บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

4.1 การทดสอบ

4.1.1 การเตรียมผิวหน้าของพื้นที่รับแรงกดของตัวอย่างทดสอบ ก่อนอื่น ตัวอย่างทดสอบทุกวันจะต้องเตรียมผิวหัวท้ายให้เรียบและได้ดิ่งอย่างแท้จริง การฉาบเคลือบผิวให้เรียบโดยใช้ปูนพลาสเตอร์ผสมน้ำในสัดส่วนที่พอเหมาะและให้กำลังมากกว่าแท่งวัสดุก่อ การทำให้ผิวหน้าของพื้นที่รับแรงกดเรียบเพื่อให้การกระจายของหน่วยแรงเป็นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดทั้งพื้นที่หน้าตัด นอกจากนี้จะต้องให้ได้ดิ่งเพื่อป้องกันการหนีศูนย์ของแรง วิธีการฉาบเคลือบผิวนั้น ทำตามข้อกำหนดของมาตรฐาน มอก. 109-2517 (9)

4.1.2 การวัดความเครียด การวัดความเครียดในการทดสอบนี้ใช้การวัดความเครียดทั้งแบบไฟฟ้าและการวัดความเครียดเชิงกล กล่าวคือถ้าตัวอย่างทดสอบไม่มีเหล็กเสริมยืนจะวัดความเครียดเฉพาะที่ผิวคอนกรีตบล็อคในแนวแกนโดยใช้เครื่องมือวัดความเครียดเชิงกลที่มีระยะเกจย์ 200 มิลลิเมตร โดยจุดวัดจะอยู่ประมาณช่วงกลางของความสูงของแท่งวัสดุก่อและคร่อมแนวปูนก่อไว้ด้วย ในการวัดจะใช้มือจับกดแนบกับแท่งวัสดุก่อและอ่านค่าตลอดเวลาที่ทำการบรรทุกน้ำหนักจนกระทั่งแท่งวัสดุก่อใกล้ถึงจุดประลัยจึงเลิกวัด ดังแสดงในรูปที่ 4.1

ในกรณีที่มีเหล็กเสริมยืนจะมีการวัดความเครียดที่เหล็กเสริมยืนด้วย โดยใช้เกจย์วัดความเครียดแบบไฟฟ้าที่ประมาณกึ่งกลางของความสูงของแท่งวัสดุก่อ ในกรณีแท่งวัสดุก่อหนา 4 นิ้วเสริมเหล็กยืน 2 เส้นจะติดเกจย์วัดความเครียดที่เหล็ก 1 เส้นและสำหรับแท่งวัสดุก่อหนา 8 นิ้วเสริมเหล็กยืน 4 เส้นติดเกจย์วัดความเครียดที่เหล็กเสริม 2 เส้นตรงข้ามกันในทิศทางตามความหนาของแท่งวัสดุก่อ ส่วนในแท่งวัสดุก่อหนา 8 นิ้ว ชุดที่เสริมเหล็กปลอกด้วยนั้นมีการติดเกจย์วัดความเครียดแบบไฟฟ้าบนเหล็กปลอกอันที่อยู่ตรงกึ่งกลางของความสูงของแท่งวัสดุก่อ จากเกจย์ทุกตัวจะมีสายไฟต่อไปยังกล่องสวิชท์ (Switching Box) เพื่ออ่านค่าแต่ละตัวโดยใช้เครื่องอ่านค่าความเครียด (Strain Indicator)

4.1.3 การวัดการโก่งงอด้านข้าง แท่งวัสดุก่อทุกแบบที่ทำการทดสอบจะวัดการโก่งงอด้านข้างโดยใช้เกจย์วัดแบบหน้าปัทม์วัดที่ด้านข้างของแท่งวัสดุก่อทั้งสองข้างที่บริเวณกึ่งกลางและใกล้ปลายบนสุดของแท่งวัสดุก่อ ทำการอ่านเกจไปพร้อม ๆ กับค่าอื่น ๆ ในขณะทำการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 4.1

4.1.4 การบรรทุกน้ำหนัก การทดสอบใช้วิธีการบรรทุกน้ำหนักของแท่งวัสดุก่อโดยใช้เครื่อง AMSLER 500 ตันและสามารถปรับกำลังสูงสุดของเครื่องให้อยู่ในช่วงที่จะใช้งานและให้ความละเอียด 100 n.n. ของการอ่านหรือประมาณร้อยละ 0.10 และ 0.20 สำหรับช่วง 0 - 100 ตัน และ 0 - 50 ตันตามลำดับ ในการยกแท่งวัสดุก่อตัวอย่างขึ้นวางบนแท่นของเครื่องจะต้องให้แนวแกนของแท่งวัสดุก่ออยู่ตรงกับแกนของเครื่องทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเยื้องศูนย์ขึ้นได้ซึ่งจะทำให้การทดสอบได้ผลผิดพลาด ในขณะทำการทดสอบจะค่อย ๆ เพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นไปเรื่อย ๆ ในอัตราที่เหมาะสมคือสามารถอ่านข้อมูลต่าง ๆ ได้ทัน และจะเพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นไปจนกระทั่งถึงการประลัยของแท่งวัสดุก่อ

4.1.5 การสังเกตการแตกร้าวของแท่งวัสดุก่อ การสังเกตการแตกร้าวในขณะที่ทำการทดสอบค่อนข้างจะยากและไม่สามารถจะจับได้ว่าเริ่มเกิดการแตกร้าวตั้งแต่เมื่อใด รอยร้าวเหล่านี้จะสังเกตเห็นก็ต่อเมื่อมีขนาดขยายใหญ่ขึ้นและพบในทุกตัวอย่างว่าการแตกร้าวจะเป็นรอยแตกในแนวดิ่งหลาย ๆ เส้นจากขอบบนถึงขอบล่างของบล็อค ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3

4.2 ผลการทดสอบ

4.2.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียด

จากการนำเอาผลการทดสอบมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและความเครียดอัดของแต่ละกลุ่มของตัวอย่างแท่งวัสดุก่อได้กราฟสำหรับแต่ละตัวอย่าง 1 เส้น เมื่อสังเกตุกราฟจาก 3 ตัวอย่างชนิดเดียวกันจะมีความแตกต่างกันซึ่งจะมากน้อยขึ้นอยู่กับประเภทของแท่งวัสดุก่อตลอดจนคุณสมบัติของบล็อคและส่วนประกอบอื่น ๆ ของแท่งวัสดุก่อ จากกราฟสำหรับแท่งวัสดุก่อ 3 ตัวอย่างนำมาหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุก ณ จุดที่มีความเครียดเท่ากัน จะได้กราฟเฉลี่ยของตัวอย่างแท่งวัสดุก่อแต่ละแบบ และในการหากราฟเฉลี่ยนี้กราฟของบางตัวอย่างให้ผลไม่ดีจะไม่นำมาคิด

ก) แท่งวัสดุก่อไม่เสริมเหล็ก แบ่งออกเป็น

แท่งวัสดุไม่กรอกปูนแสดงกราฟของผลการทดสอบในรูปที่ 4.4 ถึง 4.7 กราฟที่ได้นี้ไม่ได้เขียนถึงจุดที่ให้ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดโดยขณะทำการทดสอบจะหยุดการวัดที่ใกล้ถึงจุดประลัยทั้งนี้เพื่อความปลอดภัยตลอดจนเป็นการป้องกันไม่ให้เครื่องมือวัดต่าง ๆ เกิดการเสียหายได้

แท่งวัสดุก่อกรอกปูนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดในรูปที่ 4.8 ถึง 4.11 และในการหากราฟเฉลี่ยก็ทำเช่นเดียวกันกับกรณีที่เป็นแท่งวัสดุก่อไม่กรอกปูน

ข) แท่งวัสดุก่อเสริมเหล็ก

แท่งวัสดุก่อเสริมเฉพาะเหล็กยืนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดอัดในแท่งวัสดุก่อในรูปที่ 4.12 - 4.14

สำหรับแท่งวัสดุก่อเสริมเหล็กยืนและเหล็กปลอกนั้นแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดในเหล็กเสริมยืนในรูปที่ 4.15 และแสดงความเครียดในเหล็กปลอกขณะมีน้ำหนักบรรทุกใด ๆ ในรูปที่ 4.16

4.2.2 น้ำหนักบรรทุกสูงสุด หมายถึงน้ำหนักบรรทุกของแท่งวัสดุก่อขณะกำลังจะเกิดการประลัย

ก) น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของแท่งวัสดุก่อไม่เสริมเหล็ก

สำหรับแท่งวัสดุก่อไม่กรอกปูนได้ค่าเฉลี่ยเป็น 18.60, 22.30, 34.75, และ 43.73 ตัน สำหรับขนาด 3, 4, 6 และ 8 นิ้วตามลำดับ โดยไม่นำผลการทดสอบที่ไม่ดีมาเฉลี่ยด้วย ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ส่วนแท่งวัสดุก่อกรอกปูนให้ค่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดเฉลี่ยเป็น 30.67, 32.57, 52.37 และ 79.37 ตันตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ข) แท่งวัสดุก่อเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกสูงสุดของแท่งวัสดุก่อหนา 4 นิ้ว กลุ่มที่มีเหล็กเสริมยืนเป็นตัวแปรโดยเสริมเหล็กยืนขนาด ø 12 มม. 2 เส้น ให้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 43.0 ตัน และเสริมเหล็กยืนขนาด ø 16 มม. 2 เส้น ให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 32.73 ตัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับแท่งวัสดุก่อหนา 6 นิ้ว กลุ่มที่มีเหล็กปลอกเป็นตัวแปร โดยเสริมเฉพาะเหล็กยืนขนาด ϕ 12 มม. 4 เส้น ให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุกสูงสุดเท่ากับ 60.60 ตัน ส่วนแบ่งวัสดุก่อหนา 6 นิ้ว กลุ่มที่เสริมเหล็กยืนขนาด ϕ 12 มม. จำนวน 4 เส้น และเสริมเหล็กปลอกขนาด ϕ 6 มม. ทุก ๆ ระยะ 20 ซม. ในระยะทางดึงให้ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบรรทุกสูงสุด เป็น 68.53 ตัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

4.2.3 ลักษณะการแตกร้าว (Mode of Failure)

ก) แท่งวัสดุก่อชนิดไม่เสริมเหล็ก จากผลการทดสอบพบว่าเมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งแท่งวัสดุก่อจะเริ่มปรากฏรอยร้าวให้เห็น รอยร้าวนี้มันจะเริ่มจากภายในเนื้อของคอนกรีตบล็อคก่อน และเมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกมากขึ้นรอยร้าวจะเกิดเพิ่มจนปรากฏรอยร้าวบนผิวของบล็อค ดังแสดงในรูปที่ 4.2. รอยร้าวนี้จะมีขนาดใหญ่ขึ้นและขยายยาวออกไปเมื่อเพิ่มน้ำหนักบรรทุกมากขึ้น การเกิดรอยร้าวนี้เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมาก ไม่สามารถจะจับได้ว่าคอนกรีตบล็อคเริ่มเกิดการแตกร้าวเมื่อใด แต่จากการทดลองของ Drysdale et al[51] พบว่าขณะที่แท่งวัสดุก่อชนิดไม่กรอกปูนเกิดการประลัย เนื่องจากการแตกร้าวนั้นหน่วยแรงอัดในคอนกรีตบล็อคมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของกำลังอัดของบล็อค และในกรณีของแท่งวัสดุก่อกรอกปูนซึ่งก่อด้วยบล็อคที่มีอัตราส่วนระหว่างพื้นที่หน้าตัดสุทธิต่อพื้นที่หน้าตัดรวมเป็น 0.62 ขณะเกิดการประลัยเนื่องจากการแตกร้าวของบล็อคนั้นหน่วยแรงอัดในบล็อคขณะนั้นจะมีค่าเพียงร้อยละ 60 ของกำลังอัดของก้อนบล็อคส่วนในการทดลองสำหรับงานวิจัยนี้จะสังเกตได้ว่าการแตกร้าวในแท่งวัสดุก่อจะมีลักษณะเป็นแนวยาวตามแนวดิ่งหรือใกล้เคียงกับแนวดิ่งมากที่สุด เป็นการแตกร้าวแบบที่เรียกว่า การแตกร้าวแบบแยกตัว เนื่องจากแรงดึงด้านข้าง

ข) แท่งวัสดุก่อเสริมเหล็ก การแตกร้าวในวัสดุก่อเสริมเฉพาะเหล็กยืนและในวัสดุก่อเสริมทั้งเหล็กยืนและเหล็กปลอกมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และจะแตกร้าวเป็นลักษณะแนวยาวตามแนวดิ่งแต่ไม่ตลอดความสูงของแท่งวัสดุก่อดังเช่นที่เกิดการแตกร้าวในแท่งวัสดุก่อไม่เสริมเหล็ก รอยแตกร้าวส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณใกล้ปลายบนหรือปลายล่างของแท่งวัสดุก่อ ดังแสดงในรูปที่ 4.3

4.2.4 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกบนแท่งวัสดุก่อและความเครียดอัดในเหล็กเสริมยืน

จากผลการอ่านค่าความเครียดในเหล็กเสริมยืนจากเกจย์วัดความเครียดแบบไฟฟ้านำมาเขียนกราฟระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดในเหล็กเสริมยืนจะได้กราฟเฉลี่ย

ของแท่งวัสดุก่อเสริมเหล็กหนา 4 นิ้ว กลุ่มที่มีเหล็กเสริมยืนเป็นตัวแปร ดังแสดงในรูปที่ 4. 17 ถึง 4. 18 และกลุ่มที่มีเหล็กปลอกเป็นตัวแปรขนาด 6 นิ้ว ดังแสดงในรูปที่ 4. 17 และ 4. 20

4.2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดตึงในเหล็กปลอก

ค่าความเครียดอ่านได้จากเกจย์วัดความเครียดแบบไฟฟ้าซึ่งติดอยู่ที่เหล็กปลอก เมื่อนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับความเครียดตึงในเหล็กปลอกจะได้กราฟดังแสดงในรูปที่ 4. 16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย