บทที่ 4

วิธีการออกแบบและขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.1 <u>วิธีการออกแบบพื้น</u> (6) ในการวิเคราะห์ค่าแรงดัดสำหรับพื้น (slab) ออกแบบตามข้อกำหนดการออกแบบของ AASHTO โดยคิดว่าแบบพื้นแสดงพฤติกรรมเหมือนคานที่มีความกว้าง 1 ฟุต วางพาดบนถนนของสะพานแบบต่อเนื่อง การคิดค่าแรงดัดคำนวณ จากสูตรที่ (4.1)

$$M = \frac{(s + 2)}{32} \times P \quad \text{.....(4.1)}$$

โดยที่

M = ค่าแรงดัดที่เกิดขึ้น

S = ช่วงความยาวประสิทธิผลของพื้น

P = มีค่า 12,000 ปอนด์ สำหรับรถ H 15, HS 15

และมีค่า 16,000 ปอนด์ สำหรับ H20, HS 20,

สำหรับค่าแรงดัดที่คำนวณได้จะคิดเผื่อ 30 เปอร์เซ็นต์สำหรับสะพานที่มีจำนวนของคานตั้งแต่สามช่วงคานขึ้นไป (7)

ในการคิดค่าแรงดัดนี้จะต้องคิดเปอร์เซนต์การเพิ่มขึ้นของแรงกระแทก โดยคำนวณจากสูตรที่ (4.2)

$$I = \frac{50}{(L + 125)} \times 100 \quad \text{.....(4.2)}$$

โดยที่

I = เปอร์เซนต์การคิดค่าเพิ่ม

L = ช่วงความยาวประสิทธิผลของพื้น

จากค่าแรงดัดที่เกิดขึ้นทั้งหมด นำค่านี้มาทำการออกแบบพื้นของสะพาน โดยหาความลึกประสิทธิผลจากสูตรที่ (4.3)

$$d = \frac{(2M)^{1/2}}{(f_c\ bjk)^{1/2}} \quad \text{.....(4.3)}$$

โดยที่

d = ความลึกประสิทธิผล

M = แรงดัดที่เกิดขึ้นทั้งหมด

f_c = หน่วยแรงดัดที่ยอมให้ของคอนกรีต

b = ความกว้างของพื้น 1 หน่วย

k = $1/(1 + f_s/nf_c)$

n = อัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตต่อเหล็ก

f_s = หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของเหล็ก

j = 1-k/3

ต่อมาคำนวณค่าจำนวนเหล็กที่จะใช้จากสูตรที่ (4.4)

$$A_s = \frac{M}{f_s\, jd} \qquad \text{.....(4.4)}$$

โดยที่

A_s = จำนวนเหล็กที่ใช้

M = ค่าแรงดัด

f_s = หน่วยแรงดึงที่ยอมให้ของเหล็ก

j = 1 - K/3

d = ค่าความลึกประสิทธิผล

ในสูตรที่ (4.4) เป็นการคำนวณหาค่าจำนวนเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กที่ใช้รับแรงดัด ซึ่งเหล็กส่วนนี้จะวางในแนวขวางกับทิศทางของการจราจรเรียกเหล็กเหล่านี้ว่า เหล็กตามขวาง (Transverse Steel)

ตามข้อกำหนดของ AASHTO ได้กำหนดวิธีการหาค่าจำนวนเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กตามยาว (Longitudinal Steel) คือเหล็กที่มีทิศทางขนานกับทิศทางจราจร มีสูตรในการคำนวณตามสูตรที่ (4.5) โดยคิดของออกมาเป็นเปอร์เซนต์ของเหล็กตามขวาง (Transverse Steel) (8)

$$\text{เหล็กตามยาวเป็นเปอร์เซนต์เหล็กตามขวาง} = \frac{220}{S^{1/2}} \times 100 \qquad \text{.....(4.5)}$$

AASHTO กำหนดให้เหล็กตามยาวคิดเป็นเปอร์เซนต์ของเหล็กตามขวางได้มากที่สุด 67

เปอร์เซนต์ ถ้ามากกว่านี้ให้ใช้ค่า 67 เปอร์เซนต์ของเหล็กตามขวาง

สำหรับเหล็กกันการแตกร้าว (Temperature Steel) AASHTO กำหนดให้มีค่า 1/8 ตารางนิ้ว ต่อตามกว้างหนึ่งฟุตของพื้น โดยที่เหล็กกันการแตกร้าวนี้จะจัดวางเป็นเหล็กบนของพื้น

4.2 <u>วิธีการคิดน้ำหนักกระทำต่อคาน</u> ในการคิดน้ำหนักที่จะกระทำสู่คานนั้น น้ำหนักที่กระทำสู่คานจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ (9)

ก. Dead Load

ข. Live Load

ค. Impact Load

ก. <u>Dead Load</u> คือส่วนของน้ำหนักบรรทุกเนื่องจากน้ำหนักของตัวโครงสร้างเอง ส่วนนี้คือน้ำหนักจากพื้น น้ำหนักของตัวคานเองเป็นต้น การออกแบบคานของสะพาน จะแบ่งคานออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรก เป็นส่วนของคานตัวนอก (Exterior Girder) ส่วนที่ 2 คือคานตัวใน (Interior Girder) เนื่องจากค่า Dead Load ของคานตัวนอกมีค่าตามสูตรที่ (4.6) และค่า Dead Load ของคานตัวในที่มีค่าตามสูตรที่ (4.7)

$$DL.EXT.G = UDLB + UDLS + (UDLS \times 2 \times CSL)/GDSPC + UDPL \quad \text{.....(4.6)}$$

โดยที่

DL.EXT.G = ค่า Uniform Dead Load กระทำต่อคานตัวนอก

UDLB = ค่า Uniform Dead Load ของตนเอง

UDLS = ค่า Uniform Dead Load ของพื้น

CSL = ระยะที่พื้นยื่นออกจากคานตัวนอก

GDSPC = ระยะห่างระหว่างคาน

UDPL = ค่า Uniform Dead Load ของ Parapet

$$DL.INT.G = UDLB + 2 \times UDLS \quad \text{.....(4.7)}$$

โดยที่

DL.INT.G = ค่า Uniform Dead Load กระทำต่อคานตัวใน

UDLB = ค่า Uniform Dead Load ของตัวคานเอง

UDLS = ค่า Uniform Dead Load ของพื้น

ข. Live Load คือส่วนของน้ำหนักจรเป็นค่าน้ำหนักบรรทุกที่เกิดจากรถยนต์ที่เคลื่อนที่อยู่บนสะพาน โดยทั่วไปแล้วตามมาตรฐานของ AASHTO จะคำนวนค่าน้ำหนักจรนี้ออกเป็นสองกรณีคือ กรณีแรกคิดน้ำหนักจรที่เกิดจากรถบรรทุกหนึ่งคันเคลื่อนที่บนสะพาน (Truck Load) กรณีที่สองคิดน้ำหนักจรที่เกิดจากรถบรรทุกเป็นขบวนการเคลื่อนที่บนสะพานโดยคิดเป็นน้ำหนักบรรทุกเทียบเท่า (Equivalent Load)

ในส่วนของน้ำหนักจรที่เกิดจากรถบรรทุกหนึ่งคันเคลื่อนที่บนสะพาน (Truck Load) นั้น น้ำหนักที่จะกระทำผ่านเพลาของรถ เป็นน้ำหนักที่กระทำลงเป็นจุด (Point Load)

สำหรับอีกกรณีคือการคิดน้ำหนักบรรทุกเทียบเท่า (Equivalent Load) นั้นจะคิดว่ามีน้ำหนักบรรทุกที่เป็นแบบกระจายสม่ำเสมอ (Uniform Load) ค่าหนึ่ง และมีน้ำหนักบรรทุกแบบจุด (Point Load) อีกค่าหนึ่ง การคิดขนาดน้ำหนักบรรทุกทั้งสองเป็นไปตามมาตรฐานของ AASHTO

ค. Impact Load คือ น้ำหนักที่คิดเพิ่มขึ้นมาเนื่องจาก แรงกระแทกของรถยนต์ โดย AASHTO กำหนดการคิดค่าน้ำหนักบรรทุกที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากแรงกระแทกตามสูตรที่ (4.8)

$$I = \frac{50}{(125 + L)} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4.8)$$

โดยที่

I = เปอร์เซนต์การคิดแรงดัดเพิ่มขึ้น

L = ช่วงความยาวประสิทธิ์ผลของคาน

4.3 วิธีหาค่าแรงดัดและค่าแรงเฉือนกระทำต่อคาน (5) ในการพิจารณาให้น้ำหนักบรรทุกกระทำต่อคานของสะพานนั้น เนื่องจากการพิจารณาน้ำหนักบรรทุกจะสามารถแบ่งออกเป็นสองลักษณะใหญ่ ๆ คือ ลักษณะบรรทุกแบบกระจายสม่ำเสมอ (Uniform Load) ขั้นแรกจะแบ่งความยาวของช่วงคานออกเป็นระยะของชิ้นส่วนย่อย ๆ (Segment) ถ้าเป็นกรณีของลักษณะบรรทุกกระจายสม่ำเสมอ (Uniform Load) ก็จะคิดน้ำหนักที่เกิดขึ้นในช่วงระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) นั้น กระทำลง

ที่ชิ้นส่วนย่อย (Segment) นั้น จากนั้นก็จะหาค่าแรงเฉือนและแรงดัดที่เกิดขึ้นที่ระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) อื่น ๆ เลื่อนน้ำหนักบรรทุกไปที่ ระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) อื่น แล้วหาค่าแรงดัดและแรงเฉือนที่ทุกระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) ทำเช่นนี้จนวางน้ำหนักบรรทุกครบทุกระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) นั่นคือถ้ารวมผลของแรงดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นทุกครั้งที่ น้ำหนักบรรทุกกระทำทุกระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) ผลก็คือเป็นแรงดัดและแรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกที่กระจายอย่างสม่ำเสมอ (Uniform Load) นั่นเอง ในกรณีของน้ำหนักบรรทุกที่กระทำลงเป็นจุด (Point Load) ก็มีวิธีการในทำนองเดียวกันโดยให้น้ำหนักบรรทุกนั้น เคลื่อนที่ไปที่ระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) แล้วคำนวณค่าแรงดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นที่ระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) (10)

4.4 <u>วิธีการออกแบบคาน</u> (11) ในการออกแบบคาน ออกแบบคานในลักษณะของ T - BEAM ลักษณะที่นี้เป็นส่วนหนึ่งของปีกคานช่วงความกว้างประสิทธิผลของปีกคานคำนวณจากค่าน้อยที่สุดจากสูตรที่ (4.9) - (4.11)

$$B = \tfrac{1}{4} \times L \quad \text{..... (4.9)}$$

$$B = 16 \times t + B' \quad \text{..... (4.10)}$$

$$B = \tfrac{1}{2} \times s + B' \quad \text{..... (4.11)}$$

โดยที่

B = ความกว้างประสิทธิผลของปีกคาน

L = ความยาวของช่วงคาน

B' = ความกว้างท้องคาน

t = ความหนาของปีกคาน

S = ระยะห่างระหว่างคานข้างเคียง

จากการวิเคราะห์ในหัวข้อ 4.3 ได้ค่าแรงดัดและแรงเฉือนจะนำค่า แรงดัดและแรงเฉือนที่เกิดขึ้นที่ทุกระยะชิ้นส่วนย่อย (Segment) มาใช้ในการออกแบบเพื่อหาจำนวนเหล็กสำหรับแรงดัดและแรงเฉือนสำหรับค่าแรงดัดในชั้นแรก หาจำนวนเนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริมโดยประมาณจากสูตรที่ (4.12)

$$A_s = \frac{M}{f_s\ (d-t/2)} \quad \text{..... (4.12)}$$

โดยที่

A_s = จำนวนเนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริม

M = ค่าแรงดัด

f_s = หน่วยแรงดึงยอมให้ของเหล็ก

d = ระยะจากจุดศูนย์ถ่วงหน้าตัดเหล็กถึงระยะผิวบนของคาน

t = ความหนาของปีกคาน

คำนวณค่าเปอร์เซนต์เหล็กเสริมโดยประมาณจากสูตรที่ (4.13)

$$P = A_s \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.13)$$

โดยที่

P = เปอร์เซนต์เหล็กเสริมโดยประมาณ

A_s = จำนวนเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริม

b = ความกว้างของคานส่วนที่เป็นท้องคาน

d = ระยะจากจุดศูนย์ถ่วงหน้าตัดเหล็กเสริมถึงระยะผิวบนของคาน

คำนวณช่วงแขนของแรงดัดจากสูตรที่ (4.14)

$$jd = d-y \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4.14)$$

โดยที่

jd = ช่องแขนของแรงดัด

d = ระยะจากจุดศูนย์ถ่วงหน้าตัดเหล็กเสริมถึงระยะผิวบนของคาน

$$y = \frac{t\,(3\,kd - 2t)}{3\,(2\,kd - t)}$$

t = ระยะความลึกของปีกคาน

$$k = \frac{np + \frac{1}{2}(t/d)^2}{np + (t/d)}$$

n = อัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อคอนกรีต

p = เปอร์เซนต์เหล็กเสริม

คำนวณแรงดัดต้านทานโดยคอนกรีตจากสูตรที่ (4.15)

$$M_c = \frac{(1 - t) f_c bt jd}{2kd} \quad \text{..... (4.15)}$$

โดยที่

M_c = แรงดัดต้านทานโดยคอนกรีต

f_c = หน่วยแรงอัดที่ยอมให้ของคอนกรีต

b = ความกว้างของคานส่วนที่เป็นท้องคาน

t = ระยะความลึกของปีกคาน

jd = ช่วงแขนของแรงดัด

$$k = \frac{np + \frac{1}{2}(t/d)^2}{np + (t/d)}$$

n = อัตราส่วนโมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กต่อคอนกรีต

p = เปอร์เซนต์เหล็กเสริม

การคำนวณหาจนถึงสูตรที่ (4.15) ถ้าค่า M_c มีค่ามากกว่าแรงดัดที่เกิดจากแรงภายนอก ก็สามารถคำนวณจำนวนเนื้อที่หน้าตัดของเหล็กเสริมในสูตรที่ (4.16) แต่ถ้าค่า M_c มีค่าน้อยกว่าแรงดัดที่เกิดจากแรงภายนอกจะต้องทำการออกแบบขนาดหน้าตัดของคานใหม่

$$A_s = \frac{M}{f_s jd} \quad \text{..... (4.16)}$$

โดยที่

A_s = จำนวนเนื้อที่หน้าตัดเหล็กเสริม

M = ค่าแรงดัดที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุก

f_s = หน่วยแรงดึงยอมให้ของเหล็ก

jd = ช่วงแขนของแรงดัด

สำหรับการคำนวณระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมรับแรงเฉือนคำนวณสูตร (4.17)

$$S = \frac{A_v f_v d}{V} \quad \text{..... (4.17)}$$

โดยที่

S = ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริมรับแรงเฉือน

A_v = เนื้อที่หน้าตัดเหล็กรับแรงเฉือน

f_v = หน่วยแรงดึงยอมให้ของเหล็ก

d = ระยะจากจุดศูนย์ถ่วงหน้าตัดของเหล็กเสริมรับแรงดึงถึงผิวบนของคาน

V = ค่าแรงเฉือนที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุก

4.5 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถเขียนออกมาในรูปของผังการทำงานดังแสดงตั้งแต่รูปที่ 4.1 ถึงรูปที่ 4.15 รายละเอียดโดยสังเขปของผังงานแต่ละรูปจะเป็นดังนี้

รูปที่ 4.1 เป็นผังงานแสดงตัวโครงสร้างของโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบทั้งหมด โดยเริ่มแรกจะมีการสร้างรายการหลักให้เลือกอยู่ 3 รายการคือ

1. DATA MENU ในรายการส่วนนี้จะเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นจะต้องใช้ในการออกแบบ และการวิเคราะห์ ข้อมูลนี้มาจากการอ่านทางหน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ใช้โปรแกรมจะเป็นผู้เลือกการให้ข้อมูล รายละเอียดการเก็บข้อมูลจะแบ่งออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ อีก 7 หัวข้อคือ

1.1 DATA EDIT คือ การให้หัวข้อเรื่องที่จะใช้ในการออกแบบ

1.2 DATA EDMAT คือ ข้อมูลที่เกี่ยวกับวัสดุที่เลือกใช้ในการออกแบบ ตัวอย่างเช่น ค่า Ultimate Strength ของคอนกรีต ค่า Yeild Stress ของเหล็ก เป็นต้น

1.3 DATA EDLDC คือ ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุก ในการออกแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์โปรแกรมนี้ เลือกน้ำหนักของรถบรรทุกที่ทำการออกแบบเป็น 2 ประเภท คือ รถบรรทุกประเภท HS 15-44 และรถบรรทุกประเภท HS 20-44 ผู้ใช้โปรแกรมจะเป็นผู้เลือกว่าต้องการออกแบบสะพานโดยใช้น้ำหนักบรรทุกประเภทใดประเภทหนึ่งเท่านั้น

1.4 DATA EDDIM คือ ข้อมูลเกี่ยวข้องกับรายละเอียดขนาดของสะพาน ตัวอย่างเช่น ความยาวของช่วงคาน จำนวนของคานที่ใช้ในการออกแบบจำนวนช่องทางจราจร ความกว้างของช่องทางจราจร เป็นต้น

1.5 DATA EDBMD คือ ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของคานที่ใช้ในการออกแบบ สำหรับข้อมูลของคานนี้ สามารถทำการเลือกข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบได้ 3 กรณี ตามประเภทของคาน ซึ่งแต่ละกรณีแบ่งออกเป็นดังนี้

ของโปรแกรม หรือหยุดการทำงาน

รูปที่ 4.2 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงถึงการอ่านข้อมูลเกี่ยวกับหัวข้อของการออกแบบ

รูปที่ 4.3 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงถึงการอ่านข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการออกแบบ เช่นค่า Fcp, Fsy การอ่านค่าเหล่านี้จะอ่านจากจอภาพคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นจะทำการบันทึกข้อมูลเหล่านี้บน FILE NO.5

รูปที่ 4.4 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการอ่านข้อมูลเกี่ยวกับน้ำหนักบรรทุกของรถยนต์ที่ใช้ในการออกแบบสะพาน หลังจากนั้นจะทำการบันทึกข้อมูลบน FILE NO.5

รูปที่ 4.5 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการอ่านข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของสะพาน หลังจากนั้นจะทำการบันทึกข้อมูลบน FILE NO.5

รูปที่ 4.6 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการอ่านข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของคานความกว้างของคาน ความลึกของคาน การอ่านข้อมูลจะทำที่ละช่วงของสะพาน มีการคำนวนระยะช่วงย่อยเล็ก ๆ บนคานที่จะทำการหาแรงตัดและแรงเฉือน หลังจากนั้นข้อมูลและผลการคำนวณจะบันทึกบน FILE NO.5

รูปที่ 4.7 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการอ่านเบอร์เหล็ก สำหรับเหล็กคานเหล็กนั้น จากนั้นจะทำการบันทึกเบอร์เหล็กที่ใช้ลงบน FILE NO.5

รูปที่ 4.8 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการอ่านค่าการทรุดตัวของสะพานที่แต่ละจุดของ SUPPORT จากนั้นทำการบันทึกค่าการทรุดตัวของแต่ละจุดบน FILE NO.5

รูปที่ 4.9 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการย้ายข้อมูล โดยการอ่านข้อมูลทั้งหมดจาก FILE NO.5 แล้วทำการบันทึกบน FILE NO.6 ซึ่ง FILE NO.6 จะเป็น FILE ที่ใช้ในการแสดงผลของข้อมูลที่ใช้ในการออกแบบ

รูปที่ 4.10 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการคำนวณค่าน้ำหนักบรรทุกที่ใช้ในการออกแบบ ทั้งค่าน้ำหนักแบบ Live Load และค่าน้ำหนักแบบ Dead Load

รูปที่ 4.11 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงขั้นตอนของการวิเคราะห์โครงสร้างการ (12) วิเคราะห์หาค่าแรงตัดและแรงเฉือนนี้ จะใช้วิธีการโดยให้แรงหนึ่งหน่วย กระทำที่ทุกจุดที่ทำการแบ่งระยะไว้แล้วบนคาน ค่าแรงหนึ่งหน่วยนี้จะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปในกรณีที่ทำการออกแบบคานของสะพานที่มีรูปหน้าตัดไม่คงที่ โดยค่าแรงหนึ่งหน่วยจะมีค่าแปรตามรูปร่างหน้าตัดของคาน กรณีที่ค่า

แรงหนึ่งหน่วยมีค่าคงที่นั้น จะใช้ในการวิเคราะห์หาค่าแรงตัดและแรงเฉือนกรณีน้ำหนักบรรทุกสม่ำเสมอและเป็นน้ำหนักบรรทุกชนิด Live Load ส่วนกรณีที่ค่าแรงหนึ่งหน่วยมีค่าแปรตามรูปร่างหน้าตัดของคานนั้น จะใช้ในการวิเคราะห์หาค่าแรงตัดและแรงเฉือน กรณีที่เป็นน้ำหนักของคาน

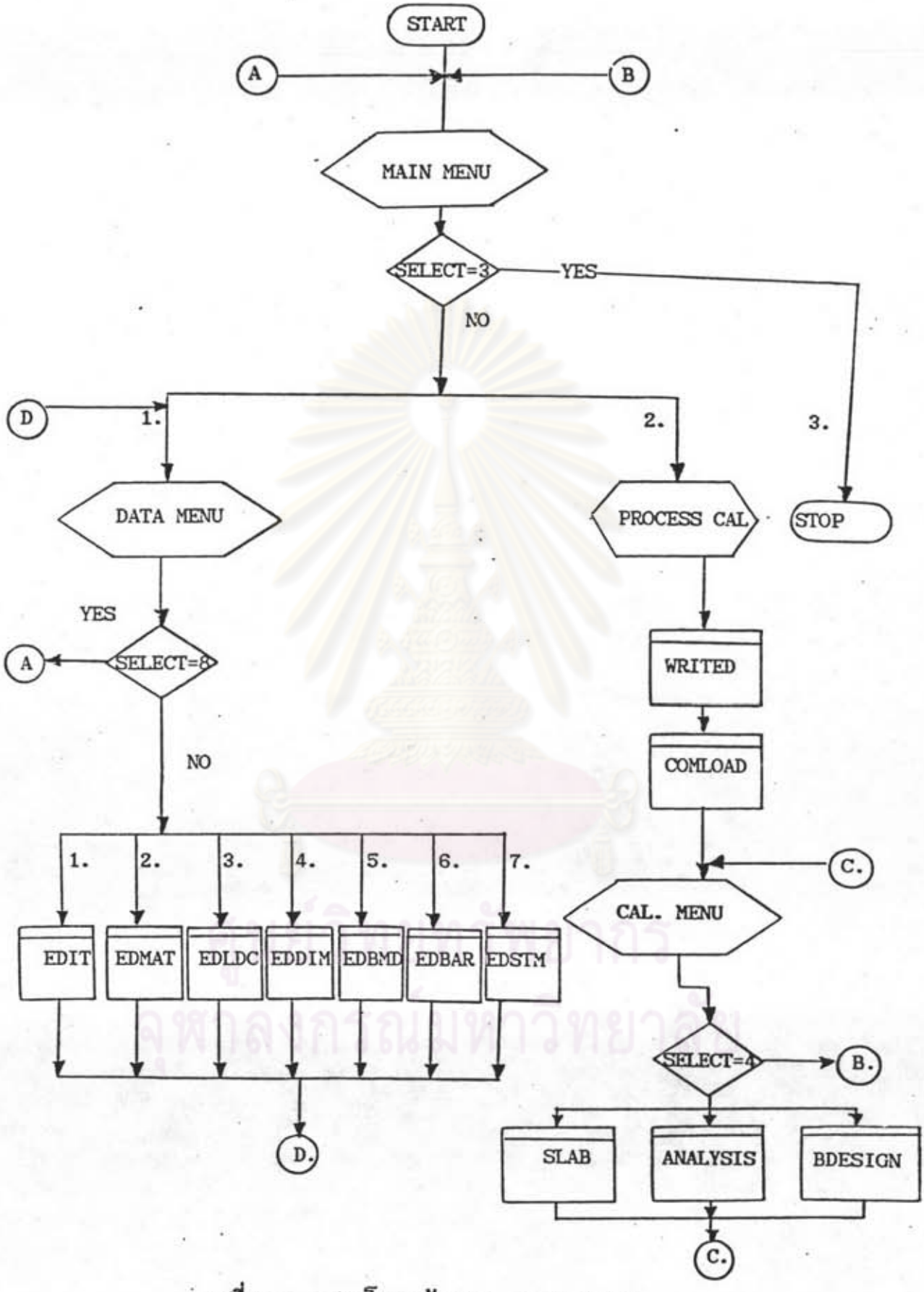
การคำนวณหาค่าแรงตัดและแรงเฉือน แบ่งออกเป็น 2 กรณีใหญ่ ๆ คือค่าแรงตัดและแรงเฉือนจากน้ำหนักบรรทุกแบบ Equivalent Loading และอีกกรณีคือการคิดค่าแรงตัดและแรงเฉือนจากน้ำหนักบรรทุกแบบ Truck Loading สำหรับคานจะแบ่งแยกคานออกเป็น 2 ประเภทคือ คานตัวนอก (Exterior Girder) และคานตัวใน (Interior Girder) ผลของการคำนวณค่าแรงตัดและค่าแรงเฉือนของคานตัวนอก (Exterior Girder) และคานตัวใน (Interior Girder) ไม่ว่าจะเป็นกรณีที่เกิดจากน้ำหนักบรรทุกแบบ Equivalent Loading หรือ Truck Loading จะถูกบันทึกผลลัพธ์ลงบน FILE NO.11

รูปที่ 4.12 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงขั้นตอนการออกแบบคาน โดยจะอ่านค่าแรงตัดและค่าแรงเฉือนมาจาก FILE NO.11 ซึ่งจาก FILE NO.11 นี้ค่าแรงตัดและค่าแรงเฉือนจะคิดจากน้ำหนักบรรทุก 2 ประเภทดังกล่าวคือ น้ำหนักบรรทุกแบบ Equivalent Loading และ Truck Loading และยังแบ่งออกไปตามลักษณะของคานอีกด้วยคือ คานตัวนอก (Exterior Girder) และคานตัวใน (Interior Girder) วิธีการในผังงานโปรแกรมย่อยนี้คือทำการเปรียบเทียบค่าแรงตัดระหว่างน้ำหนักบรรทุกแบบ Equivalent Loading กับน้ำหนักบรรทุกแบบ Truck Loading ในทำนองเดียวกันค่าแรงเฉือนก็เช่นเดียวกัน การเปรียบเทียบจะหาค่ามากที่สุดของค่าแรงตัดและค่ามากที่สุดของค่าแรงเฉือน ส่งไปให้โปรแกรมย่อย คือโปรแกรมย่อยของการออกแบบคานตัวนอก และโปรแกรมย่อยของการออกแบบคานตัวใน

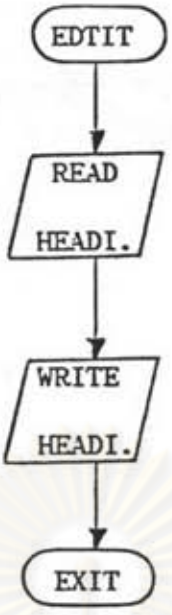
รูปที่ 4.13 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการออกแบบคานตัวนอกเป็นการหาจำนวนเหล็กเส้นของคาน ทั้งเหล็กเส้นที่เป็นเหล็กเสริมบน (Top Bar) เหล็กเสริมล่าง (Bottom Bar) และเหล็กรับแรงเฉือน (Stirrup) หลังจากนั้นบันทึกผลลัพธ์การคำนวณบน FILE NO.13

รูปที่ 4.14 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการออกแบบคานตัวในเป็นการหาจำนวนเหล็กเส้นของคาน ทั้งเหล็กเส้นที่เป็นเหล็กเสริมบน (Top Bar) เหล็กเสริมล่าง (Bottom Bar) และเหล็กรับแรงเฉือน (Stirrup) หลังจากนั้นบันทึกผลลัพธ์การคำนวณบน FILE NO.13

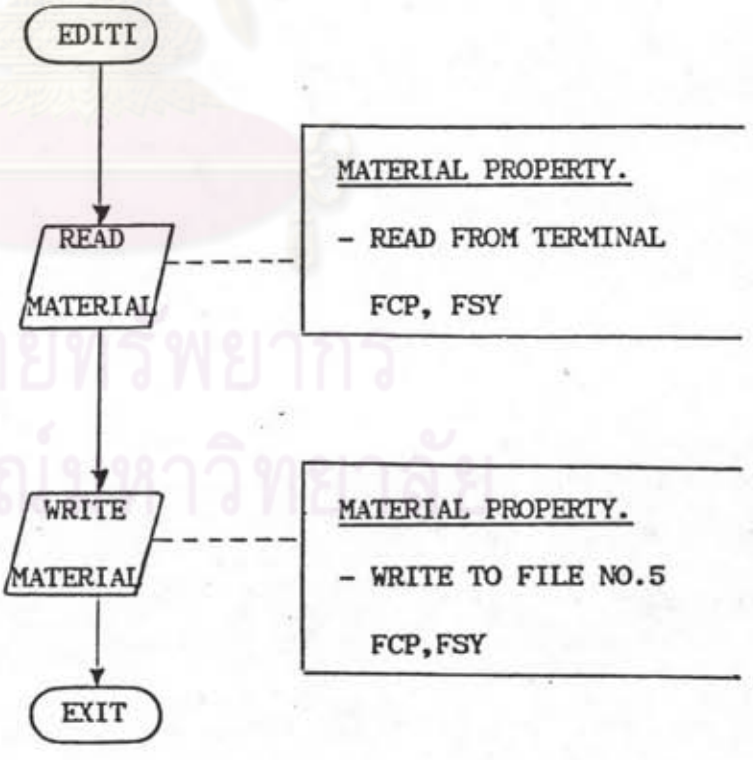
รูปที่ 4.15 เป็นผังงานโปรแกรมย่อยแสดงการออกแบบพื้นของสะพาน



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างของ FLOW CHART.

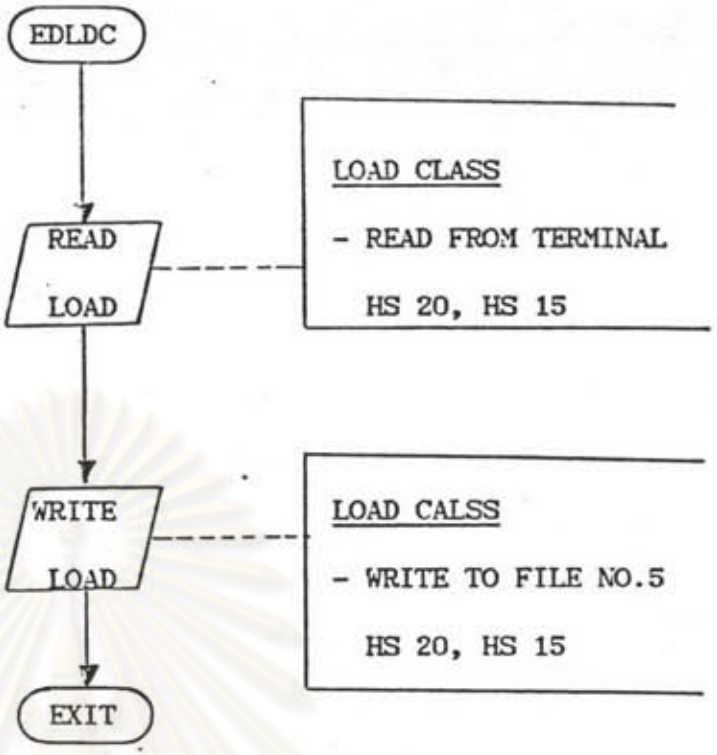


รูปที่ 4.2 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการตั้งหัวข้อ

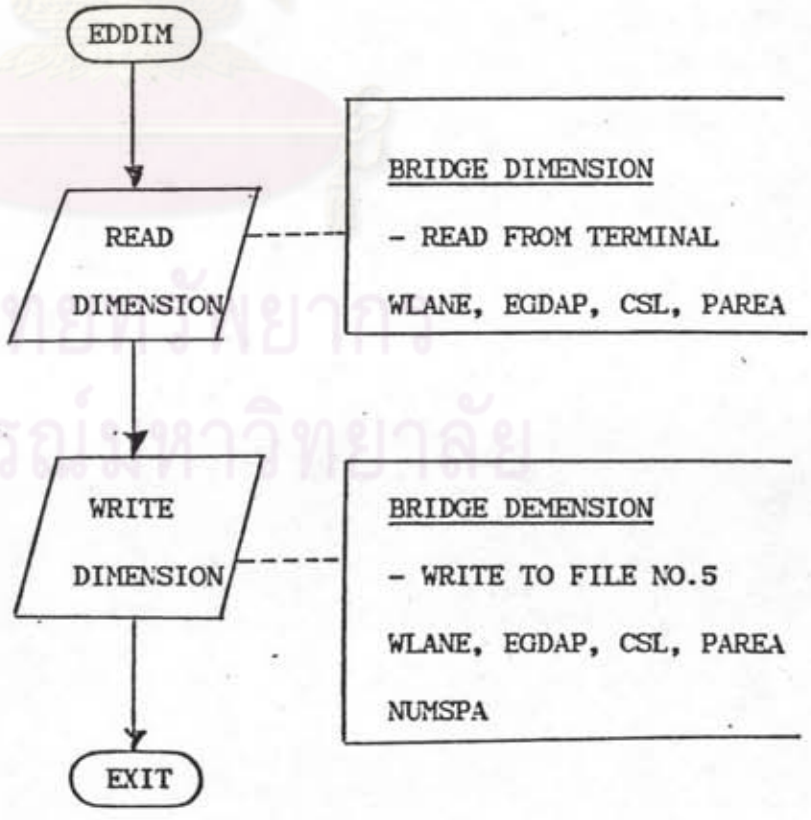


รูปที่ 4.3 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

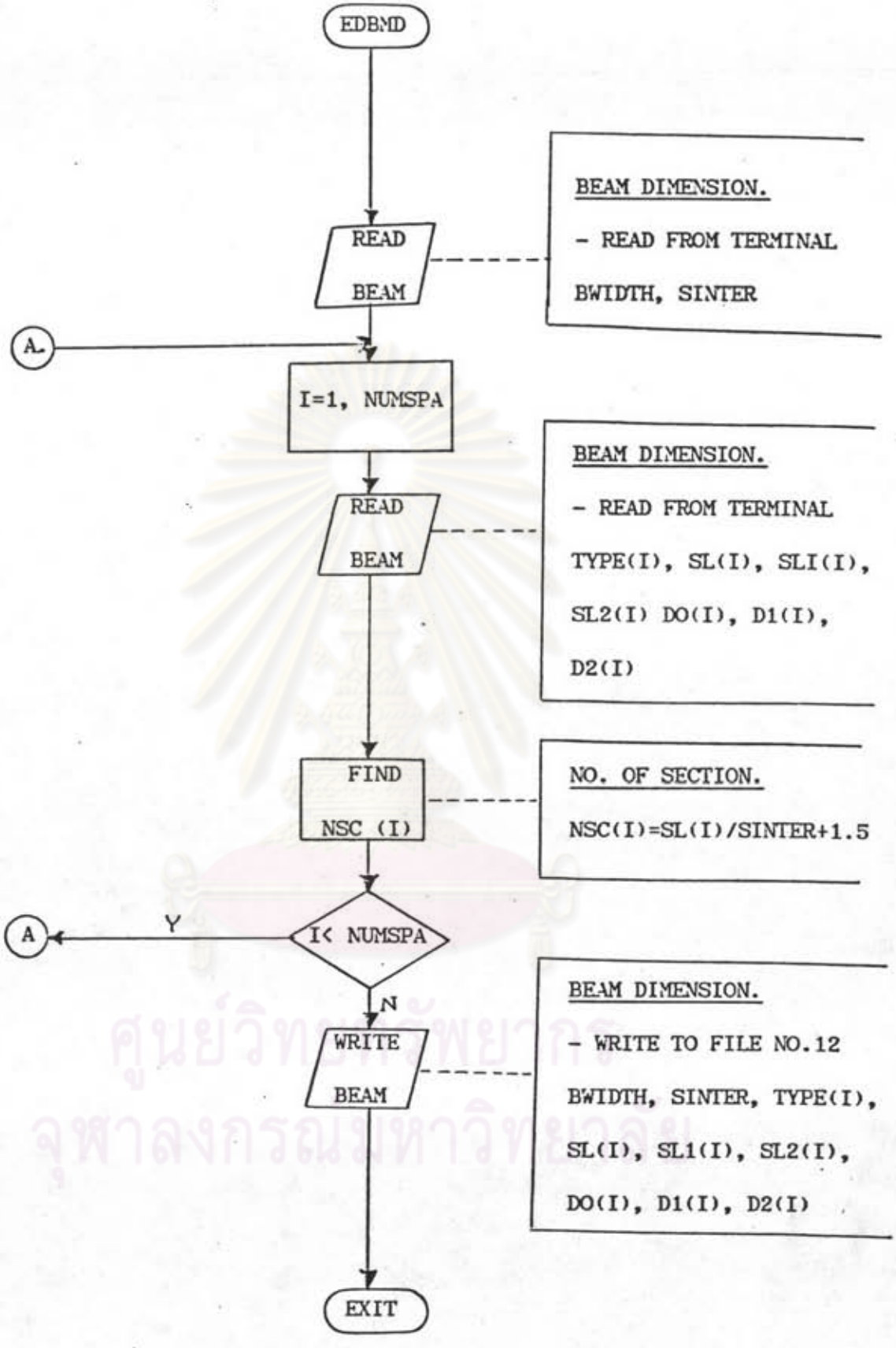


รูปที่ 4.4 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูลประเภทรถยนต์

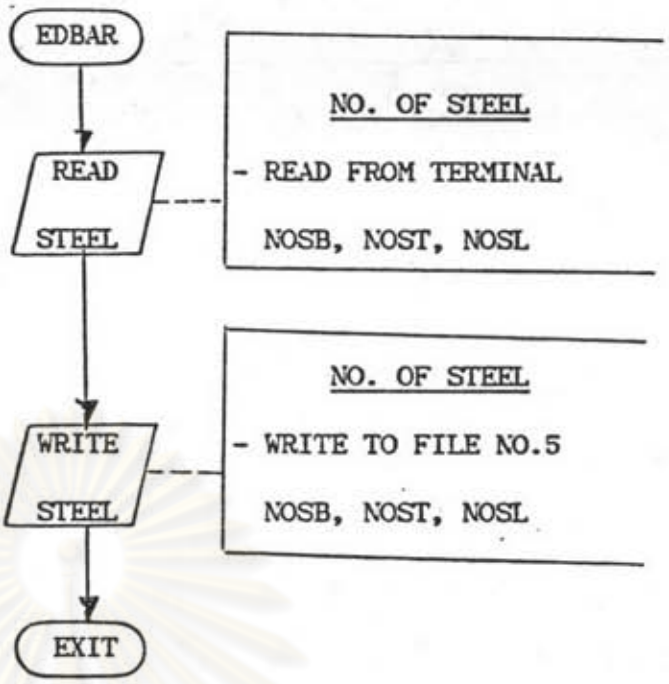


รูปที่ 4.5 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูลขนาดของสะพาน

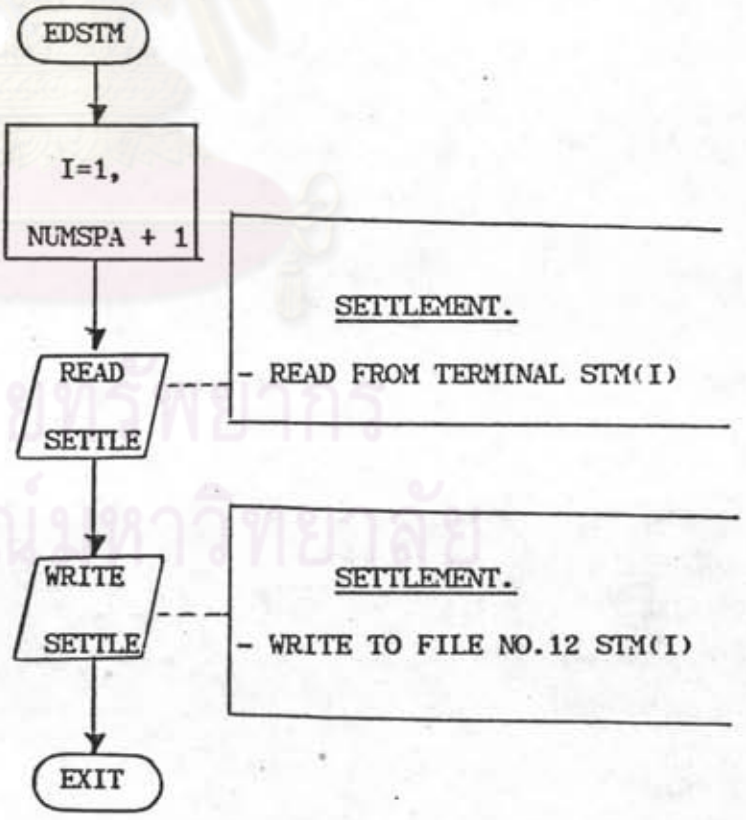
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



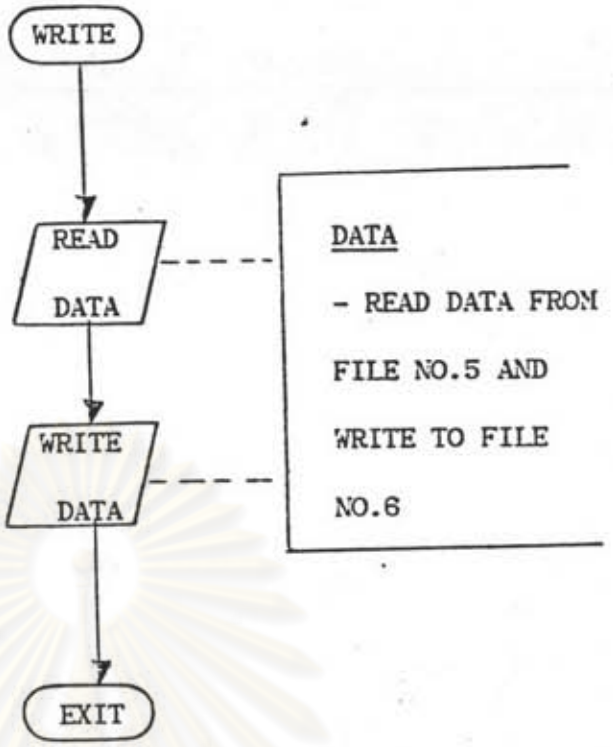
รูปที่ 4.6 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูลขนาดของคาน



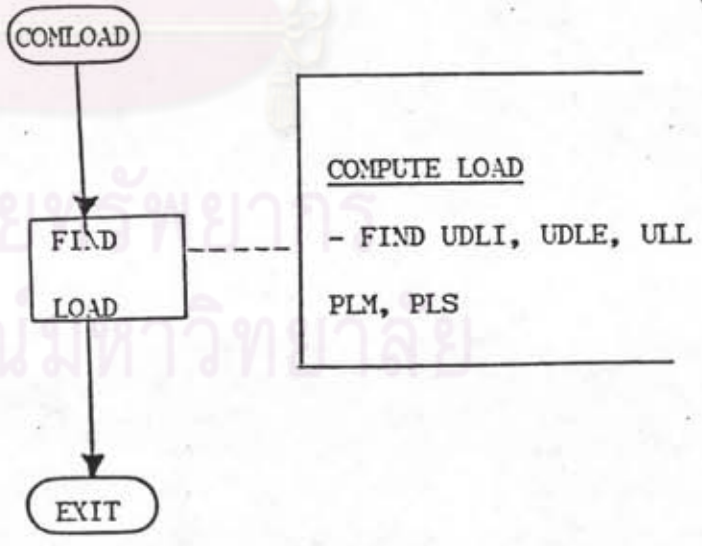
รูปที่ 4.7 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูลเหล็ก



รูปที่ 4.8 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการอ่านข้อมูลการทรุดตัว

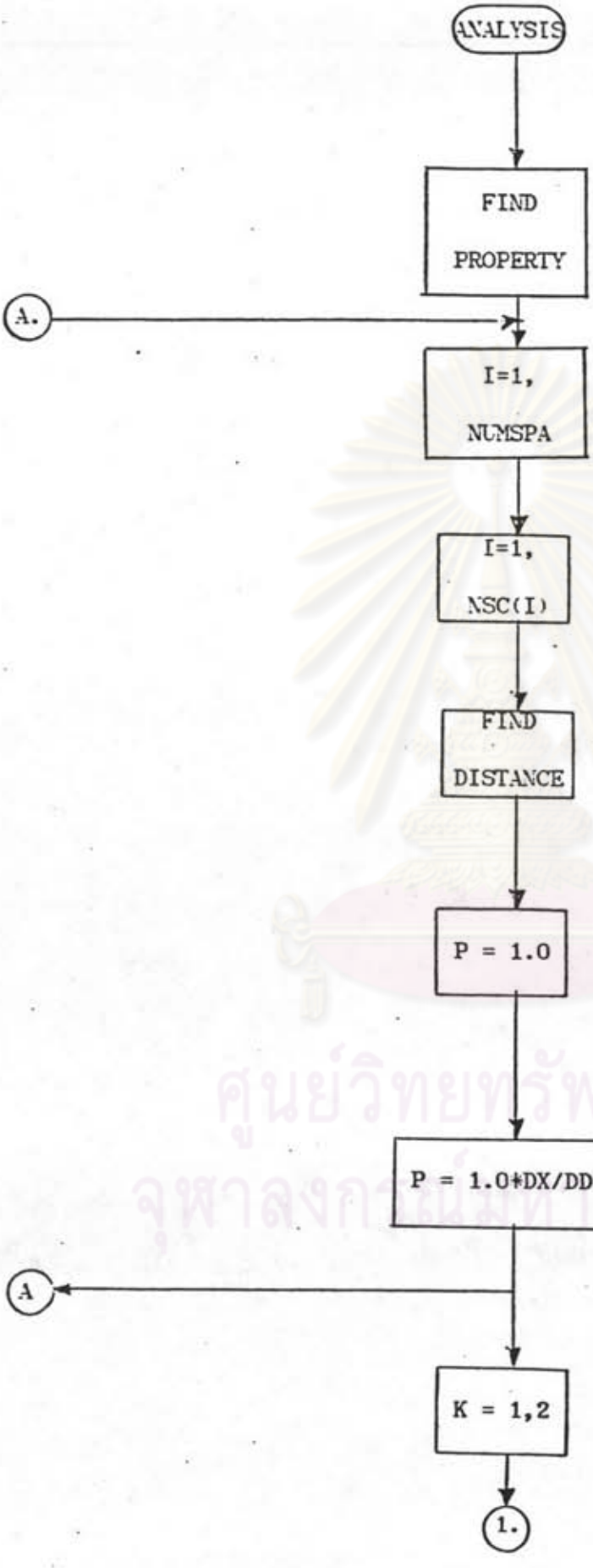


รูปที่ 4.9 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการรวบรวมข้อมูล



รูปที่ 4.10 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการคำนวณน้ำหนักบรรทุก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



FIND PROPERTY.

- STIFFNESS, DISTRIBUTION FACTOR CARRY OVER FACTOR

DISTANCE AND DEPTH.

X(I,J), DX(I,J)

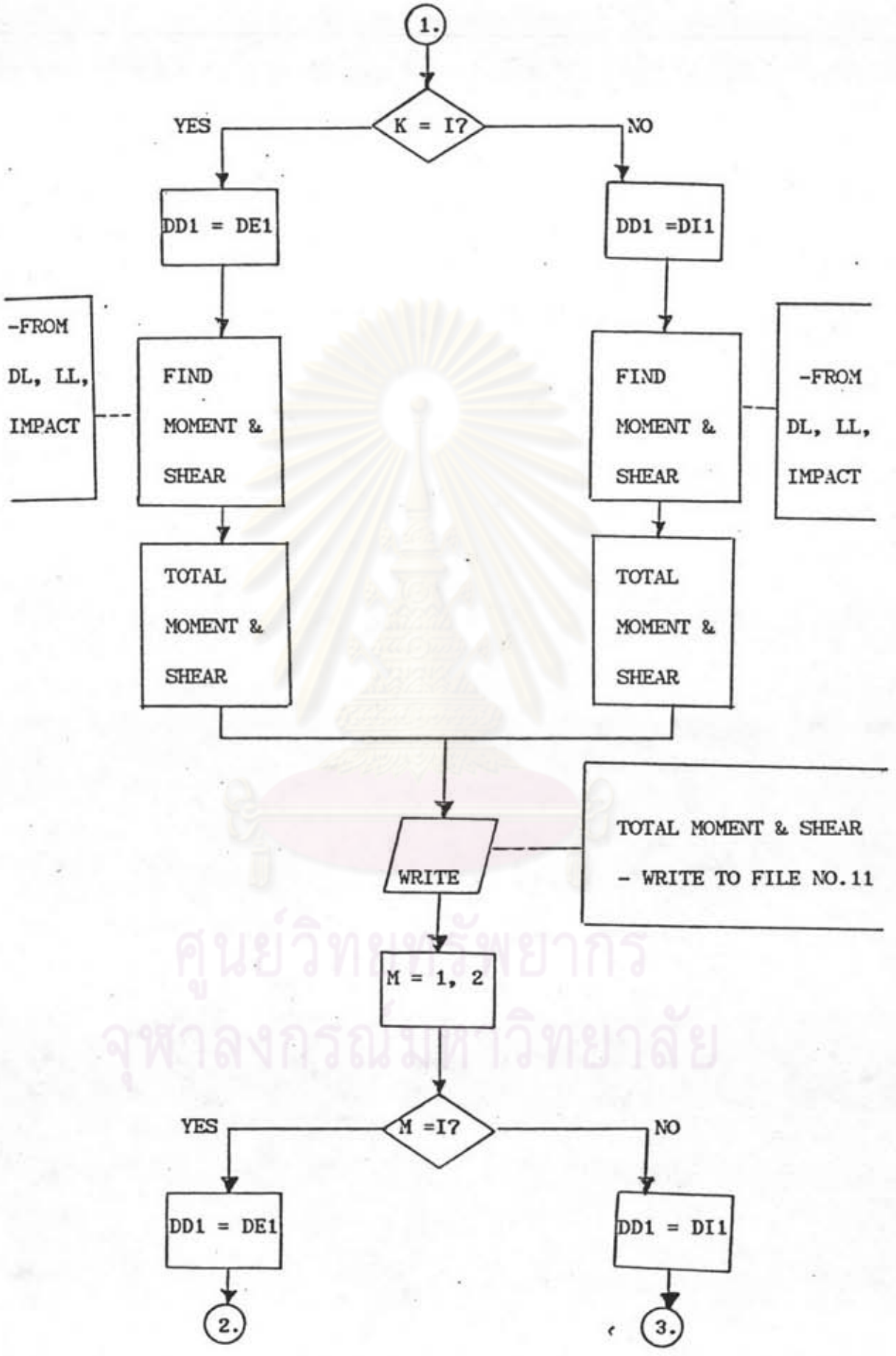
MOMENT & SHEAR

- FIND MOMENT & SHEAR FROM UNIT LOAD

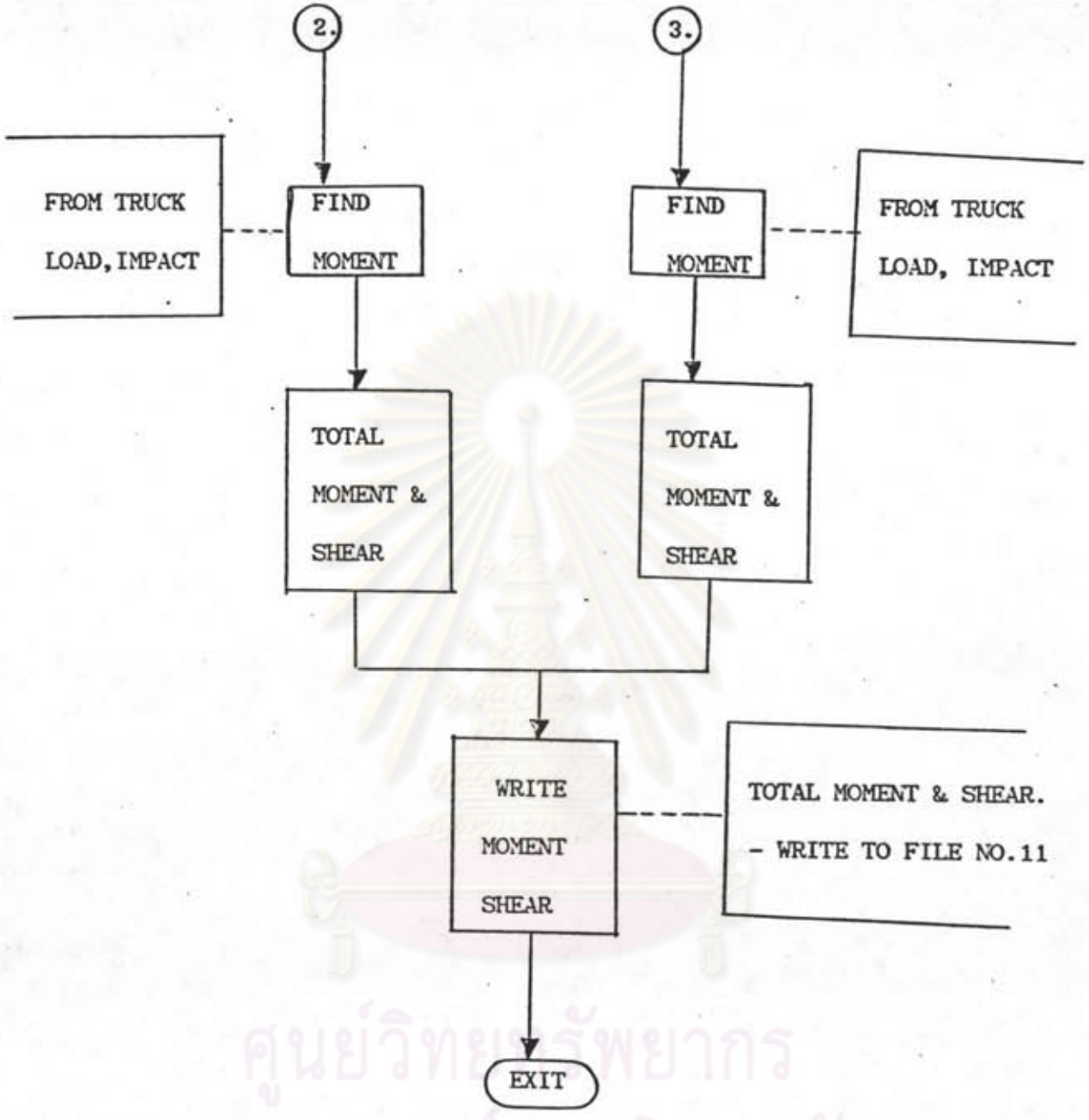
MOMENT & SHEAR

- FIND MOMENT & SHEAR FROM UNIT LOAD THAT CORRESPONDING TO DEPTH OF BERM

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

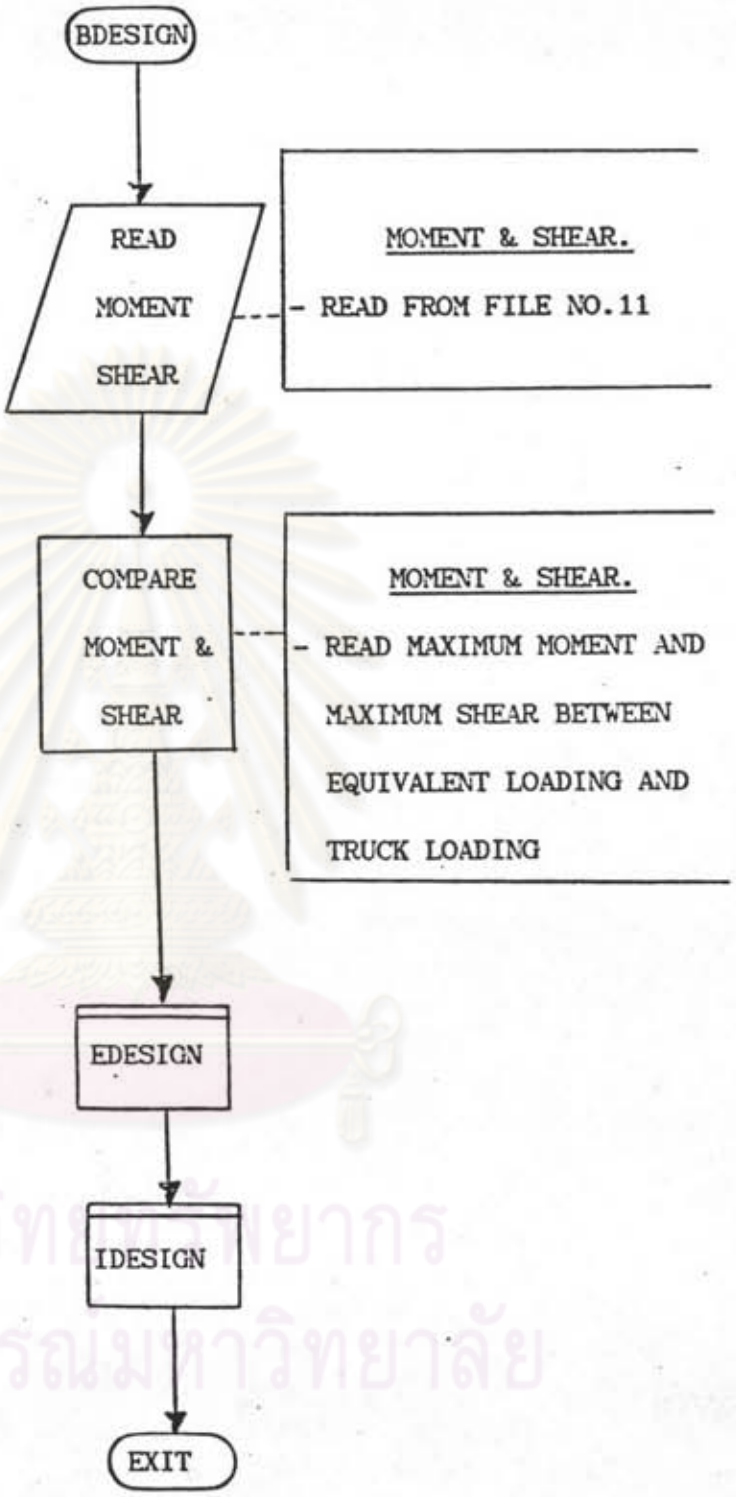


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



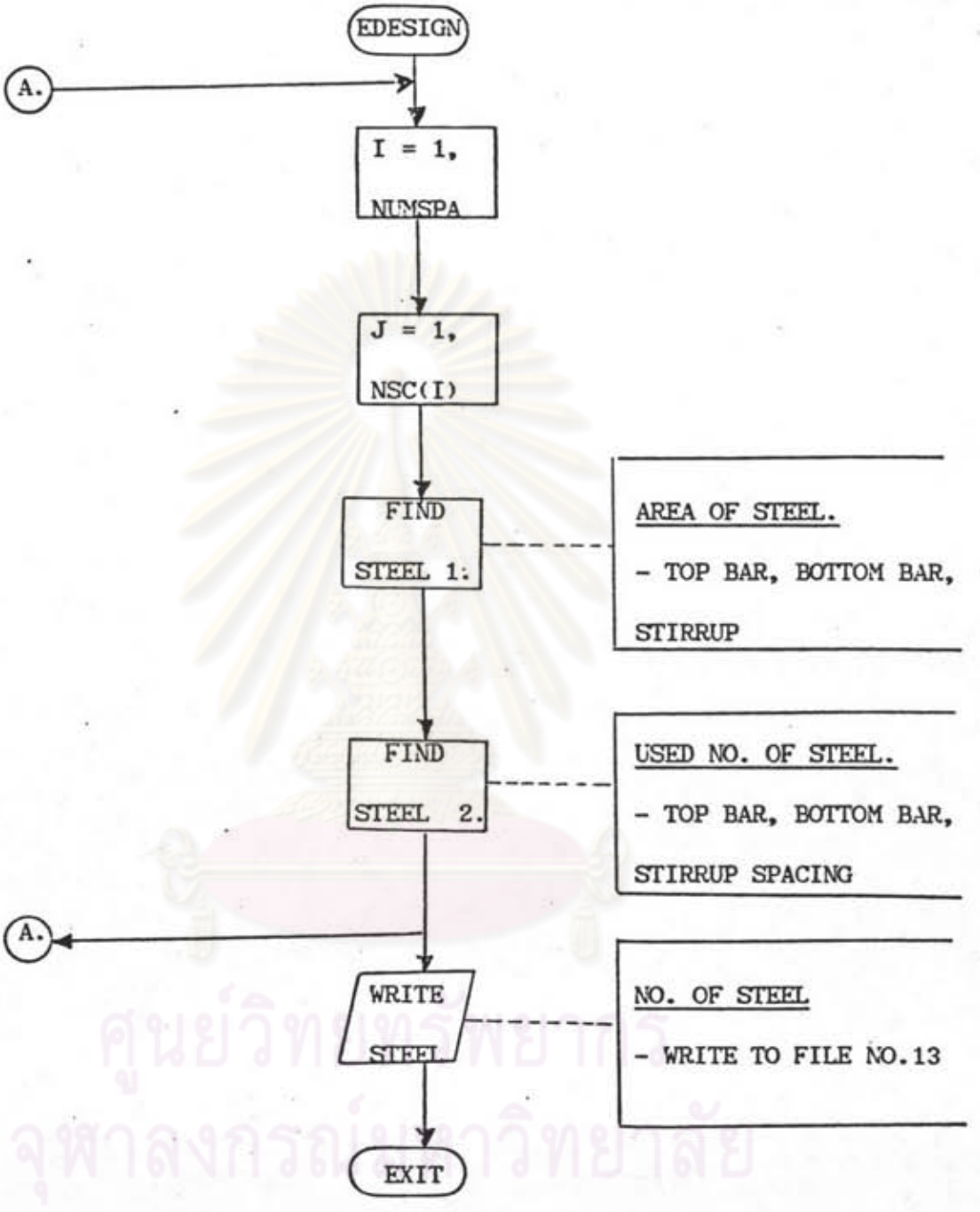
รูปที่ 4.11 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



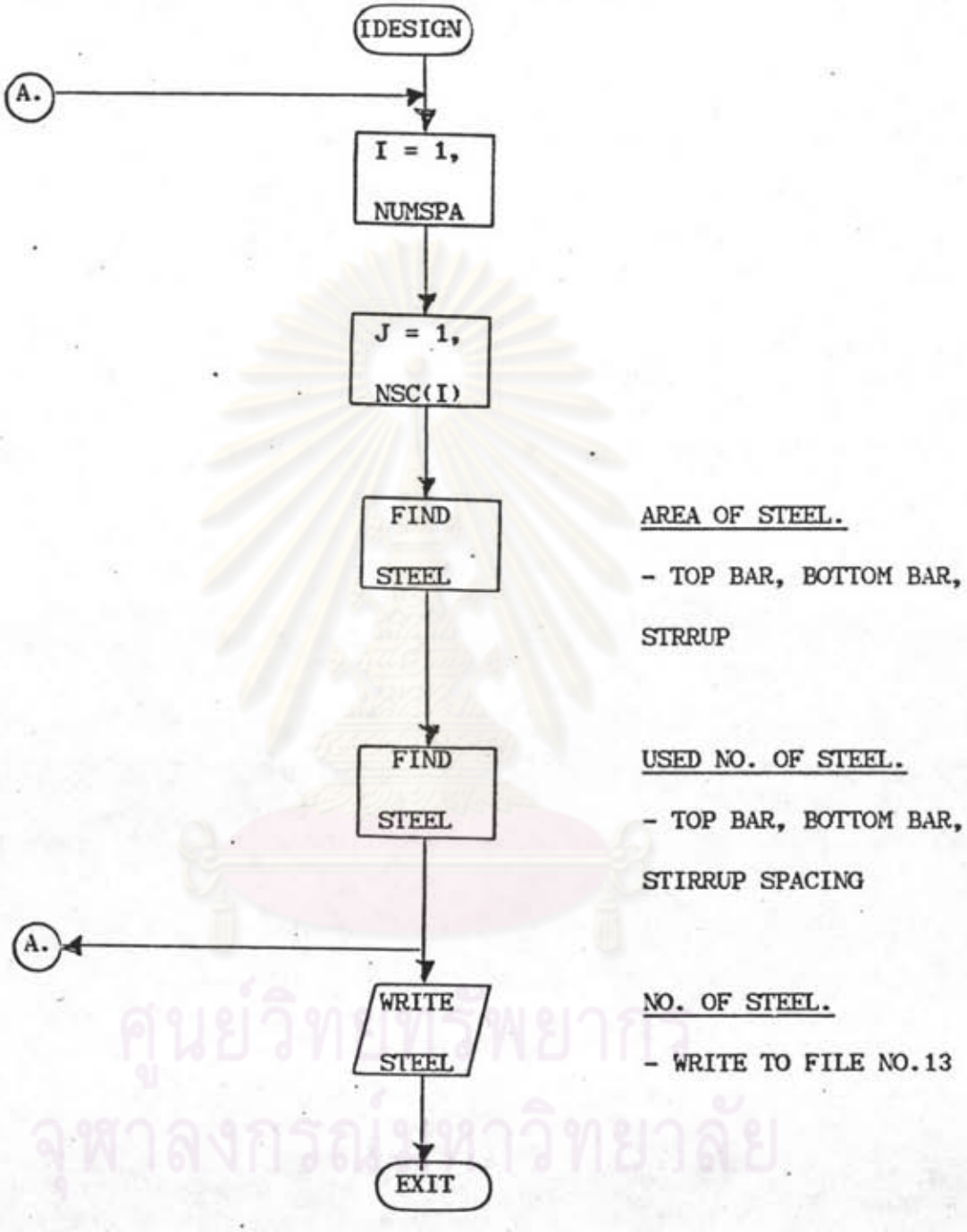
รูปที่ 4.12 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการออกแบบคาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



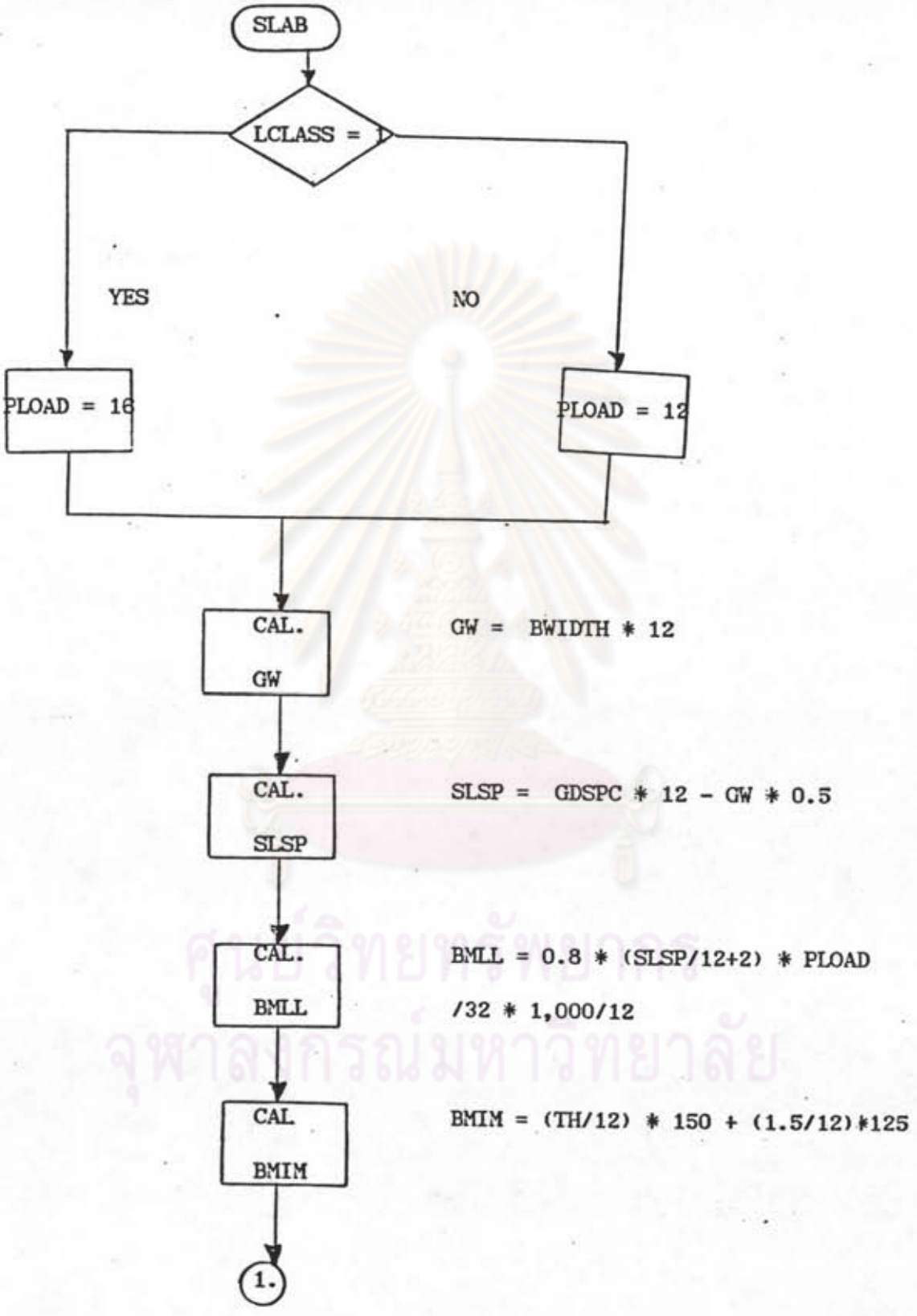
รูปที่ 4.13 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการออกแบบคานตัวนอก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

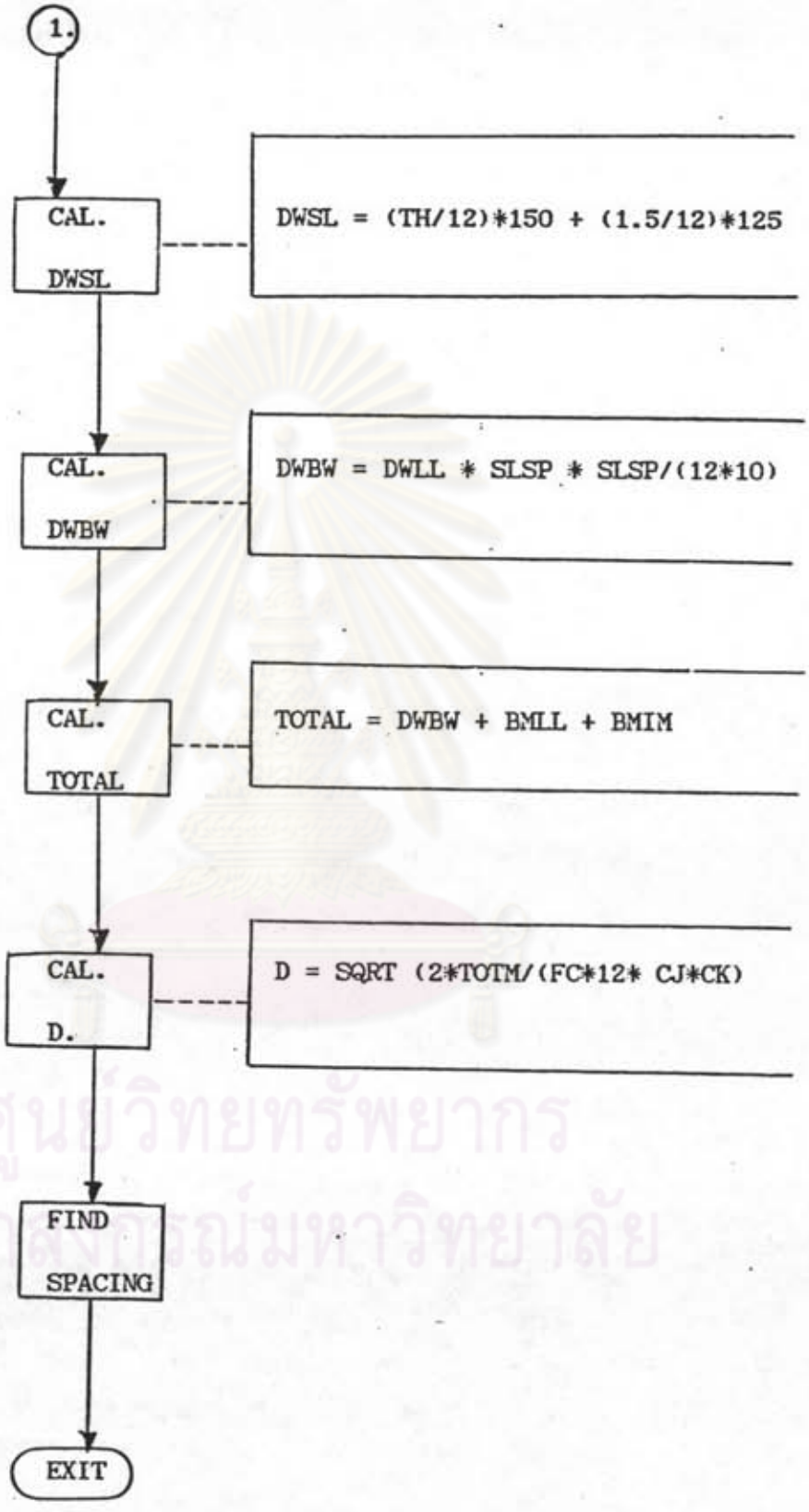


รูปที่ 4.14 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยการออกแบบคานตัวใน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.15 แสดง FLOW CHART โปรแกรมย่อยออกแบบพื้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย