บทที่ 4

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้เสนอหลักการวิเคราะห์หาผลการตอบสนองของโครงสร้างแบบอิลาสติก-พลาสติกของโครงเหล็กข้อแข็งด้วยการวิเคราะห์โครงสร้างอันดับที่หนึ่ง โดยพิจารณารวมผลของ P-Δ, การย้อนกลับของโมเมนต์ ณ จุดหมุนพลาสติก ผลของโมเมนต์ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการเสียรูปภายในชิ้นส่วนขององค์อาคารรับแรงอัด และพิจารณาผลกระทบของแรงแนวแกนของชิ้นส่วนที่มีต่อเสถียรภาพในระนาบและกำลังของพลาสติกโมเมนต์ การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติกที่ได้ ถือได้ว่าเป็นการวิเคราะห์แบบอันดับสองโดยทำให้ง่าย เพื่อให้สามารถหลีกเลี่ยงการคำนวณที่ซับซ้อน เป็นการลดเวลาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ลงโดยสูญเสียความละเอียดถูกต้องไปเพียงเล็กน้อย หลังจากนั้นจึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซีบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ดังกล่าว ซึ่งผลการวิเคราะห์สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์โครงข้อแข็งที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ จะให้ผลที่ใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์อันดับที่สองโดยตรง ทั้งในด้าน ลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติก ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัย หรือค่าการโก่งตัวสูงสุดของโครงสร้าง ดังจะเห็นได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างตัวอย่าง ในตัวอย่างที่ 1 ถึงตัวอย่างที่ 3 ซึ่งจะให้ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยแตกต่างจากการวิเคราะห์อันดับที่สองโดยตรง มีค่าประมาณไม่เกิน 1% และค่าการโก่งตัวสูงสุดแตกต่างประมาณไม่เกิน 5% และเมื่อนำโปรแกรมที่ได้ไปวิเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้องจากโปรแกรมที่ใช้งานโปรแกรมอื่นๆ ในการวิเคราะห์โครงสร้างทั้งแบบอันดับที่หนึ่งและการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีพิจารณาผลของ P-Δ ที่น้ำหนักบรรทุกปกติ ผลที่ได้ก็มีค่าที่ใกล้เคียงกัน

2. ในโครงสร้างที่ใช้งานตามปกติเมื่อพิจารณารวมผลเนื่องจากความยาวของชิ้นส่วนที่จะส่งผลให้องค์อาคารต้องรับโมเมนต์ดัดเพิ่มมากขึ้นจากการเสียรูปภายในชิ้นส่วนที่รับแรงอัด ซึ่งในโครงสร้างที่ใช้งานตามปกติทั่วไป จะได้รับผลกระทบน้อยมากจนถึงไม่ส่งผลกระทบเลย เนื่องมาจากโครงสร้างโดยทั่วไปค่าแรงในแนวแกนจะมีค่าสูงในชิ้นส่วนเสาแต่ค่าของโมเมนต์ดัดที่ปลายเสากับมีทิศทางกลับทิศกันซึ่งจะทำให้การเสียรูปภายในชิ้นส่วนเป็นไปในลักษณะโค้งคู่ซึ่งถ้าแรงอัดในแนวแกนมีค่าไม่มากพอ ก็จะไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการรับแรงขององค์อาคารนั้น และส่วนในชิ้นส่วนคานค่าของแรงในแนวแกนก็มีค่าน้อยมากจนผลของการเสียรูปภายในชิ้นส่วนไม่ส่งผลกระทบต่อการรับแรงของคานเช่นกัน ดังนั้นผลที่ได้จึงไม่แตกต่างจากการวิเคราะห์ด้วยวิธีของ บุญแสง[18] ดังเช่นในตัวอย่างที่ 1 ถึงตัวอย่างที่ 3

3. สำหรับโครงสร้างที่มีการรับแรงหรือมีการวางชิ้นส่วนที่เอื้อให้เกิดผลกระทบ จากผลของ P-δ Effect เช่นในโครงสร้างที่ส่งผลให้คานต้องรับแรงในแนวแกนสูงมาก หรือในเสาที่มีแนวโน้มที่จะรับโมเมนต์ดัดเป็นแบบโค้งเดี่ยว หรือเป็นแบบโค้งคู่แต่โมเมนต์ดัดที่ปลายด้านหนึ่งมีค่าสูงกว่าโมเมนต์ดัดที่ปลายอีกด้านค่อนข้างมาก โครงสร้างลักษณะเช่นนี้จะได้รับผลกระทบจากความยาวของชิ้นส่วน (P-δ Effect) ค่อนข้างสูง จึงจำเป็นที่จะต้องนำผลมาพิจารณาประกอบการวิเคราะห์โครงสร้างด้วย เพื่อให้ทราบถึงกำลังที่โครงสร้างนั้นๆ จะรับได้ตามพฤติกรรมจริงมากที่สุด ดังตัวอย่างที่ 4 ในงานวิจัยนี้ซึ่งจะเห็นว่าโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกได้น้อยลงถึง 32% เมื่อเทียบกับโครงสร้างที่ไม่ได้พิจารณาผลของ P-δ Effect

4.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลที่วิเคราะห์ได้นี้จะเห็นว่า การพิจารณาการวิเคราะห์อันดับหนึ่งร่วมกับการคำนึงถึงผลจาก P-Δ การย้อนกลับของโมเมนต์ ณ จุดหมุนพลาสติก และการพิจารณาผลของความยาวของชิ้นส่วน มีสมมติฐานตามความเป็นไปได้ของพฤติกรรมของชิ้นส่วนในโครงสร้าง ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแรงภายในและการเคลื่อนที่ของจุดต่อส่วนต่างๆของโครงสร้าง ในหลักการที่มีพื้นฐานเช่นเดียวกันนี้แต่ยังไม่ได้นำมาพิจารณาร่วมในการคำนวณ คือ ความสามารถในการรับน้ำหนักประลัย(Buckling load) ของชิ้นส่วนที่ปราศจากการค้ำยันด้านข้าง และการพิจารณาการเสียรูปของชิ้นส่วนเนื่องมาจากมีแรงมากระทำด้านข้างภายในของชิ้นส่วนรับแรงอัด ซึ่งให้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมจริงของโครงสร้างยิ่งขึ้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย