



บทที่ 2

การเตรียมตัวอย่างทดสอบและวัสดุที่ใช้

2.1 ตัวอย่างทดสอบ

ตัวอย่างทดสอบเป็นเส้นหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดเดียวตลอดการวิจัยนี้คือ 15x15 มม. ยาว 100 มม. ใช้เหล็กเสริมยี่สิบสองที่ขนาด ϕ 16 มม. จำนวน 4 เส้น ดังแสดงในรูปที่ 2.1 รายละเอียดการเสริมเหล็กปลอกของตัวอย่างทดสอบได้แสดงในตารางที่ 2.1 ซึ่งแบ่งตัวอย่างทดสอบออกเป็น 2 ชุดใหญ่ ๆ ชุดแรกเป็นกลุ่มที่ใช้เหล็กปลอกเป็นแบบปลอกเดี่ยว โดยใช้เหล็กปลอกขนาด 6 มม. ระยะห่าง 2.5 ซม. ถึง 30 ซม. หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.36-4.31 ของปริมาตรของแกนคอนกรีต ชุดหลังเป็นกลุ่มที่เสริมเหล็กปลอกแบบปลอกเกลียวแฉกรจาก 0.36 %-4.31 % ของปริมาตรของแกนคอนกรีต เหล็กปลอกใช้ขนาด 6 มม. ระยะห่างจาก 2.5 ซม. ถึง 30 ซม. ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างทดสอบที่ไม่เสริมเหล็กตามขวางจำนวน 1 ตัวอย่าง C001 มีตัวอย่างทดสอบที่เป็นเสาคอนกรีตล้วนจำนวน 1 ตัวอย่างคือ ตัวอย่าง C000 และมีตัวอย่างทดสอบที่ใช้เหล็กปลอกเกลียวขนาดโตกว่า 6 มม. จำนวน 2 ตัวอย่าง คือตัวอย่าง CA และ CB ใช้เหล็กปลอกขนาด 9 มม. และ 12 มม. ระยะห่าง 3 ซม. หรือคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 7.68 และ 13.67 ตามลำดับ

2.2 วัสดุที่ใช้ในงานวิจัย

2.2.1 เหล็กเสริมยี่สิบ

เหล็กเสริมยี่สิบที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นเหล็กข้ออ้อยผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม SD-30 ซึ่งกำหนดให้กำลังคลาสิกมีค่าไม่น้อยกว่า 3000 กก/ซม² ค่ายืดตัว ไม่น้อยกว่า 17 % เหล็กเสริมยี่สิบที่ใช้เป็นเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มม. ได้ทดสอบแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM A-370⁽⁶⁾ โดยสุ่มตัวอย่างเหล็กมาทดสอบ 3 เส้น ผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 2.2 มีกำลังคลาสิก 3550 กก/ซม² และมีค่าโมดูลัสยืดหยุ่น 2.03×10^6 กก/ซม² และให้การยืดตัวสูงสุด 33.58 %

2.2.2 เหล็กปลอก

เหล็กปลอกที่ใช้ในงานทดสอบนี้มี 3 ขนาดด้วยกันคือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มม., 9 มม., และ 12 มม. เป็นเหล็กกลมผลิตตามมาตรฐานอุตสาหกรรม RB-24 ซึ่งกำหนดให้มีความแข็งแรงไม่น้อยกว่า 2400 กก/ซม² ค่ายืดตัวไม่น้อยกว่า 21 % จากการทำทดสอบแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM A-370⁽⁶⁾ โดยผู้มั่วตัวอย่างเหล็กมาทดสอบขนาดละ 3 เส้น ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 2.2 เหล็ก 6 มม. ให้กำลังคลาก 3330 กก/ซม² และโมดูลัสยืดหยุ่น 1.98×10^6 กก/ซม² โดยมีการยืดตัวสูงสุด 29.67 % เหล็ก 9 มม. ให้กำลังคลาก 2770 กก/ซม² โมดูลัสยืดหยุ่น 2.01×10^6 กก/ซม² โดยมีการยืดตัวสูงสุด 33.33 % และเหล็ก 12 มม. ให้กำลังคลาก 2776 กก/ซม² โมดูลัสยืดหยุ่น 2.00×10^6 กก/ซม² โดยมีการยืดตัวสูงสุด 39.99 %

2.2.3 แบบหล่อตัวอย่างทดสอบ

แบบหล่อที่ใช้เป็นเหล็กแผ่นหนา 2 มม. มีการเชื่อมเสริมความแข็งแรงด้วยเหล็กฉากขนาด L25x25x3 มม. โดยรอบ และเชื่อมโครงยึด (Stiffener) ทุกระยะ 50 มม. เมื่อเชื่อมเรียบร้อยแล้วจะเจียขอบและผิวให้เรียบ แบบประกอบเข้าด้วยกัน โดยใช้น็อตขนาด 3/8 นิ้ว ยึดทุกระยะ 15 มม. เพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของเมื่อเทและจี้คอนกรีต นอกจากนี้แบบทางด้านข้างยังมีค้ำยันตรงกลางด้วยเหล็กฉาก เพื่อป้องกันการบวมออกของแบบอีกด้วย

2.2.4 คอนกรีต

สำหรับในงานวิจัยนี้ใช้สัดส่วนการผสมคอนกรีตตามนายมานิต ศิวกุล⁽⁴⁰⁾ ซึ่งจะให้กำลังของคอนกรีตเมื่อ 28 วันมีค่าสูงเพียงพอ โดยได้เปลี่ยนแปลงบางอย่างเพื่อให้เหมาะสมกับวัสดุที่มีอยู่สำหรับสัดส่วนการผสมคอนกรีต ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ก่อนการเตรียมตัวอย่างจริง ได้ทดลองผสมคอนกรีตตามวิธีการของนายมานิต ศิวกุลเพื่อให้เกิดความเคยชินกับขั้นตอนการผสมและการเทคอนกรีตที่ค่อนข้างจะแห้ง การผสมครั้งแรกได้คอนกรีตที่ค่อนข้างเหลวและกำลังคอนกรีตอายุ 28 วันมีค่าเฉลี่ย 715 กก/ซม² ในการผสมอีก 2 ครั้งต่อมาได้ลดปริมาณน้ำยาลงเหลือ 1.9 % ของน้ำหนักซีเมนต์กำลังของลูกปูนที่ได้

มีค่าเฉลี่ย 831 กก/ชม^2 เมื่ออายุ 28 วัน และเมื่อพบว่ากำลังของลูกปูนมากพอตามความต้องการ จึงใช้สัดส่วนนี้ในการหล่อตัวอย่าง สำหรับผลการทดสอบของลูกปูนที่ใช้ควบคุมตัวอย่างทดสอบในงานวิจัยนี้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4 ซึ่งมีกำลังอัดประลัยเฉลี่ย 906 กก/ชม^2 ทั้งนี้พบว่ามีค่าต่ำสุด 855 กก/ชม^2 และสูงสุด 948 กก/ชม^2 โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 32.88 กก/ชม^2 ส่วนค่าโมดูลัสยืดหยุ่นที่ทดสอบจาก 18 ตัวอย่างให้ค่าจาก 4.94 กก/ชม^2 ถึง 5.40 กก/ชม^2 หรือเฉลี่ย $5.21 \times 10^5 \text{ กก/ชม}^2$ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.61×10^4 ส่วนรายละเอียดของวัสดุมีดังนี้

ก. หิน

หินที่ใช้เป็นหินจากโรงไม้สระบุรี นำมาร่อนและคัดเลือกเอาเฉพาะส่วนที่ผ่านตะแกรง $1/2$ นิ้ว เท่านั้น หลังจากนั้นจึงนำหินที่ผ่านตะแกรงแล้วไปทำการแยกด้วยตะแกรงร่อนเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณและโมดูลัสความละเอียด ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.3 พบว่าปริมาณละเอียดเป็นไปตามข้อกำหนดของ ASTM C-33 ⁽³⁾ และค่าโมดูลัสความละเอียดมีค่าเป็น 6.34

ข. ทราย

ทรายที่ใช้เป็นทรายแม่น้ำแม่กลอง จากการทดสอบหาค่าความละเอียดโดยใช้ตะแกรงร่อนตาม ASTM C-136 ⁽⁵⁾ ให้ค่าความละเอียด 2.93 และปริมาณละเอียดอยู่ในขีดจำกัดที่กำหนดไว้ใน ASTM C-33 ⁽³⁾ กราฟแสดงปริมาณละเอียดได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.4

ค. ซีเมนต์

ใช้พอร์ตแลนด์ซีเมนต์ชนิดที่ 3 ชนิดแข็งตัวเร็วและให้กำลังสูงเมื่ออายุยังน้อย ซีเมนต์ชนิดนี้ผลิตตาม มอก. 15 โดยจะมีเวลาการก่อตัวไม่น้อยกว่า 45 นาที ค่าการคงตัวสูงที่สุดไม่เกิน 0.80 % ปริมาณอากาศในมอร์ตาร์มาตรฐานสูงสุด ไม่มากกว่า 12 % มีค่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ไม่น้อยกว่า 120 กก/ชม^2 เมื่ออายุรวม 1 วัน ในอากาศชื้นและมีค่ากำลังอัดของมอร์ตาร์ไม่น้อยกว่า 210 กก/ชม^2 เมื่อมีอายุรวม 1 วัน ในอากาศชื้นและ 2 วัน ในน้ำ

ง. น้ำยาผสมคอนกรีต

เพื่อให้ส่วนผสมของคอนกรีตมีความสามารถในการเทได้สูง เพราะส่วนผสมใช้ สัดส่วนน้ำต่อซีเมนต์ต่ำมาก จึงต้องใช้ Superplasticizer เพื่อเพิ่มความไหลลื่นและให้ความ สะดวกในการแต่งหน้า น้ำยาผสมคอนกรีตที่ใช้เป็นของเหลวสีน้ำตาล มีสารหลักคือ Naphthaline Sulphate หรือที่มีชื่อว่า Sulphonated Naphthaline Formaldehyde Condensates โดย จะใช้ 1.9 % โดยน้ำหนักของซีเมนต์หรือ 10.93 กก. ในปริมาณคอนกรีต 1 ลูกบาศก์เมตร

2.3 การเตรียมตัวอย่าง

2.3.1 การเตรียมเหล็กเสริมยิบ

ก่อนอื่นตัดเหล็กออกเป็นท่อน ๆ มีความยาวตามต้องการ แล้วจึงตัดเกจวัดความ เที่ยงชนิด ไฟฟ้า บริเวณกึ่งกลางความยาวของเหล็ก เริ่มด้วยการขีดบริเวณที่จะตัด เกจให้ เรียบปราศจากสนิมและน้ำมัน ก่อนตัด เกจต้องทำความสะอาดบริเวณที่จะตัดด้วยน้ำยาคาร์บอน เตตระคลอไรด์ กาวที่ใช้เป็นแบบแห้งเร็วคือจะแข็งตัวภายใน 1 นาที เกจวัดความ เที่ยงชนิด ไฟฟ้าที่ใช้เป็นชนิดพอยด์ ความยาว 1 ซม. ความต้านทาน 120 โอห์ม เกจแผลคเตอร์ 2.03 เหล็กเสริมยิบเส้นหนึ่งจะตัด เกจเพียง 1 ตัว หลังจากตัด เกจเรียบร้อยแล้ว จึงทำการคอสาย ไฟฟ้าเหล็กปลอกมาผูกยึดเป็นโครงเข้าด้วยกัน เกจที่ตัดจะมีการหุ้มด้วยน้ำยากันความชื้นและน้ำ ความค่านแนะนำของ บริษัทผู้ผลิต

2.3.2 การเตรียมเหล็กปลอกและเหล็กฝังในคอนกรีต

เมื่อผูกเหล็กปลอกเป็นโครงยึดกับเหล็กเสริมยิบแล้วจึงตัด เกจชนิด ไฟฟ้าโดยใช้วิธี การตัดท่อนองเดียวกับเหล็กเสริมยิบ ทั้งเสาเสริมเหล็กปลอกเตี้ยและปลอก เกลียวจะตัด เกจตัว อย่างละ 2 เกจ ดังรูปที่ 2.2 และเป็นชนิดเดียวกับที่ติดในเหล็กเสริมยิบ ส่วนเหล็กที่ฝังใน คอนกรีตจะเป็นเหล็กเบอร์ 8 ตัด เกจไฟฟ้าไว้หนึ่งตัว ยึดให้อยู่ในแนวตั้งบริเวณกึ่งกลางของหน้าตัด คอนกรีต

2.3.3 การหล่อตัวอย่างทดสอบ

เหล็กที่ผูก เหล็กปลอก เรียบร้อยแล้วจะนำมาเข้าแบบก่อนหล่อคอนกรีต ในการหล่อครั้งหนึ่ง ๆ จะหล่อพร้อมกัน 1 ถึง 3 ตัวอย่างทดสอบไม้คอนกรีตประมาณ 0.13 m^3 ผสมด้วยไม้ซึ่งทมนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดจ 0.167 m^3 ในการหล่อแต่ละครั้งจะผสมเพียงครั้งเดียว และเพื่อให้เนื้อคอนกรีตคลุกเคล้าเข้ากันได้อย่างสม่ำเสมอ จึงแบ่งวัสดุแต่ละอย่างออกเป็น 4 ส่วน เริ่มจากผสมแห้งระหว่างส่วนแรกของหินทรายและซีเมนต์แล้ว เติมน้ำยาผสมคอนกรีตส่วนแรกลงไป ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน เติมหินทรายและซีเมนต์ส่วนที่สองเข้าไปให้ไม้ทมนจนเนื้อคอนกรีตเข้ากันดี แล้วจึงเติมน้ำผสมน้ำยาคอนกรีตส่วนที่สองเข้าไป ห่อคอนกรีตเข้ากันดี จึงเติมส่วนที่สามและสี่ตามลำดับ ในการเทคอนกรีตจะถ่ายคอนกรีตจากไม้ลงกะบะก่อนแล้วจึงตกลงแบบ ทำการจี้คอนกรีตทั้งในแบบและข้างแบบ เพื่อให้คอนกรีตแน่นและเต็มแบบ

การหล่อคอนกรีตแต่ละครั้งจะเก็บแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกไว้ 6 ถึง 9 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบคุณภาพของคอนกรีตควบคู่กันไป

2.3.4 การบ่มคอนกรีต

เมื่อหล่อเสร็จเรียบร้อยแล้วประมาณ 3 ชั่วโมงจะปิดคลุมตัวอย่างและแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกด้วยกระดาษพลาสติกแล้วตั้งตัวอย่างและแท่งคอนกรีตรูปทรงกระบอกไว้ในแบบตลอดคืน แล้วจึงถอดแบบหลังจากนั้นจะแช่น้ำไว้ 28 วัน แล้วจึงปล่อยให้บ่มในอากาศที่ห้องทดลองเพื่อเตรียมการทดลองต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย