บทที่ 1

บทนำ

ความนำ

การวิเคราะห์โครงเหล็กข้อแข็งที่สมมุติให้ได้ค่าที่มีความละเอียดถูกต้องใกล้เคียงกับโครงสร้างจริงนั้นขึ้นอยู่กับการสมมุติโครงสร้างและสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งานของค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ เช่น ถ้าต้องการวิเคราะห์โครงข้อแข็งเพื่อนำค่าการตอบสนองมาใช้ในการออกแบบในช่วงอีลาสติก และหากโครงข้อแข็งและองค์อาคารมีความชะลูดไม่สูงมากนัก การวิเคราะห์อีลาสติกอันดับแรกซึ่งจะสมมุติให้องค์อาคารเป็นอีลาสติกและไม่คำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนต่อสตีฟเนสของโมเมนต์และแรงเฉือนนับว่าเพียงพอต่อการใช้งาน แต่ถ้าหากว่าโครงข้อแข็งและองค์อาคารมีความชะลูดสูงการวิเคราะห์อีลาสติกอันดับแรกอาจจะไม่เพียงพอที่จะทำนายค่าการตอบสนองเพื่อใช้ออกแบบได้ จำเป็นต้องวิเคราะห์อีลาสติกอันดับที่สอง ซึ่งจะคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนต่อค่าสตีฟเนสของโมเมนต์และแรงเฉือนและผลของการดัดจากโมเมนต์ต่อการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวแกนด้วย

หากวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์เพื่อทำนายพฤติกรรมของโครงสร้าง จนเกิดการวิบัติ โดยคำนึงถึงขีดจำกัดความเป็นสัดส่วนของวัสดุ ในกรณีโครงเหล็กข้อแข็ง ถ้าสมมุติให้เหล็กเป็นวัสดุอีลาสติก - พลาสติกสมบูรณ์ จะทำการวิเคราะห์ได้หลายแบบ ได้แก่

- การวิเคราะห์อีลาสติก - พลาสติกอันดับที่หนึ่ง (First - Order Elastic - Plastic Analysis) เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างที่คำนึงถึงขีดจำกัดความเป็นสัดส่วนของวัสดุ แต่ไม่คำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนต่อค่าสตีฟเนสของโมเมนต์และแรงเฉือน และผลของการดัดจากโมเมนต์ต่อค่าสตีฟเนสของแรงในแนวแกน

- การวิเคราะห์อีลาสติก - พลาสติกอันดับที่สอง (Second - Order Elastic - Plastic Analysis) เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างที่คำนึงถึงขีดจำกัดความเป็นสัดส่วนของวัสดุ

และคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนต่อค่าสตีฟเนสของโมเมนต์และแรงเฉือน และผลของการดัดจากโมเมนต์ต่อค่าสตีฟเนสของแรงในแนวแกน

- การวิเคราะห์อินอีลาสติกอันดับที่สอง (Second - Order Inelastic Analysis) เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างที่คำนึงถึงขีดจำกัดความเป็นสัดส่วนของวัสดุและการกระจายของหน่วยแรงและความเครียดทั่วทั้งโครงสร้าง และคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนต่อค่าสตีฟเนสของโมเมนต์และแรงเฉือน และผลของการดัดจากโมเมนต์ต่อค่าสตีฟเนสของแรงในแนวแกน

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาวิธีการวิเคราะห์อีลาสติก - พลาสติกอันดับที่สอง โดยอาศัยการสร้างสตีฟเนสขององค์อาคารคาน - เสา โดยคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนต่อค่าสตีฟเนสของโมเมนต์และแรงเฉือน แล้วนำมารวมกันโดยวิธีการรวมสตีฟเนสโดยตรง (Direct Stiffness) แล้วนำไปแก้สมการเมตริกซ์ โดยการกำจัดแบบเกาซ์ (Gauss Elimination) แล้วเพิ่มน้ำหนักขึ้นเรื่อย ๆ (Direct Increment) จนกระทั่งโครงสร้างเกิดการวิบัติ ซึ่งอาจจะเกิดจากการเกิดจุดหมุนพลาสติก จนเกิดกลไกการวิบัติ (Failure Mechanism) หรือเกิดการวิบัติแบบโก่งเดาะ (Buckling) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้ง 2 อย่าง

<u>ความเป็นมา</u>

การศึกษาพฤติกรรมของโครงเหล็กข้อแข็งจนถึงจุดวิบัติ โดยคำนึงถึงความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต และความไม่เชิงเส้นของวัสดุ มีการศึกษา และพัฒนาปรับปรุง การวิเคราะห์ให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมของโครงสร้างจริง มีงานวิจัยที่ทำก่อนหน้านี้ดังต่อไปนี้

ปี ค.ศ. 1968 Korn and Galambos เสนอวิธีการวิเคราะห์อีลาสติก-พลาสติกของโครงเหล็กข้อแข็ง โดยอาศัยสมการปรับปรุงการวิเคราะห์โดยอาศัยมุมและการโก่ง (Slope Deflection Equations) ในการสร้างสตีฟเนสขององค์อาคารการหาจุดหมุนพลาสติกในโครงสร้างอาศัยการประมาณเส้นตรง (Linear Interpolation) และใช้สมการความสัมพันธ์ของแรงในแนวแกนกับความสามารถในการรับโมเมนต์พลาสติกของ AISC

ปี ค.ศ. 1973 Chitti Vijakkhana เสนอวิธีการวิเคราะห์อีลาสติก-พลาสติกของโครงเหล็กข้อแข็งแบบประมาณโดยอาศัย Δ-function และใช้วิธีการหาจุดหมุนพลาสติกเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Korn and Galambos

ปี ค.ศ. 1983 Kassimali เสนอวิธีการวิเคราะห์อีลาสติก-พลาสติกของโครงเหล็กข้อแข็ง โดยพิจารณา การเปลี่ยนแปลงรูปร่างมีค่ามาก (Large Deflection Analysis) และวิธีการหาจุดหมุนพลาสติกเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Korn and Galambos ซึ่งพบว่าผลการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ตามงานวิจัยของ Korn and Galambos

ปี ค.ศ. 1990 Ram Chanda และ Prem Krishna อาศัยการสร้างสตีฟเนสซีแคนท์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แทนสตีฟเนสสัมผัส (Tangent Stiffness) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์เชิงเลขด้วย นิวตัน - แรพสัน ซึ่งพบว่าวิธีการที่เสนอ ลู่เข้าหาคำตอบช้ากว่า วิธีการสตีฟเนสสัมผัสแต่เสถียรภาพเชิงเลขดีกว่า ลดปัญหาการไม่ลู่เข้าหาคำตอบ ซึ่งจะพบในบางครั้งในการวิเคราะห์ด้วย นิวตัน - แรพสัน

ปี พ.ศ. 2535 สัญญา เพชรเนียม อาศัยวิธีการวิเคราะห์โครงเหล็กข้อแข็งด้วยอาศัยวิธีคุณสมบัติของชิ้นส่วนมีค่าเป็นลบ(Negative Properties Fictitious Member Method) เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างโดยปรับปรุงค่าที่ได้จากการวิเคราะห์อันดับที่หนึ่ง ให้คำนึงถึงความไม่เชิงเส้น ของโครงเหล็กข้อแข็งในระดับรวม (Global Scale) ในรูปของ P - Δ Effect และใช้วิธีการหาจุดหมุนพลาสติกเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Korn and Galambos

ปี พ.ศ. 2536 บุญแสง สิริรัตน์ชูวงศ์ ได้ปรับปรุงงานของสัญญา เพชรเนียมโดยพิจารณาผลของการย้อนกลับของพลาสติกโมเมนต์กล่าวคือ เมื่อแรงในแนวแกนเพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการต้านโมเมนต์ของหน้าตัด ณ.จุดที่เกิดจุดหมุนพลาสติกมีค่าลดลง และใช้ Lagrange Interpolation ในการค้นหาการเกิดจุดหมุนพลาสติก

ปี ค.ศ. 1989 Goto and Chen ได้สร้างสตีฟเนสขององค์อาคารคาน-เสา โดยอาศัยโดยคำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนต่อค่าสตีฟเนสของโมเมนต์และแรงเฉือน และผลของการดัดเนื่องจากโมเมนต์ ต่อการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวแกน แล้วจัดรูปสตีฟเนสขององค์อาคารคาน - เสาในรูปของอนุกรมกำลัง เพื่อลดความไม่มีเสถียรภาพของฟังก์ชันตรีโกณมิติและฟังก์ชันไฮเปอร์โบลิคในสัมประสิทธิ์ของสตีฟเนสโมเมนต์และแรงเฉือนในกรณีแรงในแนวแกนมีค่าต่ำ ตลอดจนสามารถทำให้ใช้สมการเดียว แทนค่าได้ทั้งกรณีแรงในแนวแกนเป็น

แรงอัดและแรงดึง สำหรับในงานวิจัยของ Goto and Chen, 1987 นี้ได้พิจารณาโครงสร้างเฉพาะช่วงอีลาสติกเท่านั้น

งานที่ทำในงานวิจัยนี้

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาโดยนำเอาหลักการวิเคราะห์อีลาสติกอันดับที่สองที่ทำการสร้างเมตริกซ์สตีฟเนส ในรูปของเมตริกซ์ของอนุกรมกำลัง ตามแนวทางงานวิจัยของ Goto and Chen, 1987 มาประยุกต์ใช้ในการสร้างเมตริกซ์สตีฟเนสที่ใช้ในการวิเคราะห์อีลาสติก - พลาสติกอันดับที่สอง โดยนำไปประยุกต์ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างเหล็กข้อแข็ง ซึ่งพิจารณาความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต และ ความไม่เชิงเส้นของวัสดุ โดยที่ความไม่เชิงเส้นของวัสดุนั้น จะสมมุติให้ค่าความสัมพันธ์ของหน่วยแรง - ความเครียดเป็นแบบ Bilinear และ เป็นวัสดุอีลาสติก-พลาสติกสมบูรณ์ ความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตพิจารณาได้จากความสัมพันธ์ของผลของแรงในแนวแกนกับค่าสตีฟเนสของโมเมนต์และแรงเฉือนในรูปของฟังก์ชันเสถียรภาพ (Stability Functions) ในรูปอนุกรมเทเลอร์และใช้วิธีเพิ่มน้ำหนักขึ้นเรื่อย ๆ (Direct Increment) แล้วตรวจสอบการเกิดจุดหมุนพลาสติกโดยอาศัยสมการความสัมพันธ์ของแรงในแนวแกนกับความสามารถในการรับโมเมนต์พลาสติกของ AISC

วัตถุประสงค์

1.ศึกษาวิธีการวิเคราะห์โครงเหล็กข้อแข็งระนาบโดยใช้วิธีอีลาสติก - พลาสติกอันดับที่สอง

2. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์ผลการตอบสนอง

3. ศึกษา และเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้ กับงานวิจัยที่ผ่านมา

4. เสนอแนะหลักการวิเคราะห์สำหรับใช้ในขั้นต่อไป

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอน และวิธีการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาวิธีการสร้างสตีฟเนสที่ใช้สำหรับการวิเคราะห์อันดับที่สอง และผลของแรงในแนวแกนต่อค่าโมเมนต์พลาสติก

2. ศึกษาข้อจำกัด สมมุติฐาน วิธีการของการวิเคราะห์อันดับที่สอง และการวิเคราะห์อีลาสติก - พลาสติก

3. ศึกษาวิธีการเชิงเลข เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา และหาผลการตอบสนอง ซึ่งวิธีดังกล่าวนำไปเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากผลการศึกษาดังกล่าว

5. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยที่ผ่านมา