บทที่ 4

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้เสนอหลักการวิเคราะห์หาผลการตอบสนองของโครงสร้างแบบอิลาสติก-พลาสติกของโครงเหล็กข้อแข็ง โดยพิจารณารวมผลของ P-Δ และการย้อนกลับของโมเมนต์ ณ จุดหมุนพลาสติกเข้ากับการวิเคราะห์โครงสร้างอันดับแรก และพิจารณาผลกระทบของแรงแนวแกนของชิ้นส่วนที่มีต่อกำลังของพลาสติกโมเมนต์ จึงทำให้การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติกที่ได้ จะเทียบได้กับการวิเคราะห์แบบอันดับสอง โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบของแรงในแนวแกนที่มีต่อสติฟเนสทางการดัดของชิ้นส่วน เพราะว่าการทำหลักการในลักษณะนี้ทำให้การวิเคราะห์ออกมาในแบบเดียวกับการวิเคราะห์อันดับแรก ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการคำนวณที่ซับซ้อน เป็นการลดเวลาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ลงโดยสูญเสียความละเอียดถูกต้องไปเพียงเล็กน้อย หลังจากนั้นจึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาซีบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการวิเคราะห์ดังกล่าว ซึ่งผลการวิเคราะห์สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. จุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้นในโครงข้อแข็งที่ได้จากการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์อันดับสอง โครงข้อแข็งในตัวอย่างที่ 1 และโครงข้อแข็งในตัวอย่างที่ 3 มีตำแหน่งและลำดับของการเกิดจุดหมุนพลาสติก เช่นเดียวกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์อันดับสอง คือ 4 จุด และ 18 จุด ตามลำดับ สำหรับโครงข้อแข็งในตัวอย่างที่ 2 มีจำนวนจุดหมุนพลาสติกและตำแหน่งของจุดหมุนพลาสติกเช่นเดียวกับการวิเคราะห์อันดับสองคือ 17 จุด โดยมีลำดับของการเกิดจุดหมุนพลาสติกสลับกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์อันดับสองบางตำแหน่ง

2. ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงสร้างที่ได้จากผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ มีค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์อันดับสอง จากโครงข้อแข็งในตัวอย่างที่ 1 มีความแตกต่าง 0.70 เปอร์เซนต์ ตัวอย่างที่ 2 มีความแตกต่าง -0.07 เปอร์เซนต์ และตัวอย่างที่ 3 มีความแตกต่าง 0.00 เปอร์เซนต์ จะเห็นได้ว่าในโครงข้อแข็งทั่วไปที่ชิ้นส่วนของโครงข้อแข็งได้จากการออกแบบ และควบคุมการโก่งตัวสูงสุดที่ระดับน้ำหนักบรรทุก

ใช้งานจะได้ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงสร้าง ต่างจากการวิเคราะห์อันดับสองไม่เกิน 0.1 เปอร์เซนต์ และต่างกันไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์สำหรับโครงข้อแข็งที่มีผลเนื่องจากความไม่เป็นเชิงเส้นสูงตั้งแต่เริ่มแรกที่ระดับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน

3. การโก่งตัวสูงสุดต่อความสูงที่ระดับน้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงข้อแข็งที่ได้จากการวิเคราะห์ของงานวิจัยนี้ มีค่าใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการวิเคราะห์อันดับสอง โครงข้อแข็งในตัวอย่างที่ 1 มีความแตกต่าง 4.11 เปอร์เซนต์ ส่วนโครงข้อแข็งในตัวอย่างที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 มีความแตกต่างเพียง -1.58 และ 0.00 เปอร์เซนต์ตามลำดับ จะเห็นว่าความแตกต่างของการโก่งตัวสูงสุดต่อความสูงที่ระดับน้ำหนักบรรทุกประลัย จะมีค่าต่างกันน้อยมากสำหรับโครงข้อแข็งที่ชิ้นส่วนได้มาจากการออกแบบและควบคุมการโก่งตัวสูงสุดที่ระดับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน

4. ผลของการวิเคราะห์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ ซึ่งคำนึงถึงผลจาก P-Δ และการย้อนกลับของโมเมนต์ ณ จุดหมุนพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์อันดับสอง จะเห็นว่าในการเกิดจุดหมุนพลาสติกแต่ละจุดบนโครงข้อแข็งทั้งสามตัวอย่าง จะให้ค่าของตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกของการเกิดจุดหมุนพลาสติกแต่ละจุดของโครงข้อแข็ง มีค่าใกล้เคียงกันสม่ำเสมอทั้งช่วงเริ่มต้นที่ระดับน้ำหนักบรรทุกใช้งานและเมื่อตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้น จนกระทั่งโครงข้อแข็งวิบัติที่ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงสร้าง

5. ค่าของการโก่งตัวสูงสุดต่อความสูงที่ระดับน้ำหนักบรรทุกประลัยของการเกิดจุดหมุนพลาสติกแต่ละจุดของโครงข้อแข็งที่ได้จากงานวิจัยนี้ ซึ่งคำนึงถึงผลจาก P-Δ และการย้อนกลับของโมเมนต์ ณ จุดหมุนพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับการวิเคราะห์อันดับสอง จะเห็นว่าในการเกิดจุดหมุนพลาสติกแต่ละจุดบนโครงข้อแข็งทั้งสามตัวอย่าง จะให้ค่าของการโก่งตัวสูงสุดต่อความสูงที่ระดับน้ำหนักบรรทุกประลัยของการเกิดจุดหมุนพลาสติกแต่ละจุดของโครงข้อแข็ง มีค่าใกล้เคียงกันสม่ำเสมอทั้งช่วงเริ่มต้น จนกระทั่งโครงข้อแข็งวิบัติที่ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงสร้าง

4.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลที่ใกล้เคียงกันนี้จะเห็นว่า การพิจารณาการวิเคราะห์อันดับหนึ่งร่วมกับการคำนึงถึงผลจาก P-Δ และการย้อนกลับของโมเมนต์ ณ จุดหมุนพลาสติก มีสมมุติฐานจากความเป็นไปได้ของพฤติกรรมของชิ้นส่วนในโครงสร้าง ซึ่งมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแรงภายในและการเคลื่อนที่ของจุดต่อ ส่วนที่มีพื้นฐานเช่นเดียวกันนี้แต่ยังไม่ได้นำมาพิจารณาร่วมในการคำนวณ คือ

ความสามารถในการรับน้ำหนักโค้งงอ (buckling load) ของชิ้นส่วน และการเปลี่ยนจุดข้อต่อให้เป็นแบบ semi-rigid joint จะให้ผลการคำนวณใกล้เคียงกับพฤติกรรมจริงของโครงสร้างยิ่งขึ้น