บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

ในบทนี้จะเสนอผลการวิเคราะห์ที่ได้จากหลักการที่กล่าวมาแล้วในบทที่แล้ว โดยที่ผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างที่ 1 นี้ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ซึ่งมีทั้งรูปร่างการเกิดกลไกวิบัติรวมและค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก จากการวิจัยนี้กับวิธีอิลาสติก-พลาสติก โดยคำนึงถึงผลของแรงอัดต่อพลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนในโครงสร้าง (13) ซึ่งในตัวอย่างนี้ได้แสดงให้เห็นถึงเมื่อแรงในแนวแกน ต่อ แรงน้ำหนักบรรทุกคลาก (P/P_y) ของชิ้นส่วนในโครงสร้างน้อยกว่า 0.15 แล้วผลของแรงอัดในแนวแกนจะไม่มีผลต่อพลาสติกโมเมนต์ ดังนั้นผลการวิเคราะห์ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก ของวิริยะ (13) จะต้องใกล้เคียงกับผลการวิเคราะห์ในการวิจัยนี้ ส่วนตัวอย่างที่ 2 ได้มีการใช้พื้นฐานการออกแบบอย่างเหมาะที่สุดโดยวิธีพลาสติก จากงานวิจัยในอดีต (6) มาออกแบบค่าพลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนในโครงสร้าง ภายใต้น้ำหนักบรรทุกประลัย (ตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 1) ซึ่งการใช้ค่าพลาสติกโมเมนต์ดังกล่าว เพื่อเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ในการวิจัยนี้ว่าจะได้ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 1 เหมือนเดิมหรือไม่ ส่วนตัวอย่างที่ 3 เป็นตัวอย่างที่ใช้เพื่อที่จะตรวจสอบว่าทฤษฎีและการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถวิเคราะห์ โครงข้อแข็งใดๆ ได้หรือไม่ โดยได้ให้วิเคราะห์โครงข้อแข็งเกเบิ้ล และจะเปรียบเทียบผลที่ได้ จากการวิเคราะห์วิธีพลาสติกด้วยมือ (7) ส่วนตัวอย่างที่ 4 ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้กับวิธีอื่น คือ วิธีอิลาสติก พลาสติกที่ใช้การวิเคราะห์อันดับแรกโดยไม่คำนึงถึงผลของแรงอัด จากการเสนอของ Wang (10) เพื่อที่จะเปรียบเทียบว่าเมื่อไม่คำนึงถึงผลของแรงอัดต่อค่าพลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนในโครงสร้างแล้วผลการวิเคราะห์โดยวิธีพลาสติก และ วิธีอิลาสติก-พลาสติก ที่จุดวิบัติของโครงสร้าง จะให้ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่ใกล้เคียงกัน

4.1 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบ

ตัวอย่างที่ 1 เป็นการวิเคราะห์โครงข้อแข็ง 2 ชั้น 1 ช่วง มีลักษณะของโครงสร้าง

และแรงกระทำดังแสดงในรูปที่ 4.1 โดยที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ในโครงสร้างที่ใช้รับแรงกระทำไม่ได้มีพื้นฐานมาจากการออกแบบแต่อย่างใด แต่คุณสมบัติต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นของชิ้นส่วนในโครงสร้างก็เพื่อแสดงให้เห็นถึง โครงสร้างที่เกิดกลไกวิบัติรวม โดยที่พลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนทั้งหมดของโครงสร้าง เท่ากับ 3724.4 Kip-in สำหรับวัตถุประสงค์ของตัวอย่างนี้ก็เพื่อที่จะ

1. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากหลักการที่เสนอกับงานวิจัยที่ผ่านมา
2. ศึกษาพฤติกรรมของกลไกวิบัติรวมของโครงสร้างที่เกิดจากการรวมกันแบบเชิงเส้นของกลไกแบบอิสระของโครงสร้าง ที่น้ำหนักบรรทุกใช้งาน
3. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำเสนอใน 3 ลักษณะคือ รูปร่างและตำแหน่งการเกิดจุดหมุนพลาสติกของกลไกวิบัติแบบอิสระของโครงสร้างที่ทำการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติของโครงสร้าง ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และตำแหน่งของการเกิดจุดหมุนพลาสติกทุก ๆ จุดของการเกิดกลไกวิบัติรวม ดังแสดงในรูปที่ 4.3 โดยที่ผลการวิเคราะห์จะเปรียบเทียบกับของ วิริยะ (13) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โครงเหล็กข้อแข็งด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก โดยคำนึงถึงผลของแรงอัดต่อพลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนในโครงสร้างรูปที่ 4.2 ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการวิเคราะห์กลไกวิบัติแบบอิสระแต่ละกลไก ในที่นี้มี 10 กลไกวิบัติ โดยที่กลไกวิบัติที่ 1 ถึงกลไกวิบัติที่ 6 เป็นกลไกวิบัติแบบหมุนที่จุดต่อของโครงสร้าง , กลไกวิบัติที่ 7 และ 9 เป็นกลไกวิบัติของคาน และ กลไกวิบัติที่ 8 และ 10 เป็นกลไกวิบัติของโครงสร้างข้อแข็งสี่เหลี่ยม นอกจากนี้ผลจาก การวิเคราะห์ยังได้ค่า ตัวแปรขนาด (Amplitude factor) ที่ใช้คูณไปในกลไกวิบัติแบบอิสระแต่ละกลไก แล้วรวมกันทำให้ได้รูปร่างกลไกวิบัติรวม ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งมีค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 8.026 ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของ วิริยะ (13) ได้แรงในแนวแกนสูงสุด เท่ากับ 26.4 Kip และแรงน้ำหนักบรรทุกคลาก ของชิ้นส่วนในโครงสร้าง เท่ากับ 748 Kip. ดังนั้น ค่า P/P_y เท่ากับ 0.035 น้อยกว่า 0.15 แสดงให้เห็นว่าแรงในแนวแกน จะไม่มีผลต่อพลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนในโครงสร้าง และ ผลการวิเคราะห์ของ วิริยะ (13) ได้ค่าตัวประกอบ

น้ำหนักบรรทุก เท่ากับ 7.547 ซึ่งต่างจากผลการวิเคราะห์ในการวิจัยนี้ 5.97 % จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์โครงข้อแข็งด้วยวิธี อิลาสติก-พลาสติก โดยคำนึงถึงผลของแรงอัดต่อพลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนในโครงสร้าง และ วิธี พลาสติก ตามการวิจัยนี้ เมื่อค่า P/P_y น้อยกว่า 0.15 จะให้ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติของโครงสร้าง ใกล้เคียงกัน

ตัวอย่างที่ 2 เป็นการวิเคราะห์โครงข้อแข็ง 2 ชั้น 2 ช่วง มีลักษณะของโครงสร้างและแรงกระทำดังแสดงในรูปที่ 4.4 โดยที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ในโครงสร้างที่ใช้รับแรงกระทำได้พื้นฐานมาจากการออกแบบอย่างเหมาะที่สุดโดยวิธีพลาสติก ซึ่ง Adeli และ Chyou (2) ได้ทำการวิจัยไว้ พลาสติกโมเมนต์ที่กำหนดขึ้นในชิ้นส่วนของโครงสร้าง ก็เพื่อแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างที่เกิดกลไกวิบัติรวม โดยที่พลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนชนิดที่ 1 เท่ากับ 38.18 K-FT , ชนิดที่ 2 เท่ากับ 76.36 K-FT และชนิดที่ 3 เท่ากับ 97.27 K-FT สำหรับวัตถุประสงค์ของตัวอย่างนี้ก็เพื่อที่จะ

1. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากหลักการที่เสนอ กับงานวิจัยที่ผ่านมา
2. ศึกษาพฤติกรรมของกลไกวิบัติรวมของโครงสร้างที่เกิดจากการรวมแบบเชิงเส้นของกลไกวิบัติแบบอิสระของโครงสร้าง ที่น้ำหนักบรรทุกใช้งาน
3. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำเสนอใน 3 ลักษณะ คือ รูปร่างและตำแหน่งการเกิดจุดหมุนพลาสติกของกลไกวิบัติแบบอิสระ ของโครงสร้างที่ทำการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 4.5 ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติของโครงสร้าง ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และตำแหน่งของการเกิดจุดหมุนพลาสติกทุก ๆ จุด ของการเกิดกลไกวิบัติรวม ดังแสดงในรูปที่ 4.6 โดยที่ผลการวิเคราะห์จะเปรียบเทียบกับของ Adeli และ Chyou (2) ซึ่งเป็นการออกแบบอย่างเหมาะที่สุดโดยวิธีพลาสติก ในรูปที่ 4.5 ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการวิเคราะห์กลไกวิบัติแบบอิสระแต่ละกลไก ในที่นี้มี 13 กลไกวิบัติ โดยที่กลไกวิบัติที่ 1 ถึง กลไกวิบัติที่ 8 เป็นกลไกแบบหมุนที่จุดต่อของโครงสร้าง , กลไกวิบัติที่ 9 ถึง 12 จะเป็นกลไกวิบัติของ

คาน และกลไกวิบัติที่ 13 จะเป็นกลไกวิบัติของโครงข้อแข็งสี่เหลี่ยม นอกจากนี้ผลจากการวิเคราะห์ยังได้ค่าตัวแปรขนาด (Amplitude Factor) ที่ใช้คูณไปในกลไกวิบัติอิสระแต่ละกลไก แล้วรวมกันทำให้ได้รูปร่างกลไกวิบัติรวม ดังรูปที่ 4.6 ซึ่งจะมีค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 1.00 ในขณะที่ Adeli และ Chyou ได้ทำการออกแบบอย่างเหมาะที่สุดโดยวิธีพลาสติก ซึ่งเป็นการออกแบบค่าพลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนในโครงสร้าง ภายใต้น้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงสร้าง (ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 1.00) ซึ่งได้นำค่าพลาสติกโมเมนต์ดังกล่าว มาใช้ในตัวอย่างนี้ ผลจากการวิเคราะห์ที่ได้ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 1.00 จึงถูกต้องตามเหตุผลที่กล่าวมา และผลการวิเคราะห์กลไกวิบัติรวมจะได้ดังรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่ากลไกวิบัติรวมของโครงสร้าง มีลำดับความเป็นเชิงเส้นของการรวมกันของกลไกวิบัติแบบอิสระ การวิเคราะห์โครงสร้างดังกล่าวที่ใช้การวิเคราะห์อันดับแรกสามารถทำนายกำลังประลัยของโครงสร้างได้

ตัวอย่างที่ 3 เป็นการวิเคราะห์โครงข้อแข็งเกเบิ้ล มีลักษณะของโครงสร้างและแรงกระทำดังแสดงในรูปที่ 4.7 โดยที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ในโครงสร้างที่ใช้รับแรงกระทำ ไม่ได้มีพื้นฐานมาจากการออกแบบแต่อย่างใด แต่คุณสมบัติต่าง ๆ ที่กำหนดของชิ้นส่วนในโครงสร้างก็เพื่อแสดงให้เห็นถึง โครงสร้างที่เกิดกลไกวิบัติรวม โดยที่พลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนชนิดที่ 1 เท่ากับ 1.0 PL , ชนิดที่ 2 เท่ากับ 2.0 PL และชนิดที่ 3 เท่ากับ 3.0 PL สำหรับวัตถุประสงค์ของตัวอย่างนี้ก็เพื่อที่จะ

1. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากหลักการที่เสนอกับงานวิจัยที่ผ่านมา
2. ศึกษาพฤติกรรมรวมของกลไกวิบัติรวมของโครงสร้างที่เกิดจากการรวมกันแบบเชิงเส้นของกลไกวิบัติแบบอิสระ ของโครงสร้าง ที่น้ำหนักบรรทุกใช้งาน
3. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำเสนอใน 3 ลักษณะ คือรูปร่างและตำแหน่งการเกิดจุดหมุนพลาสติกของกลไกวิบัติแบบอิสระของโครงสร้างที่ทำการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 4.7

ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติของโครงสร้าง ดังแสดงในตารางที่ 4.3 และตำแหน่งของการเกิดจุดหมุนพลาสติกทุก ๆ จุดของการเกิดกลไกวิบัติรวม ดังแสดงในรูปที่ 4.8 โดยที่ผลการวิเคราะห์จะเปรียบเทียบกับของ Adeli และ Chyou (1) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โดยวิธีพลาสติก ในรูปที่ 4.8 ซึ่งเป็นผลการวิเคราะห์กลไกวิบัติแบบอิสระแต่ละกลไก ในที่นี้มี 6 กลไกวิบัติ โดยที่กลไกวิบัติที่ 1 ถึง กลไกวิบัติที่ 4 เป็นกลไกวิบัติแบบหมุนที่จุดต่อของโครงสร้าง , กลไกวิบัติที่ 5 เป็นกลไกวิบัติของคาน และกลไกวิบัติที่ 6 เป็นกลไกวิบัติของโครงข้อแข็งเกเบิ้ล นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ยังได้ค่า ตัวแปรขนาด (Amplitude factor) ที่ใช้คูณไปในกลไกวิบัติแบบอิสระแต่ละกลไก แล้วรวมกันทำให้ได้รูปร่างกลไกวิบัติรวม ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งมีค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 6.27 ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของ Adeli และ Chyou (1) ได้ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบโครงสร้างโดยวิธีพลาสติกเช่นเดียวกันด้วยมือ ซึ่งใช้เวลามาก จะได้รูปร่างกลไกวิบัติรวม และค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 6.26 ใกล้เคียงกัน จะเห็นได้ว่ากลไกวิบัติรวมของโครงสร้างมีลำดับความเป็นเชิงเส้นของการรวมกันของกลไกวิบัติแบบอิสระ และขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้หากลไกวิบัติแบบอิสระและแบบรวม ตามวิธีการดังกล่าวข้างต้น ที่ใช้การวิเคราะห์อันดับแรก สามารถทำนายกำลังประลัยของโครงสร้างได้ และสะดวกรวดเร็วโดยที่โครงข้อแข็งดังกล่าวที่ถูกวิเคราะห์จะเป็นโครงข้อแข็งสูงปานกลาง

<u>ตัวอย่างที่</u> 4 เป็นการวิเคราะห์โครงข้อแข็ง 4 ชั้น 1 ช่วง มีลักษณะของโครงสร้างและแรงกระทำดังแสดงในรูปที่ 4.10 โดยที่ชิ้นส่วนต่าง ๆ ในโครงสร้างที่ใช้รับแรงกระทำไม่ได้มีพื้นฐานมาจากการออกแบบแต่อย่างใด แต่คุณสมบัติต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นของชิ้นส่วนในโครงสร้างก็เพื่อแสดงให้เห็นถึง โครงสร้างที่เกิดกลไกวิบัติรวม โดยที่พลาสติกโมเมนต์ของชิ้นส่วนทั้งหมดของโครงสร้างเท่ากับ 1920 in-kip สำหรับวัตถุประสงค์ของตัวอย่างนี้ก็เพื่อที่จะ

1. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์จากหลักการที่เสนอกับงานวิจัยที่ผ่านมา

2. ศึกษาพฤติกรรมของกลไกวิบัติรวมของโครงสร้างที่เกิดจากการรวมกันแบบเชิงเส้นของกลไกวิบัติแบบอิสระของโครงสร้าง ที่น้ำหนักบรรทุกใช้งาน

3. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้จะนำเสนอใน 3 ลักษณะคือ รูปร่างและตำแหน่งการเกิดจุดหมุนพลาสติกของกลไกวิบัติแบบอิสระของโครงสร้างที่ทำการวิเคราะห์ ดังแสดงในรูปที่ 4.11 ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติของโครงสร้าง ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และตำแหน่งของการเกิดจุดหมุนพลาสติกทุก ๆ จุดของการเกิดกลไกวิบัติรวม ดังแสดงในรูปที่ 4.12 โดยที่ผลการวิเคราะห์จะเปรียบเทียบกับของ Wang (10) ซึ่งเป็นการหาค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุก โดยใช้วิธีอิลาสติก-พลาสติก รูปที่ 4.11 ซึ่งเป็นผลที่ได้จากการวิเคราะห์กลไกวิบัติแบบอิสระแต่ละกลไก ในที่นี้มี 20 กลไกวิบัติ โดยที่กลไกวิบัติที่ 1 ถึงกลไกวิบัติที่ 12 เป็นกลไกวิบัติของคาน และกลไกวิบัติที่ 14 , 16 , 18 และกลไกวิบัติที่ 20 เป็นกลไกวิบัติของโครงข้อแข็งสี่เหลี่ยม นอกจากนี้ ผลจากการวิเคราะห์ยังได้ค่า ตัวแปรขนาด (Amplitude Factor) ที่ใช้คูณไปในกลไกวิบัติอิสระแต่ละกลไก แล้วรวมกันทำให้ได้รูปร่างกลไกวิบัติรวม ดังรูปที่ 4.12 ซึ่งมีค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกเท่ากับ 2.215 ในขณะที่ผลการวิเคราะห์ของ Wang (10) ซึ่งใช้วิธีอิลาสติก-พลาสติก โดยไม่คำนึงถึงผลของแรงอัดต่อความเสถียรของชิ้นส่วนในโครงสร้าง ทำการวิเคราะห์ จะได้รูปร่างกลไกวิบัติรวม ดังรูปที่ 4.13 ซึ่งจุดหมุนพลาสติกของ Wang จะมีการเปลี่ยนแปลงสติฟเนสทางดัดด้วยและได้ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติเท่ากับ 2.067 จะเห็นได้ว่าค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติของโครงสร้างที่ได้ผลการวิเคราะห์ จากงานวิจัยครั้งนี้ จะมีค่าสูงกว่าผลการวิเคราะห์ของ Wang 6.7 เปอร์เซนต์ จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์โครงข้อแข็งด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก และวิธีพลาสติก จะให้ค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกที่จุดวิบัติของโครงสร้างใกล้เคียงกัน แต่แตกต่างกันที่รูปร่างการเกิดกลไกวิบัติรวมทั้งนี้เป็นเพราะวิธีอิลาสติก-พลาสติก จะมีการเปลี่ยนแปลงสติฟเนสทางดัด ทุกครั้งที่เกิดจุดหมุนพลาสติก