หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

รายงานการวิเคราะห์และเปรียบเทียบผล

4.1 ความนำ

การรายงานและวิเคราะห์เปรียบเทียบผลที่จะเสนอต่อไปนี้ เป็นตัวอย่างการวิเคราะห์โครงสร้างเหล็กข้อแข็งและโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็งจำนวน 6 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นตัวแทนของโครงสร้างเหล็กที่มีลักษณะทางโครงสร้างที่ครอบคลุมความสูงตั้งแต่ 1–15 ชั้น เพื่อเป็นการยืนยันผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นตามหลักการวิเคราะห์ที่เสนอสามารถใช้งานได้เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมารวมทั้งแสดงถึงความสามารถของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปศึกษาถึงพฤติกรรมของโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็งซึ่งเป็นผลกระทบจากความไม่เป็นเชิงเส้นของข้อต่อในรูปแบบต่างๆ

ตัวอย่างที่1เป็นชิ้นส่วนคานยึดแน่นที่ปลายทั้งสองมีน้ำหนักบรรทุกกระทำใน แนวดิ่งที่ระยะหนึ่งในสามของความยาวคานซึ่งคุณสมบัติขององค์อาคารของตัวอย่างนี้มีคุณสมบัติดังตารางที่4.1 เมื่อนำผลการวิเคราะห์ไปเปรียบเทียบกับ งานวิจัยของ Liew and Chen , 1991และการวิเคราะห์โดยวิธีอิลาสติก-พลาสติกอันดับที่หนึ่ง เพื่อยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ตามงานวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยที่ผ่านมา

ตัวอย่างที่ 2 เป็นโครงสร้างเหล็กข้อแข็ง 1 ช่วงเสาสูง 1 ชั้น ลักษณะโครงสร้างมีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวดิ่ง เมื่อนำผลการวิเคราะห์ไปเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Liew and Chen , 1995 เพื่อยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ตามงานวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยที่ผ่านมา

ตัวอย่างที่ 3 เป็นโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็ง 1 ช่วงเสาสูง 2 ชั้น มีการยึดที่ฐานแบบข้อหมุนทั้งสองฐาน ลักษณะโครงสร้างมีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวดิ่งและแนวราบ แสดงผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Liew and Chen , 1995 เพื่อยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ตามงานวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยที่ผ่านมา

ตัวอย่างที่ 4 เป็นโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็ง 1 ช่วงเสาสูง 4 ชั้น มีลักษณะโครงสร้างมีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวดิ่งและแนวราบและมีข้อต่อระหว่างคานกับเสาเป็นแบบข้อต่อกึ่งแข็งแสดงผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Lui and Chen , 1987 เพื่อยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ตามงานวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยที่ผ่านมา

ตัวอย่างที่ 5 เป็นโครงสร้างเหล็ก 1 ช่วงเสาสูง 4 ชั้น มีลักษณะของข้อต่อชนิดต่างๆ รวม 5 ประเภท ลักษณะโครงสร้างมีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวดิ่งและแนวราบ แสดงผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Lui and Chen , 1987 เพื่อเป็นยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ตามงานวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยที่ผ่านมาและเพื่อศึกษาถึงผลกระทบของความอ่อนตัวของข้อต่อกับพฤติกรรมการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็ง

ตัวอย่างที่ 6 เป็นโครงสร้างเหล็ก 1 ช่วงเสา สูง 15 ชั้น โครงสร้างมีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวดิ่งและแนวราบและมีลักษณะของข้อต่อชนิดต่างๆรวม 5 ประเภท เปลี่ยนแปลงตามขนาดของคานที่ใช้แสดงผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Korn and Galambos ,1968 และ วินัย แก้วกุณฑล ,2538 ในตัวอย่างนี้จะทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบพฤติกรรมของโครงสร้างเหล็กจากผลความอ่อนตัวของข้อต่อเพื่อยืนยันว่าผลการวิเคราะห์ตามงานวิจัยนี้สอดคล้องกับ ผลการวิเคราะห์ของงานวิจัยที่ผ่านมา

4.2 <u>รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 1</u>

โครงสร้างที่เป็นตัวอย่างที่ 1 มีลักษณะโครงสร้างเป็นชิ้นส่วนของคาน 1 ชิ้นส่วน ยึดแน่นที่ปลายทั้งสอง รายละเอียดของโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุกแสดงในรูปที่ 4.1 และมีรายละเอียดของวัสดุที่ใช้ ดังตาราง 4.1 - 4.2

เมื่อจัดเตรียมข้อมูลและทำการวิเคราะห์อิลาสติก-พลาสติกอันดับที่สองโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น เมื่อนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา แสดงดังตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.2 - 4.3

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์โครงสร้างอิลาสติก-พลาสติกอันดับที่สองที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้ สำหรับตัวอย่างที่ 1 จะเห็นว่า

4.2.1.เมื่อเปรียบเทียบค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัย ค่าที่ได้จากงานวิจัยนี้จะมีค่า 9.001 ซึ่งมากกว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของ Liew and Chen ,1991 อยู่ร้อยละ 1.02

ซึ่งมีค่าน้อยมากและมีค่ามากกว่าการวิเคราะห์อิลาสติก-พลาสติกอันดับที่หนึ่งอยู่ร้อยละ 0.01 ซึ่งมีค่าน้อยมากเช่นกัน

4.2.2.เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งที่จุด B เทียบกับความยาวที่น้ำหนักบรรทุกประลัย ซึ่งงานวิจัยนี้จะต่ำกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยของLiew and Chen ,1991 ประมาณร้อยละ 0.27 และมีค่ามากกว่าการวิเคราะห์อิลาสติก-พลาสติกอันดับที่หนึ่งอยู่ร้อยละ 0.94 ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยของLiew and Chen ,1991 มี สมมุติฐานให้โครงสร้างมีการเคลื่อนที่ แบบ Small Strain and Large Rigid Body Displacement ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบผล การวิเคราะในชิ้นส่วนเดียวพบว่ามีค่าต่างกันน้อยมาก แต่ควรจะพิจารณาอย่างละเอียดในโครงสร้างที่มีความสูงชลูดมากๆดัง จะกล่าวในตัวอย่างต่อไป

4.2.3.เมื่อเปรียบเทียบลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีลำดับการเกิดขึ้นตรงกันกับทั้งลำดับที่เกิดขึ้นตามงานวิจัยของ Liew and Chen ,1991 และการวิเคราะห์

4.2.4.เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการเปลี่ยนตำแหน่งรวมถึงลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกของงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่ค่าของอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวดิ่งเทียบกับความยาวมีค่าแตกต่างกันเพราะมีสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์แตกต่างกัน

4.3 <u>รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 2</u>

ตัวอย่างนี้โครงสร้างมีลักษณะเป็นโครงสร้างเหล็กข้อแข็ง 1 ช่วงเสาสูง 1 ชั้นที่วิเคราะห์และออกแบบโดย Liew and Chen ,1995 โดยวิธี Second - Order Refined Plastic-Hinge และมีสมมุติฐานให้การเคลื่อนที่เป็นแบบ Small Strain and Large Rigid Body Displacement ลักษณะของโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 4.4 และรายละเอียดของวัสดุดังตารางที่ 4.3

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงดังรูปที่ 4.5 - 4.6 และตารางที่ 4.4

จากผลการวิเคราะห์ในตัวอย่างที่ 2 พบว่า

4.3.1.เมื่อเปรียบเทียบค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยพบว่างานวิจัยนี้มีค่ามากกว่าค่าตามงานวิจัยของ Liew and Chen ,1995 ซึ่งค่าที่ได้จากงานวิจัยนี้จะมีค่า 1.185 และค่าตามงานวิจัยของ Liew and Chen ,1995 มีค่า 1.166 ซึ่งจะเห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกันมาก โดยมีค่าต่างกันเพียงร้อยละ 1.63 และมีค่าต่ำกว่าค่า Plastic - Mechanism Load ซึ่งจะให้ค่า Upper Bound มีค่าเท่ากับ 1.215 โดยงานวิจัยนี้จะให้ค่าที่ต่ำกว่าร้อยละ 2.47

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.2.เมื่อเปรียบเทียบค่าการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวดิ่งของ ขั้วต่อ C ที่น้ำหนักบรรทุกประลัย ซึ่งงานวิจัยนี้จะต่ำกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยที่ผ่านมาประมาณร้อยละ 14.59 ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมามีสมมุติฐานให้โครงสร้างมีการเคลื่อนที่ แบบ Small Strain and Large Rigid Body Displacement

4.3.3.เมื่อเปรียบเทียบลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีลำดับการเกิดขึ้นตรงกันกับทั้งลำดับที่เกิดขึ้นตามงานวิจัยของ Liew and Chen ,1995 ยกเว้นจำนวนของจุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งจำนวนของจุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้นทั้งหมดตามงานวิจัยนี้เกิดขึ้น 2 จุด ในขณะที่งานวิจัยที่ผ่านมาเกิดขึ้นทั้งหมด 3 จุด

4.3.4.เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการเปลี่ยนตำแหน่งรวมถึงลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกของงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่ค่าการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวดิ่งมีค่าแตกต่างกันเพราะมีสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์แตกต่างกัน

4.4 <u>รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 3</u>

ลักษณะโครงสร้างเป็นโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็ง 1 ช่วงเสาสูง 2 ชั้น มีการยึดที่ฐานแบบข้อต่อหมุนทั้ง 2 ฐานและมีข้อต่อระหว่างคานกับเสาเป็นข้อต่อกึ่งแข็ง มีคุณสมบัติดังตารางที่ 4.5 และ รูปที่ 4.7 โดย โครงสร้างมีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง ดังรูปที่ 4.8 และคุณสมบัติขององค์อาคารแสดงดังตารางที่ 4.6

เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วนำผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.9 - 4.10

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 3 พบว่า

4.4.1.เมื่อเปรียบเทียบค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยพบว่างานวิจัยนี้มีค่า 1.482 ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าตามงานวิจัยของ Liew and Chen ,1995 โดยมีค่าต่างกันเพียงร้อยละ 1.92

4.4.2.เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงที่น้ำหนักบรรทุกประลัย ซึ่งงานวิจัยนี้จะต่ำกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยของ Liew and Chen ,1995 ประมาณร้อยละ11.04ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมามีสมมุติฐานให้โครงสร้างมีการเคลื่อนที่แบบ Small Strain and Large Rigid Body Displacement

4.4.3.เมื่อเปรียบเทียบลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีลำดับการเกิดขึ้นตรงกันกับทั้งลำดับที่เกิดขึ้นตามงานวิจัยของ Liew and Chen ,1995 ยกเว้น

จำนวนของจุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้นทั้งหมดซึ่งจำนวนของจุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้นทั้งหมดตามงานวิจัยนี้เกิดขึ้น 1 จุด ในขณะที่งานวิจัยที่ผ่านมาเกิดขึ้นทั้งหมด 2 จุด

4.4.4.เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการเปลี่ยนตำแหน่งรวมถึงลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกของงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่ค่าของอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวราบที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงมีค่าแตกต่างกันเพราะมีสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์แตกต่างกัน

4.5 <u>รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 4</u>

ลักษณะโครงสร้างเป็นโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็ง 1 ช่วงเสาสูง 4 ชั้น มีการยึดที่ฐานแบบข้อแข็งทั้ง 2 ฐาน และมีข้อต่อระหว่างคานกับเสาเป็นแบบกึ่งแข็ง มีคุณสมบัติดังตารางที่ 4.8 และ รูปที่ 4.12 ซึ่งเหมือนกับคุณสมบัติของข้อต่อที่ศึกษาโดย Lui and Chen,1987 โดยโครงสร้างมีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวราบและแนวดิ่ง ดังรูปที่ 4.11 และคุณสมบัติขององค์อาคารแสดงดังตารางที่ 4.9

เมื่อทำการวิเคราะห์แล้วนำผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา ดังตารางที่ 4.10 และรูปที่ 4.13 - 4.14

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างที่ 4 พบว่า

4.5.1.เมื่อเปรียบเทียบค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัย พบว่างานวิจัยนี้มีค่า 1.005 ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าตามงานวิจัยของ Lui and Chen ,1987 โดยมีค่าต่างกันเพียงร้อยละ 0.90

4.5.2.เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงที่น้ำหนักบรรทุกประลัย ซึ่งงานวิจัยนี้จะสูงกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยของ Lui and Chen ,1987 ประมาณร้อยละ20.37ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมาวิเคราะห์หาค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัย และจำนวนจุดหมุนพลาสติกได้น้อยกว่างานวิจัยนี้

4.5.3.เมื่อเปรียบเทียบลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีลำดับการเกิดขึ้นตรงกันกับลำดับที่เกิดขึ้นตามงานวิจัยของ Lui and Chen ,1987 ในลำดับแรกและมีจำนวนของจุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้นทั้งหมดมีค่ามากกว่างานวิจัยที่ผ่านมา 1 จุด

4.5.4.เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกและการเปลี่ยนตำแหน่งรวมถึงลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกของงานวิจัยนี้เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่ค่าของอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวราบที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงมีค่าแตกต่างกันเพราะมีสมมุติฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์แตกต่างกัน

4.6 รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 5

พิจารณารูปที่ 4.15 ลักษณะโครงสร้างเป็นโครงสร้างเหล็ก 1 ช่วงเสาสูง 4 ชั้นมีรูปแบบข้อต่อระหว่างคานกับเสารวมทั้งสิ้น 5 ประเภทดังนี้

ก. Single Web Angle

ข. Double Web Angle

ค. Top and Seat Angle

ง. Top and Seat with Double Web Angle

จ. Fully Rigid Connection

โดยข้อต่อทั้ง 5 ประเภท มีคุณสมบัติดังตารางที่ 4.11 - 4.12 และรูปที่ 4.17 ซึ่งข้อต่อประเภทที่ 5 เป็นข้อต่อที่มีคุณสมบัติคล้ายกับงานวิจัยที่ผ่านมาของ Lui and Chen ,1987 และKassimali ,1983 ดังนั้นจึงแบ่งการพิจารณาผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนคือในส่วนแรกจะพิจารณาเปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาเพื่อเป็นการยืนยันผลของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นและส่วนที่สองนั้นจะพิจารณาผลกระทบของความอ่อนตัวของข้อต่อต่อพฤติกรรมการรับน้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างเหล็กรายละเอียดของโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุก แสดงในรูปที่ 4.15 และมีรายละเอียดของวัสดุที่ใช้ดังตารางที่ 4.13 เมื่อจัดเตรียมข้อมูลและทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาแสดงดังตารางที่ 4.14 - 4.15 และรูปที่ 4.18 - 4.22

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมาและศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างจากผลการวิเคราะห์ที่ได้โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้ สำหรับตัวอย่างที่ 5 จะเห็นว่า

4.6.1.เมื่อเปรียบเทียบค่าตัวประกอบน้ำหนักบรทุกประลัยของโครงสร้างเหล็กข้อแข็งซึ่งใช้ข้อต่อประเภทที่ 5 พบว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยนี้จะมีค่า 1.008 ซึ่งมากกว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของ Lui and Chen ,1987 และ Kassimali ,1983 อยู่ร้อยละ 0.8 ซึ่งมีค่าน้อยมาก

4.6.2.เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงที่น้ำหนักบรรทุกประลัยซึ่งงานวิจัยนี้จะให้ค่าที่ต่ำกว่างานวิจัยที่ผ่านมาประมาณ ร้อยละ 2.00 สำหรับโครงสร้างเหล็กข้อแข็ง ทั้งนี้เนื่องจากงานวิจัยที่ผ่านมามีสมมุติฐานให้ โครงสร้างมีการเคลื่อนที่ แบบ Small Strain and Large Rigid Body Displacement

4.6.3.เมื่อเปรียบเทียบลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกในโครงสร้างเหล็กข้อแข็ง พบว่าจำนวนจุดหมุนพลาสติกทั้งหมดที่เกิดขึ้นมีจำนวนเท่ากัน แต่จะมีลำดับของการเกิด สลับกันในลำดับที่ 8 และ 9

4.6.4.เมื่อพิจารณารูปที่4.20 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกกับอัตราการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวราบเทียบกับความสูงของโครงสร้างในโครงสร้างเหล็กข้อแข็ง และโครงสร้างเหล็กที่มีข้อต่อแบบ Top and Seat Angle with Double Web Angle ซึ่งได้รับการออกแบบให้มีค่าโมเมนต์ต้านทานสูงสุดของข้อต่อเท่ากับค่าโมเมนต์พลาสติกของชิ้นส่วนคาน พบว่าค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงสร้างเหล็กที่มีข้อต่อแบบ Top and Seat Angle with Double Web Angle มีค่าต่ำกว่าโครงสร้างเหล็กข้อแข็งอยู่ร้อยละ 0.10 และมีค่าอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงที่น้ำหนักบรรทุกประลัย มีค่า 0.016 ซึ่งสูงกว่าโครงสร้างเหล็กข้อแข็งอยู่ร้อยละ 6.70

4.6.5 เมื่อพิจารณารูปที่ 4.21 เมื่อนำข้อต่อซึ่งได้รับการออกแบบให้รับน้ำหนักบรรทุกแนวดิ่งเท่านั้นซึ่งข้อต่อประเภทนี้จัดอยู่ในข้อต่อแบบ Shear Connection มาพิจารณาให้รับน้ำหนักบรรทุกในแนวดิ่งและแนวราบ พบว่าโครงสร้างเหล็กมีความไว(Sensitive) ต่อ การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของข้อต่อดังตารางที่ 4.15 ซึ่งในข้อต่อที่มีความแข็ง (Rigidity)สูงจะให้ค่าน้ำหนักบรรทุกประลัยที่สูงและมีค่าเปลี่ยนตำแหน่งในแนวราบต่ำมีข้อสังเกตุที่สำคัญคือเมื่อข้อต่อมีคุณสมบัติของโมเมนต์ต้านทานสูงสุดสูงกว่าโมเมนต์พลาสติกของชิ้นส่วนที่เชื่อมต่อกัน จะทำให้ค่าของโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็งมีค่าแตกต่างกับโครงสร้างเหล็กข้อแข็งไม่มากนัก ซึ่งงานวิจัยนี้จะแตกต่างกันเพียงร้อยละ 0.1 เท่านั้น

4.7 <u>รายงานผลการวิเคราะห์และเปรียบเทียบตัวอย่างที่ 6</u>

โครงสร้างที่เป็นตัวอย่างที่ 6 มีลักษณะเป็นโครงสร้างเหล็ก 1 ช่วงเสาสูง 15 ชั้น มีน้ำหนักบรรทุกกระทำในแนวดิ่งและแนวราบและมีลักษณะของข้อต่อที่พิจารณารวม 5 ประเภทดังตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.23และรูปที่ 4.29 ขึ้นอยู่กับขนาดของคานในแต่ละชั้นของโครงสร้าง แสดงผลเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ Korn and Galambos ,1968 และ วินัย แก้วกุณฑล ,2538 รายละเอียดของโครงสร้างและน้ำหนักบรรทุกแสดงในรูปที่ 4.24 และมีรายละเอียดของวัสดุที่ใช้ดังตารางที่ 4.17 - 4.18

เมื่อจัดเตรียมข้อมูลและทำการวิเคราะห์อิลาสติก-พลาสติกอันดับที่สอง โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา แสดงดังตารางที่ 4.19 - 4.20 และรูปที่ 4.25 - 4.28

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบกับงานวิจัยที่ผ่านมา โดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์วิเคราะห์โครงสร้างอิลาสติก-พลาสติกอันดับที่สองที่พัฒนาขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้ สำหรับตัวอย่างที่ 6 จะเห็นว่า

4.7.1.เมื่อเปรียบเทียบค่าตัวประกอบน้ำหนักบรรทุกประลัย ค่าที่ได้จากงานวิจัยนี้ในโครงสร้างเหล็กข้อแข็งจะมีค่า 1.3865 ซึ่งมากกว่าค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของ Korn and Galambos,1968อยู่ร้อยละ0.84 และมีค่าเท่ากับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของวินัย แก้วกุณฑล ,2538

4.7.2.เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงที่น้ำหนักบรรทุกประลัยของโครงสร้างเหล็กข้อแข็งซึ่งงานวิจัยนี้จะให้ค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยที่ผ่านมาของ Korn and Galambos ,1968 ประมาณร้อยละ 10 และมีค่าเท่ากับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ของวินัย แก้วกุณฑล ,2538

4.7.3.เมื่อเปรียบเทียบลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกของโครงสร้างเหล็กข้อแข็ง กับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีลำดับการเกิดขึ้นส่วนใหญ่ตรงกันกับลำดับที่เกิดขึ้นตามงานวิจัยของ Korn and Galambos, 1968 และวินัย แก้วกุณฑล ,2538 แตกต่างกันเฉพาะในลำดับที่11 และ 12 เท่านั้นแต่เมื่อพิจารณาจำนวนจุดหมุนพลาสติกที่เกิดขึ้น พบว่างานวิจัยนี้จะทำนายจุดหมุนพลาสติกได้เท่ากับ งานวิจัยของวินัย แก้วกุณฑล ,2538 และ ทำนายได้น้อยกว่างานวิจัยของ Korn and Galambos, 1968 ซึ่งทำนายได้รวม 18 จุด

4.7.4.เมื่อศึกษาถึงพฤติกรรมของโครงสร้างเหล็ก ภายใต้ผลกระทบของข้อต่อพบว่าเมื่อพิจารณานำข้อต่อแบบ Top and Seat angle with Double web angle ซึ่งมีคุณสมบัติต้านทานโมเมนต์สูงสุดเท่ากับโมเมนต์พลาสติกของชิ้นส่วนคานโดยเลือกใช้ข้อต่อที่มีคุณสมบัติดังตารางที่ 4.16 และรูปที่ 4.23 พบว่าน้ำหนักบรรทุกประลัยมีค่าเท่ากับ 1.384 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับโครงสร้างเหล็กข้อแข็งจะมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 0.18 และเมื่อพิจารณาอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงที่ น้ำหนักบรรทุกประลัยจะมีค่าสูงกว่าโครงสร้างเหล็กข้อแข็งอยู่ประมาณร้อยละ 25.0 จากการพิจารณาถึงลำดับการเกิดจุดหมุนพลาสติกในโครงสร้างพบว่ามีลำดับการเกิดต่างกันทั้งนี้เนื่องจากความอ่อนตัวของข้อต่อทำให้การกระจายของโมเมนต์เปลี่ยนแปลงไปและจำนวนจุดหมุนพลาสติกที่ทำนายได้ในโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็งรวม16จุดซึ่งมากกว่าที่ทำนายได้ในโครงสร้างเหล็กข้อแข็งอยู่ 2 จุด

4.7.5เมื่อเปรียบเทียบอัตราส่วนการเปลี่ยนตำแหน่งในแนวราบที่จุดสูงสุดเทียบกับความสูงที่น้ำหนักบรรทุกใช้งาน พบว่าโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็งมีค่า 0.0082 ส่วนโครงสร้างเหล็กข้อแข็งมีค่า 0.0076 โดยมีค่าแตกต่างกันประมาณร้อยละ 7.89 ซึ่งจะเห็นว่าในโครงสร้างเหล็กข้อต่อกึ่งแข็ง ซึ่งเลือกใช้ข้อต่อที่มีคุณสมบัติต้านทานโมเมนต์พลาสติกของชิ้นส่วนคานได้นั้น โครงสร้างเหล็กจะมีค่าน้ำหนักบรรทุกประลัยแตกต่างกันไม่มากนักแต่จะมี

ค่าการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากความอ่อนตัวของข้อต่อกึ่งแข็งที่นำมาใช้งาน ซึ่งควรนำผลการ วิเคราะห์ ไปพิจารณาร่วมในการออกแบบโครงสร้างด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย