หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

ในการออกแบบโครงสร้างโดยทั่วไป เมื่อกำหนดลักษณะรูปร่าง น้ำหนักบรรทุกประลัย วัสดุและประเภทหน้าตัดของชิ้นส่วนมาให้ วิศวกรโครงสร้างจะออกแบบได้น้ำหนักรวมของวัสดุทั้งโครงสร้างไม่เท่ากัน ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดวัสดุและได้โครงสร้างที่ปลอดภัยด้วย จึงควรมีการวิจัยการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะที่สุด โดยการวิจัยนี้จะศึกษาวิธีพลาสติกสำหรับโครงเหล็กข้อแข็ง

การวิเคราะห์โดยวิธีพลาสติกสำหรับโครงสร้างเหล็กข้อแข็งที่ใช้กันมากมี 2 วิธีคือ วิธีกลไกวิบัติหรือวิธีจลน์ (Mechanism or Kinematic Method) และวิธีสมดุลย์หรือวิธีสถิตย์ (Equilibrium or Static Method) (1) การวิเคราะห์ด้วยมือทั้ง 2 วิธีจะเสียเวลามาก โดยเฉพาะโครงสร้างที่ใหญ่และซับซ้อน ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์จะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ การวิเคราะห์โดยวิธีกลไกวิบัติจะเร็วกว่าวิธีสมดุลย์มาก (2) เพราะสามารถสร้างกลไกวิบัติแบบอิสระด้วยตัวเอง ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงใช้วิธีกลไกวิบัติหรือวิธีจลน์

1.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

การออกแบบโครงเหล็กข้อแข็งอย่างเหมาะที่สุดเริ่มเป็นที่สนใจมาก เมื่อเกิดทฤษฎีพลาสติกขึ้นใน ค.ศ 1950 Foulkes (1953) Grierson และ Gladwell (3) สมมุติฟังก์ชันน้ำหนักเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดัดพลาสติก และเสนอการออกแบบอย่างเหมาะที่สุดโดยวิธีจลน์สำหรับน้ำหนักบรรทุก 1 ประเภท โดยใช้กำหนดการเชิงเส้น Cohn และคณะ (4) เสนอการออกแบบอย่างเหมาะที่สุด โดยวิธีสถิตย์และวิธีจลน์ สำหรับน้ำหนักบรรทุกหลายประเภท พบว่าหน้าตัดของชิ้นส่วนในแต่ละกลุ่มของทั้งสองวิธีอาจได้ผลลัพธ์ไม่เหมือนกัน แต่น้ำหนักรวมของ

ชิ้นส่วนทั้งโครงสร้างจะได้เท่ากัน ผลงานวิจัยที่กล่าวมานี้ ล้วนแต่ได้ผลลัพธ์ขนาดหน้าตัดทางทฤษฎีเมื่อคำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว

Ketter (5) ได้เสนอการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะที่สุด สำหรับโครงเหล็กข้อแข็งเกเบิ้ล และโครงเหล็กข้อแข็งรูปสี่เหลี่ยม โดยเสนอในรูปของกราฟ แต่วิธีนี้มีข้อจำกัดคือใช้ได้เฉพาะโครงสร้างสูง 1 ชั้นและฐานรองรับชนิดหมุนเท่านั้น และได้ผลลัพธ์ขนาดหน้าตัดทางทฤษฎีเมื่อคำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว

Toakley (6) Horne และ Morris (7) และ ก่อเกียรติ (10) ได้เสนอการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะที่สุด สำหรับโครงเหล็กหลายชั้น โดยได้ขนาดหน้าตัดจริงจากการออกแบบ แต่ผลงานวิจัยทั้งสามนี้ ก็มีข้อจำกัดที่ใช้ได้เฉพาะโครงเหล็กข้อแข็งรูปสี่เหลี่ยมและฐานรองรับชนิดยึดแน่นเท่านั้น

การศึกษาสำหรับการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะที่สุด สำหรับโครงเหล็กข้อแข็งทุกรูปร่างนั้น เพิ่งเริ่มต้นมาไม่นานนัก ในปี ค.ศ 1979 Watwood (9) ได้เสนอการสร้างกลไกวิบัติแบบอิสระโดยอัตโนมัติ สำหรับโครงข้อแข็งทุกรูปร่าง ต่อมา Adeli และ Chyou (2) ได้ใช้วิธีการของ Watwood (9) ดังกล่าว เสนอการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะที่สุด สำหรับโครงเหล็กข้อแข็งทุกรูปร่าง แต่ผลงานวิจัยของ Adeli และ Chyou (2) นี้ คำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียวในสมการเงื่อนไขบังคับ และได้ผลลัพธ์เป็นขนาดหน้าตัดทางทฤษฎีเมื่อคำนึงถึงเฉพาะแรงดัดพลาสติกอย่างเดียว วิธีการที่เสนอโดย Watwood (9) Adeli และ Chyou (2) นี้ เป็นวิธีที่ดี เพราะสามารถใช้ได้สำหรับโครงเหล็กข้อแข็งทุกรูปร่าง งานวิจัยนี้จึงใช้หลักการนี้ สำหรับการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะที่สุด สำหรับโครงเหล็กข้อแข็งทุกรูปร่าง โดยคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกน และการสูญเสียเสถียรภาพในระนาบของการดัดและการโก่งเดาะและบิดด้านข้าง ต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับไว้ด้วย และได้ขนาดหน้าตัดจริงจากการออกแบบด้วย

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การศึกษาการคำนวณออกแบบอย่างเหมาะที่สุดโดยวิธีพลาสติก สำหรับโครงเหล็กข้อแข็งทุกรูปร่าง มีหลายขั้นตอนที่จะให้ได้โครงสร้างที่ประหยัด และมีความปลอดภัยด้วย ในการศึกษานี้มีวัตถุหลักคือ

1. ศึกษาพฤติกรรมการรับแรงของโครงเหล็กข้อแข็งสูงปานกลาง
2. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างเหล็กโดยวิธีพลาสติก
3. ศึกษาวิธีการออกแบบเพื่อให้ได้น้ำหนักรวมของโครงสร้างน้อยที่สุด
4. ศึกษากำหนดการเชิงเส้นเพื่อนำมาประยุกต์ในการออกแบบในข้อ 3
5. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบในข้อ 3 โดยใช้กำหนดการเชิงเส้น
6. ศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักรวมของโครงสร้างกับวิธีการออกแบบทั่วไป

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1. การออกแบบเป็นวิธีวิเคราะห์อันดับที่หนึ่ง ดังนั้นจึงใช้กับโครงเหล็กข้อแข็งสูงปานกลาง

2. การออกแบบคำนึงถึงเฉพาะความสามารถในการรับน้ำหนัก โดยไม่คำนึงถึงค่าขอบเขตการโก่งตัว

3. การออกแบบไม่คำนึงถึงกลไกวิบัติโดยแรงในแนวแกน (Axial Collapse)

4. การออกแบบจะให้แรงลมกระทำกับโครงสร้างด้านซ้ายมือ

5. การออกแบบสามารถใช้กับโครงเหล็กข้อแข็งทุกรูปร่าง ชนิดไร้ตัวโยงทะแยง

6. การออกแบบใช้กับน้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุด และสามารถมีหลายประเภทได้

7. การออกแบบคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกน การสูญเสียเสถียรภาพในระนาบของการดัด และการสูญเสียเสถียรภาพโดยการโก่งเดาะและบิดด้านข้าง ต่อแรงดัดพลาสติกในสมการเงื่อนไขบังคับด้วย

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์และออกแบบโครงสร้างเหล็กโดยวิธีพลาสติก

2. ศึกษาวิธีการออกแบบเพื่อให้ได้น้ำหนักรวมของโครงสร้างน้อยที่สุด รวมทั้งศึกษากำหนดการเชิงเส้นที่จะนำมาประยุกต์

3. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อให้การออกแบบได้น้ำหนักรวมของโครงสร้างน้อยที่สุด

4. ศึกษาเปรียบเทียบน้ำหนักรวมของโครงสร้าง กับการออกแบบโดยวิธีอื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย