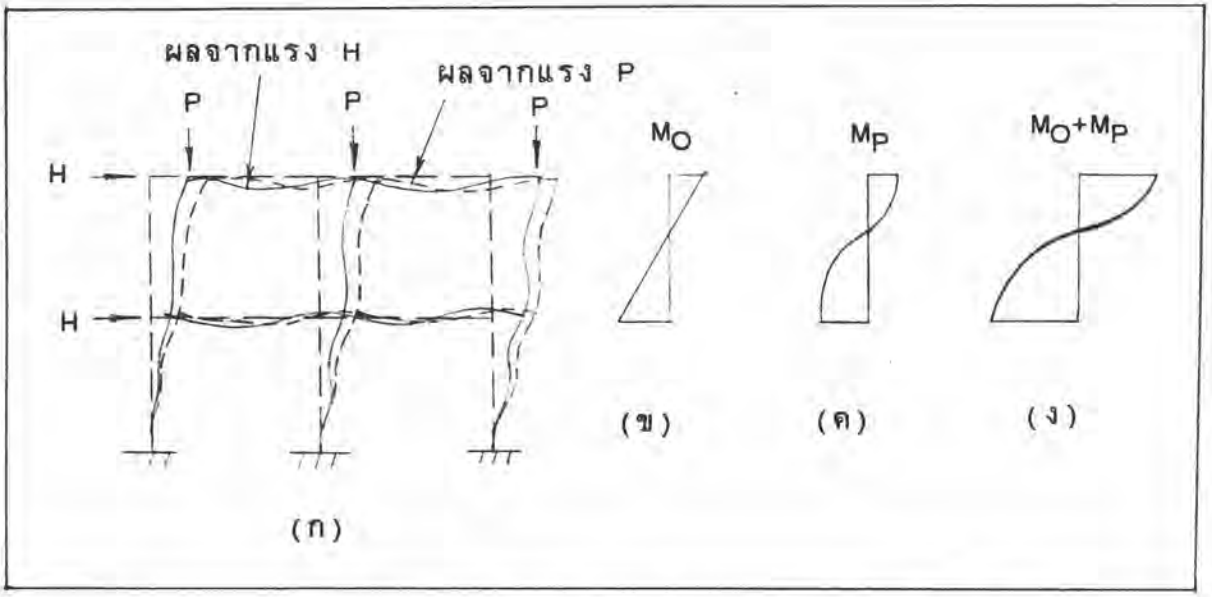
บทที่ 1

บทนำ

คำนำ

สำหรับอาคารที่สูงไม่มากนักหรือมีอัตราส่วนความชะลูด (Slenderness Ratio) น้อย (อัตราส่วนความสูงต่อความกว้างน้อยกว่า 4 โดยประมาณ) การคำนวณออกแบบโครงสร้างโดยใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงเส้น(Linear Analysis Theory) ซึ่งจะให้ความสัมพันธ์ของแรงกระทำกับโครงสร้างกับการเปลี่ยนตำแหน่งของโครงสร้างเป็นเส้นตรงนั้นจะเป็นการเพียงพอโดยทั่วไปถ้าคุณสมบัติของเนื้อวัสดุยังอยู่ในพิกัดอีลาสติก (Elastic Limit) และการเปลี่ยนตำแหน่งของโครงสร้างที่เกิดขึ้นมีปริมาณน้อย (Small Displacement) เมื่อเปรียบเทียบกับมิติของโครงสร้าง

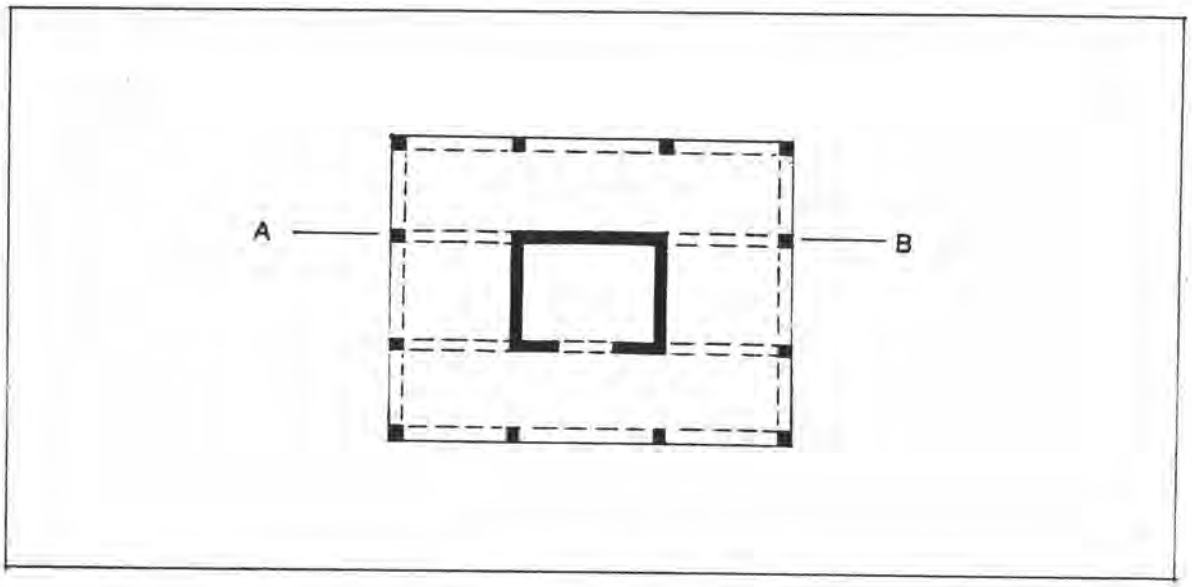
ในกรณีอาคารสูงหรืออาคารมีอัตราส่วนความชะลูดมาก (อัตราส่วนความสูงต่อความกว้างมากกว่า 4 โดยประมาณ)การเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งทางด้านข้างขององค์อาคารรับแรงในแนวแกน เช่นการโก่งตัวของเสาขณะรับน้ำหนักบรรทุก ดังรูป 1.1 จะมีผลทำให้เกิดแรงดัด (Bending Moment) อันเนื่องมาจากแรงตามแนวแกนในเสาคูณกับผลต่างในแนวราบของปลายทั้งสองของเสา เพิ่มขึ้นในเสา ดังแสดงในรูป 1.1(ค) แรงดัดที่เพิ่มขึ้นนี้ เรียกว่า ผลอันดับสอง (Second Order Effect) หรือ ผล P-$\triangle$ (P-$\triangle$ Effect) ที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากแรงดัด M_H ซึ่งคำนวณได้จากทฤษฎีการวิเคราะห์เชิงเส้น ผล P-$\triangle$นี้จะทำให้อาคารโย้มากขึ้นและกำลังของโครงสร้างจะลดน้อยลงหากเกิดการโย้มากเกินไป ที่น้ำหนักบรรทุกวิกฤติ (Critical Load) โครงสร้างจะไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้อีกต่อไปเพราะว่าสูญเสียเสถียรภาพ



รูป 1.1 ผล P-△ ในอาคารโครงข้อแข็ง (ก)รูปร่างที่เปลี่ยนไปหลังรับแรงกระทำด้านข้าง H และแรงในแนวดิ่ง P (ข)แรงดัดที่ปลายของเสาเนื่องจากแรง H (ค)แรงดัดที่ปลายของเสาเนื่องจากแรง P (ง)ผลรวมของแรงดัดทั้งสอง

ในการพิจารณาผลอันดับสองของโครงสร้าง มีความจำเป็นต้องใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์ไม่เชิงเส้น (Nonlinear Analysis Theory) พฤติกรรมไม่เชิงเส้น (Nonlinear Behavior) ของโครงสร้างมี 2 ชนิด คือ พฤติกรรมไม่เชิงเส้นทางวัสดุ (Material Nonlinearity) ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุกล่าวคือ ความเค้น (Stress) กับความเครียด (Strain) ไม่สัมพันธ์กันเชิงเส้น พฤติกรรมไม่เชิงเส้นอีกประเภทหนึ่งคือความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต (Geometric Nonlinearity) อันเป็นผลจาก ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ของแรงตามแนวแกนและการเปลี่ยนรูปของโครงสร้าง พฤติกรรมไม่เชิงเส้นนี้อาจจะเกิด เฉพาะพฤติกรรมทางเรขาคณิต หรือวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งหรืออาจเกิดรวมกันทั้งสองอย่างก็ได้ อย่างไรก็ตาม มีโครงสร้างจำนวนไม่น้อยที่มีความชะลูดมาก เมื่อรับน้ำหนักบรรทุกจนกระทั่งถึง พิกัดความเสถียร (Stability Limit) แล้วจะเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งมาก โดยที่คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างนั้นยังอยู่ในช่วงพิกัดอีลาสติกก็ตาม

อาคารสูงโดยทั่วไปมักจะมีแกนรับแรงเฉือน (Shear Core) เช่นปล่องลิฟท์ หรือผนังต้านแรงเฉือน (Shear Wall) เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยเสมอ ดังรูปที่ 1.2 ในการวิเคราะห์อาคารจริงในทางปฏิบัติ จึงต้องพิจารณาจำลองผนังต้านแรงเฉือนอีกด้วย



รูป 1.2 รูปแปลนแสดงปล่องลิฟท์ในอาคาร

วัตถุประสงค์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาทฤษฎี เกี่ยวกับการวิเคราะห์ไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตของโครงสร้างในระนาบ 2 มิติ รับน้ำหนักบรรทุกในระนาบของโครงสร้าง

2. เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้สามารถคำนวณการเปลี่ยนตำแหน่งและแรงภายในของโครงอาคารระนาบ 2 มิติ โดยพิจารณาความไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตของโครงสร้างเพื่อให้สามารถนำไปประยุกต์กับการคำนวณออกแบบอาคารได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

3. เพื่อศึกษาพฤติกรรมไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตของโครงสร้าง

สมมติฐานทางทฤษฎี

สมมติฐานที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นดังนี้

1. ชิ้นส่วนที่ประกอบเป็นโครงสร้างก่อนการเปลี่ยนรูปต้องมีลักษณะเป็นท่อนตรงมีพื้นที่หน้าตัดคงที่ และมีโมเมนต์อินเนอร์เชีย (Moment of Inertia) เท่ากันตลอดความยาวของชิ้นส่วน

2. วัสดุที่ใช้ประกอบขึ้นเป็นชิ้นส่วนแต่ละชิ้น ต้องเป็นวัสดุชนิดเดียวกันและมีคุณสมบัติเหมือนกันตลอดความยาวชิ้นส่วน (Prismatic Member)

3. พฤติกรรมของชิ้นส่วนภายใต้การรับน้ำหนักต้องเป็นไปตามกฎของฮุค (Hooke'S Law) มีค่าโมดูลัสอีลาสติก (Elastic Modulus) คงที่

4. ระนาบหน้าตัดขององค์อาคาร ยังคงเป็นระนาบหลังเกิดการเปลี่ยนรูป

5. โมดูลัสอีลาสติกเท่ากันทั้งในกรณีองค์อาคารเกิดการยืดหรือหด

6. ระนาบน้ำหนักบรรทุกอยู่บนแกนหลัก (Principle Axis) และตั้งฉากกับแกนตามยาว (Longitudinal Axis) ขององค์อาคาร

7. การเปลี่ยนตำแหน่งของโครงสร้างถือว่ามีค่าน้อย (Small Displacement) เมื่อเทียบกับขนาดของโครงสร้าง

8. การเปลี่ยนรูปเนื่องจากแรงเฉือนในคานและเสามีค่าน้อยมากไม่นำมาพิจารณา

9. พิจารณาพฤติกรรมไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต เฉพาะในชิ้นส่วนเสาและผนังต้านแรงเฉือนโดยพิจารณาโครงสร้างในลักษณะโครงข้อแข็งระนาบ(Plane Frame) ส่วนคานไม่พิจารณาพฤติกรรมไม่เชิงเส้นโดยสมมติว่ามีแผ่นพื้นยึด ช่วยให้สติฟเนสในระนาบของคานมีมาก

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ขึ้นใช้สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างชนิดโครงข้อแข็งหรือโครงข้อแข็งร่วมกับผนังต้านแรงเฉือนในระนาบ 2 มิติเท่านั้น