บทที่ 6

สรุป

จากการใช้โปรแกรม CU-NTABS วิเคราะห์ปัญหาจำนวนจำกัดได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากงานวิจัยนี้สร้างสติฟเนสเมตริกซ์เชิงเส้น และสติฟเนสเมตริกซ์เรขาคณิต ของเสา และ ผนังด้านแรงเฉือน โดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method) โดยใช้สนามการเปลี่ยนตำแหน่งของชิ้นส่วนเป็นฟังก์ชันกำลังสามที่สมบูรณ์ (Complete Cubic Displacement Function) และมีความต่อเนื่อง (Compatibility) ที่จุดต่อเป็นไปตามเกณฑ์ของการเข้าสู่คำตอบถูกต้อง (Convergence Criteria) ทำให้ได้ผลของการเปลี่ยนตำแหน่งของอาคารเป็นขอบเขตข้างต่ำ(Lower bound) ของค่าที่ถูกต้อง และค่าน้ำหนักบรรทุกวิกฤติที่คำนวณได้จะเป็นคำตอบขอบเขตบน (Upper bound Solution)

2. การวิเคราะห์อาคารที่รับแรงกระทำในแนวดิ่ง และแรงกระทำด้านข้างโดยวิธีไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต จะให้ผลการคำนวณการเปลี่ยนตำแหน่งด้านข้างมากกว่าการวิเคราะห์โดยวิธีเชิงเส้น เนื่องจากเมื่ออาคารโย้ไป แรงกระทำในแนวดิ่ง จะทำให้เกิดแรงดัดเพิ่มขึ้นในเสาเนื่องจากผลของ P-Δ และหากอาคารมีความชะลูดมาก ผลของพฤติกรรมไม่เชิงเส้นจะยิ่งมีความสำคัญมากเนื่องจากความอ่อนของอาคารทำให้เกิดการเปลี่ยนตำแหน่งด้านข้างได้มาก

3. โปรแกรม CU-NTABS ที่พัฒนาปรับปรุงจาก SUPER-ETABS ในงานวิจัยนี้สามารถคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกวิกฤติของอาคารได้ละเอียดถูกต้องดีมาก จากตัวอย่างของเสายื่นและโครงข้อแข็งพอร์ทอลชั้นเดียว พบว่าได้ค่าน้ำหนักบรรทุกวิกฤติมากไปกว่าค่าที่ถูกต้องไม่เกิน 1% นอกจากนี้ยังสามารถหาค่าการเปลี่ยนรูปของโครงสร้าง ทั้งที่เป็นโครงสร้างง่าย ๆ จนถึงอาคารค่อนข้างชะลูด

ได้ถูกต้องใกล้เคียงกับโปรแกรมต่างประเทศที่เป็นที่ยอมรับ โดยผลแตกต่างกันราว 4% ที่น้ำหนักบรรทุกภายนอกกระทำประมาณ 2 ใน 3 ของน้ำหนักบรรทุกวิกฤติ

4. แรงดัดที่เกิดขึ้นในเสาและผนังต้านแรงเฉือน ที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตจะมากกว่าการวิเคราะห์เชิงเส้น เนื่องจากการโย้ไปของอาคาร แต่ละผลจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความอ่อนของอาคาร จากตัวอย่างการวิเคราะห์โครงข้อแข็งพอร์ทอลซึ่งค่อนข้างอ่อน เมื่อมีแรงกระทำในแนวดิ่งประมาณ 40% ของน้ำหนักบรรทุกวิกฤติ แรงดัดที่ปลายล่างของเสาที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต มีค่ามากกว่าการวิเคราะห์เชิงเส้นถึงเกือบ 60% ส่วนกรณีของตัวอย่างโครงข้อแข็งร่วมกับผนังต้านแรงเฉือน 25 ชั้น ที่น้ำหนักบรรทุกออกแบบ แรงดัดที่ปลายล่างของเสาชั้นล่าง ที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์ไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต จะมากกว่าการวิเคราะห์เชิงเส้นประมาณ 7% การนำค่าแรงดัดที่ได้จากการวิเคราะห์ไม่เชิงเส้นไปใช้ในการออกแบบ จะทำให้ได้อาคารที่แข็งแรง สามารถรับแรงภายในที่เกิดขึ้นได้ใกล้เคียงความจริงและปลอดภัยกว่าการออกแบบโดยใช้แรงดัดจากการวิเคราะห์เชิงเส้น

5. ในสภาวะที่โครงสร้างเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งไปแล้ว ผลรวมของแรงภายในของโครงสร้างที่คำนวณได้อยู่ในสมดุลย์ทั้งแรงในแนวราบ แรงในแนวดิ่งและแรงดัด จากตัวอย่างพบว่าผลรวมแรงภายในคลาดเคลื่อนจากผลรวมของแรงภายนอกเพียง 0.002% เท่านั้น