หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์และการทดลอง

5.1 เปรียบเทียบค่าของโมเมนต์สมดุลย์ระหว่างการวิเคราะห์ทางทฤษฎีและการทดลอง

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 1 ตารางที่ 5.1 น้ำหนักบรรทุกในกรณีที่ 1 แสดงค่าโมเมนต์ที่ได้จากการวิเคราะห์โดยทั้งสามวิธี จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นส่วนของโครงสร้างที่ 2,3 ซึ่งมีแรงเฉือนเป็นศูนย์และมีค่าโมเมนต์สมดุลย์ต่ำเท่านั้นที่มีค่าแตกต่างกัน กล่าวคือ วิธีการกระจายโมเมนต์ให้ค่าน้อยกว่าวิธีแมทริก 27 % และวิธีพลังงานเสมือนให้ค่ามากกว่าวิธีแมทริก 29.6 %

จากกราฟรูปที่ 5.1 เมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกวิบัติมีค่าเท่ากับ 0.3125 ค่าที่ได้จากการทดลองกับการวิเคราะห์บนส่วนโครงสร้างในแนวดิ่ง 1,1' และ 4,4' ให้ค่าใกล้เคียงกับทฤษฎี

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 2 ตารางที่ 5.1 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 2 ผลการวิเคราะห์ให้ค่าโมเมนต์บนส่วนต่าง ๆ ของส่วนโครงสร้างใกล้เคียงกัน ยกเว้นส่วนของโครงสร้าง 2,3 ซึ่งเป็นส่วนโครงสร้างที่มีค่าโมเมนต์สมดุลย์ต่ำ ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีการกระจายโมเมนต์ให้ค่าน้อยกว่าวิธีแมทริก 37.2 %

จากกราฟรูปที่ 5.2 ในช่วงอัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกสูงสุด มีค่าน้อยกว่า 0.4 ผลการทดลองให้ค่าใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ เมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกสูงสุดมีค่ามากกว่า 0.4 ผลจากการทดลองให้ค่าน้อยกว่าการวิเคราะห์ทางทฤษฎี

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 3 ตารางที่ 5.1 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทั้งสามวิธีให้ค่าใกล้เคียงกัน

จากกราฟรูปที่ 5.3 ค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่ได้รับจากการทดลองกับการวิเคราะห์โดยทฤษฎีให้ค่าใกล้เคียงกัน เมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกสูงสุดมีค่ามากกว่า 0.32 ผลที่ได้รับ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการทดลอง เมื่อเทียบกับทฤษฎีจึงมีค่าแตกต่างกัน

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 ตารางที่ 5.1 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางทฤษฎีค่าโมเมนต์สมดุลย์บนส่วนโครงสร้างโดยวิธีทั้งสามให้ค่าใกล้เคียงกัน นอกจากส่วนของโครงสร้างที่ 2,3 ซึ่งมีค่าแรงเฉือนเป็นศูนย์และมีค่าโมเมนต์สมดุลย์ต่ำ ผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีการกระจายโมเมนต์ให้ค่าน้อยกว่าการวิเคราะห์โดยวิธีแมทริก 11 %

จากกราฟรูปที่ 5.4 ผลการทดลองให้โมเมนต์สมดุลย์มีค่าแตกต่างกับการวิเคราะห์ทางทฤษฎีบ้างแต่ก็ไม่มากนักในบางส่วนของโครงสร้างเมื่อน้ำหนักบรรทุก P น้อยและแตกต่างกันมากขึ้นเมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกวิบัติมีค่ามากกว่า 0.32

5.2 เปรียบเทียบค่าของแรงเฉือนระหว่างการวิเคราะห์ทางทฤษฎีทั้งสาม

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 1 ตารางที่ 5.2 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่1 ค่าแรงเฉือนจากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีทั้งสามวิธีให้ค่าใกล้เคียงกัน บนส่วนโครงสร้าง 1,1' ค่าแรงเฉือนที่ได้จากการวิเคราะห์วิธีการกระจายโมเมนต์ให้ค่ามากกว่าวิธีแมทริก 1.4 % และส่วนของโครงสร้าง 0,0' การวิเคราะห์โดยวิธีพลังงานเสมือนให้ค่ามากกว่าวิธีแมทริก 1.02 %

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 จากตารางที่ 5.2 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 การวิเคราะห์ทางทฤษฎีให้ค่าแรงเฉือนใกล้เคียงกันทั้งสามวิธี

5.3 เปรียบเทียบค่าของแรงร่วมแกนจากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีทั้งสาม

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 1 ตารางที่ 5.2 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 1 ค่าแรงร่วมแกนที่ได้จากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีให้ค่าใกล้เคียงกัน

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 ตารางที่ 5.2 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งสามวิธีให้ค่าใกล้เคียงกัน

5.4 เปรียบเทียบค่าของระยะโก่ง ระหว่างการวิเคราะห์ทางทฤษฎีและการทดลอง

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 1 ตารางที่ 5.3 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 1 แสดงค่าระยะโก่งที่จุดต่าง ๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์ทางทฤษฎีโดยวิธีทั้งสาม ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีพลังงานเสมือนให้ค่าระยะโก่งมากที่สุด

ตามรูปที่ 4.29 ค่าที่ได้จากการทดลองให้ค่าใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ในช่วงที่ยังไม่เกิดรอยแตกร้าวขึ้น

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 2 ตารางที่ 5.3 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 2 ค่าระยะโก่งที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีพลังงานเสมือนให้ค่าระยะโก่งมากสุดและโดยวิธีการกระจายโมเมนต์ให้ค่าน้อยสุด

ตามรูปที่ 4.30 ค่าที่ได้จากการทดลองให้ค่าน้อยกว่าวิธีการวิเคราะห์เมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกสูงสุดมีค่าน้อยกว่า 0.4 และใกล้เคียงกับการวิเคราะห์เมื่อน้ำหนักบรรทุกมีค่ามากขึ้น

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 3 ตารางที่ 5.3 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 3 ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยวิธีพลังงานเสมือน ให้ค่าระยะโก่งที่จุดต่อต่าง ๆ มากที่สุด และค่าที่ได้จากวิธีการกระจายโมเมนต์ให้ค่าน้อยที่สุด

ตามรูปที่ 4.31 ผลการทดลองให้ค่าใกล้เคียงกันกับผลการวิเคราะห์ทางทฤษฎี แต่เมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกสูงสุดมีค่ามากกว่า 0.64 ผลการทดลองจะให้ค่าระยะโก่งมากกว่าการวิเคราะห์บ้างเล็กน้อย

น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 ตารางที่ 5.3 น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 ผลการวิเคราะห์โดยวิธีพลังงานเสมือนให้ค่าระยะโก่งมากสุด

ตามรูปที่ 4.32 ระยะโก่งจากการทดลองและการวิเคราะห์ให้ค่าใกล้เคียงกัน แต่ระยะโก่งจากการทดลองให้ค่ามากกว่าการวิเคราะห์เมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกวิบัติมากกว่า 0.33

5.5 ลักษณะการวิบัติ

5.5.1 โครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก กราฟรูปที่ 5.1 เป็นค่าโมเมนต์ที่ได้จากการวิเคราะห์ความเครียดที่เกิดขึ้นบนส่วนโครงสร้างจากผลการทดลองตามทฤษฎีอีลาสติก โดยคิดค่าของความเครียดที่ได้จากผลการทดลองเป็นผลของโมเมนต์ดัดเพียงอย่างเดียว ซึ่งจะได้ค่าอัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกที่จุดคลากของเหล็กเสริมรับแรงดึงต่อน้ำหนักบรรทุกวิบัติมีค่าเท่ากับ 0.625

ตามรูปที่ 4.11 และรูปที่ 4.34 จะเห็นได้ว่ารอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นบนส่วนของโครงสร้างเกิดที่บริเวณจุดต่อและเกิดบนผิวที่เกิดแรงดึงของหน้าตัดของส่วนโครงสร้าง ซึ่งก็เป็นไปตามคุณสมบัติของหน้าตัดที่วิเคราะห์ทางทฤษฎี

น้ำหนักบรรทุก P ที่ทำให้โครงสร้างวิบัติจากการทดลองมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการคำนวณการรับแรงของหน้าตัดโดยทฤษฎีประลัยที่คิดการรับแรงของส่วนโครงสร้างแบบ คาน-เสา (Beam-Column) ตามตารางที่ 5.4 คืออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกที่โครงสร้างวิบัติจากการทดลองต่อน้ำหนักบรรทุกที่ประลัยจากการวิเคราะห์มีค่าเท่ากับ 0.99 ของหน้าตัดที่ 4

5.5.2 โครงสร้างเหล็ก ตารางที่ 5.5 คือคุณสมบัติของหน้าตัดเหล็กรูปตัว I ที่ทำการทดลองรับโมเมนต์ดัดพลาสติก (M_p) ได้เท่ากับ 1423.9 กก-ม. ในลักษณะน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 ส่วนของโครงสร้างในลักษณะน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 นี้ที่จะทำให้โครงสร้างเกิดการวิบัติ คือส่วนโครงสร้าง 1,1' และ 4,4' (หรือตำแหน่ง 5 และ 6 ที่ทำการวัดความเครียด) เพราะเป็นส่วนที่เกิดโมเมนต์ดัดสมดุลย์มากสุดสำหรับกรณีน้ำหนักบรรทุกนี้

รูปที่ 5.4 คือกราฟแสดงค่าโมเมนต์ที่ได้จากการเปลี่ยนค่าความเครียดที่เกิดขึ้นจากการทดลองตามทฤษฎีอีลาสติก และตามรูปที่ 5.5d เป็นค่าของการเซทางด้านข้างที่เกิดขึ้นจากการทดลอง ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเซทางด้านข้างของโครงสร้างมีค่ามากจนเป็นผลทำให้เกิดการวิบัติขึ้น น้ำหนักบรรทุก P ที่เกิดการวิบัติจากการทดลองจะเห็นได้ว่ามีค่าแตกต่างจากน้ำหนัก

บรรทุก P ที่เกิด M_p บนส่วนโครงสร้าง 1,1' และ 4,4' มาก แต่จะมีค่าแตกต่างของอัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกที่โครงสร้างวิบัติต่อน้ำหนักบรรทุกที่ทำให้ส่วนโครงสร้าง 1,1' และ 4,4' มีค่าโมเมนต์สมดุลย์เท่ากับ M_y มีค่าเท่ากับ 0.904 จากการตรวจสอบแรงเฉือนที่เกิดขึ้นที่จุดต่อพบว่าจุดต่อที่ 1 และ 4 มีค่าหน่วยแรงเฉือนเกิดขึ้นมากกว่า $\frac{f_y}{\sqrt{3}}$ จากสมการวิเคราะห์การรับแรงเฉือนของจุดต่อทางทฤษฎี เมื่อน้ำหนักบรรทุก P มีค่าเท่ากับ 2400 กก.

5.6 เปรียบเทียบค่าสติฟเนสของโครงสร้าง

5.6.1 เปรียบเทียบทางทฤษฎี ตารางที่ 5.6 เมื่อน้ำหนักบรรทุก P มีค่าเท่ากับ 500 กก. และมีลักษณะน้ำหนักบรรทุกแบบกรณีที่ 1 จะได้ว่าค่าระยะโก่งที่เกิดขึ้นสำหรับโครงสร้างเหล็กรูปตัว I มีค่าเป็น 2.41 เท่าของระยะโก่งที่เกิดขึ้นสำหรับโครงสร้างที่ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กโดยเฉลี่ย

5.6.2 เปรียบเทียบโดยการทดลอง ตารางที่ 5.7 เมื่อรวมค่าระยะโก่งที่อ่านจากกราฟของโครงสร้างเหล็กรูปตัว I ของน้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 2 และกรณีที่ 4 เมื่อน้ำหนักบรรทุก P แต่ละกรณีมีค่าเท่ากับ 500 กก. จะเห็นได้ว่า ระยะโก่งสำหรับโครงสร้างเหล็กรูปตัว I ที่เกิดขึ้นเป็น 1.68 เท่าของระยะโก่งสำหรับโครงสร้างที่ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กโดยเฉลี่ย