หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์

4.1 ความนำ

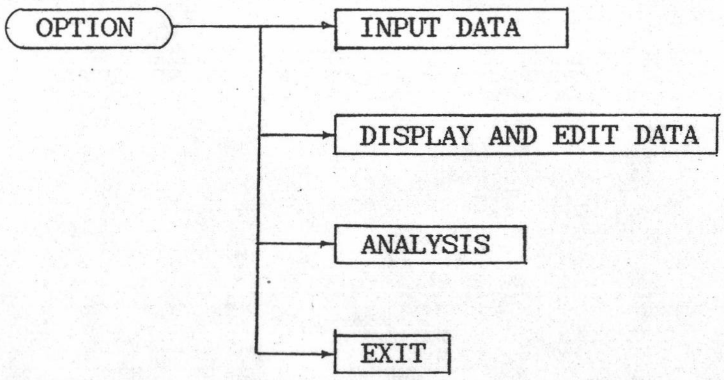
โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ ที่ใช้ในการวิเคราะห์นี้แบ่งออกเป็นโปรแกรมย่อย ๆ หลายโปรแกรม โดยโปรแกรม OPTION เป็นโปรแกรมหลักที่ใช้สำหรับในการเลือกโปรแกรมย่อยต่าง ๆ เช่น ป้อนข้อมูล (Input Data) แสดงข้อมูล (Display Data) และวิเคราะห์ (Analysis) เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรมหลักได้แสดงดังแผนภูมิในรูปที่ 4.1 และโปรแกรมย่อยที่ใช้ในการวิเคราะห์ยังแบ่งย่อยออกไปอีกดังแผนภูมิในรูปที่ 4.2

4.2 การป้อนข้อมูล (Input Data)

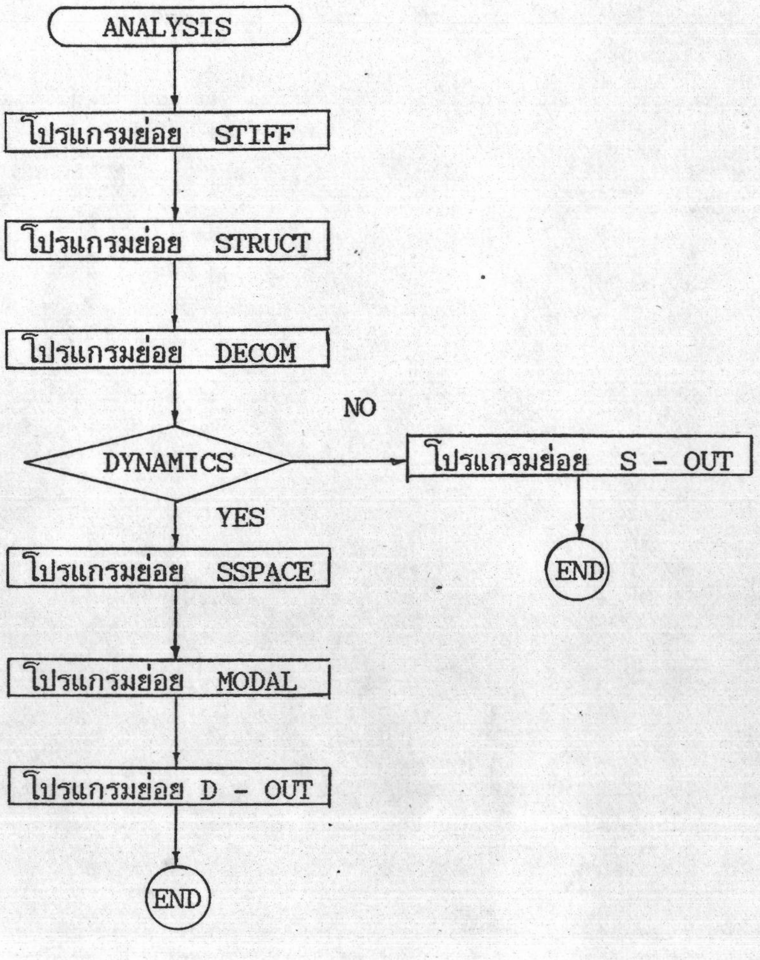
ข้อมูลทั้งหมดที่จะทำการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ สร้างและเก็บไว้ในแผ่นเก็บข้อมูล โดยข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นสองชุดคือ

1. ไฟล์ข้อมูล (Data File) จะเก็บข้อมูลของโครงสร้างทั้งหมด ได้แก่ จำนวนข้อต่อ จำนวนชิ้นส่วน จำนวนฐานรองรับ พิกัดของขั้ว สภาพการเชื่อมต่อของโครงสร้าง คุณสมบัติของแต่ละชิ้นส่วน ตำแหน่งฐานรองรับ ทิศทางและตำแหน่งของแรงภายนอก เป็นต้น ซึ่งชื่อข้อมูลนี้ผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดชื่อขึ้นเอง

2. สำหรับข้อมูลชุดที่สอง นี้จะถูกโปรแกรม INPUT กำหนดขึ้นมาเองโดยจะมีอักษร F นำหน้าชื่อข้อมูลอีกที (F + ชื่อข้อมูล) ซึ่งจะเก็บข้อมูลของแรงทางพลศาสตร์ทั้งหมดคือ ช่วงเวลาและเวลาที่มากที่สุดในการอินทิเกรต ข้อมูลการขึ้น ๆ ลง ๆ ของแรงลม เป็นต้น ข้อมูลนี้จะมีเฉพาะการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์เท่านั้น



รูปที่ 4.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงการทำงานของการวิเคราะห์

4.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์

เมื่อทำการป้อนข้อมูลเกี่ยวกับพิกัดของขั้ว (Nodal Point Coordinates) คุณสมบัติของชิ้นส่วน สภาพการเชื่อมโยงของแต่ละชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน แรงกระทำจากภายนอก ตำแหน่งของฐานรองรับ และได้ทำการตรวจสอบข้อมูลทุกตัวว่าถูกต้องแล้ว จึงนำเอาข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์ซึ่งเขียนขั้นตอนย่อ ๆ ในแผนภูมิดังรูปที่ 4.3 ก - ค. และพอสรุปขั้นตอนโดยสังเขปได้ดังนี้

4.3.1 คำนวณแรงกระทำที่ปลาย (Fixed End Forces) ของชิ้นส่วนเนื่องจากแรงกระทำบนชิ้นส่วนซึ่งมีทิศทางในพิกัดของชิ้นส่วนได้เวคเตอร์ $\underset{\sim}{R}_1$

4.3.2 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ของเมตริกซ์ของสติฟเนส และของมวล (เมื่อทำการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์) ในพิกัดของชิ้นส่วนจะได้เมตริกซ์ $\underset{\sim}{K}_1$ และ $\underset{\sim}{M}_1$ ตามลำดับ แล้วเก็บข้อมูลไว้ในแผ่นจานแม่เหล็กรวมทั้งเวคเตอร์ $\underset{\sim}{R}_1$ ด้วย

4.3.3 แปลงเวคเตอร์ของแรงจากขั้นตอน 4.3.1 ให้อยู่ในพิกัดของโครงสร้างได้เวคเตอร์ $\underset{\sim}{R}_n$ มีค่าเท่ากับ $\underset{\sim}{A}^T\underset{\sim}{R}_1$ แล้วนำไปรวมกับแรงกระทำที่ขั้วจะได้เวคเตอร์ $\underset{\sim}{R}_g$

4.3.4 แปลงเมตริกซ์ของสติฟเนสและของมวลในขั้นตอนที่ 4.3.2 ให้ไปอยู่ในพิกัดของโครงสร้างได้เมตริกซ์ $\underset{\sim}{K}_g$ มีค่าเท่ากับ $\underset{\sim}{A}^T\underset{\sim}{K}_1\underset{\sim}{A}$ และเมตริกซ์ $\underset{\sim}{M}_g$ มีค่าเท่ากับ $\underset{\sim}{A}^T\underset{\sim}{M}_1\underset{\sim}{A}$

4.3.5 แก้ไขเมตริกซ์ของสติฟเนส มวล และเวคเตอร์ของแรงให้สอดคล้องกับสภาพเงื่อนไขที่ขั้วและสภาพของฐานรองรับจะได้ $\underset{\sim}{K}_a$, $\underset{\sim}{M}_a$ และ $\underset{\sim}{R}_a$ ตามลำดับ แล้วเก็บข้อมูลไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก

4.3.6 ทำตามขั้นตอนที่ 4.3.1 - 4.3.5 จนครบทุกชิ้นส่วน

4.3.7 รวมเมตริกซ์ของสติฟเนส มวล และเวคเตอร์ของแรงจากขั้นตอนที่ 4.3.5 ทีละชิ้นส่วนจะได้เมตริกซ์ของสติฟเนส $\underset{\sim}{K}$ มวล $\underset{\sim}{M}$ และเวคเตอร์ของแรง $\underset{\sim}{R}$ โดย $\underset{\sim}{K}$ และ $\underset{\sim}{M}$ จะเก็บข้อมูลแบบแถบสมมาตรที่แปรเปลี่ยนได้ (Sky - line) สำหรับเวคเตอร์ของแรงถ้าเป็นการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ และมีรูปแบบของแรงกระทำภายนอกมากกว่าหนึ่งรูปแบบ เวคเตอร์ของแรงก็จะมีจำนวนเท่ากับรูปแบบของแรงกระทำภายนอก และเก็บข้อมูลไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก

4.3.8 กำจัดเมตริกซ์ของสติฟเนส โดยวิธีแอ็คทิฟว์ คอลลัม (Active Column Method) ให้อยู่ในรูป $\underset{\sim}{LDL}^{T}$ และเก็บข้อมูลไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก

4.3.9 สำหรับการวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์ ก็ทำการแทนค่าเดินหน้าและแทนค่าย้อนหลัง (Forward & Back - Substitution) ได้ค่าการเคลื่อนที่ในพิกัดของโครงสร้างเป็น $\underset{\sim}{U}$ แปลงค่าการเคลื่อนที่ไปอยู่ในพิกัดของชิ้นส่วน x, y, z ได้ $\underset{\sim}{U}_1 = \underset{\sim}{AU}$ และคำนวณหาแรงภายในของชิ้นส่วน $\underset{\sim}{R}_m$ โดยมีค่าเท่ากับ $\underset{\sim}{K}_1\underset{\sim}{U}_1 - \underset{\sim}{R}_1$

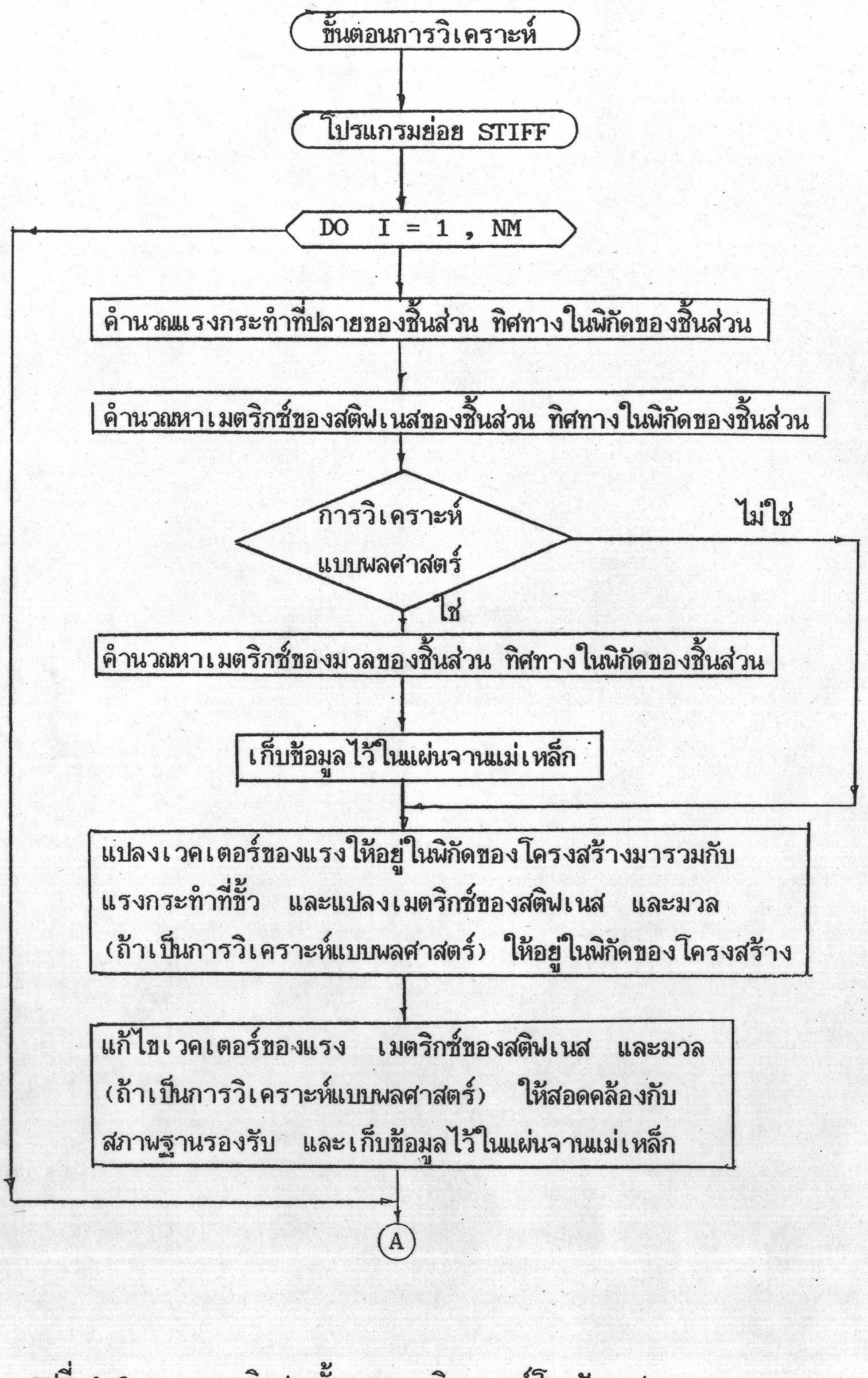
4.3.10 สำหรับการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ต่อจากขั้นตอน 4.2.8 ทำการหาค่าเวคเตอร์ของรูปแบบของโหมดเป็น $\underset{\sim}{\phi}_i$ และค่าความถี่ของการสั่นไหวแบบอิสระเป็น ω_i เป็นจำนวน q ชุด ซึ่ง q = min (2 * p,p + 8,n) โดย p เป็นจำนวนโหมดที่สำคัญ ในขั้นตอนนี้เป็นการแก้ปัญหาเจาะจงโดยวิธีการทำซ้ำในสเปซย่อย (Subspace Iteration Method) จะได้เมตริกซ์ของ $\underset{\sim}{\Phi}$ และ $\underset{\sim}{\Omega}$ แล้วเก็บไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก

4.3.11 คำนวณหาการเคลื่อนที่ทั่วไปตามโหมดที่ต้องการ (Modal Generalized Displacement) เป็นเวคเตอร์ของ $\underset{\sim}{X}$ ต่อจากขั้นตอน 4.3.10 ใช้การอินทิเกรตของดูแฮมเมล (Duhamel Integral) หาเวคเตอร์ของ $\underset{\sim}{X}$ ในที่เวลาต่าง ๆ กันโดยแบ่งออกเป็นช่วงเวลาเท่า ๆ กัน เป็น Δt แล้วเก็บไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก

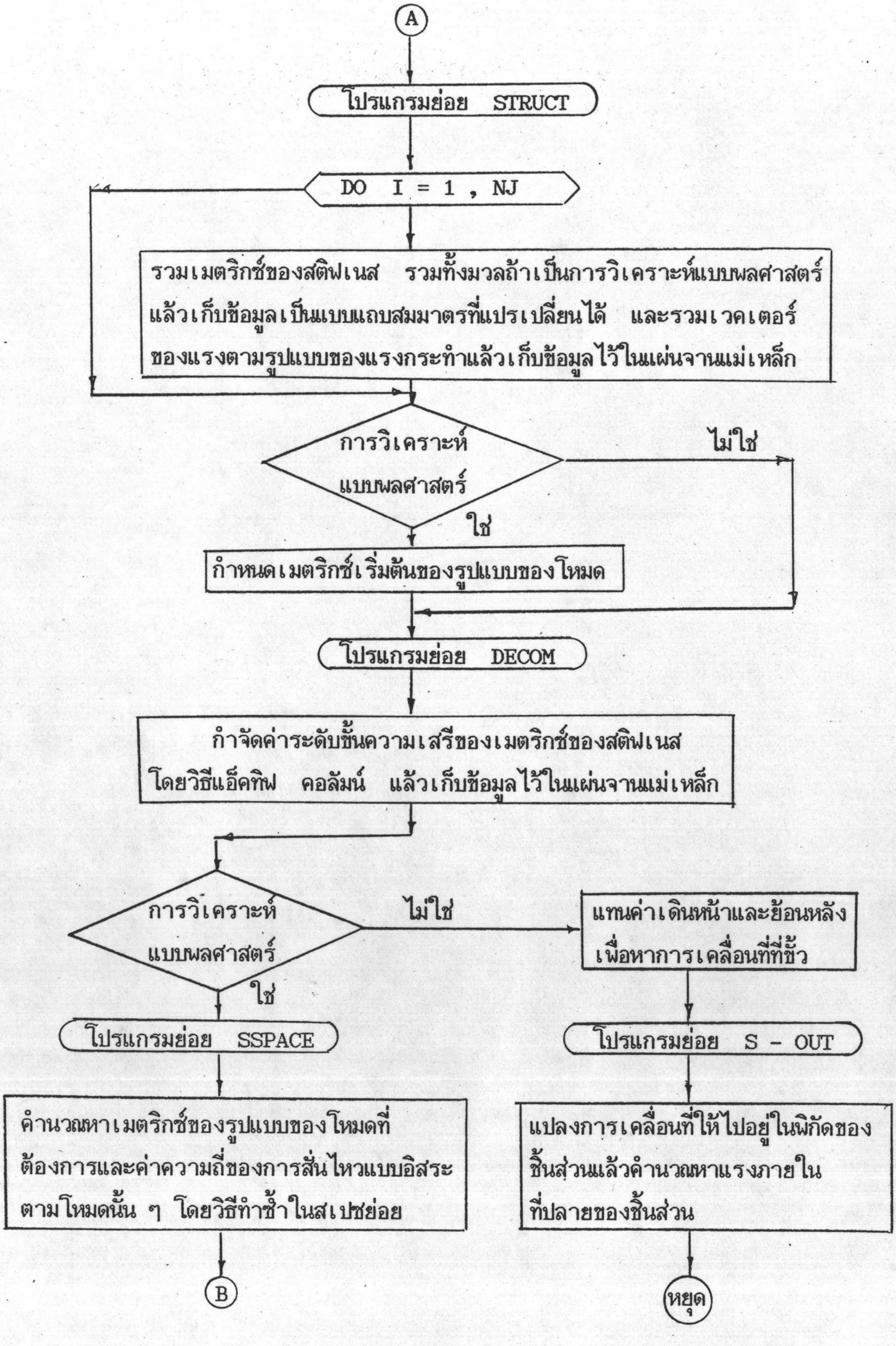
4.3.12 คำนวณหาการเคลื่อนที่ในพิกัดของโครงสร้างเป็น $\underset{\sim}{U}$ ซึ่งหาได้จาก $\underset{\sim}{U}(t) = \sum_{i=1}^{q} \underset{\sim}{\phi}_i X_i(t)$ แล้วเก็บ $\underset{\sim}{U}$ ไว้ในแผ่นจานแม่เหล็ก

4.3.13 คำนวณหาความเร็ว $\underset{\sim}{\dot{U}}$ และอัตราเร่ง $\underset{\sim}{\ddot{U}}$ จากค่าความแตกต่างของการเคลื่อนที่ที่เวลาต่างกันโดยวิธีผลต่างสืบเนื่องตรงกลาง (Central Finite Difference)

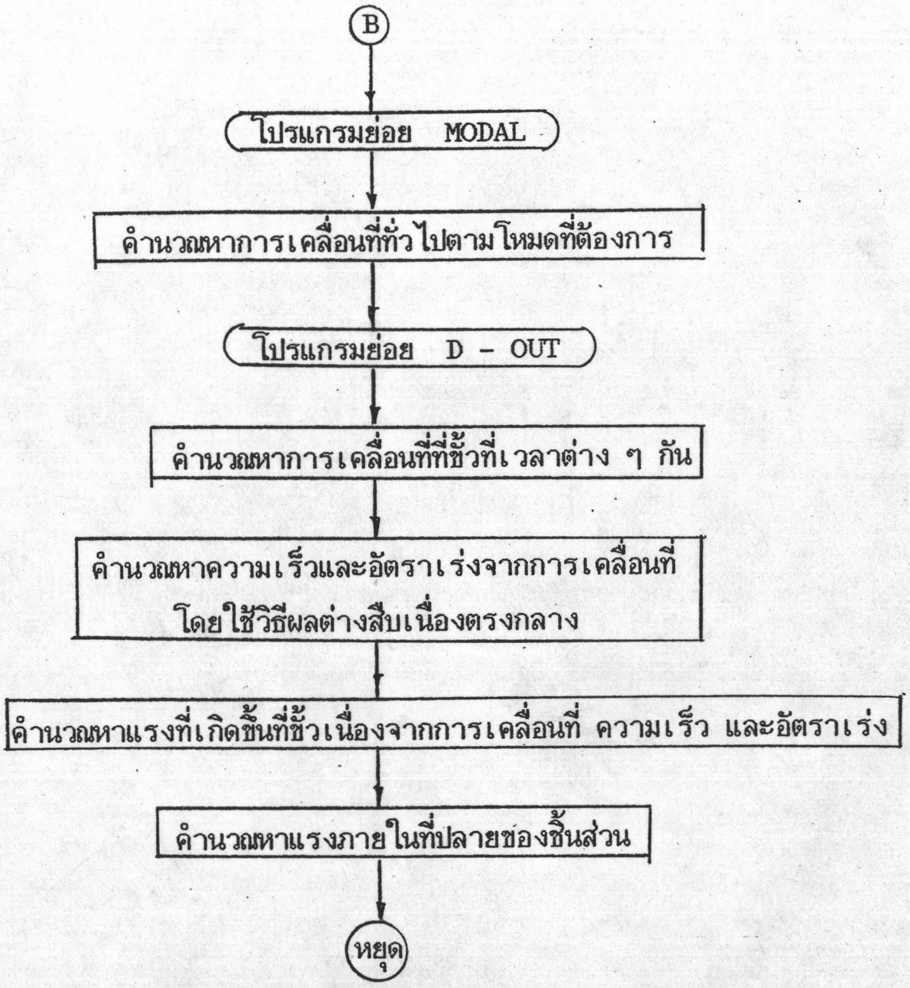
4.3.14 แปลงการเคลื่อนที่จากขั้นตอน 4.3.12 ไปอยู่ในพิกัดของชิ้นส่วนและคำนวณหาแรงภายในของชิ้นส่วนได้



รูปที่ 4.3 ก แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โดยสังเขป



รูปที่ 4.3 ข แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โดยสังเขป (ต่อ)



รูปที่ 4.3 ค แผนภูมิแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์โดยสังเขป (ต่อ)

4.4 <u>การทำงานของโปรแกรมย่อย</u>

โปรแกรม OPTION เมื่อทำงานจะปรากฏรายการให้เลือกบนจอให้โปรแกรมอะไรทำงาน

โปรแกรมย่อย INPUT เป็นโปรแกรมสำหรับป้อนข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับขั้วคุณสมบัติของชิ้นส่วน และแรงภายนอกที่กระทำกับโครงสร้าง เป็นต้น ซึ่งวิธีการป้อนข้อมูลแสดงไว้ในภาคผนวก ก แล้วเก็บข้อมูลจากแผ่นจานแม่เหล็ก

โปรแกรมย่อย DISPLAY โปรแกรมนี้จะนำเอาข้อมูลจากจานแม่เหล็กที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรมย่อย INPUT มาพิมพ์เป็นระเบียบเรียบร้อยสามารถตรวจสอบ และแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องได้ตามต้องการ

โปรแกรมย่อย STIFF โปรแกรมนี้จะนำข้อมูลจากแผ่นแม่เหล็กมาหาค่าเมตริกซ์ของสติฟเนส มวล และเวคเตอร์ของแรงของชิ้นส่วน ทั้งในพิกัดของชิ้นส่วน และพิกัดของโครงสร้างพร้อมทั้งแก้ไขสภาพของฐานรองรับ

โปรแกรมย่อย STRUCT เป็นโปรแกรมที่รวมเมตริกซ์ของสติฟเนส และมวลเป็นแบบแถบสมมาตรที่แปรเปลี่ยนได้ และรวมเวคเตอร์ของแรงตามรูปแบบที่เหมือนกัน รวมทั้งกำหนดเมตริกซ์เริ่มต้นของรูปแบบของโหมด สำหรับการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์

โปรแกรมย่อย DECOM เป็นโปรแกรมที่ทำการกำจัดเมตริกซ์ของสติฟเนสให้อยู่ในรูป LDL^T โดยวิธีแอ็คทิฟว์ คอลัมน์ แล้วทำการแยกลักษณะทำการวิเคราะห์ออกเป็นสองแนวทางคือ ถ้าเป็นการวิเคราะห์แบบพลศาสตร์ ก็จะส่งไปทำโปรแกรมย่อย SSPACE ต่อไป แต่ถ้าเป็นการวิเคราะห์แบบสถิตยศาตร์ก็จะทำการแทนค่าเดินหน้าและย้อนหลังแล้วจึงเข้าสู่โปรแกรม S - OUT ต่อไป

โปรแกรมย่อย SSPACE เป็นโปรแกรมที่ใช้แก้ปัญหาเจาะจง โดยวิธีการทำซ้ำในสเปซย่อ โดยหาค่ารูปแบบของการสั่นไหวและค่าของความถี่ของการสั่นไหวแบบอิสระ

โปรแกรมย่อย MODAL เป็นโปรแกรมที่ใช้คำนวณหาการเคลื่อนที่ทั่วไปตามโหมดหลักที่สำคัญโดยใช้การอินทิเกรตของดูแฮมเมล

โปรแกรมย่อย D - OUT เป็นโปรแกรมที่ใช้คำนวณหาค่าการเคลื่อนที่ ความเร็วและอัตราเร่ง ณ เวลาใด ๆ ที่ระดับขั้นความเสรีต่าง ๆ คำนวณค่าแรงภายในที่เกิดขึ้นที่ปลายของชิ้นส่วน รวมทั้งพิมพ์ค่าต่าง ๆ ที่จากการคำนวณทั้งหมด

โปรแกรมย่อย S - OUT เป็นโปรแกรมที่ทำงานต่อจากโปรแกรมย่อย DECOM โดยพิมพ์ค่าการเคลื่อนที่ และคำนวณค่าแรงภายในที่เกิดขึ้นที่ปลายของชิ้นส่วน พร้อมทั้งพิมพ์ค่าที่คำนวณได้