บทที่ 1
บทนำ

ความนำ

ในการวิเคราะห์โครงสร้างทั่วไปด้วยวิธีเชิงเส้น (Linear analysis) สำหรับโครงสร้างที่มีความชะลูด (Slenderness) น้อยนั้นสามารถให้ผลลัพธ์ที่ถูกต้องในระดับหนึ่งที่สามารถคาดคะเนพฤติกรรมของโครงสร้างได้ แต่ถ้าโครงสร้างมีความชะลูดมาก การวิเคราะห์โครงสร้างแบบอิลาสติกอันดับที่สองที่คำนึงถึงผลของความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต (Geometrical nonlinearity) จะทำให้ผลลัพธ์ถูกต้องมากยิ่งขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนตำแหน่งของโครงสร้างขณะรับแรงกระทำมีผลทำให้เกิดแรงดัด (Bending moment) เพิ่มขึ้นในโครงสร้าง และลดความสามารถในการรับแรงของโครงสร้างลง แรงดัดที่เพิ่มขึ้นนี้เรียกว่า "ผลอันดับที่สอง" (Secondary effect หรือ P - Δ effect) ที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากแรงดัดที่คำนวณได้จากทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงเส้น (ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ , 2533) และเพื่อให้ผลลัพธ์ของค่าต่างๆ ในการวิเคราะห์สอดคล้องกับพฤติกรรมของโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กมากยิ่งขึ้น ดังนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงผลของความไม่เชิงเส้นทางวัสดุ (Material nonlinearity) ด้วย

ในงานวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์โครงสร้างอิลาสติกอันดับที่สองของโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยการสร้างสติฟเนสเมตริกซ์ที่พิจารณาผลของการแตกร้าวของคอนกรีตและความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตผนวกเข้ากับการวิเคราะห์เนื่องจากผลของความไม่เชิงเส้นทางวัสดุ เพื่อคำนวณหาน้ำหนักบรรทุกสูงสุดในช่วงอิลาสติกของโครงสร้างให้ใกล้เคียงกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงของโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็ก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี ค.ศ. 1978 Tunwa Sirisreetreerux เสนอวิธีการวิเคราะห์โครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กโดยใช้วิธีทำซ้ำ ที่มีขั้นตอนการพิจารณา 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือการคำนวณความไม่เชิงเส้นของวัสดุด้วยวิธี P-M-ϕ Curve ในแต่ละชิ้นส่วนย่อย ผนวกเข้ากับขั้นตอนการวิเคราะห์โครงสร้างจากสมการที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงภายนอกกับความโค้ง โดยมีค่าความโค้งเป็นตัวไม่รู้

ค่า คำนวณจนกระทั่งค่าแรงในแนวแกนและความโค้งที่ได้ไม่ต่างจากรอบการคำนวณที่แล้ว วิธีที่เสนอนี้ไม่ได้รวมผลของความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตมาคำนวณด้วย

ปี ค.ศ. 1979 Seniwongse M. เสนอวิธีการวิเคราะห์อินอิลาสติกของโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กโดยอาศัยการสร้างสติฟเนสของคานให้มีสปริงต้านทานการหมุน (Rotational spring) ที่ปลายคานทั้ง 2 ข้าง เพื่อเป็นตัวแทนของจุดหมุนพลาสติกโดยมีสมมติฐานว่าความสัมพันธ์ของโมเมนต์และมุมหมุนเป็นแบบ Bilinear และชิ้นส่วนของคานยังคงเป็นอิลาสติกเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเนื่องจากแรงดัดแต่เป็นอินอิลาสติกเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเนื่องจากแรงในแนวแกน

ปี ค.ศ. 1987 Pulmono และ Yong Sik Shin เสนอวิธีการวิเคราะห์การโก่งของคานคอนกรีตเสริมเหล็กที่รับน้ำหนักบรรทุกในทันทีทันใด โดยอาศัยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการสร้างสติฟเนสของคาน ด้วยการสมมติให้ความสัมพันธ์ของโมเมนต์ความเฉื่อยตลอดความยาวของชิ้นส่วนเป็นแบบพาราโบลาในขณะที่คอนกรีตเกิดการแตกร้าวขึ้นเนื่องจากหน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่าหน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของคอนกรีต ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ให้ผลได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดสอบ

ปี ค.ศ. 1989 Carol และ Murcia เสนอวิธีการวิเคราะห์ความไม่เชิงเส้นของโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กโดยอาศัยการสร้างสติฟเนสขององค์อาคารคาน - เสาที่คิดถึงผลอันดับที่สองผนวกเข้ากับการวิเคราะห์หน้าตัดย่อยภายในชิ้นส่วนขององค์อาคารซึ่งการวิเคราะห์หน้าตัดได้แบ่งหน้าตัดเป็น Layer เพื่อวิเคราะห์หาคุณสมบัติของหน้าตัดที่เปลี่ยนแปลงไป

ปี ค.ศ. 1989 El - Metwally และ Chen เสนอวิธีการคำนวณค่าความแข็งแกร่งสัมผัสทางแนวแกน (Tangent axial rigidity) และทางแรงดัด (Tangent flexural rigidity) ของหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็กได้โดยตรงจากความสัมพันธ์ของ แรง - ความเครียดในแนวแกน และ ความสัมพันธ์ของ โมเมนต์ - ความโค้ง ตามลำดับซึ่งพบว่าผลการวิเคราะห์มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดสอบ

ปี ค.ศ. 1991 Chen และ Lui ศึกษาสติฟเนสเมตริกซ์ของโครงข้อแข็ง 2 มิติ พิจารณาความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตของโครงสร้างโดยวิธีการทางไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite element method) ซึ่งตรงกับที่เสนอโดย Zienkiewics and Taylor ที่เสนอไว้ในหนังสือ The finite element method Vol.2 และตรงกับ Cook, Malkus and Plesha ที่เสนอไว้ในหนังสือ Concepts and applications of finite element analysis

งานวิจัยที่กำลังจะศึกษาต่อไป

งานวิจัยที่จะศึกษาต่อไปนี้เป็นการนำหลักการวิเคราะห์อิลาสติกอันดับที่สอง จากการสร้างสติฟเนสเมตริกซ์ที่คำนึงถึงผลของการแตกร้าวของคอนกรีตในกรณีที่หน่วยแรงดึงที่เกิดขึ้นมากกว่าหน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของคอนกรีตจะสมมติให้ค่าสติฟเนสมีลักษณะแปรเปลี่ยนแบบพาราโบลาตลอดความยาวขององค์อาคาร โดยนำไปประยุกต์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งพิจารณาความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต เนื่องจากผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดและแรงตามแนวแกนในสภาวะที่โครงสร้างเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งไป และ ความไม่เชิงเส้นทางวัสดุร่วมกัน โดยที่ความไม่เชิงเส้นทางวัสดุนั้นวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์หน้าตัด (Section analysis) และใช้วิธีเพิ่มน้ำหนักขึ้นเรื่อยๆ (Direct increment) จนเสถียรภาพของโครงสร้างหมดไป

วัตถุประสงค์

1.เพื่อศึกษาพฤติกรรม คำนวณแรงภายใน (Internal force) และการเปลี่ยนตำแหน่ง (Displacements) ของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กขณะรับน้ำหนักบรรทุกจนถึงจุดวิบัติ โดยพิจารณาทั้งความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตของโครงสร้างและความไม่เชิงเส้นทางวัสดุร่วมกัน

2. ผลการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและวิจัยขั้นสูงต่อไป

ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตของโครงข้อแข็งในระนาบ 2 มิติ
2. ศึกษาวิธีการวิเคราะห์ความไม่เชิงเส้นทางวัสดุของโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็ก
3. ศึกษาข้อจำกัด สมมติฐาน และวิธีการวิเคราะห์ที่รวมผลของความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตและความไม่เชิงเส้นทางวัสดุเข้าด้วยกัน
4. พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากผลการศึกษาที่ได้เพื่อการวิเคราะห์ดังกล่าว
5. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ที่ได้กับงานวิจัยอื่นที่ผ่านมาและสรุป

<u>ขอบข่ายการวิจัย</u>

1. เป็นการวิเคราะห์อิลาสติกอันดับที่สองของโครงข้อแข็งคอนกรีตเสริมเหล็กในระนาบ 2 มิติ
2. พิจารณาพฤติกรรมไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต โดยคำนึงถึงผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างแรงดัดและแรงตามแนวแกนในสภาวะที่โครงสร้างเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งไป
3. พิจารณาพฤติกรรมไม่เชิงเส้นทางวัสดุของคอนกรีตเสริมเหล็ก
4. พิจารณาถึงผลปฏิสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต และทางวัสดุของคอนกรีตเสริมเหล็ก
5. หน้าตัดของโครงสร้างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสมมาตรกับระนาบ
6. ที่จุดต่อของชิ้นส่วนในโครงสร้างจะต้องเป็นข้อแข็ง (Rigid joint)
7. แรงภายนอกที่กระทำกับโครงสร้างเป็นแรงสถิตย์