บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

ในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก สิ่งสำคัญที่เราสนใจก็คือการตอบสนองของโครงสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนตำแหน่งหรือแรงภายในที่เกิดขึ้นที่จุดต่าง ๆ ณ สภาวะใช้งานหรือภายใต้แรงกระทำที่โครงสร้างนั้นได้รับการออกแบบมา แต่การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีดังกล่าวจะไม่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับขอบเขตของกำลังของโครงสร้างที่สภาวะเกิดการวิบัติ ดังนั้นเพื่อที่จะทราบถึงค่าของแรงกระทำที่จะทำให้โครงสร้างเกิดการวิบัติ เราอาจจะใช้การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีพลาสติก แต่อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีพลาสติก ก็ไม่อาจให้ข้อมูลดังที่เราได้รับจากการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติกดังได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้น การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก ซึ่งหมายถึงการวิเคราะห์โครงสร้างเมื่อได้รับแรงกระทำตั้งแต่ น้ำหนักบรรทุกใช้งาน และเพิ่มน้ำหนักบรรทุกขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดการคลากขึ้นที่บางบริเวณ ในขณะที่บริเวณอื่นยังคงมีพฤติกรรมอยู่ในช่วงอิลาสติกอยู่ การเพิ่มน้ำหนักบรรทุกจะเพิ่มขึ้นต่อไปอีก ซึ่งจะทำให้บริเวณอื่นเกิดการคลากเพิ่มขึ้น ลักษณะเช่นนี้จะเกิดขึ้นจนกระทั่งเกิดจุดหมุนพลาสติกจำนวนมากพอที่จะทำให้โครงสร้างเกิดสภาวะไม่เสถียรภาพหรือเกิดกลไกวิบัติขึ้น จึงเป็นวิธีวิเคราะห์โครงสร้างซึ่งจะให้ข้อมูลที่เราได้รับจากทั้ง การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก และ วิธีพลาสติก และนอกจากนี้ยังทราบถึง พฤติกรรมของโครงสร้างในช่วงระหว่างสภาวะใช้งานจนถึงสภาวะที่เกิดการวิบัติด้วย อนึ่งการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก อาจจะประกอบขึ้นจากการวิเคราะห์อันดับแรก หรือ การวิเคราะห์อันดับที่สองก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่า ความต้อง

การความถูกต้องของผลการวิเคราะห์มีมากน้อยเพียงใด สำหรับในงานวิจัยครั้งนี้ จะเป็นในลักษณะที่จะเพิ่มหลักการบางอย่างเข้ากับการวิเคราะห์อันดับแรก เพื่อที่จะให้ผลการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับการใช้การวิเคราะห์อันดับที่สอง สำหรับลักษณะของการวิเคราะห์โครงสร้างดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นทั้งหมด ซึ่งเป็นรูปแบบของการจำลองทางคณิตศาสตร์ของพฤติกรรมทางโครงสร้าง อาจจะแสดงได้ดังในรูปที่ 1.1

1.2 งานวิจัยที่ผ่านมา

ในปี ค.ศ. 1963 Wang (2) ได้เสนอหลักการพื้นฐานสำหรับการใช้คอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก โดยหลักการที่เสนอจะใช้การวิเคราะห์อันดับแรก โดยสามารถติดตามตำแหน่งและลำดับของการเกิดจุดหมุนพลาสติกทุก ๆ จุด จนกระทั่งโครงสร้างเกิดการวิบัติและจะแสดงค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกสะสม (Cumulative Load Factor) ค่าการเปลี่ยนตำแหน่ง (Displacements) และค่าแรงภายใน (Internal Forces) ที่ข้อต่อ ในแต่ละครั้งที่จุดหมุนพลาสติกเกิดขึ้น โดยไม่คำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง พลาสติกโมเมนต์หรือกำลังรับน้ำหนักขององค์อาคาร และความไม่เสถียรภาพ

ในปี ค.ศ. 1965 Harrison (3) ได้ปรับปรุงหลักการบางอย่างของ Wang (2) เช่น เงื่อนไขในการตรวจสอบการวิบัติของโครงสร้าง การหาค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก เป็นต้น แต่หลักการส่วนใหญ่ยังคงดำเนินตามที่ Wang (2) เสนอไว้

สำหรับผลงานวิจัยของ 2 ท่านนี้ มีพื้นฐานมาจากการวิเคราะห์อันดับแรก ซึ่งไม่คำนึงถึงความไม่เป็นเชิงเส้นของรูปร่างทางเรขาคณิต (Geometric Nonlinearity) และความไม่เป็นเชิงเส้นของวัสดุ (Material Nonlinearity) แต่เนื่องจากการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โครงสร้าง ณ จุดที่แรงกระทำมีค่ามาก และผลของการเปลี่ยนแปลงรูปร่างที่มีต่อสมการสมดุลย์ของโครงสร้าง จำเป็นต้องพิจารณาถึง ดังนั้นในงานวิจัยต่อๆมา จึงใช้รูปแบบของการวิเคราะห์ที่เป็นการวิเคราะห์

อันดับที่สอง เพื่อที่จะให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แท้จริงของโครงสร้างมากขึ้น

ในปี ค.ศ. 1968 Korn และ Galambos (4) ได้เสนอวิธีการในการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก โดยใช้การวิเคราะห์อันดับที่สอง กล่าวคือ สมการของการสมดุลย์จะกำหนดจากรูปร่างของโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงไป (Deformed Structural Configuration) ดังนั้น ผลของกำลัง (Strength) และความเสถียร (Stability) จึงถูกรวมเข้าไปในการวิเคราะห์โดยอัตโนมัติ

ในปี ค.ศ. 1983 Kassimali (5) ได้เสนอวิธีการสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก โดยใช้การวิเคราะห์ที่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างมีค่ามาก (Large Deformation Analysis) ซึ่งมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของออยเลอร์และวิธีทำซ้ำของนิวตัน-ราฟสัน อย่างไรก็ตามผลการวิเคราะห์ที่ได้ก็ยังใกล้เคียงกับของ Korn และ Galambos (4)

ในปี ค.ศ. 1989 Gharpuray และ Aristizabal-Ochoa (6) ได้เสนออัลกอริธึมอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก โดยใช้การวิเคราะห์อันดับที่สอง ผลการวิเคราะห์ที่ได้ใกล้เคียงกับของ Korn และ Galambos (4)

1.3 วัตถุประสงค์

1.3.1 ศึกษาการวิเคราะห์โครงสร้าง ด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก ในโครงเหล็กข้อแข็ง

1.3.2 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ดังกล่าว

1.3.3 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้กับงานวิจัยที่ผ่านมา

1.4 ขอบข่ายงานวิจัย

1.4.1 เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างที่มีลักษณะเป็น โครงข้อแข็งระนาบชนิดไม่ค้ำยัน และ เป็นการวิเคราะห์อันดับแรก

1.4.2 พิจารณาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเนื่องจากผลของแรงดัด แรงในแนวแกน และแรงเฉือน

1.4.3 พิจารณาผลกระทบซึ่งกันและกัน (Interaction) ระหว่างแรงในแนวแกนกับแรงดัดขององค์อาคารที่รับแรงในแนวแกนและแรงดัดร่วมกัน ทั้งในแง่ของกำลัง (Strength) และ ความเสถียร (Stability)

1.4.4 แรงกระทำมีลักษณะเป็นแรงสถิตย์ และเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอจนกระทั่งเกิดการวิบัติ โดยกระทำเฉพาะที่จุดต่อเท่านั้น

1.4.5 มีการป้องกันการโค้งงอเฉพาะที่และการโค้งงอและบิดด้านข้าง

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

1.5.1 ศึกษาข้อจำกัด สมมุติฐาน วิธีการ และการนำไปใช้ ของการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก สำหรับโครงเหล็กข้อแข็งในงานวิจัยที่ผ่านมา

1.5.2 ศึกษา ผลกระทบซึ่งกันและกัน (Interaction) ระหว่างแรงในแนวแกนกับแรงดัด ซึ่งมีผลต่อเงื่อนไขในการเกิดจุดหมุนพลาสติก และนำไปประยุกต์ใช้กับการคำนวณหาค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก(Load Factor)

1.5.3 ศึกษาผลของแรงในแนวแกนและแรงดัด ซึ่งสอดคล้องตามเงื่อนไขในการเกิดจุดหมุนพลาสติก ที่มีผลต่อสติฟเนสขององค์อาคาร

1.5.4 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากผลการศึกษาที่ได้เพื่อการวิเคราะห์ดังกล่าว

1.5.5 เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้กับงานวิจัยที่ผ่านมา

1.5.6 สรุปผลการวิเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยครั้งนี้