พลสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4

## โปรแกรมคอมพิวเตอร์

การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการออกแบบสะพานคอนกรีตอัดแรงแบบช่วงต่อเนื่อง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอาศัยข้อมูลจำนวนมากสำหรับการประเมินผล การนำมาข้อมูลมาใช้อาจเรียกอย่างเรียงลำดับจากแฟ้มข้อมูล หรือดึงมาจากจุดใดจุดหนึ่งของการประเมินผลในระหว่างช่วงของโปรแกรมย่อย หากสร้างโปรแกรมใช้กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ประสิทธิภาพในการคำนวณยังคงถูกต้องแม่นยำ แต่ความรวดเร็วและไม่สับสนในการเรียกหรือเก็บรักษาข้อมูลจะด้อยกว่าเครื่องมินิคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถอำนวยความสะดวกในการสร้างโปรแกรมได้กว้างขวางกว่าโดยในที่นี้จะใช้มินิคอนพิวเตอร์ PRIME model 9750 หน่วยความจำ 4MB และใช้ภาษาฟอร์แทน 77 ในการเขียนโปรแกรม

### 4.1 องค์ประกอบของโปรแกรม

โปรแกรมประกอบด้วยโปรแกรมหลักสำหรับควบคุมและโปรแกรมย่อย ซึ่งโปรแกรมหลักจะคอยควบคุมให้การทำงานของโปรแกรมย่อยเป็นไปอย่างต่อเนื่องและเหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้ สำหรับรูปของแผนภูมิแสดงการทำงานของโปรแกรมหลักและแต่ละโปรแกรมย่อยแสดงไว้ในรูปที่ 4.1-4.16

แผนภูมิรวมในรูปที่ 4.1 เป็นแผนภูมิแสดงตัวโครงสร้างของโปรแกรมที่ใช้งานในการออกแบบทั้งหมด ประกอบด้วยโปรแกรมหลักชื่อ MENU คอยควบคุมการทำงานของโปรแกรมย่อย โดยแบ่งเป็นทางเลือกให้ 3 รายการคือ

4.1.1 การป้อนข้อมูล (Input) ใช้โปรแกรม EDMENU คอยควบคุมระบบข้อมูลที่จำเป็นสำหรับใช้ในการออกแบบ โดยข้อมูลจะถูกอ่านหรือบันทึกบนแฟ้มข้อมูลชื่อ DATA.DAT และ DATA1.DAT ตามลำดับของประเภทข้อมูลที่กำหนดไว้ เพื่อป้องกันการผิดพลาดในการนำเสนอข้อมูลซึ่งแสดงให้ผู้ใช้เห็นบนจอภาพ โปรแกรมนี้จะคอยควบคุมการทำงานของโปรแกรมย่อยอีก 9

I17514679

โปรแกรม ดังนี้คือ

4.1.1.1 EDTIT เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดชื่อโครงการ (รูปที่ 4.2)

4.1.1.2 EDMAT เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดคุณสมบัติของคอนกรีต เหล็กอัดแรงและเหล็กเสริม (รูปที่ 4.3)

4.1.1.3 EDLOAD เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดประเภทของน้ำหนักรถบรรทุกมาตรฐานแบบ HS 20-44 หรือแบบ HS 15-44 ของ AASHTO (รูปที่ 4.4)

4.1.1.4 EDBRDIM เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดของหน้าตัดสะพาน เช่น จำนวนช่องจราจร ความกว้างของผิวจราจร จำนวนคานหลักที่ใช้ มิติต่าง ๆ ของแผงกันตก ระยะจัดเรียงของคานหลัก เป็นต้น (รูปที่ 4.5)

4.1.1.5 EDPARA เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนช่วงสะพาน ระยะช่วงแบ่งย่อยของคานหลัก ขนาดหน้าตัดคานหลัก และคุณสมบัติของคานหลักในแต่ละช่วงสะพาน รายละเอียดรูปร่างหน้าตัดตามยาว และความลึกที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของคานหลัก (รูปที่ 4.6)

4.1.1.6 EDBAR เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของเหล็กเสริมในส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้าง ได้แก่ พื้นสะพาน และคานหลัก (รูปที่ 4.7)

4.1.1.7 EDCOV เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดข้อมูลเกี่ยวกับรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ เช่น ระยะคลุมเหล็กเสริมและเหล็กอัดแรง ความหนาพื้นสะพาน หน่วยน้ำหนักของวัสดุคลุมผิวทาง ขนาดหน้าตัดของไดอะแฟรม จำนวนและขนาดของท่อร้อยเหล็กเป็นต้น (รูปที่ 4.8)

4.1.1.8 EDLOSS เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดข้อมูลเกี่ยวกับสัมประสิทธิ์และค่าที่จำเป็นในการคำนวณการเสื่อมสูญแรงอัดในเหล็กอัดแรง (รูปที่ 4.9)

4.1.1.9 EDSTM เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดข้อมูลเกี่ยวกับค่าการทรุดตัวที่จุดรองรับต่าง ๆ ของสะพาน (รูปที่ 4.10)

หลังจากป้อนข้อมูลทั้งหมดเสร็จเรียบร้อยแล้ว และก่อนที่จะเข้าสู่รายการของโปรแกรมหลักข้อมูลทั้งหมดดังกล่าวจะถูกบันทึกลงในแฟ้มข้อมูลตามลำดับของการกำหนดรูปแบบข้อมูลเบื้องต้นดังได้กล่าวมาแล้ว โดยใช้โปรแกรมย่อย SAVEDATA ในการทำงาน

4.1.2 การประเมินผล (Processing) ใช้โปรแกรม CAMENU สำหรับควบคุมขั้นตอนการคำนวณของโปรแกรมย่อย ซึ่งจะได้กล่าวถึงตามลำดับ ดังต่อไปนี้คือ

4.1.2.1 PRECAL เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้คำนวณเพื่อหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต ค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ตามมาตรฐานของ AASHTO เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณสำหรับโปรแกรมย่อยอื่น ๆ ต่อไป (รูปที่ 4.11)

4.1.2.2 COMPI เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้หาคุณสมบัติของหน้าตัดคานหลัก เช่น พื้นที่หน้าตัด โมเมนต์อินเนอร์เชีย เป็นต้น พร้อมทั้งหาค่าสูงสุดและต่ำสุดของคุณสมบัติของหน้าตัดดังกล่าว เพื่อนำไปใช้คำนวณน้ำหนักบรรทุกและใช้วิเคราะห์ออกแบบในโปรแกรมย่อยอื่น ๆ (รูปที่ 4.12)

4.1.2.3 DISTAN เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้กำหนดระยะห่างจากจุดรองรับของจุดแบ่งย่อยในแต่ละช่วงสะพาน พร้อมทั้งคำนวณหาค่าความลึกทุกตำแหน่งของจุดแบ่งย่อยนั้น ๆ ตามรูปร่างหน้าตัดตามแนวยาวของคานหลักที่ได้กำหนดไว้ในขั้นตอนการใส่ข้อมูล (รูปที่ 4.13)

4.1.2.4 COMLOAD เป็นโปรแกรมย่อยใช้สำหรับคำนวณหาน้ำหนักบรรทุกต่าง ๆ ที่กระทำต่อคานหลัก ได้แก่ น้ำหนักบรรทุกคงที่ของแผงกันตก ไดอะแฟรม วัสดุคลุมผิวทาง และตัวคานหลัก ส่วนน้ำหนักบรรทุกจรนั้นกำหนดตามมาตรฐานของ AASHTO ซึ่งจะต้องคูณด้วยแฟคเตอร์สำหรับเปลี่ยนเป็นน้ำหนัก 1 เส้นล้อและแฟคเตอร์ของจำนวนเส้นล้อทั้งหมดที่กระทำต่อคานหลัก รวมทั้งแฟคเตอร์สำหรับลดค่าน้ำหนักบรรทุกตามจำนวนช่องจราจรของสะพาน โดยทั้งน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรที่เป็นน้ำหนักแผ่ (Uniform Load) จะถูกเปลี่ยนเป็นน้ำหนักกระทำเป็นจุดต่อช่วงแบ่งย่อยที่จัดแบ่งขึ้น (Panel Point Load) หลังจากนั้นจะแสดงค่าน้ำหนักบรรทุกบนจอภาพเพื่อให้ผู้ออกแบบมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของการออกแบบ (รูปที่ 4.14)

4.1.2.5 ANALYSIS เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้วิเคราะห์หาหน่วยแรงกระทำต่อหน้าตัดของคานหลักตามประเภทต่าง ๆ ของน้ำหนักบรรทุกโดยจะทำงานแบบอัตโนมัติจนสิ้นสุดโปรแกรม เริ่มต้นจากการทรุดตัวของจุดรองรับซึ่งจะใช้หลักการของ Slope - Deflection Method ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ทำ Moment Distribution หาค่าโมเมนต์ และแรงเฉือนสำหรับทุกตำแหน่งของจุดแบ่งย่อย แล้วแสดง

รายการคำนวณเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ DESIN.MOM ส่วนขั้นตอนต่อไปเป็นการหาค่าออร์ดิเนท ของอินฟลูเอ็นซ์ไลน์ของโมเมนต์และแรงเฉือนกรณีมีแรงกระทำขนาดหนึ่งหน่วยและกรณีมีแรงกระทำเทียบเท่าต่อหน่วยของอัตรา ส่วนพื้นที่หน้าตัดคานหลักที่ตำแหน่งใด ๆ ของจุดแบ่งย่อยต่อพื้นที่หน้าตัดต่ำสุดโดยใช้วิธีกระจายโมเมนต์แล้วเก็บผลการคำนวณไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ DESIN.MOM เช่นเดียวกัน ซึ่งผลการคำนวณของแรงกระทำขนาดหนึ่งหน่วยจะถูกนำไปใช้กับน้ำหนักรถบรรทุกหรือน้ำหนักเทียบเท่าของขบวนรถ และน้ำหนักบรรทุกคงที่ทั้งหมด ยกเว้นน้ำหนักบรรทุกคงที่ของตัวคานหลักซึ่งจะถูกนำไปคูณกับผลการคำนวณในกรณีของแรงกระทำเทียบเท่าต่อหน่วย ทำให้สามารถคำนวณหาค่าโมเมนต์และแรงเฉือนที่เกิดขึ้นจริงทั้งหมดได้และเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ OUT2.TXT สำหรับขั้นตอนสุดท้ายของโปรแกรมจะเป็นการวิเคราะห์หาหน่วยแรงดัดปลายขอบบนและล่างของหน้าตัดคานหลัก (Top and Bottom Fiber Stersses) โดยนำค่าโมเมนต์ที่หาได้และค่าโมดูลัสของหน้าตัดมาใช้ในการคำนวณซึ่งผลการวิเคราะห์จะถูกเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ OUT2.TXT เช่นกัน (รูปที่ 4.15)

4.1.2.6 GDESIGN เป็นโปรแกรมย่อยสำหรับใช้ออกแบบโดยเริ่มต้นจากการคำนวณจัดวางตำแหน่งของเหล็กอัดแรงซึ่งยึดหลักการให้มีระยะเยื้องศูนย์มากที่สุด แล้วคำนวณหาค่ามุมที่เปลี่ยนแปลงของแนวเหล็กเพื่อนำไปใช้คำนวณหาค่าการเสื่อมสูญแรงอัดเนื่องจากแรงเสียดทาน จากนั้นจะทำการหาค่าเสื่อมสูญแรงอัด เนื่องจากการลื่นของสมอยึด และประมาณค่าการเสื่อมเสียแรงอัดเนื่องจากสาเหตุอื่น ๆ ทั้งหมด แล้วแสดงค่าบนจอภาพ เพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้ตามความเหมาะสม ทำให้ได้ค่าแรงอัดที่จุดแบ่งย่อย ๆ ต่าง ๆ ในช่วงการถ่ายแรง (Transfer) และช่วงใช้งาน (Service Load) ซึ่งเมื่อคูณกับค่าระยะเยื้องศูนย์แล้วก็จะได้ค่าโมเมนต์เอก (Primary Moment) กระทำต่อหน้าตัดคานหลัก ขั้นตอนต่อไปจะใช้วิธี Conjugate Beam และการกระจายโมเมนต์หาค่าโมเมนต์โท (Secondary Moment) และแรงเฉือน หลังจากนั้นจะรวมค่าหน่วยแรงดัดในช่วงอีลาสติกทั้งหมดของน้ำหนักบรรทุกและการอัดแรงเปรียบเทียบกับค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ เพื่อหาค่าแรงอัดที่ควบคุมการออกแบบและจำนวนเหล็กอัดแรง และตรวจสอบหน่วยแรงดัดทั้งหมด อีกครั้งทั้ง ในช่วงถ่ายแรงและช่วงใช้งาน ซึ่งถ้าหากเกินกว่าค่าหน่วยแรงที่ยอมให้ก็จะต้องกลับไปเริ่มต้นที่โปรแกรมหลักชื่อ MENU จนกว่าจะได้ขนาดหน้าตัดและแรงอัดที่เหมาะสม เมื่อผ่านขั้นตอนดังกล่าวแล้ว ผลการคำนวนจะถูกเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ DFILE.MOM ต่อจากนั้นก็จะทำการตรวจสอบกำลังรับแรงอัดและแรงเฉือนที่สภาวะ

ประลัย โดยผู้ออกแบบอาจจะเลือกใช้สัมประสิทธิ์คูณเพิ่มน้ำหนักบรรทุก ซึ่งแสดงบนจอภาพ หรือเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม ส่วนการคำนวนในโปรแกรมจะเป็นแบบอัตโนมัติ และเก็บผลการคำนวนไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ DFILE.MOM สำหรับขั้นตอนสุดท้ายจะทำการเก็บผลการจัดวางตำแหน่งของเหล็กอัดแรงไว้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ OFILE.MOM

หลังจากการประเมินผลเสร็จสิ้น และก่อนที่จะเข้าสู่รายการของโปรแกรมหลัก จะใช้โปรแกรมย่อย SAVEDATA บันทึกข้อมูลซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปจากการกำหนดข้อมูลในตอนเริ่มต้น แล้วใช้โปรแกรมย่อย WRITED สร้างรูปแบบการนำเสนอข้อมูลที่ได้ในแฟ้มข้อมูลชื่อ OUT.TXT

4.1.3 <u>การออกจากระบบ</u> เป็นทางเลือกสำหรับผู้ออกแบบ ในกรณีที่ไม่ต้องการจะดำเนินการใด ๆ ในระบบการทำงานของโปรแกรมนี้ต่อไป

## 4.2 <u>ระบบข้อมูล</u>

แหล่งเก็บข้อมูลที่นำมาใช้ในโปรแกรมนี้ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

4.2.1 <u>แฟ้มข้อมูล</u> จะเก็บข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากขั้นตอนการใส่ข้อมูล การวิเคราะห์ และการประเมินผล โดยจัดเรียงลำดับตามที่ได้กำหนดไว้ในตอนเริ่มต้น ถ้าหากว่ามีการเปลี่ยนแปลงข้อมูลระหว่างการทำงานของโปรแกรม ข้อมูลในแฟ้มข้อมูลดังกล่าวก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ส่วนขนาดของการบันทึกขึ้นอยู่กับมิติของข้อมูลที่กำหนดไว้ และการเลือกใช้ของผู้ออกแบบ สำหรับรายการแฟ้มข้อมูลมีดังต่อไปนี้คือ

4.2.1.1 DATA.DAT เป็นแฟ้มข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติวัสดุ

4.2.1.2 DATA1.DAT เป็นแฟ้มข้อมูลเกี่ยวกับขนาดหน้าตัดของเหล็กเสริม สัมประสิทธิ์การเสื่อมสูญแรงอัด และขนาดการทรุดตัวของจุดรองรับ

4.2.1.3 DFILE.DAT เป็นแฟ้มข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของหน้าตัดคานหลัก

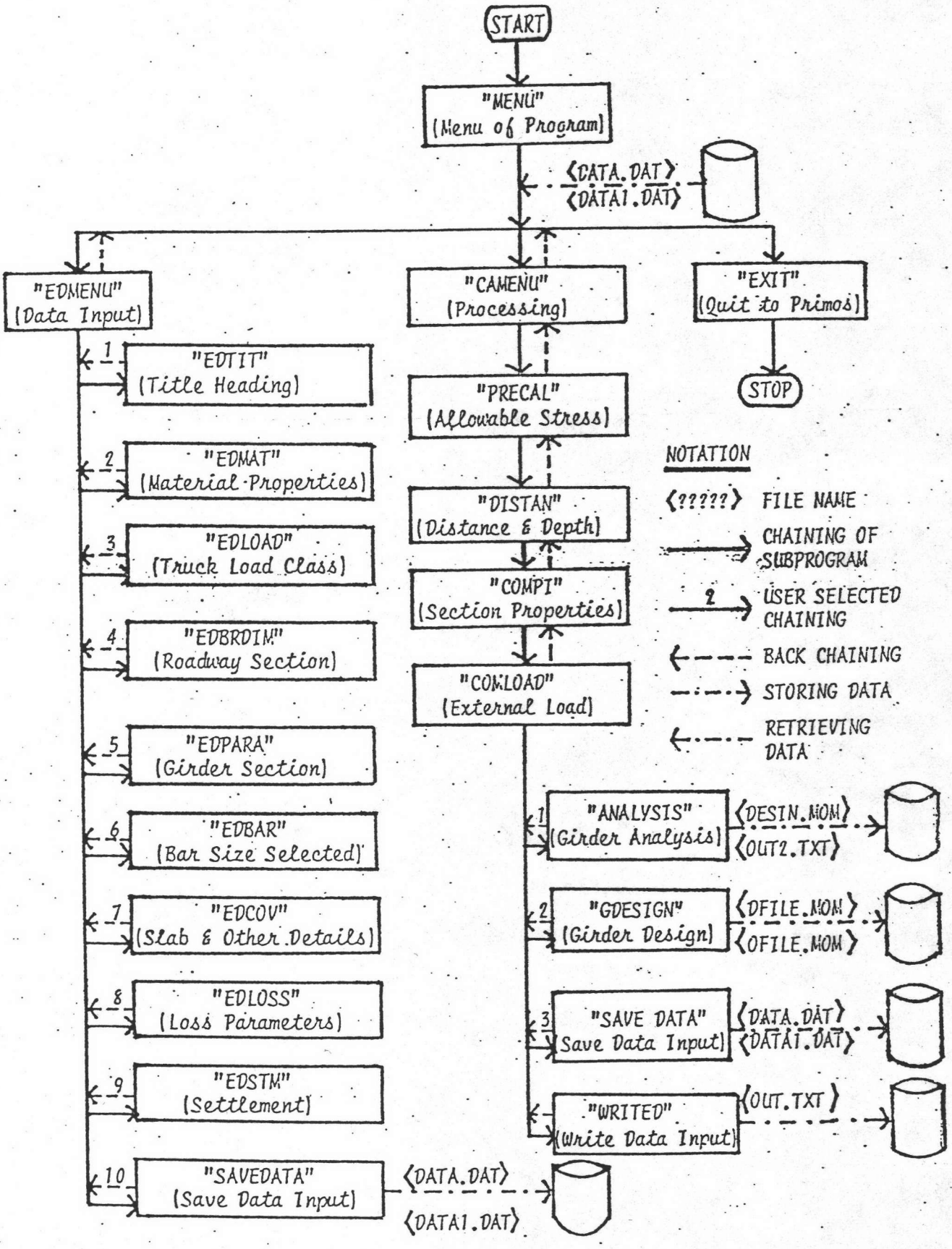
4.2.1.4 OUT.TXT เป็นแฟ้มข้อมูลเกี่ยวกับการจัดรูปแบบการนำเสนอข้อมูล

4.2.1.5 OUT2.TXT เป็นแฟ้มข้อมูลเก็บผลการวิเคราะห์คานหลัก

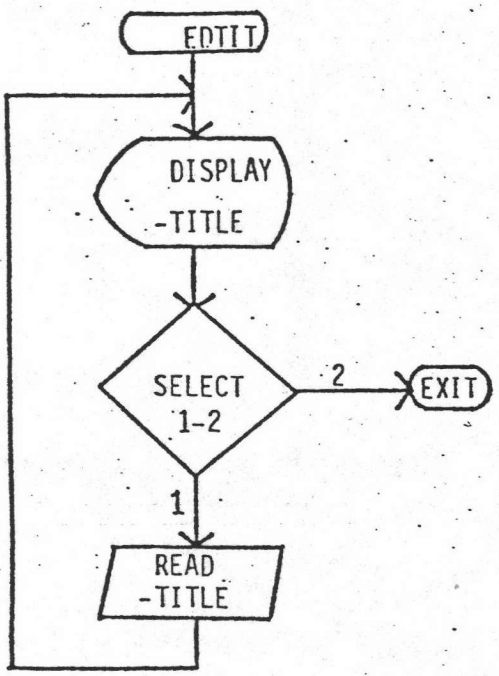
4.2.1.6 DFILE.MOM เป็นแฟ้มข้อมูลเก็บผลการออกแบบคานหลัก

4.2.1.7 OFILE.MOM เป็นแฟ้มข้อมูลเก็บผลการจัดวางตำแหน่งของเหล็กอัดแรง

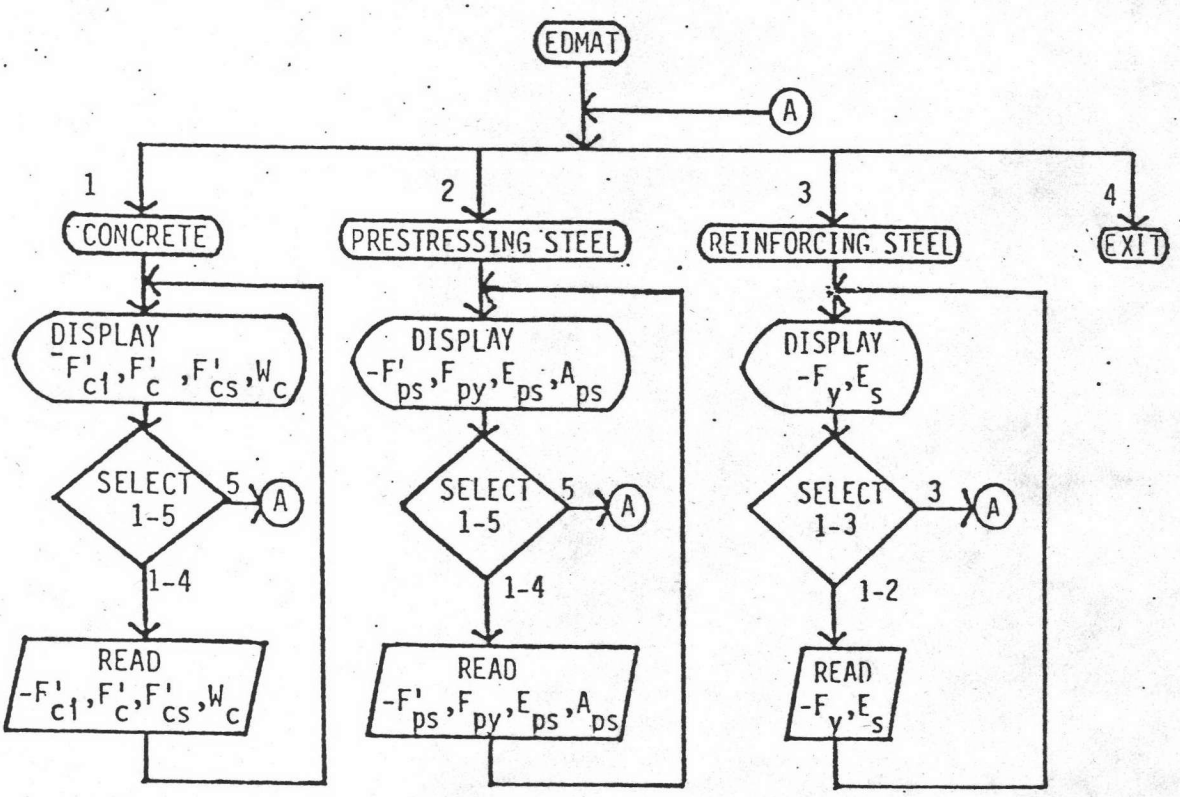
4.2.2 คำสั่ง common จะใช้เก็บข้อมูลในโปรแกรมย่อยหนึ่ง ๆ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้ต่อเนื่องไปยังอีกโปรแกรมย่อยอื่น ๆ คำสั่งนี้จะต้องประกอบด้วยชื่อกำกับคำสั่ง และตัวแปรสำหรับเก็บข้อมูลตามจำนวนที่ต้องการใช้ เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถค้นหาและนำข้อมูลมาใช้ได้อย่างถูกต้อง



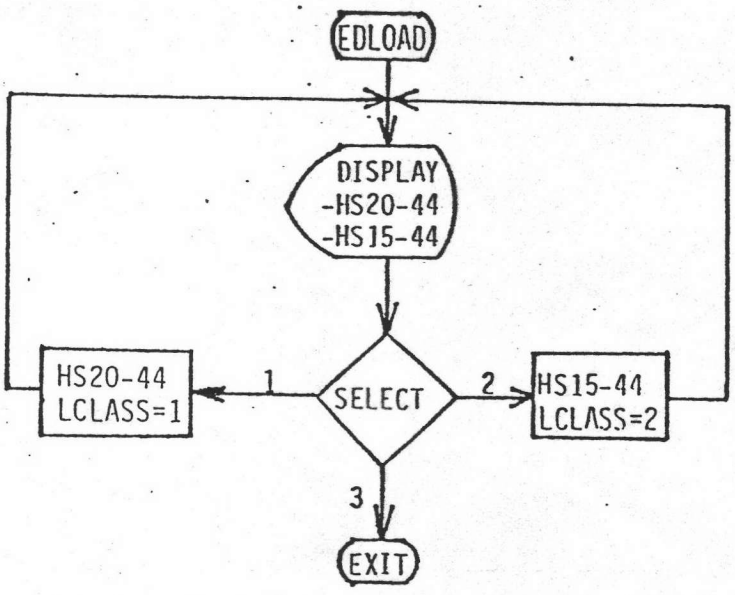

รูปที่ 4.1 แผนภูมิรวมแสดงการทำงานของโปรแกรม



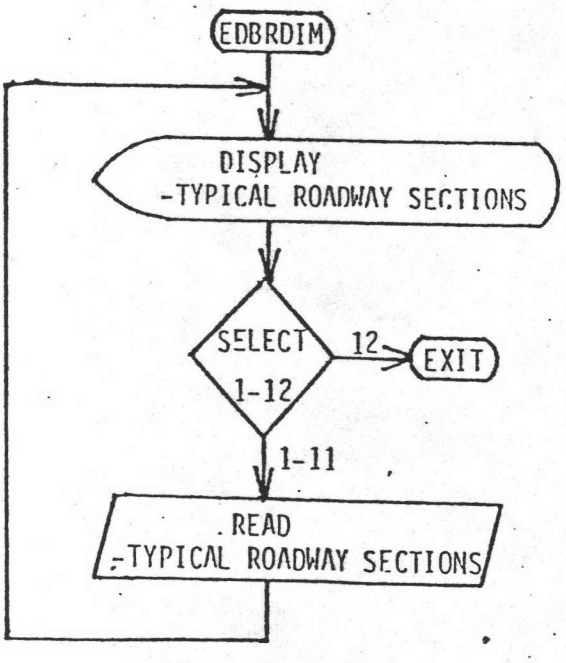

รูปที่ 4.2 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDTIT"



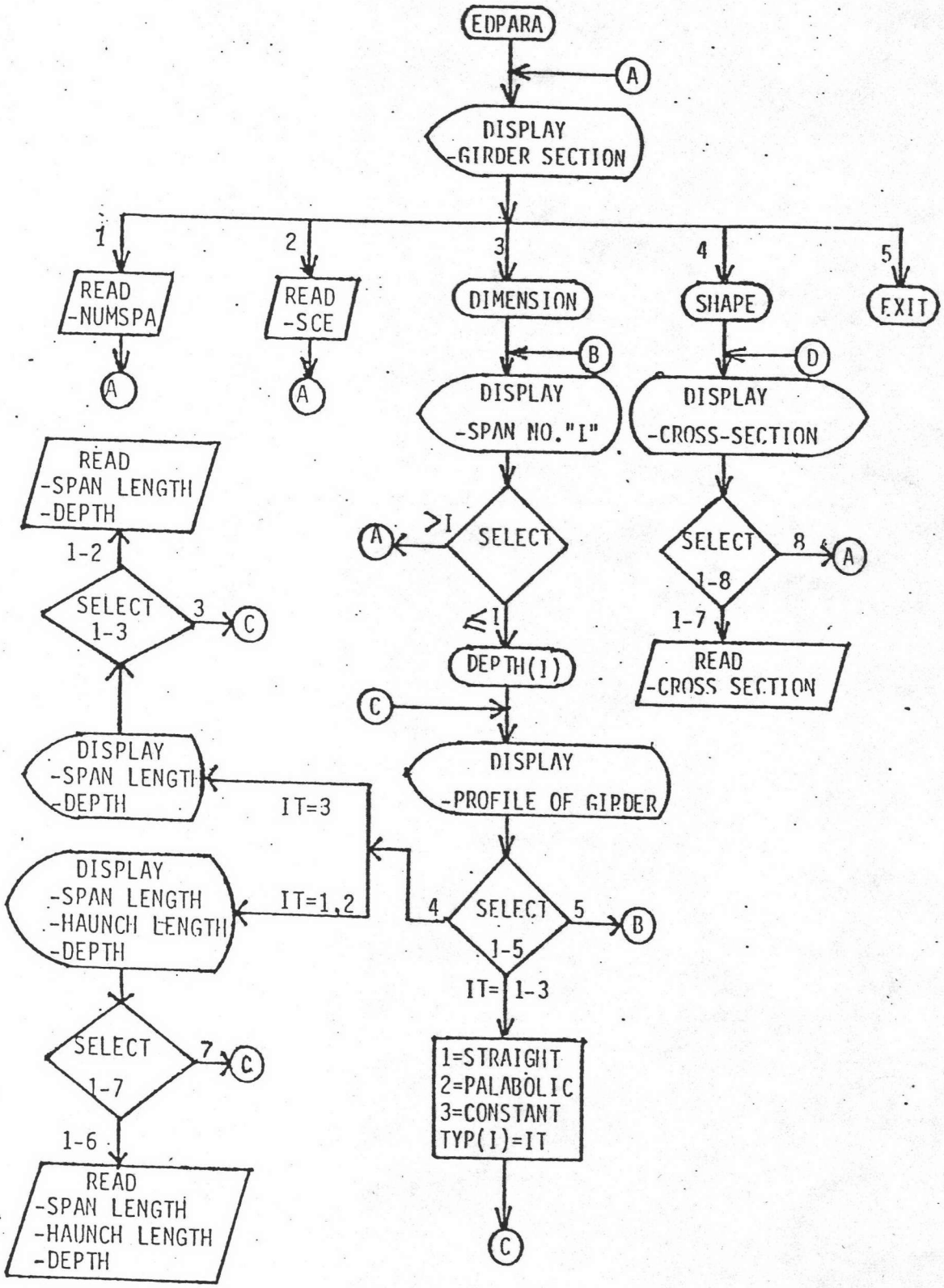

รูปที่ 4.3 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDMAT"



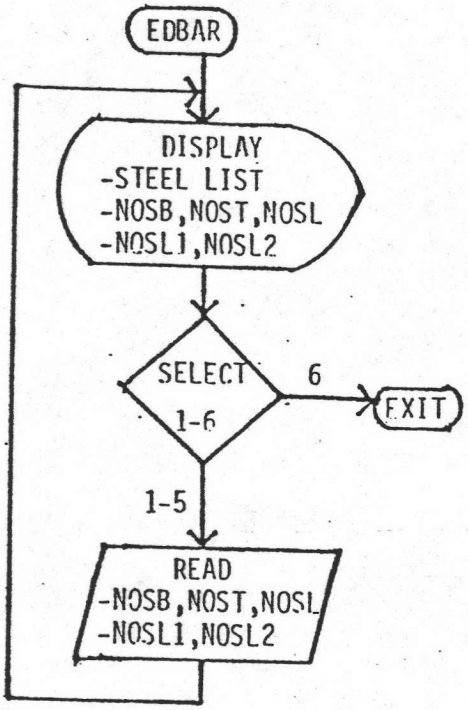

รูปที่ 4.4 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDLOAD"



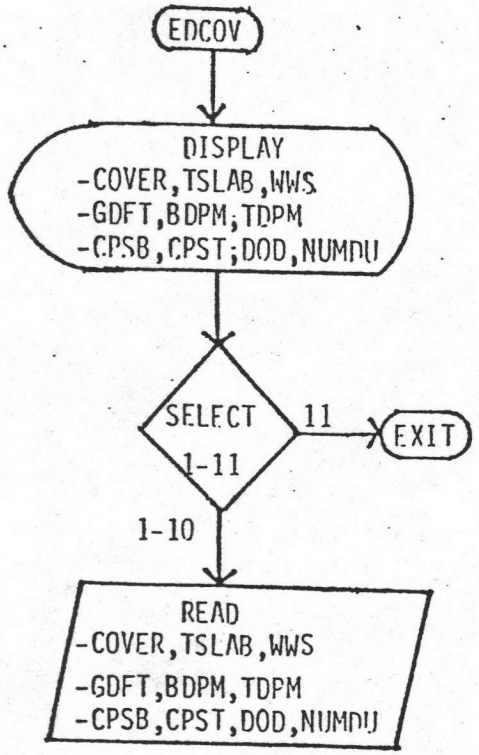

รูปที่ 4.5 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDBRDIM"



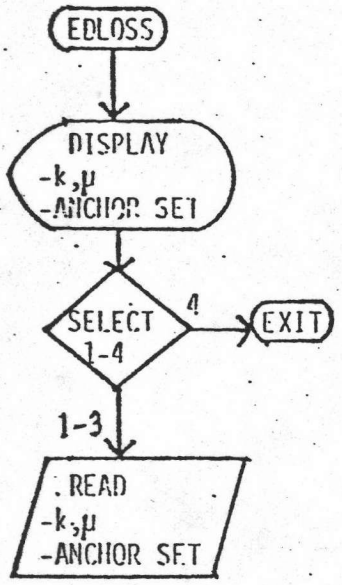

รูปที่ 4.6 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDPARA"



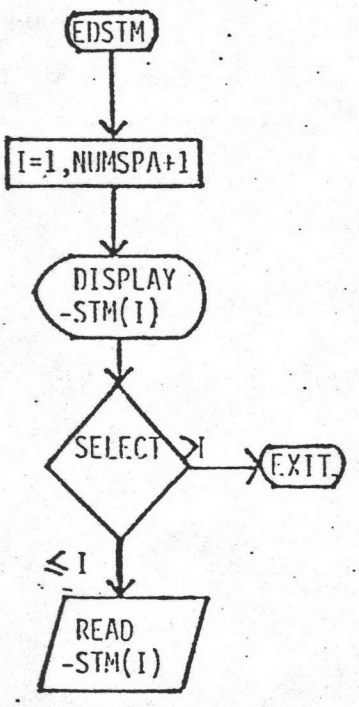

รูปที่ 4.7 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDBAR"



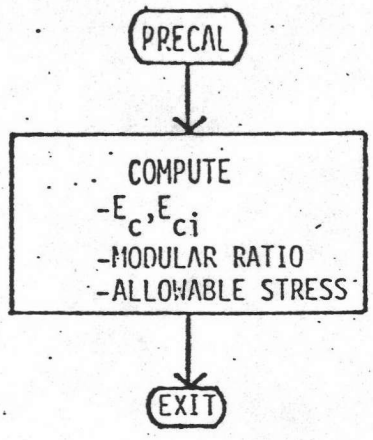

รูปที่ 4.8 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDCOV"



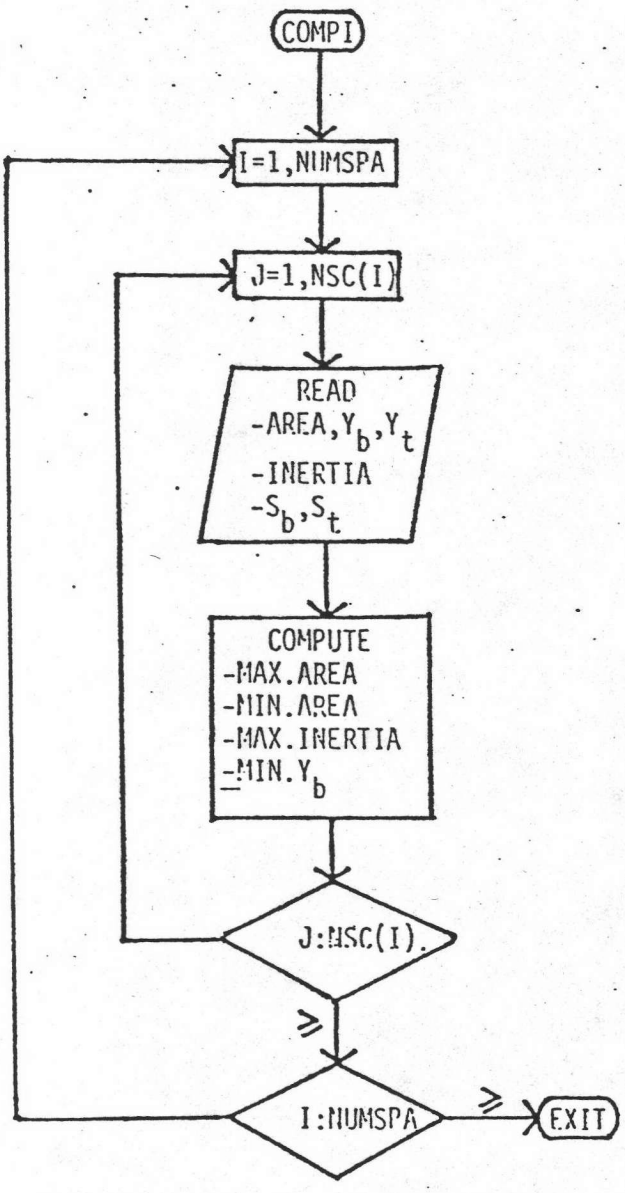

รูปที่ 4.9 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDLOSS"



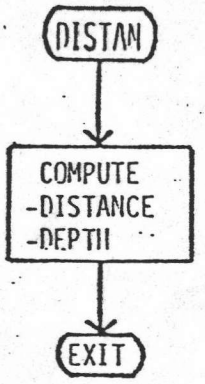

รูปที่ 4.10 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "EDSTM"



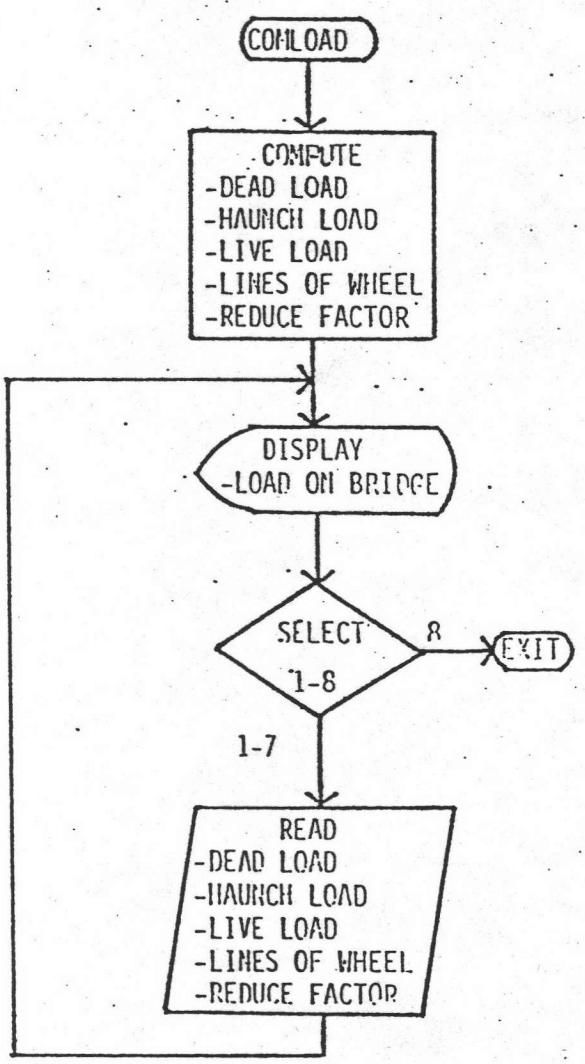

รูปที่ 4.11 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "PRECAL"



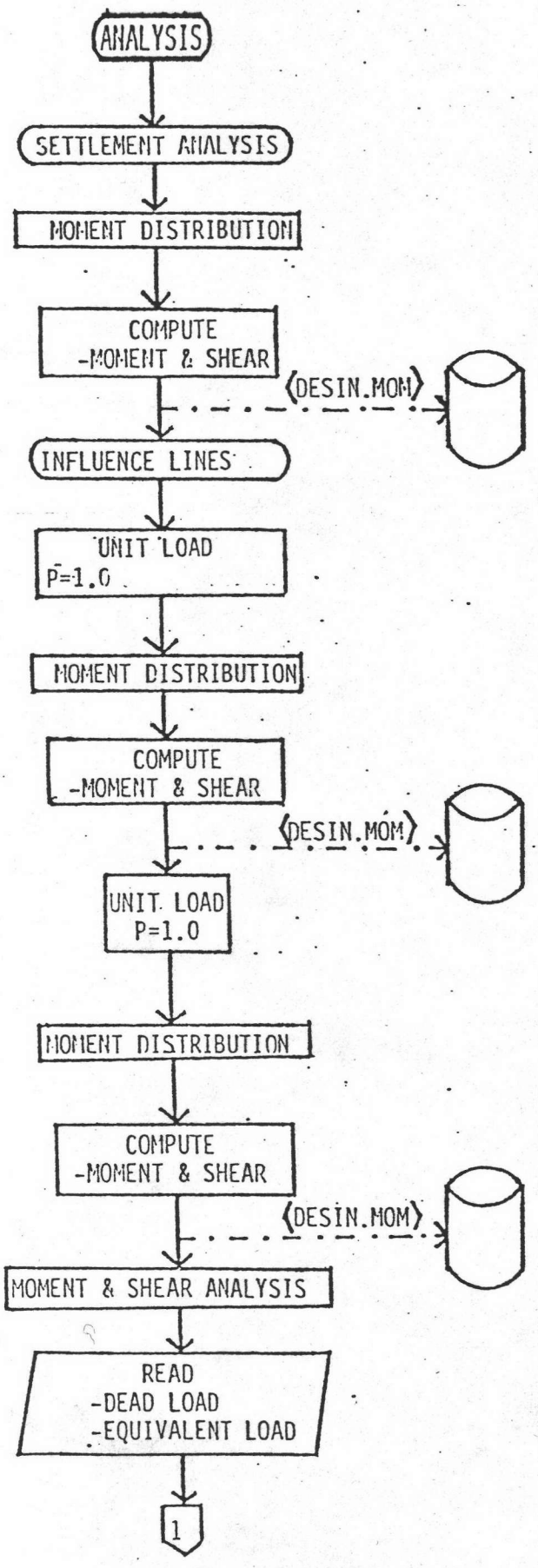

รูปที่ 4.12 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "COMPI"



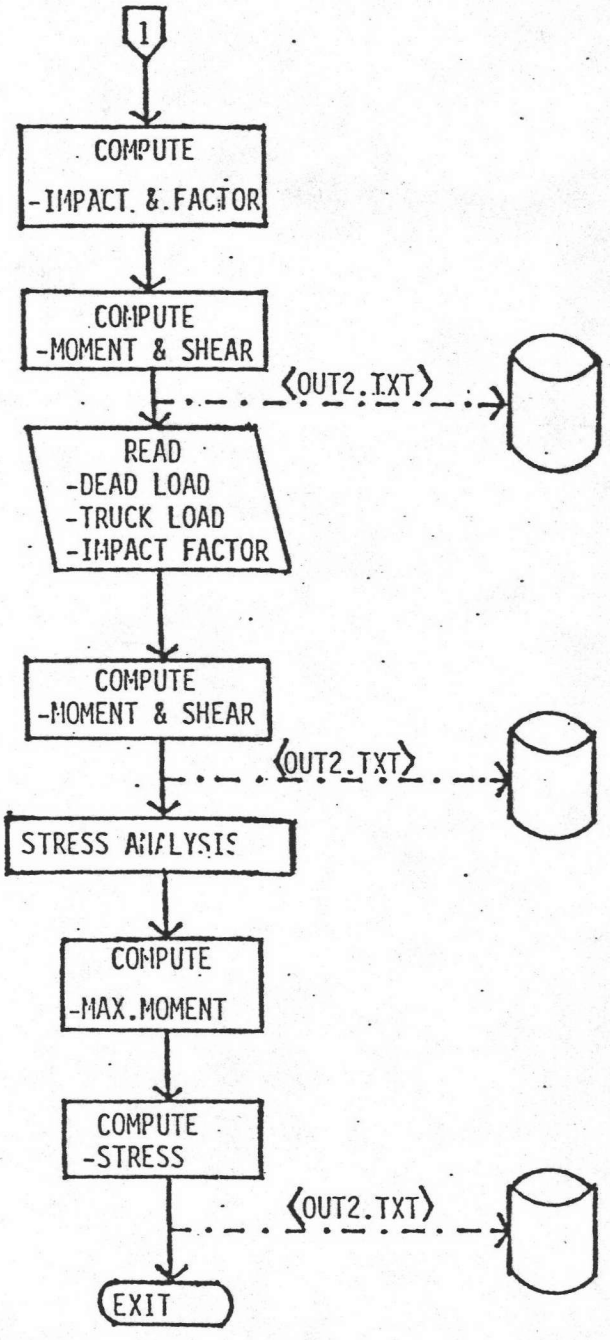

รูปที่ 4.13 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "DISTAN"



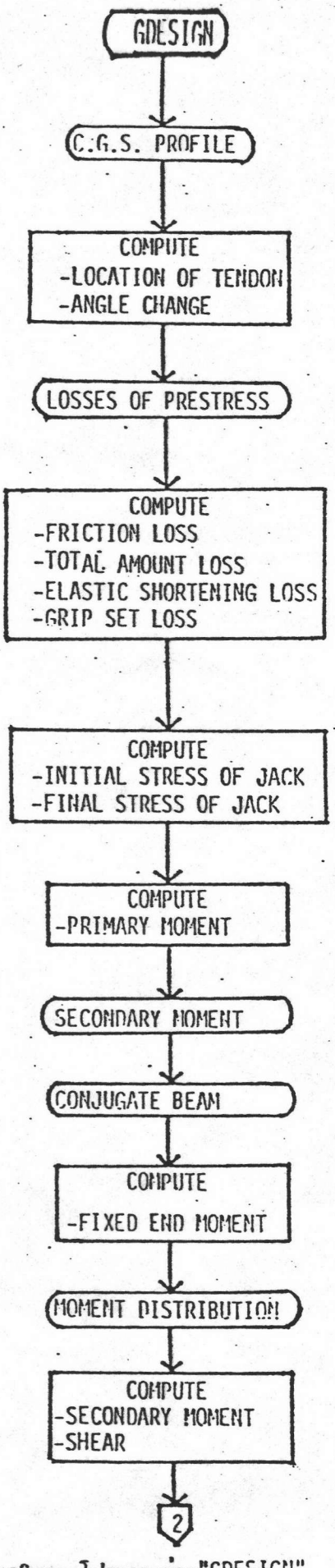

รูปที่ 4.14 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "COMLOAD"



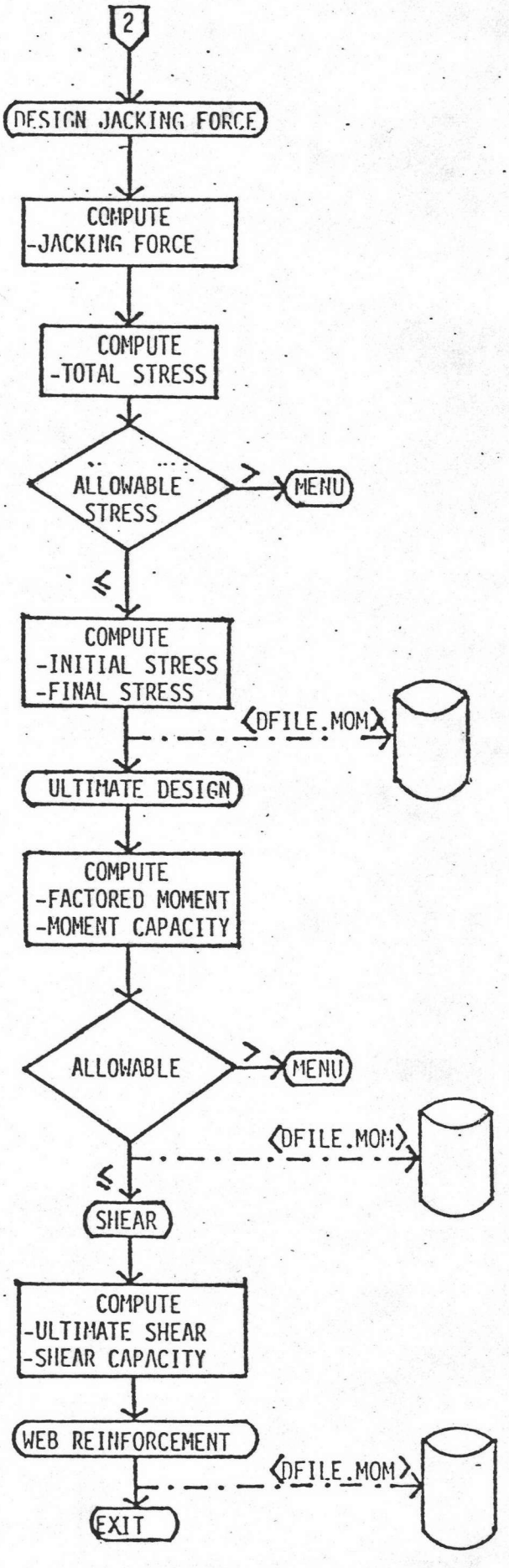

รูปที่ 4.15แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย "ANALYSIS"


1
COMPUTE
-IMPACT. &.FACTOR
COMPUTE
-MOMENT & SHEAR
<OUT2.TXT>
READ
-DEAD LOAD
-TRUCK LOAD
-IMPACT FACTOR
COMPUTE
-MOMENT & SHEAR
<OUT2.TXT>
STRESS ANALYSIS
COMPUTE
-MAX.MOMENT
COMPUTE
-STRESS
<OUT2.TXT>
EXIT

รูปที่ 4.15 (ต่อ)




รูปที่ 4.16 แผนภูมิแสดงโปรแกรมย่อย"GDESIGN"


2
DESIGN JACKING FORCE
COMPUTE
-JACKING FORCE
COMPUTE
-TOTAL STRESS
ALLOWABLE
STRESS
>
MENU
≤
COMPUTE
-INITIAL STRESS
-FINAL STRESS
<DFILE.MOM>
ULTIMATE DESIGN
COMPUTE
-FACTORED MOMENT
-MOMENT CAPACITY
ALLOWABLE
>
MENU
<DFILE.MOM>
≤
SHEAR
COMPUTE
-ULTIMATE SHEAR
-SHEAR CAPACITY
WEB REINFORCEMENT
<DFILE.MOM>
EXIT

รูปที่ 4.16 (ต่อ)