บทที่ 4

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผล

งานวิจัยนี้ ได้เสนอหลักการวิเคราะห์หาผลการตอบสนองของโครงสร้างแบบอิลาสติก-พลาสติก ของโครงข้อแข็ง โดยพิจารณารวมผลของ P-Δ เข้ากับการวิเคราะห์โครงสร้างอันดับแรก และพิจารณาผลกระทบของแรงในแนวแกนของชิ้นส่วนที่มีต่อกำลังของพลาสติกโมเมนต์ จึงทำให้การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติกที่ได้ จะเทียบได้กับการวิเคราะห์แบบอันดับสอง โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบของแรงในแนวแกนที่มีต่อสติฟเนสทางการดัดของชิ้นส่วน เพราะว่าการทำหลักการในลักษณะนี้ทำให้การวิเคราะห์ออกมาในแบบเดียวกับการวิเคราะห์อันดับแรก ทำให้สามารถหลีกเลี่ยงการคำนวณแบบทำซ้ำ ได้จำนวนมาก จึงทำให้ลดเวลาในการคำนวณของคอมพิวเตอร์ลงโดยไม่สูญเสียความละเอียดถูกต้องไปไม่มากนัก หลังจากนั้นจึงได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษาซี บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อการวิเคราะห์ดังกล่าวและเป็นการตรวจหลักการที่ได้เสนอว่า สามารถนำมาใช้แทนการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก ที่ใช้การวิเคราะห์อันดับสองได้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการวิเคราะห์สามรถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ในโครงสร้างที่มีลำดับขั้นของความไม่เป็นเชิงเส้นสูง โดยมีผลเนื่องจาก P-Δ มาก โครงสร้างมักจะเกิดการวิบัติเนื่องจากการสูญเสียเสถียรภาพ การวิเคราะห์โครงสร้างดังกล่าวด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก ที่ใช้การวิเคราะห์โครงสร้างอันดับแรกและไม่พิจารณาผลของ P-Δ ร่วมในการวิเคราะห์จะไม่สามารถทำนายกำลังประลัยของโครงสร้างได้อย่างสมเหตุสมผล

2. โครงสร้างที่มีพฤติกรรมเชิงเส้นในตอนเริ่มแรก โดยมีผลเนื่องจาก P-Δ น้อย การวิเคราะห์โครงสร้างดังกล่าวด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก ที่ใช้การวิเคราะห์อันดับแรกก็พอที่จะทำนายกำลังประลัยของโครงสร้างได้ แต่อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ที่ได้จะมีน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติของโครงสร้างสูงกว่าการวิเคราะห์ที่ได้พิจารณาผล P-Δ ในขณะที่การโก่งตัวที่ต่ำกว่า

3. จำนวนจุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้นก่อนการวิบัติของโครงสร้างจากผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ จะมีจำนวนน้อยกว่าในงานวิจัยของ Wang(1) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อันดับแรก โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบของแรงในแนวแกนร่วมกับแรงดัดและความไม่เสถียรภาพ และงานวิจัยของ Korn & Galambos (3) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์อันดับที่สองเสมอ เนื่องจากในงานวิจัยนี้ เมื่อมีจุดหมุนพลาสติกเกิดขึ้นในชิ้นส่วน จะพิจารณาให้ชิ้นส่วนนั้นไม่สามารถรับแรงในแนวแกนได้อีก เพื่อไม่ให้มีจุดใดในโครงสร้างมีความสัมพันธ์ของแรงในแนวแกนและแรงดัด เกินกว่ากำลังที่รับได้ของชิ้นส่วนซึ่งถือว่าเป็นวิธีการวิเคราะห์ของหลักการขอบเขตล่าง

4. ผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก ในงานวิจัยนี้เมื่อเทียบกับงานวิจัยของ Korn & Galambos (3) ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์อันดับสอง โดยพิจารณาการสมดุลของชิ้นส่วนในสภาวะที่ชิ้นส่วนมีการเสียรูปเกิดขึ้น จึงได้รวมผลของ P-Δ และผลของแรงในแนวแกนที่มีต่อสติฟเนสทางการดัด แล้วจะให้ค่าต่ำกว่าประมาณ 1-12 เปอร์เซนต์

5. เนื่องจากผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ จะทำให้ค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยอื่นๆ ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการของหลักการขอบเขตล่าง ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะได้ค่าที่อยู่ในด้านที่ปลอดภัยกว่า จึงเหมาะสมสำหรับที่จะนำไปใช้ศึกษาเปรียบเทียบโครงข้อแข็งแบบต่างๆได้

6. การวิเคราะห์โดยวิธีอิลาสติก-พลาสติกอันดับแรกในทุกๆขั้นตอนของการวิเคราะห์เพื่อหาหาค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก ที่ทำให้เกิดจุดหมุนพลาสติกขึ้น จะถือว่าโครงสร้างมีพฤติกรรมแบบเชิงเส้นตามทฤษฎีอิลาสติก จึงสามารถคำนวณค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกได้ในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง แต่จะไม่สามารถพิจารณาผลจาก P-Δ และความไม่เป็นเชิงเส้นของวัสดุ

7. ผลของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อชิ้นส่วนที่เกิดการเสียรูป จะทำให้เกิดผลของอันดับสอง 2 แบบ แบบที่มีผลสำคัญที่สุดของอันดับสอง ซึ่งเป็นหัวข้อของงานวิจัยนี้ ได้แก่ผลของP-Δ อีกแบบหนึ่งได้แก่ผลของแรงในแนวแกนที่มีต่อสติฟเนสทางการดัดของชิ้นส่วน สำหรับการวิเคราะห์อันดับสอง จะเกิดจากการพิจารณาสมดุลของโครงสร้างที่เกิดการเสียรูปแล้ว จึงทำให้สติฟเนสแบบอันดับสองที่ถูกสร้างขึ้นได้รวมผลทั้งสองดังกล่าวข้างต้นเข้าไปด้วย จึงทำให้โปรแกรมดังกล่าวเป็นแบบทำซ้ำ ดังนั้นจึงทำงานได้ช้าและค่าใช้จ่ายในการทำงานมากกว่าการวิเคราะห์ด้วยวิธีคุณสมบัติของชิ้นส่วนมีค่าเป็นลบ

8. วิธีคุณสมบัติของชิ้นส่วนมีค่าเป็นลบเป็นวิธีที่ดีที่สุดในการพิจารณาผลจาก P-Δ ซึ่งไม่ต้องใช้การวิเคราะห์แบบทำซ้ำ แม้ว่าผลกระทบของแรงในแนวแกนที่มีต่อการดัด จะไม่ถูกนำมาพิจารณาเข้าไปด้วย อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้จากวิธีนี้จะแตกต่างจากวิธีอันดับสองเล็กน้อย ซึ่งวิธีนี้จะเหมาะกับโครงสร้างที่มีการเสียรูปในแบบ แรงเฉือน หรือ แรงดัด

9. ผลของแรงในแนวแกนที่มีต่อสติฟเนสทางการดัดของชิ้นส่วน ซึ่งในการใช้งานจะมีความสำคัญน้อย การวิเคราะห์โดยทั่วไปจะสามารถตัดทิ้งได้

4.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนางานวิจัยด้านนี้ต่อไป อาจพิจารณาการเพิ่มความสามารถในการรับกำลังของโครงสร้างโดยคำนึงถึงความเครียดแข็งที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ขณะที่โครงสร้างเกิดจุดหมุนพลาสติก การพิจารณาผลของแรงในแนวแกนที่มีต่อเงื่อนไขการเกิดจุดหมุนพลาสติก ที่จุดใด ๆ ก็ตาม การวิเคราะห์ในรอบต่อไป เพื่อหาค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก ควรจะทำการวิเคราะห์บนพื้นฐานที่ว่าแรงในแนวแกนของชิ้นส่วนที่มีจุดหมุนพลาสติกเกิดขึ้น จะสามารถเปลี่ยนแปลงได้ โดยให้แรงดัดที่จุดหมุนพลาสติกนั้นเกิดการกระจายไปสู่จุดข้อต่ออื่น และความสัมพันธ์ของแรงในแนวแกนกับแรงดัดที่จุดหมุนพลาสติก ยังคงสอดคล้องกับเงื่อนไขในการเกิดจุดหมุนพลาสติกเช่นเดิม