ผ่านการขัดผิว หรือน้ำหนักของตัวอย่างทดสอบที่หายไปภายหลังการขัดผิว

ความต้านทานการขัดสีขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. ความต้านทานการขัดสีจะเพิ่มขึ้น เมื่อใช้คอนกรีตที่มีอัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์ต่ำลง หรือมีกำลังอัดสูงขึ้น
2. ความต้านทานการขัดสีจะเพิ่มขึ้น เมื่อใช้คอนกรีตที่มีอัตราส่วนมวลรวมต่อปูนซีเมนต์สูงขึ้น
3. ความต้านทานการขัดสีจะต่ำมาก สำหรับคอนกรีตที่ใช้มวลรวมเบา
4. ความต้านทานการขัดสีจะเพิ่มขึ้น ถ้าการเย็บเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย
5. ความต้านทานการขัดสีจะเพิ่มขึ้น ถ้าเลื่อนเวลาการแต่งผิวหน้าคอนกรีตออกไปเล็กน้อย
6. ประการที่สำคัญที่สุด คือ การบ่มคอนกรีตอย่างถูกต้องและเพียงพอ จะช่วยเพิ่มความต้านทานการขัดสีอย่างมาก

16.6 การทดสอบคุณสมบัติด้านกำลังอื่น ๆ ของคอนกรีต

16.6.1 การทำตัวอย่างคอนกรีตรูปคาน



ก) แบบหล่อรูปคาน, เหล็กต้ำ, และข้อันตัก



ข) เครื่องจี้เขย่าคอนกรีต

รูปที่ 16-6 อุปกรณ์ทำตัวอย่างทดสอบคอนกรีตรูปคาน

● มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 192

Standard Practice for

Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory

● ขอบข่าย

ส่วนหนึ่งของข้อปฏิบัตินี้ครอบคลุมวิธีการทำตัวอย่างคอนกรีตในห้องปฏิบัติการภายใต้การควบคุมวัสดุและสภาพการทดสอบที่ถูกต้อง

● อุปกรณ์

1. แบบหล่อรูปคานขนาด 15 x 15 x 60 เซนติเมตร
2. เหล็กต้ำขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ปลายกลมมน หรือเครื่องจี้เขย่าคอนกรีต
3. ข้อันตัก และเกรียงเหล็ก

● วิธีการทำตัวอย่างคอนกรีต

1. ทำความสะอาดแบบหล่อตัวอย่าง แล้วทาน้ำมันที่ผิวภายในทุกด้าน
2. ตักคอนกรีตใส่ลงแบบ โดยแบ่งเป็น 2 ชั้นเท่า ๆ กันโดยประมาณ แต่ละชั้นตักด้วยเหล็กต้ำ 60 ที หลังจากนั้นปาดผิวหน้าให้เรียบ

- ตัวอย่างคอนกรีตที่ทำเสร็จแล้ว ควรใช้แผ่นพลาสติกหรือกระสอบที่เปียกชื้นคลุมไว้ เพื่อป้องกันน้ำระเหยออก ทั้งคอนกรีตไว้ในแบบประมาณ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นถอดแบบออก เขียนรายละเอียดต่าง ๆ บนหน้าก้อนปูน เช่น วันที่ทำตัวอย่าง, หมายเลขตัวอย่าง เป็นต้น
- จากนั้นนำก้อนตัวอย่างไปบ่มโดยการแช่น้ำ จนถึงเวลาที่จะทำการทดสอบ โดยทั่วไปจะทดสอบที่อายุ 7 วัน และ 28 วัน เมื่อถึงกำหนดเวลาทดสอบ นำก้อนตัวอย่างขึ้นจากบ่อบ่ม ทิ้งไว้ให้ผิวแห้ง ชั่งน้ำหนัก วัดขนาด จดบันทึกค่า แล้วนำไปทดสอบกำลังดัดของคอนกรีตต่อไป

16.6.2 การทดสอบกำลังดัดของคอนกรีต (Flexural Strength Test)

- มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 78

Standard Test Method for

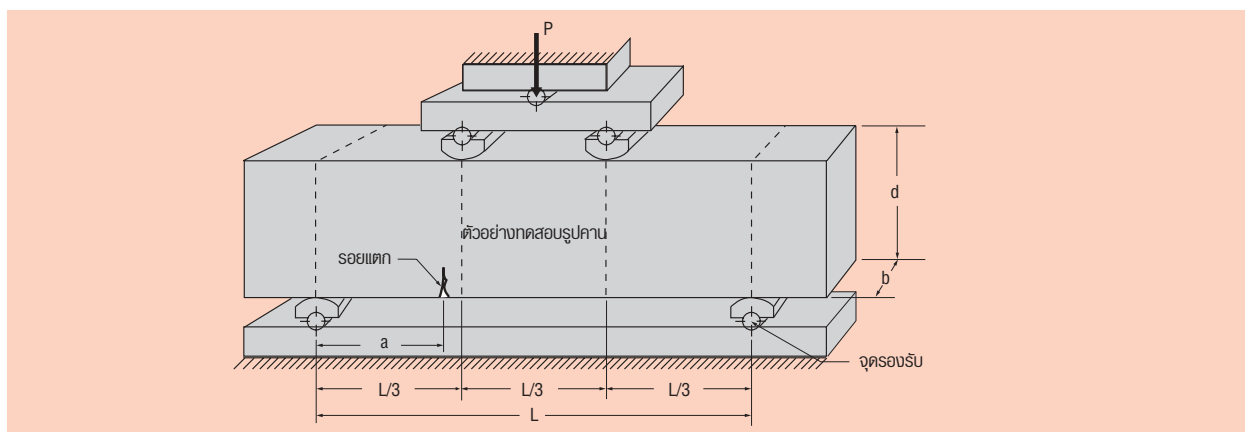
Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)

- ขอบข่าย

วิธีการทดสอบนี้ครอบคลุมการหาลังดัดของตัวอย่างคอนกรีตโดยใช้ Simple Beam with Third-Point Loading

- วิธีการทดสอบ

1. นำแท่นทดสอบตัวอย่างรูปคาน ติดเข้ากับเครื่องทดสอบ
2. แบ่งก้อนตัวอย่างตามยาว โดยเหล็บริเวณปลายไว้สองส่วน ส่วนละ 7.5 เซนติเมตร ส่วนภายในที่เหล็อแบ่งเป็น 3 ส่วนเท่า ๆ กัน ส่วนละ 15 เซนติเมตร
3. วางก้อนตัวอย่างลงบนแท่น โดยให้รอยขีดอยู่ตรงกับฐานของแท่น แล้วนำแท่นกดด้านบน วางบนก้อนตัวอย่างให้ตรงรอยขีดเช่นกัน



รูปที่ 16-7 การทดสอบกำลังดัดของคอนกรีต (Flexural Strength Test)



- ตั้งน้ำหนักกดให้คงที่ อัตราที่ใช้คือ 0.14 - 0.20 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ต่อวินาที
- เปิดเครื่องกดน้ำหนัก จนก่อนตัวอย่างหัก แล้วบันทึกค่าน้ำหนักสูงสุด เพื่อนำไปคำนวณหาค่ากำลังตัด

- การคำนวณ

กรณีที่ก่อนตัวอย่างแตกอยู่ในช่วงกลาง

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

กรณีที่ก่อนตัวอย่างไม่แตกอยู่ในช่วงกลาง

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

R = โมดูลัสการแตกร้าว (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

P = น้ำหนักกดสูงสุด (กิโลกรัม)

L = ช่วงความยาวของตัวอย่างคาน (เซนติเมตร)

a = ระยะทางเฉลี่ยจากจุดที่แตกไปยังจุดรองรับที่ใกล้กว่า โดยวัดด้านท้องคาน ซึ่งเกิดแรงดึง (เซนติเมตร)

b = ความกว้างของตัวอย่างคาน (เซนติเมตร)

d = ความลึกของตัวอย่างคาน (เซนติเมตร)

16.6.3 การทดสอบกำลังดึงของคอนกรีตโดยวิธี Splitting Tensile Strength Test

- มาตรฐานที่ใช้

ASTM C 496

Standard Test Method for

Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens

- ขอบข่าย

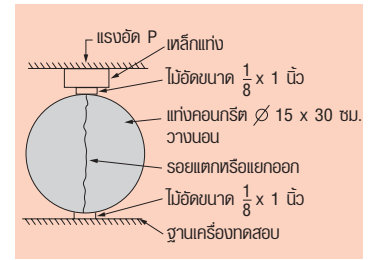
วิธีการทดสอบนี้ครอบคลุมการทำ Splitting Tensile Strength ของตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอก

- เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องทดสอบกำลังอัด
2. แผ่นไม้อัดขนาด 0.3 x 2.5 x 30 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น
3. ตลับเมตร

● **วิธีการทดสอบ**

1. วัดและบันทึกความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนตัวอย่างคอนกรีต โดยวัด 2 แนวที่ตั้งฉากกันให้ละเอียดในหน่วยมิลลิเมตร แล้วหาค่าเฉลี่ย
2. วางก้อนตัวอย่างในแนวนอนใต้หัวกด โดยรองด้านบนและด้านล่างก้อนตัวอย่าง ด้วยแผ่นไม้อัด
3. เพิ่มแรงกดบนตัวอย่างอย่างต่อเนื่อง และสม่ำเสมอ ด้วยอัตรา 0.12 - 0.23 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที จนก้อนตัวอย่างพังในลักษณะ แตกในแนวตั้งตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง



รูปที่ 16-8 การทดสอบกำลังดึงของคอนกรีตโดยวิธี Splitting Tensile Strength Test

● **การคำนวณ**

สามารถคำนวณกำลังต้านทานแรงดึงบนระนาบแตกראวได้ตามสมการต่อไปนี้

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

f_s = Splitting Tensile Strength (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

P = น้ำหนักกดสูงสุด (กิโลกรัม)

L = ความยาวของก้อนตัวอย่างรูปทรงกระบอก (เซนติเมตร)

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้อนตัวอย่างรูปทรงกระบอก (เซนติเมตร)



มาตรฐานอ้างอิง

- ASTM C 78 : 2002 : Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)
- ASTM C 192 : 2002 : Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory
- ASTM C 496 : 2004 : Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens
- ASTM C 944 : 1999 : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method
- BS EN 12390-1 : 2000 : Testing hardened concrete---Part 1: Shape, dimensions and other requirements for specimens and moulds
- BS EN 12390-2 : 2000 : Testing hardened concrete---Part 2: Making and curing specimens for strength tests
- BS EN 12390-4 : 2000 : Testing hardened concrete---Part 4: Compressive strength--- Specification for testing machines
- BS EN 12390-5 : 2000 : Testing hardened concrete---Part 5: Flexural strength of test specimens
- BS EN 12390-6 : 2000 : Testing hardened concrete---Part 6: Tensile splitting strength of test specimens
- BS EN 12390-7 : 2000 : Testing hardened concrete---Part 7: Density of hardened concrete
- BS EN 12390-8 : 2000 : Testing hardened concrete---Part 8: Depth of penetration of water under pressure

เอกสารอ้างอิง

- 1 ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร์, “คอนกรีตเทคโนโลยี (Concrete Technology)”, คอนกรีตผสมเสร็จซีแพค, บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด, 2537.
- 2 บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด, “คู่มือการทดสอบหิน ทราย และคอนกรีต”, คอนกรีตผสมเสร็จซีแพค, 2543.
- 3 เอกสารวิชาการของคอนกรีตผสมเสร็จซีแพค, บริษัทผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด, 2545.
- 4 A. M. Neville, “Properties of Concrete”, Fourth Edition, 1999.
- 5 P. Kumar Mehta and Paulo J.M. Monteiro, “Concrete Structure, Properties, and Materials”, Second Edition, 1993.