หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผล

งานวิจัยครั้งนี้ ได้นำเอาหลักการในการวิเคราะห์โครงเหล็กข้อแข็งในระนาบ ด้วยวิธีอิลาสติก-พลาสติก ของ AISC (1) รวมทั้งได้พิจารณาถึงผลกระทบของแรงในแนวแกนกับแรงดัดที่มีผลต่อเงื่อนไขในการเกิดจุดหมุนพลาสติกของโครงเหล็กข้อแข็งโดยได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมจากของเดิมที่ ศิริวุฒิ (23) คือได้เพิ่มการพิจารณารูปแบบของแรงจากเดิมที่เป็นเฉพาะแรงแบบเป็นจุดกระทำที่จุดข้อต่อ มาเป็นรูปแบบของแรงที่เป็นแรงแบบเป็นจุดและแรงแบบแผ่กระจายสม่ำเสมอกระทำอย่างใดอย่างหนึ่งหรือกระทำพร้อมกัน ทั้งที่แรงนั้นกระทำที่จุดข้อต่อก็ได้หรือแรงนั้นกระทำภายในชิ้นส่วนก็ได้ ซึ่งลักษณะของแรงเช่นนี้อาจจะก่อให้เกิดจุดหมุนพลาสติกภายในหรือที่ปลายของชิ้นส่วนใดก็แล้วแต่กรณี ตามเงื่อนไขของการเกิดจุดหมุนพลาสติกที่ขึ้นอยู่กับค่าสูงสุดของแรงดัดและแรงในแนวแกนซึ่งถือว่าคงที่ตลอดชิ้นส่วน วิธีวิเคราะห์ได้ใช้วิธีของการเปลี่ยนตำแหน่ง (Displacement Method) แบบรวมสติฟเนสโดยตรง (Direct Stiffness) และได้คำนึงถึงกำลังและความมีเสถียรภาพ เนื่องจากการเปลี่ยนตำแหน่งแล้วนำมาประยุกต์พัฒนาโปรแกรมภาษาซี เพื่อใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ผลการวิจัยตั้งแต่สภาวะของน้ำหนักบรรทุกใช้งานไปจนถึงสภาวะที่เกิดการวิบัติของโครงเหล็กข้อแข็งตามหลักการดังกล่าวข้างต้น แล้วได้นำมาเปรียบเทียบกับวิธีการวิเคราะห์กับหลักการอื่น ๆ สามารถนำมาสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการของอิลาสติกโดยทั่วไปแล้ว จะพบว่าวิธีของอิลาสติก-พลาสติก สามารถนำไปตรวจสอบโครงสร้างที่สภาวะของน้ำหนักบรรทุกใช้งานได้ กล่าวคือถ้าค่าของตัวประกอบแรงภายนอกเริ่มต้นต่ำกว่า 1.0 ($\lambda(0) < 1.0$) แล้วการวิเคราะห์โดยวิธีอิลาสติกเพื่อนำไปใช้งานจริงย่อมให้ผลที่ไม่ถูกต้อง เพราะว่าค่าของการเปลี่ยนตำแหน่งและการเสียรูปจากวิธีอิลาสติกจะให้ค่าน้อยกว่าค่าที่เป็นจริงเนื่องจากไม่ได้พิจารณาผลของจุดหมุนพลาสติก

ที่เกิดขึ้นภายในโครงสร้าง ฉะนั้นการวิเคราะห์โดยวิธีอิลาสติกอย่างเดียวย่อมให้ผลลัพธ์ของแรงภายในได้ไม่ถูกต้องด้วยเช่นกัน

2) เมื่อนำไปเปรียบเทียบการพัฒนาโปรแกรมโดยวิธีการอิลาสติก-พลาสติก ของ Wang (2) ที่พิจารณาเฉพาะค่าของแรงดัดแล้วจะพบว่าวิธีการนี้จะให้ค่าของตัวประกอบแรงภายนอกที่จุดวิบัติของโครงสร้างต่ำกว่า เพราะว่าได้คำนึงถึงผลของแรงในแนวแกนที่มีผลต่อแรงดัด ในการพิจารณาเงื่อนไขของการเกิดจุดหมุนพลาสติก ซึ่งสามารถยืนยันในหลักการวิเคราะห์ได้ว่า ผลที่ได้เป็นแบบขอบเขตล่างอยู่ (Lower Bound Theorem)

3) เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการอิลาสติก-พลาสติก ของ Korn & Galambos (4) ซึ่งใช้วิธีวิเคราะห์อันดับที่สองกับวิธีการอิลาสติก-พลาสติกของงานวิจัยนี้ ที่พิจารณาผลกระทบของแรงในแนวแกนกับการโก่งตัวที่มีผลต่อแรงดัดที่เพิ่มขึ้นแล้ว จะให้ค่าที่แตกต่างกันประมาณ 3-10 เปอร์เซนต์

4) จากตัวอย่างทั้งสองที่ได้พิจารณาผลของรูปแบบของน้ำหนักบรรทุก ที่มีต่อค่าตัวประกอบแรงภายนอกสะสมที่จุดวิบัติแล้ว จะพบว่าค่าของตัวประกอบแรงภายนอกสะสมจะลดลงตามการกระจายของน้ำหนักบรรทุกแบบเป็นจุดเทียบเท่าหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งได้ว่า รูปแบบของน้ำหนักบรรทุกแบบแผ่กระจายสม่ำเสมอจะให้ค่าต่ำที่สุด

5) การวิเคราะห์โดยวิธีอิลาสติก-พลาสติกในงานวิจัยนี้ในทุก ๆ ขั้นตอนที่ทำการวิเคราะห์เพื่อหาตัวประกอบแรงภายนอกทุกครั้ง จะพบว่าโครงสร้างมีพฤติกรรมแบบเส้นตรงตามทฤษฎีของอิลาสติก จึงสามารถคำนวณค่าของการเปลี่ยนตำแหน่งและแรงภายในสะสมได้ตามอัตราส่วนของตัวประกอบแรงภายนอก ในขณะที่การวิเคราะห์อันดับที่สองจะเป็นพฤติกรรมของโครงสร้างแบบไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งมีความยุ่งยากและซับซ้อนในการวิเคราะห์มากกว่า

6) เนื่องจากผลการวิเคราะห์โดยหลักการที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะให้ค่าต่ำกว่าซึ่งถือว่าเป็นวิธีการของหลักการขอบเขตล่างตามที่กล่าวข้างต้น ฉะนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยนี้จะได้ค่าอยู่ในด้านที่ปลอดภัยกว่า จึงเหมาะสมเพียงพอที่จะนำไปใช้ศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมของโครงเหล็กข้อแข็งแบบต่าง ๆ ได้

4.2 ข้อเสนอแนะ

โดยหลักการของอิลาสติก-พลาสติก ตามที่กล่าวข้างต้นนั้นจะพบว่า ขณะที่โครงสร้างเกิดจุดหมุนพลาสติก การพิจารณาผลของแรงในแนวแกนที่มีต่อเงื่อนไขการเกิดจุดหมุนพลาสติกไม่ว่าที่จุดใดก็ตาม การวิเคราะห์ในรอบต่อ ๆ ไปเพื่อหาค่าตัวประกอบแรงภายนอก ควรจะทำการวิเคราะห์บนพื้นฐานที่ว่า แรงในแนวแกนของชิ้นส่วนที่มีจุดหมุนพลาสติกเกิดขึ้นจะต้องมีค่าคงที่ ไม่สามารถเพิ่มขึ้นได้อีกต่อไป จะเพิ่มได้ก็เฉพาะค่าของแรงดัดเท่านั้น

โดยหลักการอิลาสติก-พลาสติกแล้วมีตัวแปรอีกหลายตัวแปรที่มีผลกระทบต่อเงื่อนไขการเกิดจุดหมุนพลาสติกอีก เช่นการคิดผลกระทบของแรงเฉือนและความแข็งแรงที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความเครียดของวัสดุ หรืออาจจะนิจารณาเอาหลักการวิจัยนี้ไปใช้ร่วมกับการพิจารณาการใส่น้ำหนักบรรทุกแบบที่เรียกว่า Checker Board เพื่อให้ได้ค่าของตำแหน่งจุดหมุนพลาสติกและค่าของตัวประกอบแรงภายนอกสะสมถูกต้องที่สุด ซึ่งการจะพิจารณาเพิ่มเติมผลกระทบเนื่องจากตัวแปรใดนั้นสามารถกระทำได้ แต่วิธีการจะยุ่งยากและซับซ้อนขึ้นตามลำดับด้วยหรืออาจจะสร้างสมมุติฐานเพื่อศึกษาผลกระทบจากตัวแปรเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย