บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ด้วยวิธีพลาสติกโดยอัตโนมัติสำหรับหากลไกวิบัติแบบอิสระและแบบรวมของโครงข้อแข็งทุกรูปร่าง ชนิดไร้ตัวโยงทะแยง โดยสามารถวิเคราะห์ฐานรองรับได้ทั้งชนิดหมุนและยึดแน่น ภายใต้น้ำหนักกระทำแบบจุดและชิ้นส่วนภายในโครงข้อแข็งสามารถมีหลายประเภทได้ การวิเคราะห์ใช้หลักการหากลไกวิบัติโดยอัตโนมัติ ซึ่งสมการความเข้ากันได้ หรือสมการการเคลื่อนที่ (Compatibility or - Kinematic Equations) ของชิ้นส่วนสำหรับโครงข้อแข็งในระนาบ การหากลไกวิบัติทำได้โดยให้การเปลี่ยนรูปร่างเท่ากับศูนย์ ซึ่งต้องใช้หลักการปลดในชิ้นส่วนย่อย และทฤษฎีการเปลี่ยนตำแหน่งสมมติพิจารณาหาสมการสมดุลย์ของโครงสร้าง จะได้เมตริกซ์กลไกวิบัติแบบอิสระหรือคือเมตริกซ์สัมประสิทธิ์ของสมการสมดุลย์ ต่อจากนั้นใช้สมการเชิงเส้นเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาหากลไกวิบัติแบบรวมของโครงสร้าง โดยให้ฟังก์ชั่นเป้าหมาย ($\sum_{i=1}^{2m} M_p\theta$) น้อยที่สุด และสอดคล้องกับสมการเงื่อนไขบังคับ คือ สภาวะสมดุลย์ และสภาวะการเกิดมุมพลาสติกที่จุดเกิดกลไกวิบัติ ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์ทั้งหมดแล้ว ผลลัพธ์ของโปรแกรมได้แสดงกลไกวิบัติแบบอิสระทั้งหมดของโครงสร้าง , ค่าตัวประกอบขนาด (Amplitude factor) , มุมที่เกิดขึ้นในชิ้นส่วนเมื่อเกิดกลไกวิบัติรวม และกำหนดรูปร่างของกลไกวิบัติรวม พร้อมตำแหน่งที่เกิดจุดหมุนพลาสติก โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ภายใต้ขอบเขตการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. การวิเคราะห์ด้วยวิธีพลาสติกโดยอัตโนมัติสำหรับหากลไกวิบัติแบบอิสระและแบบรวมของโครงข้อแข็ง โดยใช้หลักการดังกล่าว จะสามารถทำการวิเคราะห์หากลไกวิบัติแบบอิสระพื้นฐานทั้งหมดของโครงสร้างได้ โดยที่จำนวนกลไกวิบัติแบบอิสระ (ไม่รวมกลไกวิบัติในแนวแกน)

จะเท่ากับ ดีกรีความอิสระทั้งหมดของชิ้นส่วนในโครงสร้าง - จำนวนชิ้นส่วนทั้งหมดของโครง-สร้าง และกลไกวิบัติรวมที่ได้จากการประยุกต์สมการเชิงเส้น และค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่ได้จากหลักการในงานวิจัยนี้ เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์โดยวิธีพลาสติกธรรมดา ค่าผลลัพธ์ที่ได้ไม่ว่าจะเป็นกลไกวิบัติรวม หรือค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก ก็จะได้ค่าที่ตรงกัน ดังนั้นการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยใช้หลักการในการวิจัยนี้ จะรวดเร็วกว่า ไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน

2. กลไกวิบัติรวมของโครงข้อแข็งมีลำดับความเป็นเชิงเส้นของการรวมกันของกลไกวิบัติแบบอิสระ ดังนั้น การตั้งฟังก์ชั่นเป้าหมาย ($\sum_{i=1}^{2m} M_p\theta$) น้อยที่สุด และสอดคล้องกับสมการเงื่อนไขบังคับ คือสภาวะสมดุลย์ และสภาวะการเกิดมุมพลาสติกที่จุดเกิดกลไกวิบัติ จึงมีความถูกต้อง

3. ผลการวิเคราะห์กำลังประลัยของโครงสร้างในงานวิจัยนี้ จะมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีอิลาสติก - พลาสติก ที่ใช้การวิเคราะห์อันดับที่หนึ่งประมาณ 6.7 เปอร์เซนต์

4. ผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ใช้ได้กับโครงข้อแข็งสูงปานกลางเนื่องจากขาดการโก่งตัว ภายใต้น้ำหนักบรรทุกใช้งาน และการควบคุมทางด้านความเสถียร การวิเคราะห์โครงสร้างดังกล่าว ด้วยวิธีพลาสติกที่ใช้การวิเคราะห์อันดับแรก และพิจารณาเฉพาะผลของแรงดัดที่ทำให้เกิดจุดหมุนพลาสติก จึงจะสามารถทำนายกำลังประลัยของโครงสร้างได้อย่างสมเหตุผล

5.2 ข้อเสนอแนะ

การพัฒนางานวิจัยด้านนี้ต่อไป ควรคำนึงถึงผลของกลไกวิบัติ โดยคำนึงถึงการโก่งตัวภายใต้น้ำหนักบรรทุกที่ใช้งาน ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีพลาสติกที่ใช้การวิเคราะห์อันดับสอง และมีการควบคุมทางด้านความเสถียร ซึ่งจะมีผลต่อการเกิดจุดหมุนพลาสติก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17199926