หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

บทที่ ๕

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

๕.๑ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและระยะโก่ง

๕.๑.๑ คานประกอบอิฐเสริมเหล็ก

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและระยะโก่งตรงกึ่งกลางช่วงความยาวของคาน รูปที่ ๕.๑-๕.๔ ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงที่น้ำหนักบรรทุกมีค่าน้อย และคานประกอบยังไม่แตกร้าว อัตราการโก่งของคานทดลองจะน้อยโดยเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้น เมื่อคานทดลองเกิดการแตกร้าวครั้งแรก อัตราการโก่งของคานจะเพิ่มมากขึ้นและยังเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้น แต่แนวกร๊าฟจะออกจากแนวเดิม มีความชัน (slope) น้อยลง และเมื่อคานทดลองรับน้ำหนักบรรทุกถึงน้ำหนักประลัย ความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุก และระยะโก่งยังเป็นสัดส่วนกัน และความชัน (slope) ของเส้นกร๊าฟจะเปลี่ยนแปลง

๕.๑.๒ คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและระยะโก่งตรงกึ่งกลางช่วงความยาว รูปที่ ๕.๕-๕.๘ ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงน้ำหนักบรรทุกมีค่าน้อย และคานประกอบยังไม่แตกร้าว อัตราการโก่งของคานทดลองจะน้อยโดยเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้น เมื่อคานทดลองเกิดการแตกร้าวครั้งแรก อัตราการโก่งของคานทดลองจะเพิ่มขึ้น เส้นกร๊าฟยังเป็นเส้นตรงในตอนต้น และเส้นกร๊าฟจะเริ่มโค้งเนื่องจากเหล็กเสริมถึงจุดคลากจนกระทั่งน้ำหนักบรรทุกประลัย

๕.๑.๓ แผ่นพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและระยะโก่งตรงกึ่งกลางช่วงความยาวแผ่นพื้น รูปที่ ๕.๙-๕.๑๐ ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงน้ำหนักบรรทุกกระทำน้อย และแผ่นพื้นยังไม่แตกร้าว อัตราการโก่งของแผ่นพื้นประกอบจะน้อย และเมื่อแผ่นพื้นประกอบเกิดการแตกร้าวครั้งแรก อัตราการโก่งของแผ่นพื้นประกอบจะเพิ่มขึ้นมาก ความชันของเส้นกร๊าฟจะน้อยลงอัตราการโก่งเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักบรรทุกกระทำ จนกระทั่งเหล็กเสริมถึงจุดคลาก อัตราการโก่งของแผ่นพื้นประกอบจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

๕.๒ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียด

๕.๒.๑ คานประกอบอิฐเสริมเหล็ก

๕.๒.๑.๑ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดของเหล็กเสริม

รูปที่ ๕.๑๑-๕.๑๔ จะเห็นว่าเมื่อน้ำหนักบรรทุกยังมีค่าน้อย และคานประกอบยังไม่เกิดการแตกร้าว ความเครียดที่เกิดขึ้นในเหล็กเสริมจะมีค่าน้อยและเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักบรรทุก เนื่องจากอิฐและปูนก่อส่วนล่างคานประกอบยังช่วยรับแรงดึง เมื่อคานประกอบเริ่มแตกร้าว ค่าอัตราความเครียดของเหล็กเสริมจะเพิ่มขึ้นมาก เนื่องจากเหล็กเสริมรับแรงดึงทั้งหมด และเส้นกร๊าฟยังเป็นเส้นตรง แต่มีความชันของกร๊าฟน้อยลง

๕.๒.๑.๒ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดของอิฐ

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดที่ผิวอิฐด้านบนของคานประกอบตรงตรงกึ่งกลางช่วงความยาวคาน รูปที่ ๕.๑๑-๕.๑๔ ซึ่งจะเห็นว่าในตอนแรกที่คานยังไม่แตกร้าว อัตราการเพิ่มความเครียดที่ผิวอิฐจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักบรรทุกและเมื่อเกิดการแตกร้าวครั้งแรก ความสัมพันธ์ดังกล่าวดังเป็นสัดส่วนกัน แต่จะมีความชันของกร๊าฟน้อยลง

๕.๒.๒ คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

๕.๒.๒.๑ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดของเหล็กเสริม

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดของเหล็กเสริม รูปที่ ๕.๑๕-๕.๑๘ ซึ่งจะเห็นว่าเมื่อน้ำหนักบรรทุกยังน้อย และคานประกอบยังไม่เกิดการแตกร้าว ความเครียดที่เกิดขึ้นในเหล็กเสริมจะมีค่าน้อย และเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักบรรทุก เนื่องจากอิฐและปูนก่อส่วนล่างคานประกอบยังช่วยรับแรงดึง เมื่อคานประกอบเริ่มแตกร้าว ค่าอัตราความเครียดของเหล็กเสริมจะเพิ่มขึ้นมาก และความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกกับความเครียดยังคงเป็นสัดส่วนกันจนถึงค่าจุดคลากของเหล็กเสริม และความชันของกร๊าฟจะน้อยลง

๕.๒.๒.๒ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดของคอนกรีต

ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดที่ผิวของคอนกรีตด้านบนของคานประกอบตรงกึ่งกลางช่วงความยาวคานรูปที่ ๕.๑๕-๕.๑๘ ซึ่งจะเห็นว่าในช่วงที่คานประกอบยังไม่แตกร้าว อัตราการเพิ่มความเครียดที่ผิวคอนกรีตจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับน้ำหนักบรรทุก และเมื่อคานประกอบเกิดการแตกร้าวครั้งแรก ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและความเครียดยังเป็นสัดส่วนกัน แต่จะมีความชันน้อยลง

๕.๓ วิเคราะห์การรับน้ำหนักบรรทุกของคานประกอบและแผ่นพื้นประกอบ

๕.๓.๑ น้ำหนักบรรทุกแตกร้าว

จากการทดลองพบว่า น้ำหนักบรรทุกแตกร้าว สังเกตได้จากตอนที่เหล็กเสริมเริ่มเปลี่ยนความเครียดอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะมีค่าใกล้เคียงหรือเท่ากับน้ำหนักบรรทุกที่กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักบรรทุกและระยะโก่งเริ่มเบนจากเส้นตรงแรก ผลจากการหาน้ำหนักบรรทุกแตกร้าวของคานประกอบและแผ่นพื้นประกอบ ดังนี้

๕.๓.๑.๑ คานประกอบอิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกที่จุดแตกร้าวของอิฐของคานประกอบดังกล่าวได้ค่าสูงกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎีระหว่าง ๔๘-๖๕ เปอร์เซนต์ดังตารางที่ ๕.๑

๕.๓.๑.๒ คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกที่จุดแตกร้าวของอิฐของคานประกอบดังกล่าวได้ค่าสูงกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎีระหว่าง ๒๔ ถึง ๔๙ เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ ๕.๑

๕.๓.๑.๓ แผ่นพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกแตกร้าวของอิฐของแผ่นพื้นประกอบ SA-1 ได้ค่าต่ำกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎี ๔.๘๕ เปอร์เซนต์ และแผ่นพื้นประกอบ SB-1 ได้ค่าสูงกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎี ๑ เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ ๕.๑

๕.๓.๒ น้ำหนักบรรทุกประลัย

การทดลองหาน้ำหนักบรรทุกประลัยของคานประกอบและแผ่นพื้นประกอบพบว่า

๕.๓.๒.๑ คานประกอบอิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกประลัยของคานประกอบอิฐเสริมเหล็กสูงกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎีระหว่าง ๒๗ ถึง ๙๘ เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ ๕.๑

๕.๓.๒.๒ คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกประลัยของคานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็กเมื่อเปรียบเทียบกับที่คำนวณได้ทางทฤษฎีจะอยู่ระหว่าง -๑๓ ถึง ๑๖ เปอร์เซนต์ ดังตารางที่ ๕.๑

๕.๓.๒.๓ แผ่นพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกประลัยของแผ่นพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก SA-1 และ SB-1 ต่ำกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎีประมาณ ๕ เปอร์เซนต์

๕.๓.๓ น้ำหนักบรรทุกที่นำไปใช้งาน

น้ำหนักบรรทุกที่นำไปใช้งานของคานประกอบและแผ่นพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก ใช้น้ำหนักบรรทุกที่กำหนดตามมาตรฐาน ACI 318-71 ดังสมการ (2-28)

$$U = 1.4D + 1.7L$$

หรือใช้น้ำหนักบรรทุกจรเมื่อระยะโก่งตรงจุดกึ่งกลางคานระหว่างขอบฐานรองรับของคานประกอบหรือแผ่นพื้นประกอบมีค่าไม่เกินพิกัดการโก่งที่ยอมให้ $(\frac{1}{360})$ แล้วแต่กรณีไหนจะเกิดขึ้นก่อน จากการทดลองพบว่าทั้งคานประกอบและแผ่นพื้นประกอบ เป็นโครงสร้างที่ถูกควบคุมการใช้งานโดยระยะโก่ง คือเกิดการโก่งตัวของคานประกอบและแผ่นพื้นประกอบถึงพิกัดการโก่งที่ยอมให้ก่อนที่จะถึงน้ำหนักบรรทุกประลัย ผลจากการหาน้ำหนักบรรทุกใช้งานของคานประกอบและแผ่นพื้นประกอบดังนี้

๕.๓.๓.๑ คานประกอบอิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกใช้งานของคานประกอบดังกล่าวสูงกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎีระหว่าง ๕๒ ถึง ๑๑๘ เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ ๕.๑

๕.๓.๓.๒ คานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกใช้งานของคานประกอบ B-3 และ B-4 จะได้ค่าต่ำกว่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ๕ และ ๑๐ เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ส่วนคานประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก A-3 และ A-4 จะได้ค่าสูงกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎี ๒๓ และ ๓๔ เปอร์เซนต์ตามลำดับ ดังตารางที่ ๕.๑

๕.๓.๓.๓ พื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก

น้ำหนักบรรทุกใช้งานของพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก SA-1 และ SB-1 สูงกว่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎี ๗ และ ๒๐ เปอร์เซนต์ตามลำดับ ดังตารางที่ ๕.๑

๕.๔ การเปรียบเทียบในเชิงเศรษฐกิจของระบบพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็กกับระบบพื้นอื่น ๆ

ในการพิจารณาเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างระบบพื้นสำหรับรับแรงดัด น้ำหนักบรรทุก และขนาดควรอยู่ในลักษณะเดียวกันและเท่ากันราคาค่าก่อสร้างของแผ่นพื้นแต่ละระบบหาจากปริมาณวัสดุที่ใช้ ค่าแรงงานในการก่อสร้างรวมทั้งค่าติดตั้ง การประมาณค่าก่อสร้างใช้วิธีวิเคราะห์ราคาวัสดุและค่าแรงต่อหน่วยพื้นที่ (Unit Quantities Method) โดยวิเคราะห์ค่าวัสดุ และค่าแรง และรายละเอียดการคิดราคาของแผ่นพื้นแต่ละระบบดังแสดงในภาคผนวก (ข้อ ๓) ส่วนค่ากำไรและภาษีของค่าวัสดุทั้งหมดไม่ได้นำมาคิดด้วย เพราะค่าไม่แตกต่างกันระหว่างแผ่นพื้นแต่ละระบบ สำหรับราคาวัสดุนั้น ถือเอาราคาวัสดุในท้องตลาดเดือนตุลาคม พ.ศ. ๒๕๒๒ เป็นเกณฑ์

ระบบแผ่นพื้นที่นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบในเชิงเศรษฐกิจกับระบบแผ่นพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็ก ได้แก่ระบบพื้นหล่อกับที่คอนกรีตเสริมเหล็ก ระบบพื้นอิฐบล็อคและคานรูปตัวทีหงายและระบบคานรูปตัวที ซึ่งผลการวิเคราะห์พบว่าแผ่นพื้นประกอบคอนกรีต-อิฐเสริมเหล็กสำเร็จรูปมีราคาถูกกว่าคิดเป็น ๓๖.๐๐%, ๑.๔๙% และ ๑๐.๗๓% ตามลำดับ การเปรียบเทียบแสดงในภาคผนวก ตารางที่ ผ-๑ - ผ-๔