บทที่ 4

โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์

การพัฒนาโปรแกรม CU-NTABS

โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้มีชื่อว่าCU-NTABS ใช้โปรมแกรม SUPER-ETABS : An Enhanced Version of the ETABS Program (Maison, Neuss และ Rodriguez 1985) เป็นพื้นฐานในการพัฒนาต่อ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต สำหรับอาคารชนิดโครงข้อแข็งร่วมกับผนังต้านแรงเฉือน โดยส่วนที่พัฒนาเพื่องานวิจัยนี้แบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ ดังนี้

1. เพิ่มส่วนคำนวณสติฟเนสเมตริกซ์เรขาคณิตของเสา
2. เพิ่มส่วนคำนวณสติฟเนสเมตริกซ์เรขาคณิตของผนังต้านแรงเฉือน
3. เพิ่มส่วนทำให้โปรแกรมทำการคำนวณโดยวิธีทำซ้ำ แบบแทนค่าโดยตรง (Direct Substitution-Iteration Method) ผู้ใช้โปรแกรม สามารถป้อนค่า ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ (Allowable Error) ซึ่งใช้เป็นเงื่อนไขในการเลิกทำซ้ำ และจำนวนรอบมากที่สุด ที่อนุญาตให้โปรแกรมทำซ้ำ (Maximum of Cycles) หากเงื่อนไขความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ไม่สามารถทำได้

รายละเอียด(Source Code) ของโปรแกรม แสดงไว้ในภาคผนวก ข.

การใช้โปรแกรม CU-NTABS

โปรแกรม CU-NTABS เขียนขึ้นโดยใช้ภาษา FORTRAN 77 รับการป้อนข้อมูล (Input Data) โดยแฟ้มป้อนข้อมูล (Input Data File) ผู้ใช้จำเป็นต้องป้อนข้อมูลให้ตรงคอลัมน์ตามที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ข้อมูลที่จำเป็นที่ต้องป้อนให้โปรแกรม มีดังนี้

1. จำนวนชั้นของอาคาร
2. จำนวนช่วงเสา (BAY) ของอาคาร
3. ความสูงของแต่ละชั้นของอาคาร
4. ตำแหน่งของแนวเสา เมื่อเทียบจากพิกัดโครงข้อแข็งโลคอล (Local Frame Coordinate)
5. คุณสมบัติวัสดุของแต่ละเสา
6. คุณสมบัติวัสดุของแต่ละคาน
7. จำนวนและตำแหน่งของผนังต้านแรงเฉือน(ถ้ามี)
8. คุณสมบัติวัสดุของผนังต้านแรงเฉือน(ถ้ามี)
9. ขนาดและตำแหน่งของแรงในแนวดิ่งและแนวราบที่กระทำต่ออาคาร
10. ความสัมพันธ์ของพิกัดโครงข้อแข็งโลคอลกับพิกัดของโครงสร้าง (Global Structure Coordinate)
11. เลือกรูปแบบการวิเคราะห์ว่าต้องการการวิเคราะห์แบบเชิงเส้นหรือแบบไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต
12. กำหนดค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้(Allowable Error)
13. กำหนดค่าจำนวนการทำซ้ำที่มากที่สุด ที่อนุญาตให้โปรแกรมทำงาน

รายละเอียดการป้อนข้อมูลสำหรับโปรมแกรม CU-NTABS แสดงไว้ในภาคผนวก ค.

การประมวลผล

หลังจากทำการป้อนข้อมูลต่างๆข้างต้นและตรวจสอบข้อมูลทุกตัวว่าถูกต้องแล้ว จึงจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ตามแผนภูมิในรูป 4.1 ซึ่งสรุปได้เป็นขั้นตอนดังนี้

1. การทำซ้ำครั้งที่ 1
2. คำนวณหาสติฟเนสเชิงเส้น (Linear Stiffness) และสติฟเนสไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิต (Geometric Nonlinear Stiffness) ของเสาดังสมการ (3.32) และ (3.33) ตามลำดับ
3. คำนวณหาสติฟเนสของคาน
4. ในกรณีโครงสร้างประกอบด้วยผนังต้านแรงเฉือน จะทำการคำนวณหาสติฟเนสเชิงเส้น และสติฟเนสไม่เชิงเส้นทางเรขาคณิตของผนังต้านแรงเฉือน ดังสมการ(3.36) และ (3.37) ตามลำดับ
5. รวมสติฟเนสของทุกองค์อาคารในข้อ 1 ถึง 4 ให้เป็น สติฟเนสของโครงสร้าง
6. แก้สมการเชิงเส้นดังสมการ (3.44) เพื่อหาการเปลี่ยนตำแหน่งของโครงสร้าง
7. คำนวณหาแรงตามแนวแกนที่เกิดขึ้น(Resulting Axial Force) ของเสาและผนังต้านแรงเฉือน
8. การทำซ้ำครั้งต่อไป
9. นำแรงตามแนวแกนที่ได้ในข้อ 7 ไปแทนค่าเพื่อหาค่าสติฟเนสเมตริกซ์ของทุกองค์อาคารในโครงสร้าง เช่นเดียวกับข้อ 2 ถึง 4 และทำเช่นเดียวกับข้อ 5 และ 6
10. คำนวณหาค่าความต่างของการเปลี่ยนตำแหน่ง ที่จุดบนสุดของอาคารที่คำนวณได้จากรอบการทำซ้ำนี้กับรอบการทำซ้ำที่ผ่านมา

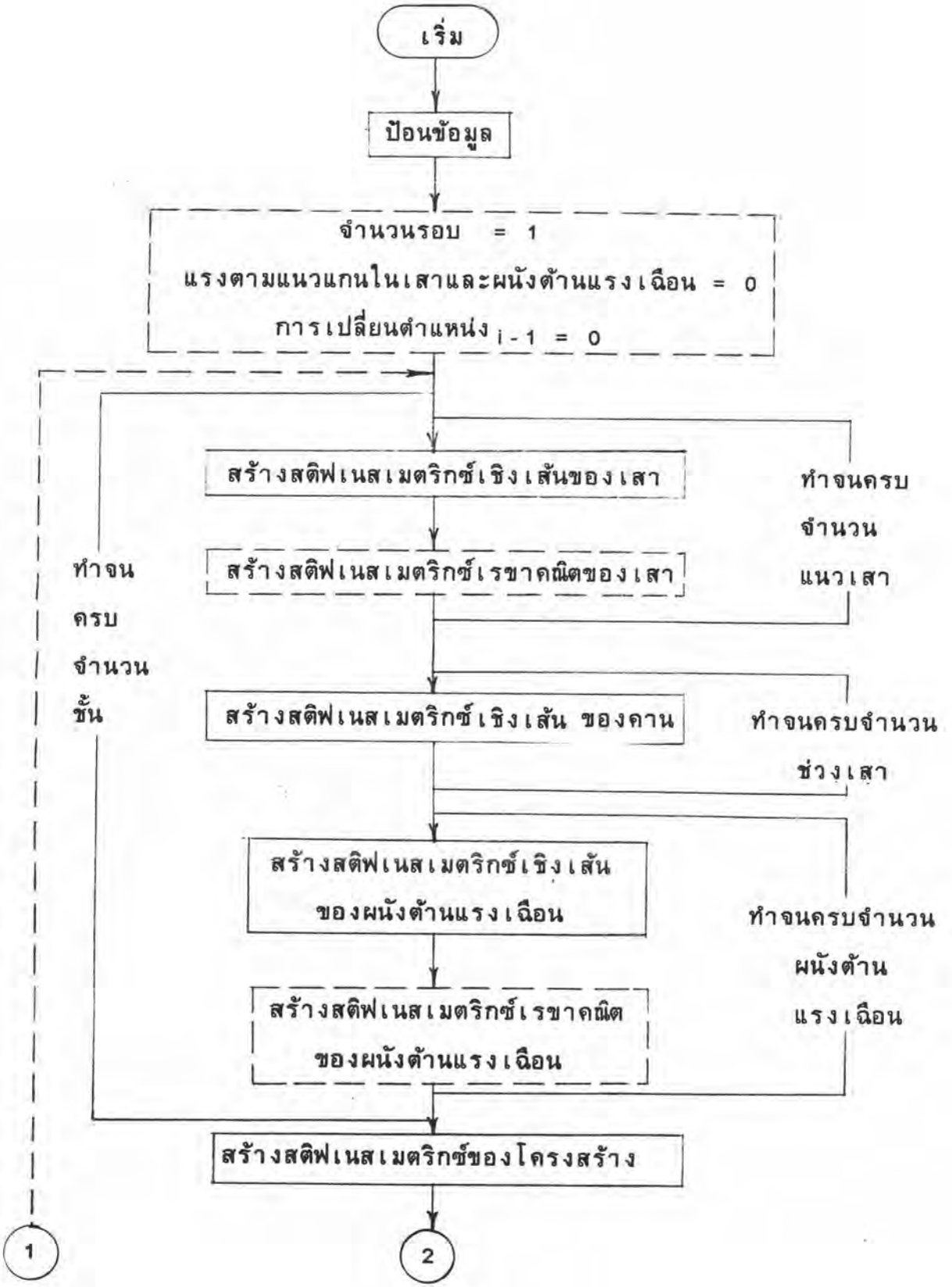
11. ตรวจสอบว่าค่าความต่างที่ได้ในข้อ 10 มากกว่า หรือน้อยกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ดังสมการ (3.54)

12. ถ้าค่านอร์มในข้อ 11 มากกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ จะคำนวณหาแรงตามแนวแกนของเสาและผนังต้านแรงเฉือนแล้วกลับไปทำข้อ 8

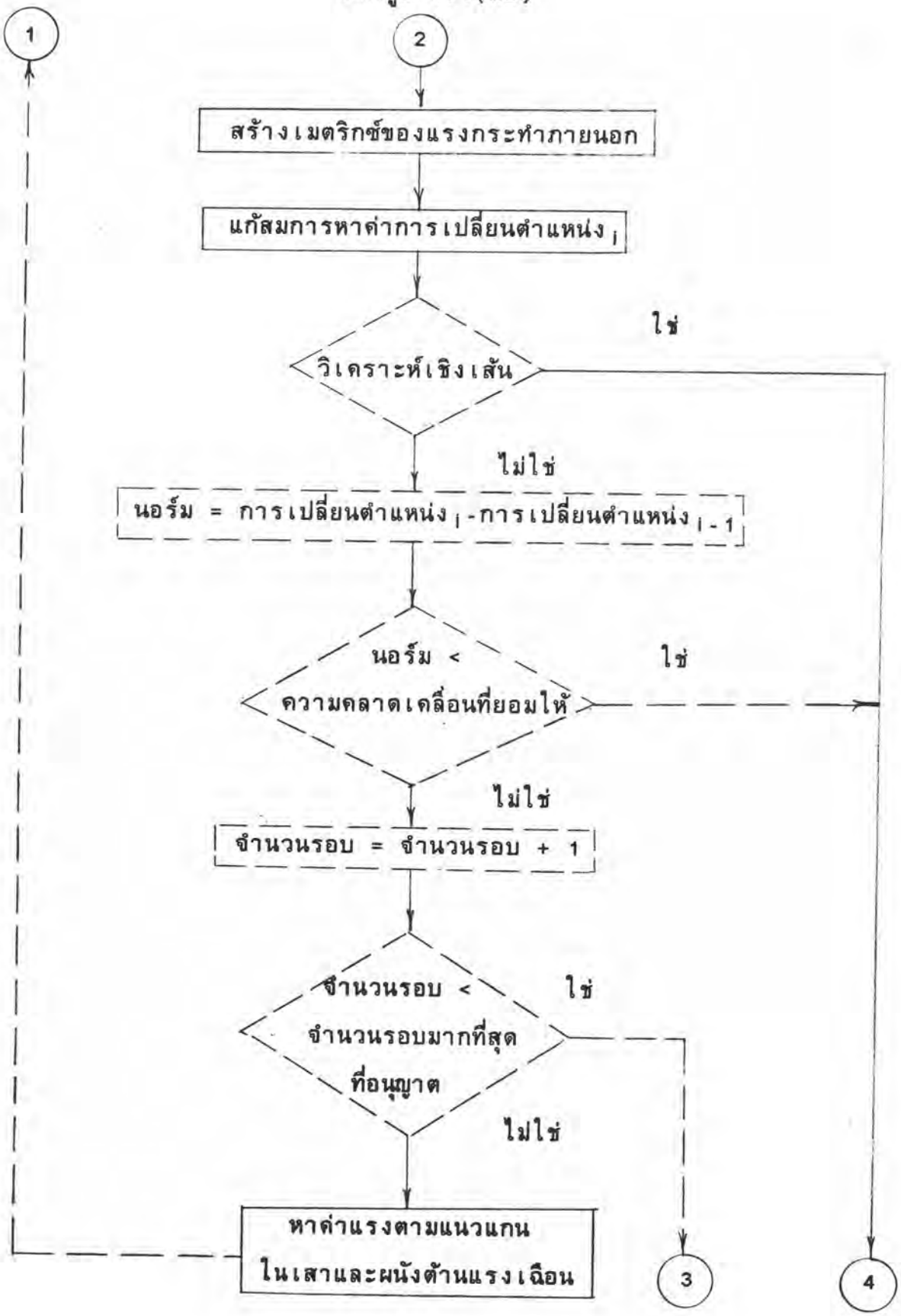
13. ถ้าค่านอร์มในข้อ 11 น้อยกว่าหรือเท่ากับค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ จะทำการคำนวณแรงภายในของทุกองค์อาคารและพิมพ์ออกมาทางแฟ้มผลการคำนวณ (Output File)

14. ในกรณีที่ค่านอร์มในข้อ 11 มากกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้เสมอ โปรแกรมจะทำการทำซ้ำเท่ากับจำนวนการทำซ้ำที่มากที่สุดซึ่งผู้ใช้เป็นผู้กำหนด

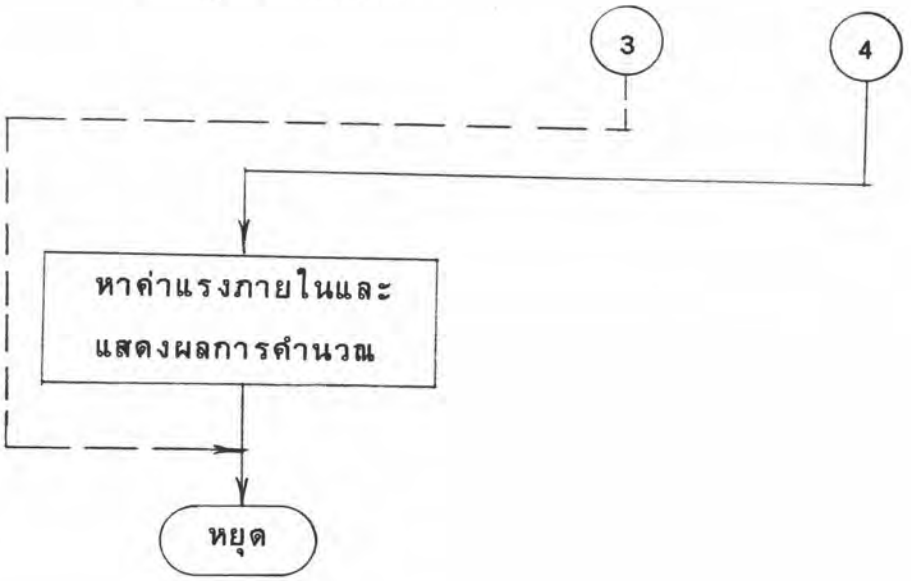
แผนภูมิ 4.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์โดยสังเขป



แผนภูมิ 4.1(ต่อ)


1
2
สร้างเมตริกซ์ของแรงกระทำภายนอก
แก้สมการหาค่าการเปลี่ยนตำแหน่ง i
วิเคราะห์เชิงเส้น
ใช่
ไม่ใช่
นอร์ม = การเปลี่ยนตำแหน่ง i - การเปลี่ยนตำแหน่ง i - 1
นอร์ม <
ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้
ใช่
ไม่ใช่
จำนวนรอบ = จำนวนรอบ + 1
จำนวนรอบ <
จำนวนรอบมากที่สุด
ที่อนุญาต
ใช่
ไม่ใช่
หาค่าแรงตามแนวแกน
ในเสาและผนังต้านแรงเฉือน
3
4

แผนภูมิ 4.1(ต่อ)



——— เป็นส่วนของโปรแกรม SUPER-ETABS เดิม

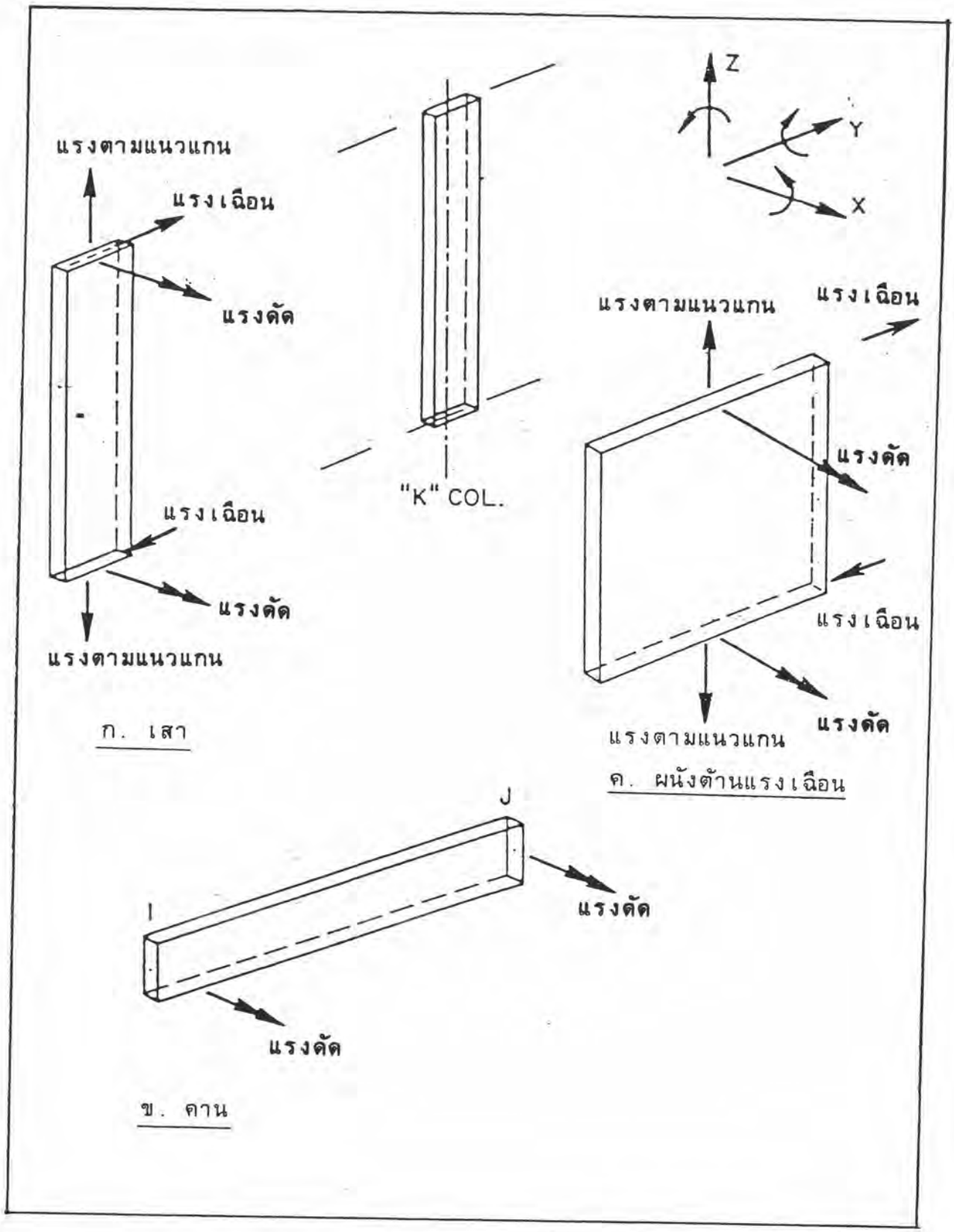
— — — — เป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้

การแสดงผลการวิเคราะห์

หลังจากทำการวิเคราะห์เสร็จสิ้น จะแสดงผลทางแฟ้มผลการคำนวณ (Output File) ดังนี้

1. การเปลี่ยนตำแหน่งในแต่ละชั้นของโครงสร้าง
2. แรงภายในขององค์อาคาร (ทิศทางบวกแสดงในรูป 4.1) อันได้แก่
   - 2.1 เสา
     - 2.1.1 แรงดัดที่ปลายบน
     - 2.1.2 แรงดัดที่ปลายล่าง
     - 2.1.3 แรงตามแนวแกน
     - 2.1.4 แรงเฉือน
   - 2.2 คาน
     - 2.2.1 แรงดัดที่ปลาย I
     - 2.2.2 แรงดัดที่ปลาย J
   - 2.3 ผนังต้านแรงเฉือน
     - 2.3.1 แรงดัดที่ปลายบน
     - 2.3.2 แรงดัดที่ปลายล่าง
     - 2.3.3 แรงตามแนวแกน
     - 2.3.4 แรงเฉือน
3. จำนวนรอบการทำซ้ำ
4. เวลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะทำงานทั้งสามส่วนอย่างต่อเนื่องกันตั้งแต่การป้อนข้อมูล การประมวลผลและการแสดงผลตามลำดับ แฟ้มป้อนข้อมูล (Input File) และแฟ้มผลการคำนวณ (Output File) จะถูกเก็บไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก ซึ่งสามารถนำมาใช้ภายหลังได้



รูป 4.1 ทิศทางบวกของแรงภายในองค์อาคาร