หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาวิธีการวิเคราะห์และการทดสอบพฤติกรรมโดยการทดลองโครงสร้างเวียเรนดีล สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะได้ดังนี้

1. ทฤษฎีที่ได้ศึกษาเพื่อการวิเคราะห์โครงสร้างเวียเรนดีลในงานวิจัยนี้คือ

ก. การวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีการกระจายโมเมนต์ (Moment Distribution)

ข. การวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีพลังงานเสมือน (Virtual Work)

ค. การวิเคราะห์โครงสร้างโดยวิธีแมทริก (Matrix Analysis)

2. ผลการวิเคราะห์ทั้งสามวิธีให้ค่าของโมเมนต์สมดุลย์ที่เกิดขึ้นบนส่วนของโครงสร้างมีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในส่วนของโครงสร้างที่มีแรงเฉือนเป็นศูนย์ ซึ่งการวิเคราะห์โดยวิธีการกระจายโมเมนต์ให้ค่าโมเมนต์บนส่วนของโครงสร้างน้อยกว่าวิธีการอื่น ส่วนค่าระยะโก่งที่เกิดขึ้นการวิเคราะห์โดยทั้งสามวิธีการให้ผลใกล้เคียงกัน วิธีการวิเคราะห์ทั้งสามวิธีมีข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธีการมีดังนี้

ก. วิธีการวิเคราะห์โดยการกระจายโมเมนต์

ข้อดี
- ง่าย สดวกและรวดเร็วแก่การวิเคราะห์
- ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิเคราะห์โครงสร้างเป็นแบบแผนแน่นอน
- ค่าที่ได้มีความละเอียดเพียงพอสำหรับการคำนวณออกแบบ

ข้อเสีย
- ใช้ได้สดวกเฉพาะกับโครงสร้างเวียเรนดีลที่มีคอร์ดขนานกัน
- ค่าโมเมนต์บนส่วนของโครงสร้างที่มีแรงเฉือนเป็นศูนย์ให้ค่าน้อยกว่าวิธีการอื่น

ข. วิธีการวิเคราะห์โดยพลังงานเสมือน

ข้อดี - วิเคราะห์ได้สดวกทั้งกรณีโครงสร้างเวียเรนดีลที่คอร์ดขนานและคอร์ดเอียง

ข้อเสีย - ต้องแก้สมการซึ่งมีตัวไม่ทราบค่าเท่ากับจำนวนแพแนลของโครงสร้าง

ค. วิธีการวิเคราะห์โดยวิธีแมทริก

ข้อดี - วิเคราะห์ได้สดวกทั้งโครงสร้างเวียเรนดีลที่คอร์ดขนานและคอร์ดเอียง

ข้อเสีย - จำนวนสมการที่เกี่ยวข้องในการหาคำตอบมีมาก ซึ่งไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องคิดเลขทั่ว ๆ ไป

3. ได้ทำการทดลองโครงสร้างเพื่อตรวจสอบพฤติกรรมและเปรียบเทียบผลกับการวิเคราะห์ทางทฤษฎีดังนี้

ก. ตรวจสอบโมเมนต์สมดุลย์ที่เกิดขึ้นบนส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างโดยอาศัยการวัดค่าความเครียดที่เกิดขึ้นเมื่อโครงสร้างมีน้ำหนักบรรทุกกระทำ

ข. ตรวจสอบระยะโก่งและการเคลื่อนที่ทางด้านข้างของจุดต่อของโครงสร้างโดยมาตรวัดระยะทาง

ค. โครงสร้างเวียเรนดีลที่ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กมีลักษณะน้ำหนักบรรทุก 1 กรณี

ง. โครงสร้างเวียเรนดีลที่ทำด้วยเหล็กรูปตัว I มีลักษณะน้ำหนักบรรทุก 3 กรณี

4. ผลการทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์ทางทฤษฎีให้ผลดังนี้

ก. น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 1 เมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกวิบัติมีค่าน้อยกว่า 0.3125 ค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองให้ค่าใกล้เคียงกับผลจากการวิเคราะห์ทางทฤษฎี ส่วนค่าระยะโก่งของจุดต่อของโครงสร้างที่ได้จากการทดลองมีค่ามากกว่า

การวิเคราะห์ทางทฤษฎี เมื่อน้ำหนักบรรทุกมีค่าเกินช่วงอีลาสติคของโครงสร้าง

ข. น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 2 เมื่ออัตราส่วนน้ำหนักบรรทุกต่อน้ำหนักบรรทุกสูงสุดมีค่าเป็น 0.4 ค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองให้ค่าใกล้เคียงกับผลจากการวิเคราะห์ทางทฤษฎี เมื่ออัตราส่วนดังกล่าวมากกว่า 0.4 ค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่ได้จากการทดลองจะมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ ส่วนค่าระยะโก่งที่ได้จากการทดลองน้อยกว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางทฤษฎี

ค. น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 3 ค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่ได้จากการทดลองกับการวิเคราะห์ทางทฤษฎีให้ค่าใกล้เคียงกันเมื่อน้ำหนักบรรทุกมีค่าน้อยและค่าระยะโก่งที่ได้จากการทดลองให้ค่าใกล้เคียงกับผลจากการวิเคราะห์ทางทฤษฎี

ง. น้ำหนักบรรทุกกรณีที่ 4 ผลการทดลองให้ค่าโมเมนต์สมดุลย์และค่าระยะโก่งที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ทางทฤษฎีเมื่อน้ำหนักบรรทุกมีค่าน้อย

5. จุดวิกฤติต่าง ๆ และข้อแนะนำในการออกแบบก่อสร้างมีดังนี้

ก. จุดวิกฤติต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น

ในการวิเคราะห์หาค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นบนส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างเพื่อคำนวณออกแบบ มีความจำเป็นที่จะต้องทราบถึงลักษณะของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับโครงสร้างให้ถูกต้อง เพราะแต่ละลักษณะของน้ำหนักบรรทุกทำให้เกิดโมเมนต์มากสุดบนแต่ละส่วนโครงสร้างไม่เหมือนกัน

ข. ข้อเสนอแนะในการคำนวณออกแบบก่อสร้าง

สำหรับโครงสร้างที่ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก การคำนวณหาขนาดของหน้าตัดโดยทฤษฎีประลัยโดยคิดเป็นแบบ คาน-เสา (Beam-Column) ควรใช้แฟคเตอร์น้ำหนัก (Load Factor) สำหรับน้ำหนักบรรทุกใช้งานเท่ากับ 2 (หัวข้อที่ 5.5.1)

ต้องตรวจสอบความสามารถในการรับแรงเฉือนของหน้าตัดของคอร์ดที่อยู่ใกล้ที่จุดรองรับ เพราะคอร์ดช่วงนี้ของโครงสร้างเกิดแรงเฉือนมากที่สุด

สำหรับโครงสร้างที่ทำด้วยเหล็ก ควรคำนึงถึงเสถียรภาพด้านข้างของโครงสร้าง กล่าวคือ ควรลดค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างลงในกรณีที่มีการยึดทางด้านข้างของโครงสร้างไม่เพียงพอ

7. เทคนิคในการก่อสร้างเพื่อให้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์

สำหรับโครงสร้างที่ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ควรเสริมเหล็กรับแรงดึงบนหน้าตัดที่รับโมเมนต์ดัดและรับแรงดึงร่วมแกนให้เพียงพอ

สำหรับโครงสร้างที่ทำด้วยเหล็ก ควรออกแบบข้อต่อของโครงสร้างให้เป็นแบบข้อยึดแข็งที่สามารถถ่ายแรงลัพธ์ต่าง ๆ ได้สมบูรณ์

8. ความเหมาะสมที่จะใช้โครงสร้างเวียเรนดีล

สำหรับโครงสร้างที่ทำด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก ควรใช้กับโครงสร้างเวียเรนดีลที่มีช่วงระหว่างจุดรองรับไม่มากนักและน้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับโครงสร้างมีค่าไม่มาก

สำหรับโครงสร้างที่ทำด้วยเหล็ก ควรใช้กับโครงสร้างเวียเรนดีลที่มีช่วงระหว่างจุดรองรับมาก ๆ และน้ำหนักบรรทุกที่กระทำกับโครงสร้างมีค่าสูงและเป็นโครงสร้างที่มีการยึดทางด้านข้างอย่างเพียงพอ

9. ข้อพิจารณาเบื้องต้นในการออกแบบโครงสร้างเวียเรนดีลมีดังนี้

เมื่อช่วงความยาวระหว่างจุดรองรับมีค่าคงที่ การลดจำนวนแพแนลของโครงสร้างให้มีจำนวนแพแนลน้อยลงหรือการลดค่าอัตราส่วนความสูงต่อความยาวแพแนลให้มีค่าน้อยลง จะเป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามรูปที่ 6.1, 6.2 และ 6.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่เกิดขึ้นบนส่วนของโครงสร้างในแนวดิ่งมีค่าลดลง แต่ค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่เกิดบนคอร์ดบน

และล่างมีค่าเพิ่มขึ้น

เมื่อช่วงความยาวระหว่างจุดรองรับมีค่าคงที่ การเพิ่มค่าอัตราส่วนความสูงต่อความยาวแพแนลให้มีค่ามากขึ้นตามรูปที่ 6.4, 6.5 และ 6.6 จะเห็นได้ว่าค่าโมเมนต์ที่เกิดขึ้นบนส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้างมีอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์สมดุลย์น้อย

เมื่อต้องการให้ค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่เกิดขึ้นบนคอร์ดบนและคอร์ดล่างมีค่าแตกต่างกันน้อย ควรจัดความถี่ของส่วนโครงสร้างในแนวดิ่งช่วงใกล้ ๆ จุดรองรับให้ถี่มากขึ้นและให้ส่วนโครงสร้างช่วงกึ่งกลางห่างกันมากขึ้นดังรูปที่ 6.7 จะทำให้ค่าโมเมนต์สมดุลย์ที่เกิดขึ้นบนทุกคอร์ดบนและคอร์ดล่างของโครงสร้างมีความแตกต่างกันน้อย

วิธีการคำนวณกำลังรับแรงลมของโครงสร้างเวียเรนดีลหรือระบบโครงสร้างเวียเรนดีลเกิดลักษณะจุดข้อหมุนขึ้นที่กึ่งกลางความสูงระหว่างชั้นของโครงสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 6.8