บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รายละเอียดของการเขียนโปรแกรมด้วย Microsoft Excel 97 รุ่น 8.0

ในการเขียนโปรแกรมคำนวณเสาจะต้องอาศัยการรันและคำนวณโดยโปรแกรม Microsoft Excel 97 รุ่น 8.0 และมีโปรแกรม Microsoft Visual Basic เป็นโปรแกรมที่ใช้เขียน Macro ขึ้นมาเพื่อสร้าง Function ให้ Microsoft Excel นำไปใช้ในการคำนวณ ซึ่งเป็นโปรแกรมประยุกต์ที่ติดมากับ Microsoft Excel

ในการเขียนโปรแกรมคำนวณเสาจะเขียนให้สามารถเลือกได้ว่าจะคำนวณเสาเหลี่ยมหรือเสากลม ทำการเขียนให้การแสดงผลได้จากการป้อนข้อมูลเข้าไปรวมกับการแสดงผลทางกราฟให้อยู่ใน Sheet เดียวกัน เพื่อง่ายต่อการใช้งาน ทำการเขียนให้สามารถพิมพ์ผลได้โดยง่าย ไม่ต้องพึ่งการทำงานของโปรแกรมช่วยของ Excel เลย และโปรแกรมคำนวณจะเขียนอยู่อีก Sheet หนึ่งจะไม่นำมารวมกัน

3.2 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

3.2.1 ออกแบบโดยอาศัย

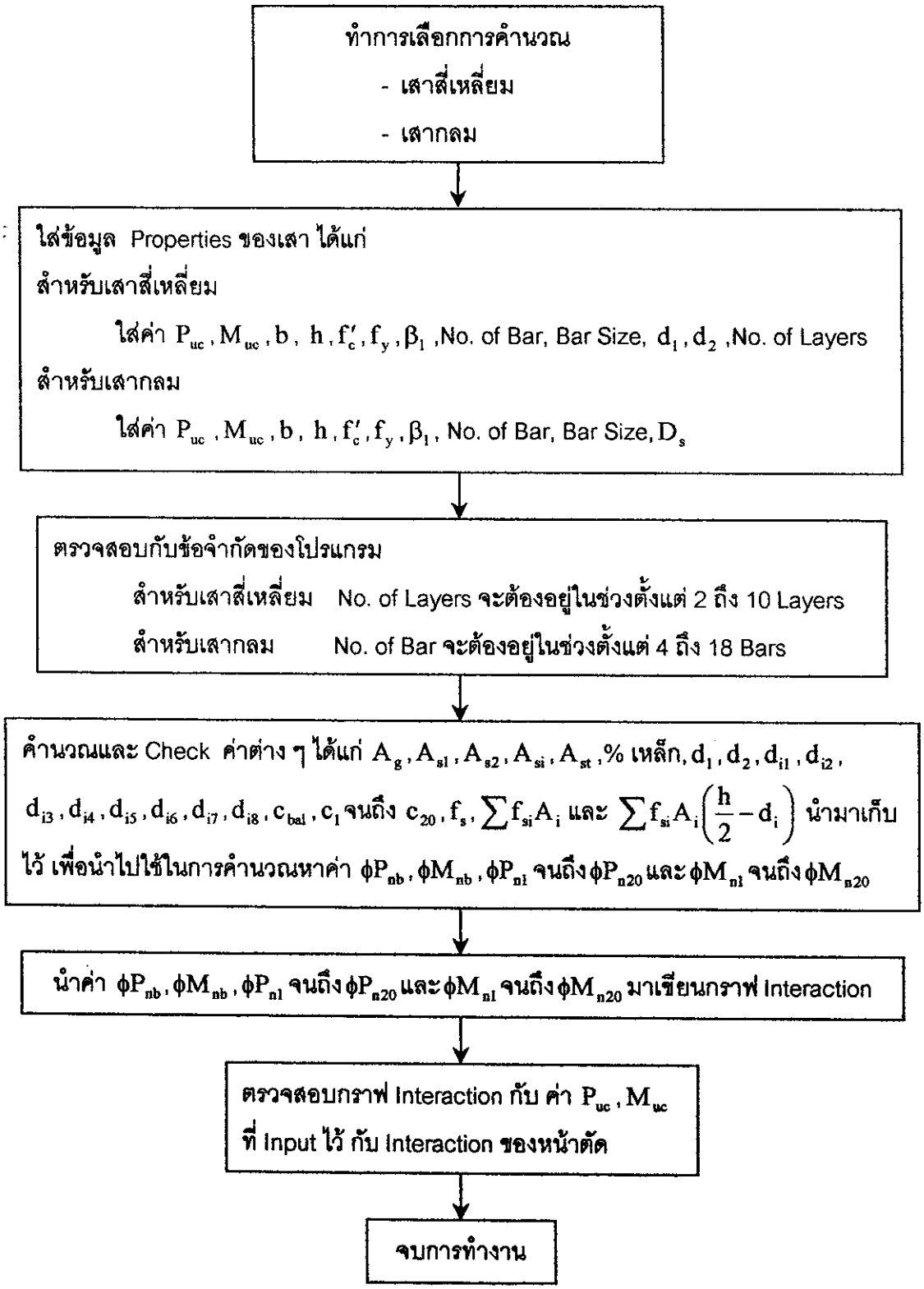
- โดยยึดถือความต้องการใช้โปรแกรมคำนวณเสาเป็นหลัก
- รูปแบบการใส่ข้อมูล โดยใส่ข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว
- การคำนวณที่มีระเบียบสามารถดูรายการคำนวณได้โดยง่าย
- การนำเสนอที่มีรูปแบบใช้งานได้ง่าย

3.2.2 เขียน Flowchart โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.2.2.1 Flowchart ของโปรแกรมคำนวณเสาสี่เหลี่ยม

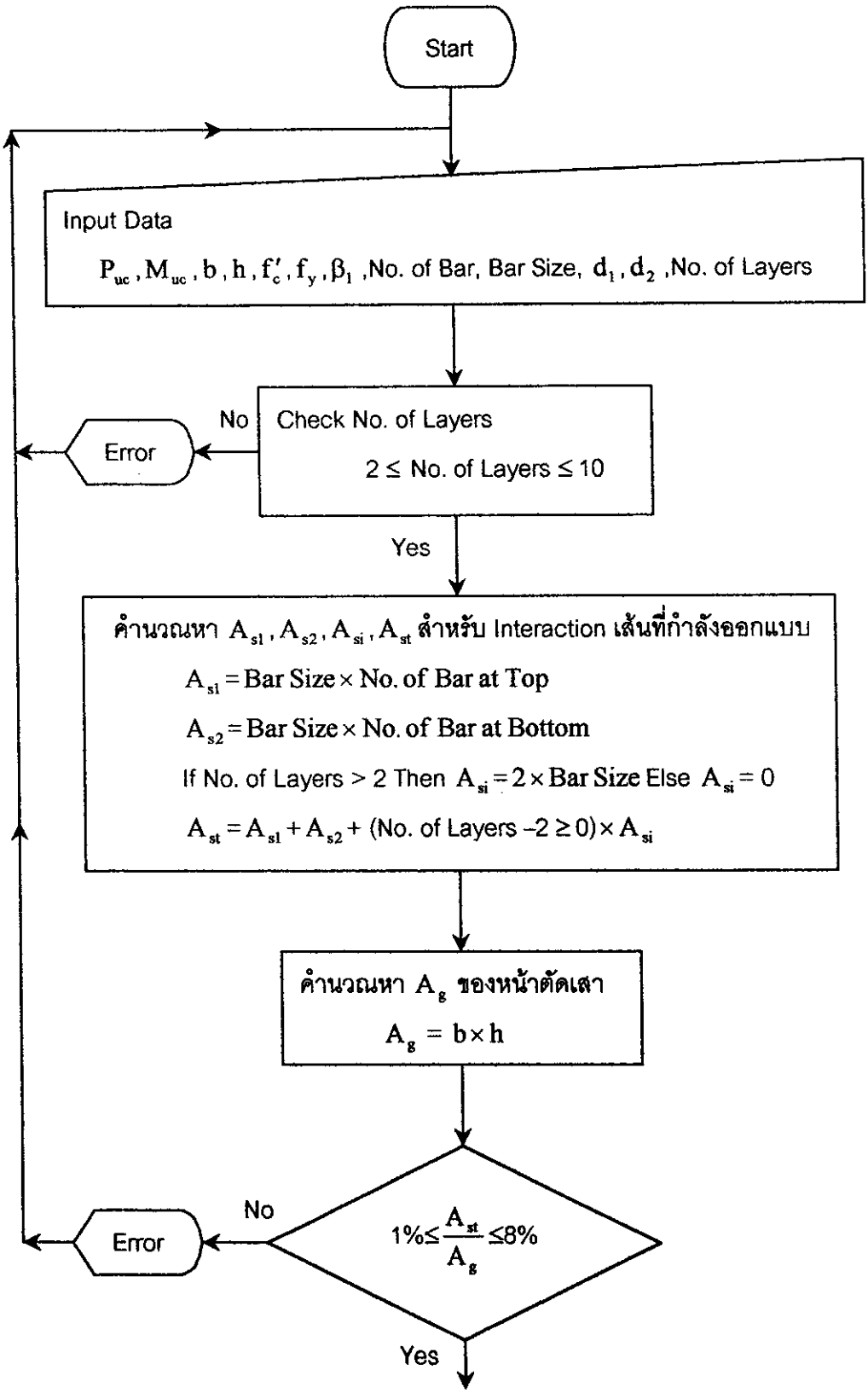
3.2.2.2 Flowchart ของโปรแกรมคำนวณเสากลม

Flowchart ของโปรแกรมคำนวณเสาโดยย่อ



- 5 ก.ค. 2542
4240142
สำนักหอสมุด

3.2.2.1 Flowchart ของเสาเหลี่ยม



คำนวณหา $A_{st}, A_{s1}, A_{s2}, A_{si}$ สำหรับ Interaction เส้นที่ 1% - 8%
แล้วเก็บค่าไว้ตั้งแต่ 1% - 8%

A_{st} = (% เหล็ก)$\times A_g$

A_{s1} = (% เหล็ก)$\times A_g \times$[(A_{s1} Interaction ของหน้าตัด) /(A_{st} Interaction ของหน้าตัด)]

A_{s2} = (% เหล็ก)$\times A_g \times$[(A_{s2} Interaction ของหน้าตัด) /(A_{st} Interaction ของหน้าตัด)]

A_{si} = (% เหล็ก)$\times A_g \times$[(A_{si} Interaction ของหน้าตัด) /(A_{st} Interaction ของหน้าตัด)]

คำนวณหาระยะวางเหล็กเสริมและเก็บค่าไว้ (ดูSection property ได้ที่ภาคผนวก)

จากการ Input Data b, h, d_1, d_2,No. of Layers จะนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาระยะวางเหล็กเสริม $d_{i1}, d_{i2}, d_{i3}, d_{i4}, d_{i5}, d_{i6}, d_{i7}, d_{i8}$

If No. of Layers $\leq$ 2 Then $d_{i1} = 0$

Else $d_{i1} = d_1 + (h - (d_1 + (h - d_2)))/(\text{No.of Layers} - 1)$

If No. of Layers $\leq$ 3 Then $d_{i2} = 0$

Else $d_{i2} = d_{i1} + (h - (d_1 + (h - d_2)))/(\text{No.of Layers} - 1)$

If No. of Layers $\leq$ 4 Then $d_{i3} = 0$

Else $d_{i3} = d_{i2} + (h - (d_1 + (h - d_2)))/(\text{No.of Layers} - 1)$

If No. of Layers $\geq$ 5 Then $d_{i4} = 0$

Else $d_{i4} = d_{i3} + (h - (d_1 + (h - d_2)))/(\text{No.of Layers} - 1)$

If No. of Layers $\leq$ 6 Then $d_{i5} = 0$

Else $d_{i5} = d_{i4} + (h - (d_1 + (h - d_2)))/(\text{No.of Layers} - 1)$

If No. of Layers $\leq$ 7 Then $d_{i6} = 0$

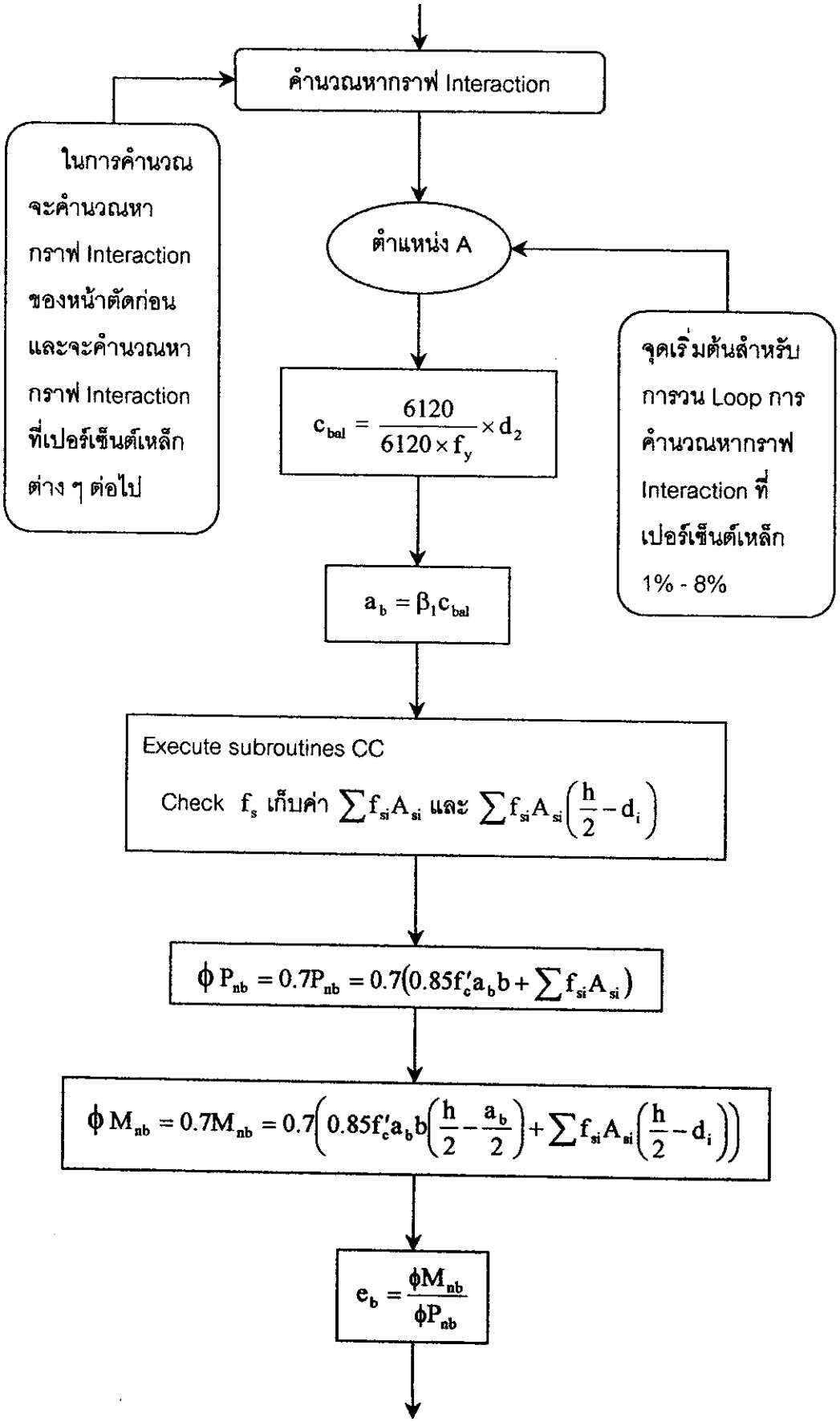
Else $d_{i6} = d_{i5} + (h - (d_1 + (h - d_2)))/(\text{No.of Layers} - 1)$

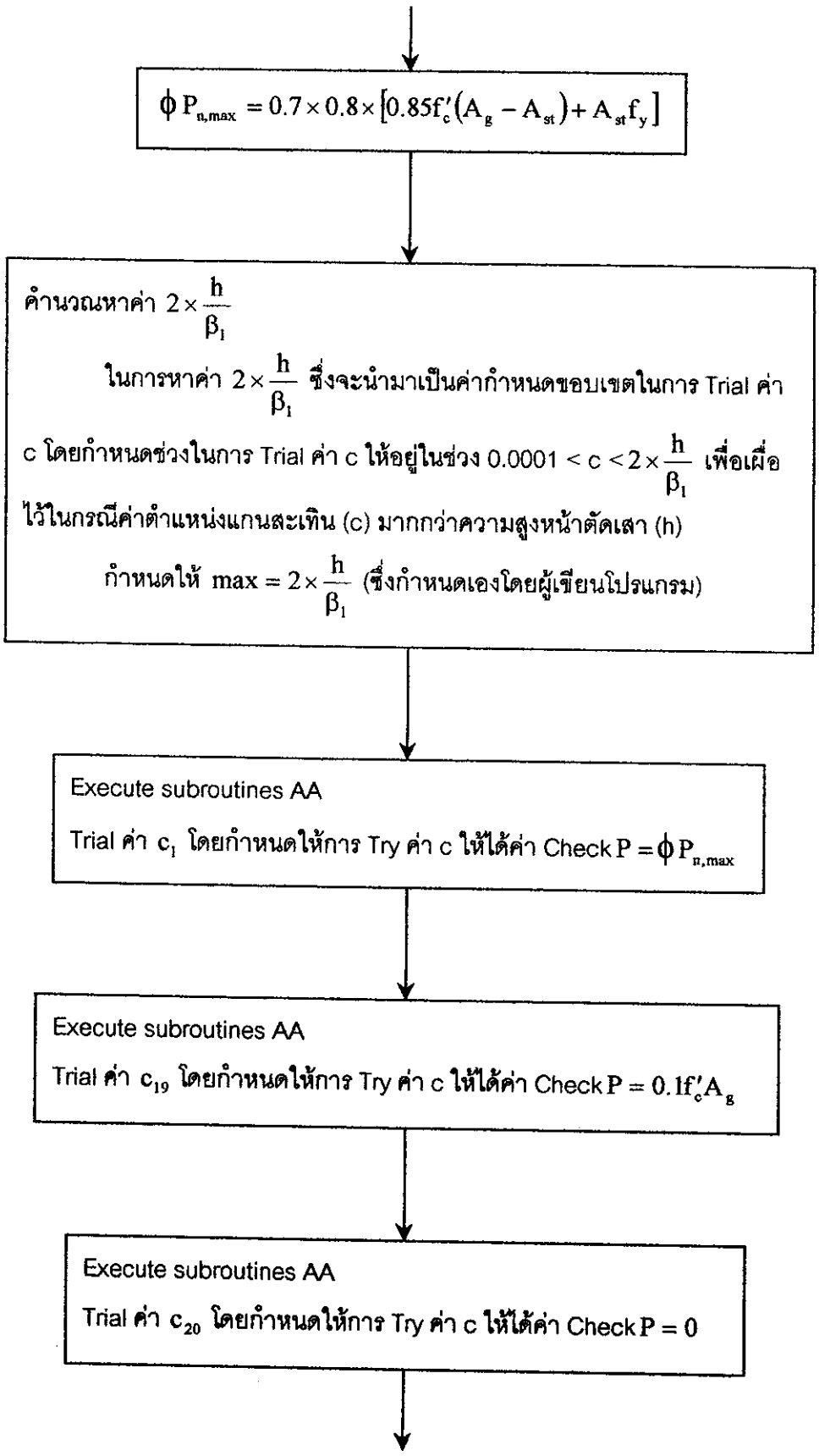
If No. of Layers $\leq$ 8 Then $d_{i7} = 0$

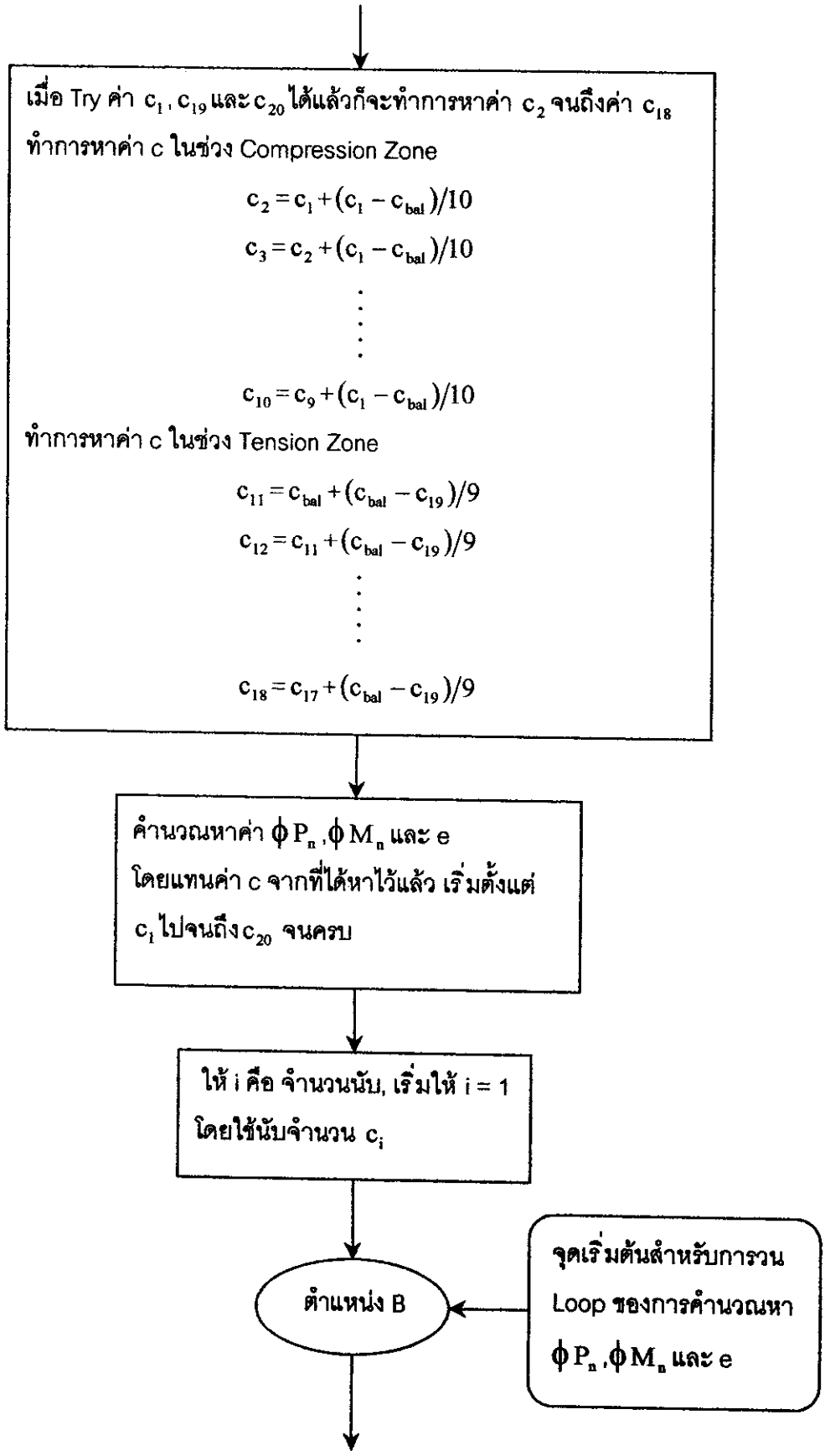
Else $d_{i7} = d_{i6} + (h - (d_1 + (h - d_2)))/(\text{No.of Layers} - 1)$

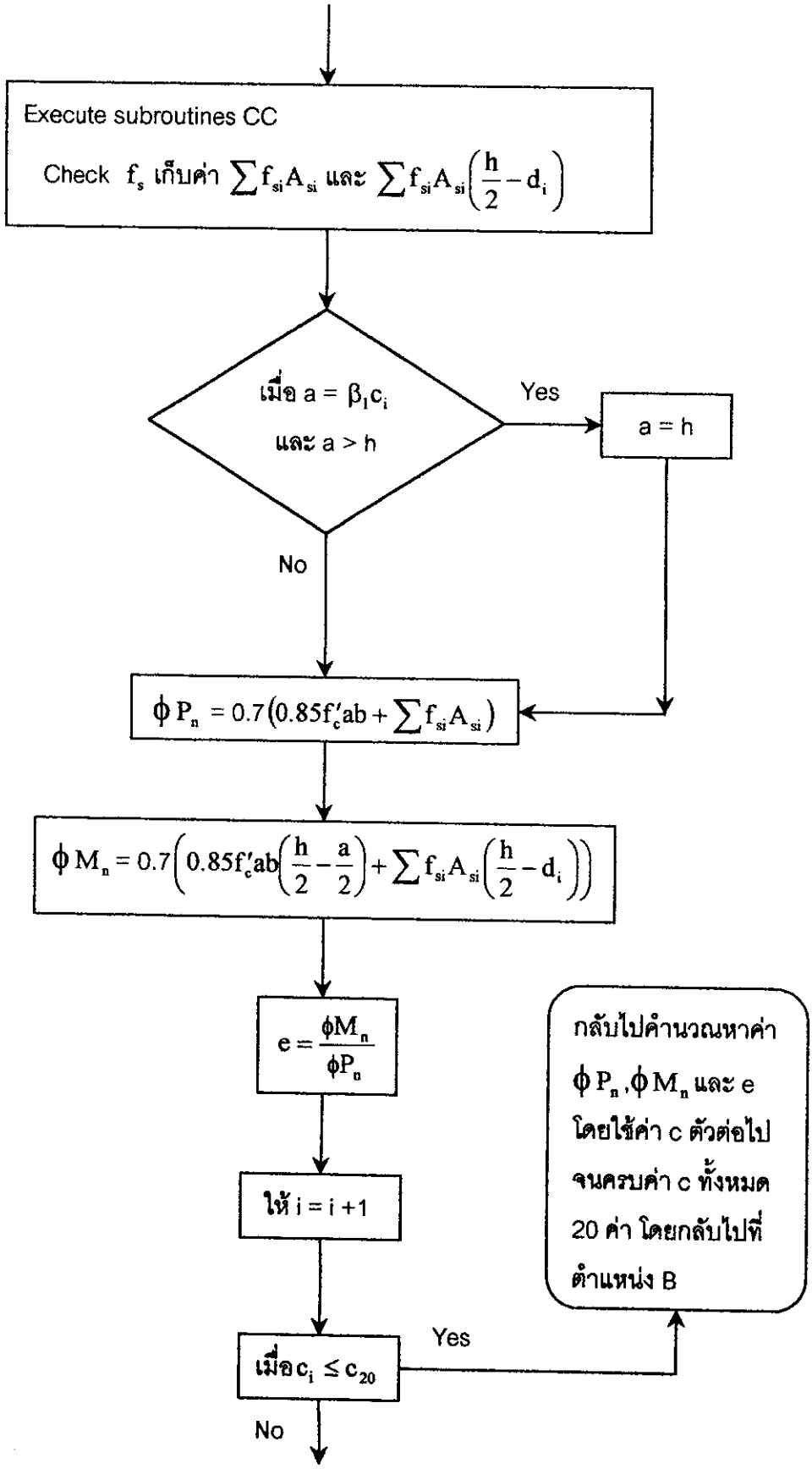
If No. of Layers $\leq$ 9 Then $d_{i8} = 0$

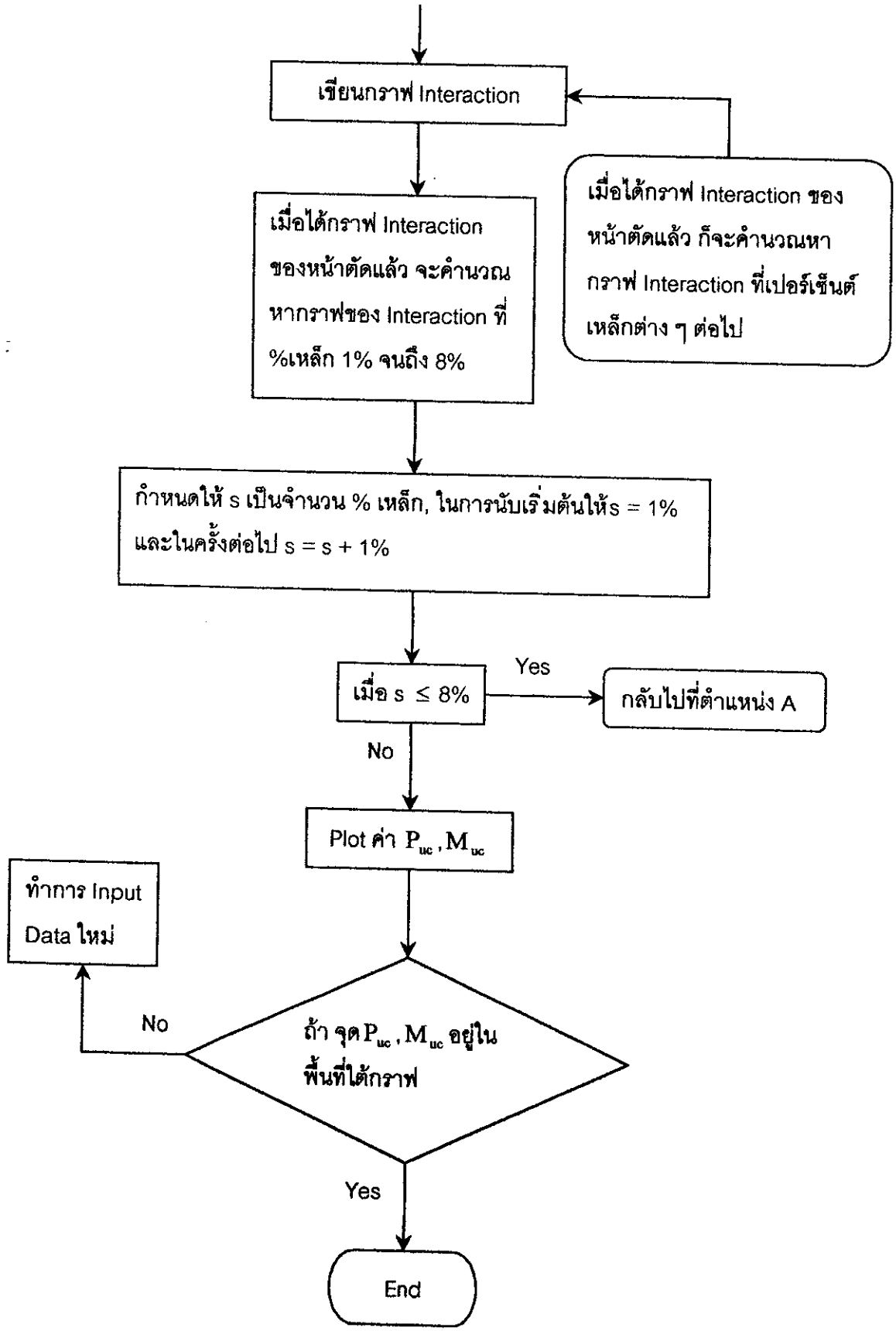
Else $d_{i8} = d_{i7} + (h - (d_1 + (h - d_2)))/(\text{No.of Layers} - 1)$


คำนวณหากราฟ Interaction
ในการคำนวณ จะคำนวณหา กราฟ Interaction ของหน้าตัดก่อน และจะคำนวณหา กราฟ Interaction ที่เปอร์เซ็นต์เหล็ก ต่าง ๆ ต่อไป
ตำแหน่ง A
จุดเริ่มต้นสำหรับ การวน Loop การ คำนวณหากราฟ Interaction ที่ เปอร์เซ็นต์เหล็ก 1% - 8%
$c_{bal} = \frac{6120}{6120 \times f_y} \times d_2$
$a_b = \beta_1 c_{bal}$
Execute subroutines CC
Check f_s เก็บค่า $\sum f_{si} A_{si}$ และ $\sum f_{si} A_{si}\left(\frac{h}{2} - d_i\right)$
$\phi P_{nb} = 0.7 P_{nb} = 0.7\left(0.85 f'_c a_b b + \sum f_{si} A_{si}\right)$
$\phi M_{nb} = 0.7 M_{nb} = 0.7\left(0.85 f'_c a_b b\left(\frac{h}{2} - \frac{a_b}{2}\right) + \sum f_{si} A_{si}\left(\frac{h}{2} - d_i\right)\right)$
$e_b = \frac{\phi M_{nb}}{\phi P_{nb}}$

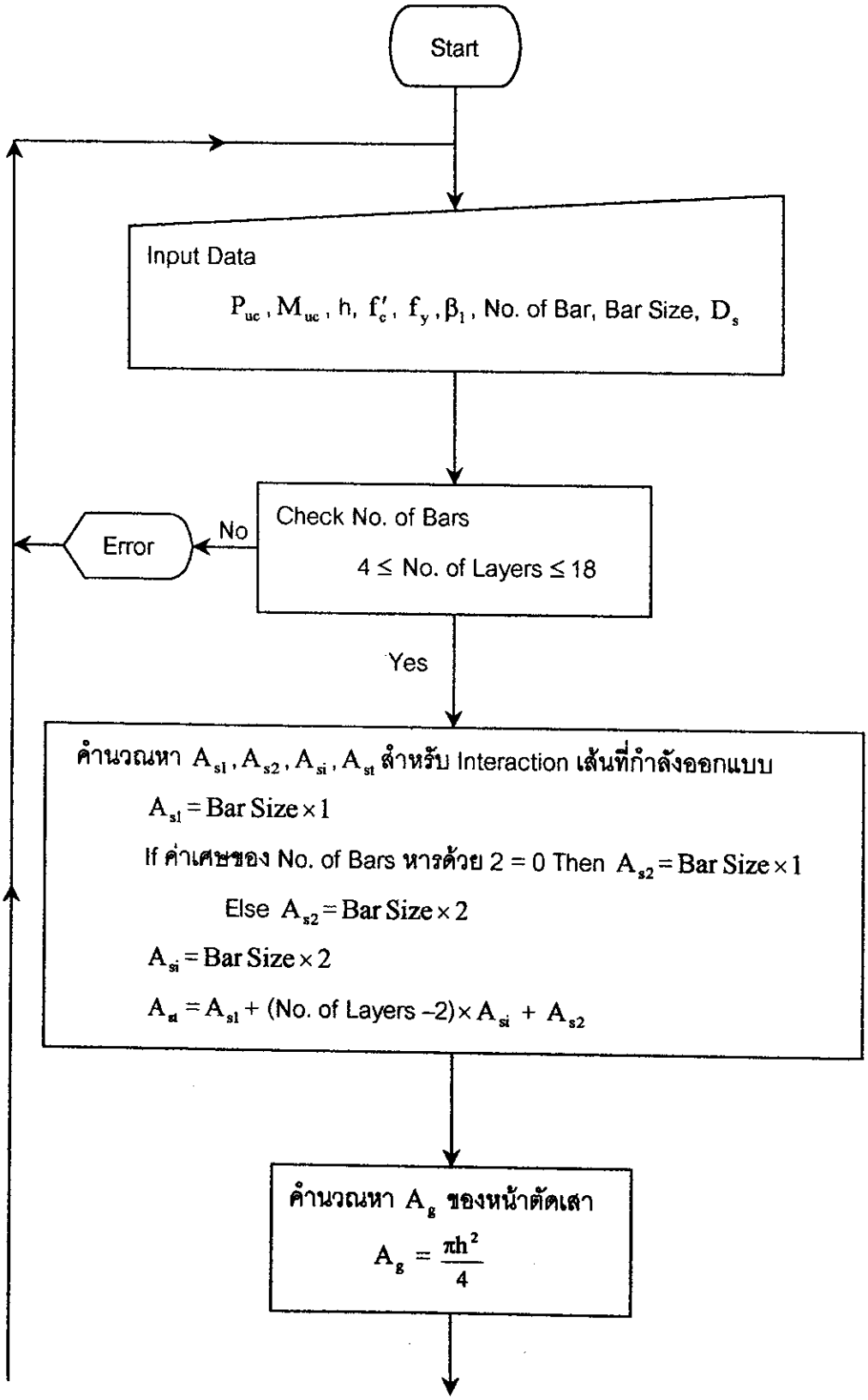

$\phi P_{n,max} = 0.7 \times 0.8 \times [0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y]$
คำนวณหาค่า $2 \times \frac{h}{\beta_1}$
ในการหาค่า $2 \times \frac{h}{\beta_1}$ ซึ่งจะนำมาเป็นค่ากำหนดขอบเขตในการ Trial ค่า c โดยกำหนดช่วงในการ Trial ค่า c ให้อยู่ในช่วง $0.0001 < c < 2 \times \frac{h}{\beta_1}$ เพื่อเผื่อไว้ในกรณีค่าตำแหน่งแกนสะเทิน (c) มากกว่าความสูงหน้าตัดเสา (h)
กำหนดให้ $max = 2 \times \frac{h}{\beta_1}$ (ซึ่งกำหนดเองโดยผู้เขียนโปรแกรม)
Execute subroutines AA
Trial ค่า c_1 โดยกำหนดให้การ Try ค่า c ให้ได้ค่า Check $P = \phi P_{n,max}$
Execute subroutines AA
Trial ค่า c_{19} โดยกำหนดให้การ Try ค่า c ให้ได้ค่า Check $P = 0.1 f'_c A_g$
Execute subroutines AA
Trial ค่า c_{20} โดยกำหนดให้การ Try ค่า c ให้ได้ค่า Check $P = 0$

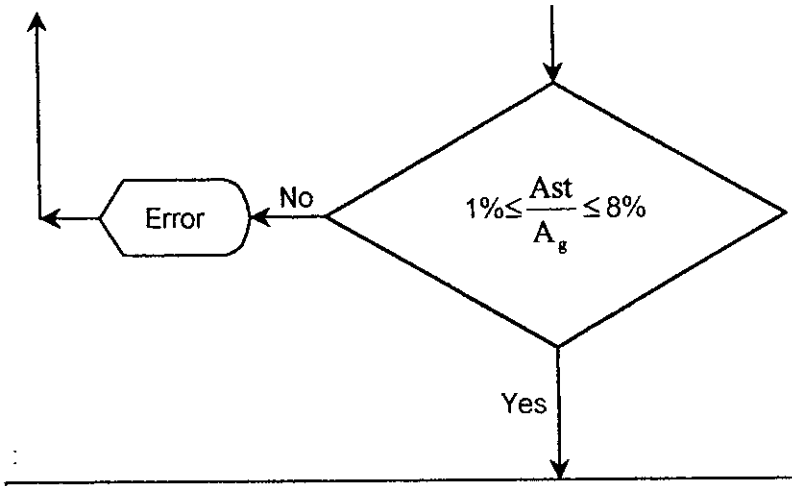

เมื่อ Try ค่า c_1 , c_{19} และ c_{20} ได้แล้วก็จะทำการหาค่า c_2 จนถึงค่า c_{18}
ทำการหาค่า c ในช่วง Compression Zone
$c_2 = c_1 + (c_1 - c_{bal})/10$
$c_3 = c_2 + (c_1 - c_{bal})/10$
$c_{10} = c_9 + (c_1 - c_{bal})/10$
ทำการหาค่า c ในช่วง Tension Zone
$c_{11} = c_{bal} + (c_{bal} - c_{19})/9$
$c_{12} = c_{11} + (c_{bal} - c_{19})/9$
$c_{18} = c_{17} + (c_{bal} - c_{19})/9$
คำนวณหาค่า ϕP_n , ϕM_n และ e
โดยแทนค่า c จากที่ได้หาไว้แล้ว เริ่มตั้งแต่
c_1 ไปจนถึง c_{20} จนครบ
ให้ i คือ จำนวนนับ, เริ่มให้ i = 1
โดยใช้นับจำนวน c_i
ตำแหน่ง B
จุดเริ่มต้นสำหรับการวน
Loop ของการคำนวณหา
ϕP_n , ϕM_n และ e


Execute subroutines CC
Check f_s เก็บค่า $\sum f_{si}A_{si}$ และ $\sum f_{si}A_{si}\left(\frac{h}{2}-d_i\right)$
เมื่อ $a = \beta_1 c_i$ และ $a > h$
Yes
a = h
No
$\phi P_n = 0.7\left(0.85f'_c ab + \sum f_{si}A_{si}\right)$
$\phi M_n = 0.7\left(0.85f'_c ab\left(\frac{h}{2}-\frac{a}{2}\right) + \sum f_{si}A_{si}\left(\frac{h}{2}-d_i\right)\right)$
$e = \frac{\phi M_n}{\phi P_n}$
ให้ i = i +1
เมื่อ $c_i \le c_{20}$
Yes
No
กลับไปคำนวณหาค่า ϕP_n, ϕM_n และ e โดยใช้ค่า c ตัวต่อไป จนครบค่า c ทั้งหมด 20 ค่า โดยกลับไปที่ตำแหน่ง B


เขียนกราฟ Interaction
เมื่อได้กราฟ Interaction ของหน้าตัดแล้ว จะคำนวณหากราฟของ Interaction ที่ %เหล็ก 1% จนถึง 8%
เมื่อได้กราฟ Interaction ของหน้าตัดแล้ว ก็จะคำนวณหากราฟ Interaction ที่เปอร์เซ็นต์เหล็กต่าง ๆ ต่อไป
กำหนดให้ s เป็นจำนวน % เหล็ก, ในการนับเริ่มต้นให้s = 1% และในครั้งต่อไป s = s + 1%
เมื่อ s ≤ 8%
Yes
กลับไปที่ตำแหน่ง A
No
Plot ค่า P_{uc} , M_{uc}
ทำการ Input Data ใหม่
No
ถ้า จุด P_{uc} , M_{uc} อยู่ในพื้นที่ใต้กราฟ
Yes
End

3.2.2.2 Flowchart ของเสากลม





คำนวณหา A_{st} , A_{s1} , A_{s2} , A_{si} สำหรับ Interaction เส้นที่ 1% - 8%
แล้วเก็บค่าไว้ตั้งแต่ 1% - 8%

A_{st} = (% เหล็ก)$\times A_g$

A_{s1} = (% เหล็ก)$\times A_g \times$[(A_{s1} Interaction ของหน้าตัด) /(A_{st} Interaction ของหน้าตัด)]

A_{s2} = (% เหล็ก)$\times A_g \times$[(A_{s2} Interaction ของหน้าตัด) /(A_{st} Interaction ของหน้าตัด)]

A_{si} = (% เหล็ก)$\times A_g \times$[(A_{si} Interaction ของหน้าตัด) /(A_{st} Interaction ของหน้าตัด)]

$$\gamma = \frac{360^\circ}{\text{Number of Bars}} \times \frac{\pi}{180}$$

คำนวณหาระยะวางเหล็กเสริมและเก็บค่าไว้(ดู Section property ได้ที่ภาคผนวก)

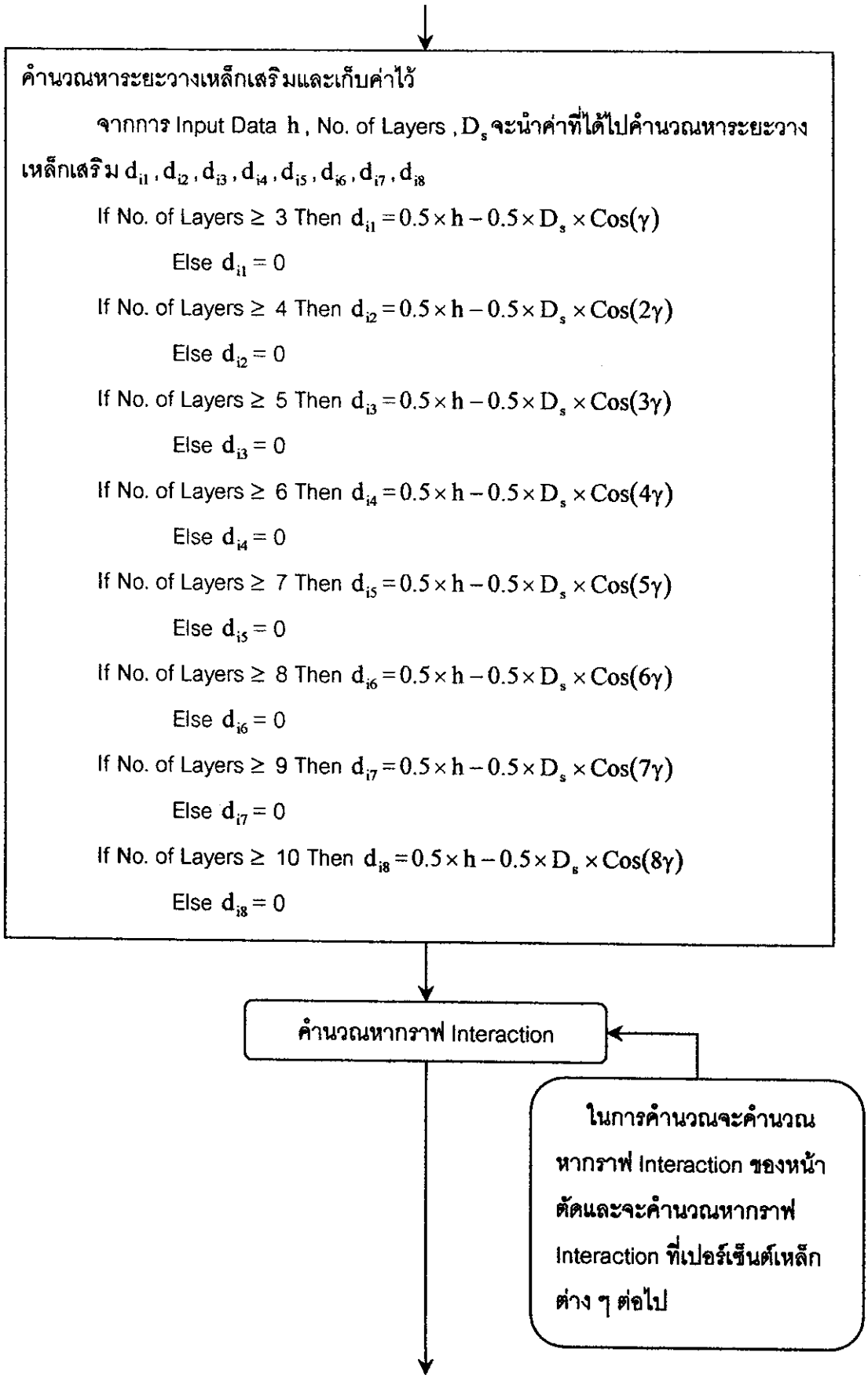
โดยใช้สูตร

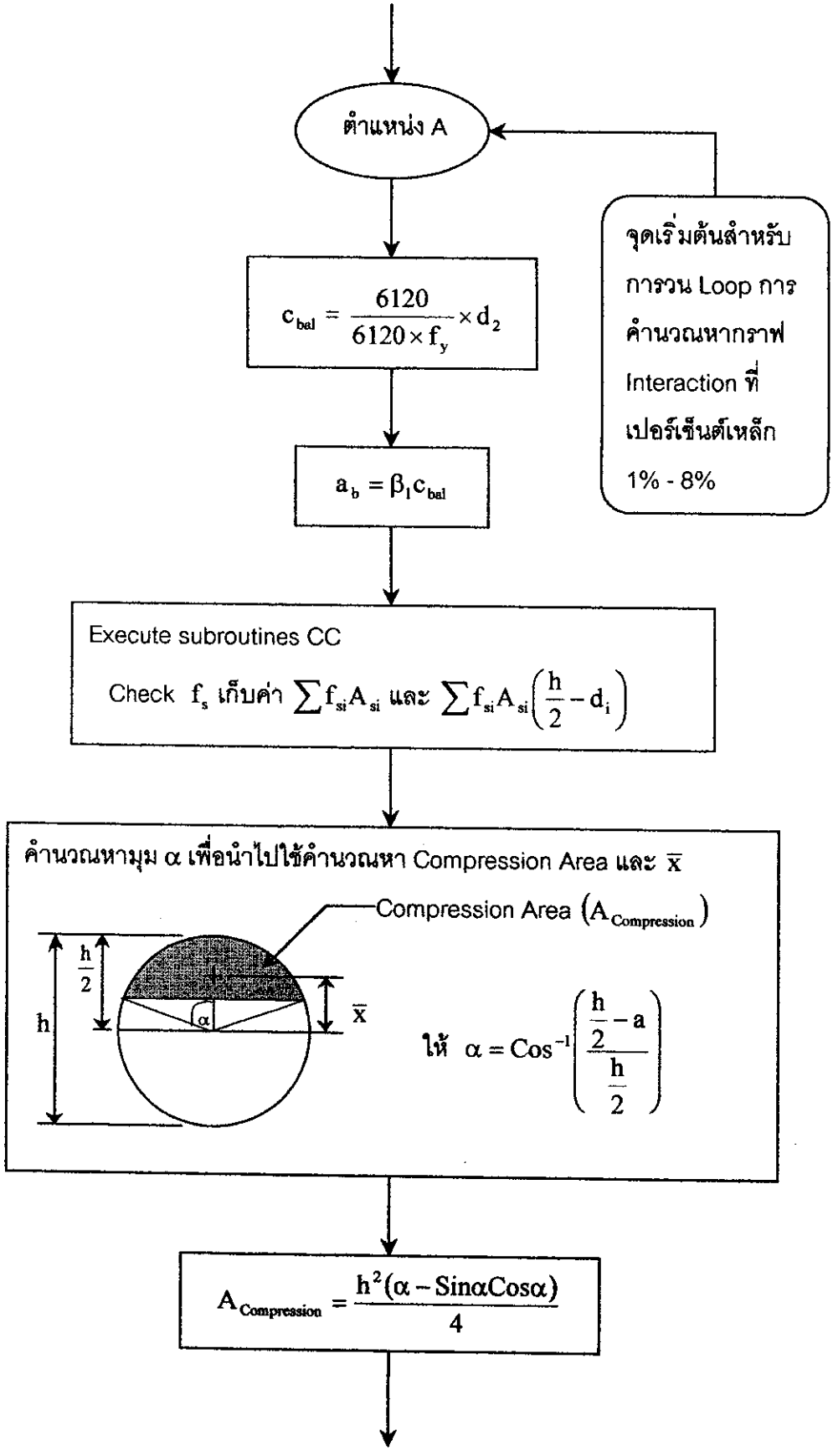
$$d_i = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times \text{Cos}((\text{จำนวน Layers} - 1) \times \gamma)$$

จากการ Input Data b , h , No. of Layers จะนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาระยะวางเหล็กเสริม d_1 , d_2

$$d_1 = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times \text{Cos}(0)$$

$$d_2 = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times \text{Cos}((\text{No. of Layers} - 1) \times \gamma)$$


คำนวณหาระยะวางเหล็กเสริมและเก็บค่าไว้
จากการ Input Data h , No. of Layers , D_s จะนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาระยะวางเหล็กเสริม $d_{i1}, d_{i2}, d_{i3}, d_{i4}, d_{i5}, d_{i6}, d_{i7}, d_{i8}$
If No. of Layers ≥ 3 Then $d_{i1} = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times Cos(\gamma)$
Else $d_{i1} = 0$
If No. of Layers ≥ 4 Then $d_{i2} = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times Cos(2\gamma)$
Else $d_{i2} = 0$
If No. of Layers ≥ 5 Then $d_{i3} = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times Cos(3\gamma)$
Else $d_{i3} = 0$
If No. of Layers ≥ 6 Then $d_{i4} = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times Cos(4\gamma)$
Else $d_{i4} = 0$
If No. of Layers ≥ 7 Then $d_{i5} = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times Cos(5\gamma)$
Else $d_{i5} = 0$
If No. of Layers ≥ 8 Then $d_{i6} = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times Cos(6\gamma)$
Else $d_{i6} = 0$
If No. of Layers ≥ 9 Then $d_{i7} = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times Cos(7\gamma)$
Else $d_{i7} = 0$
If No. of Layers ≥ 10 Then $d_{i8} = 0.5 \times h - 0.5 \times D_s \times Cos(8\gamma)$
Else $d_{i8} = 0$
คำนวณหากราฟ Interaction
ในการคำนวณจะคำนวณหากราฟ Interaction ของหน้าตัดและจะคำนวณหากราฟ Interaction ที่เปอร์เซ็นต์เหล็กต่าง ๆ ต่อไป


ตำแหน่ง A
จุดเริ่มต้นสำหรับการวน Loop การคำนวณหากราฟ Interaction ที่เปอร์เซ็นต์เหล็ก 1% - 8%
$c_{bal} = \frac{6120}{6120 \times f_y} \times d_2$
$a_b = \beta_1 c_{bal}$
Execute subroutines CC
Check f_s เก็บค่า $\sum f_{si} A_{si}$ และ $\sum f_{si} A_{si} \left(\frac{h}{2} - d_i \right)$
คำนวณหามุม α เพื่อนำไปใช้คำนวณหา Compression Area และ $\bar{x}$
Compression Area $(A_{Compression})$
h
$\frac{h}{2}$
α
$\bar{x}$
ให้ $\alpha = \text{Cos}^{-1} \left(\frac{\frac{h}{2} - a}{\frac{h}{2}} \right)$
$A_{Compression} = \frac{h^2(\alpha - \text{Sin}\alpha\text{Cos}\alpha)}{4}$

$$\bar{x} = \frac{h^3 \times \mathrm{Sin}^3\alpha}{12 \times A_{\mathrm{Compression}}}$$

$$\phi P_{nb} = 0.75P_{nb} = 0.75\left(0.85f'_c A_{\mathrm{Compression}} + \sum f_{si}A_{si}\right)$$

$$\phi M_{nb} = 0.75M_{nb} = 0.75\left(0.85f'_c A_{\mathrm{Compression}}\bar{x} + \sum f_{si}A_{si}\left(\frac{h}{2} - d_i\right)\right)$$

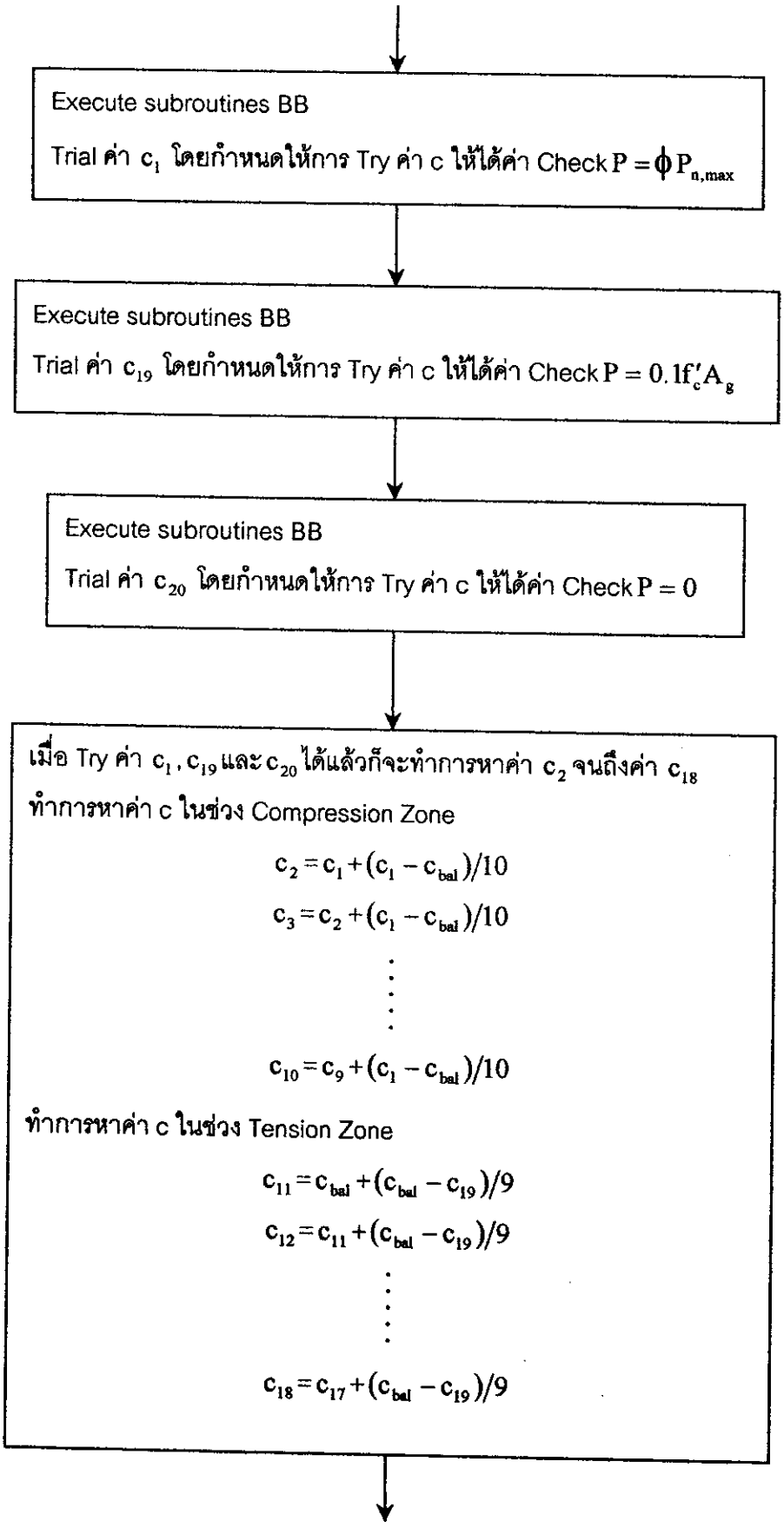
$$e_b = \frac{\phi M_{nb}}{\phi P_{nb}}$$

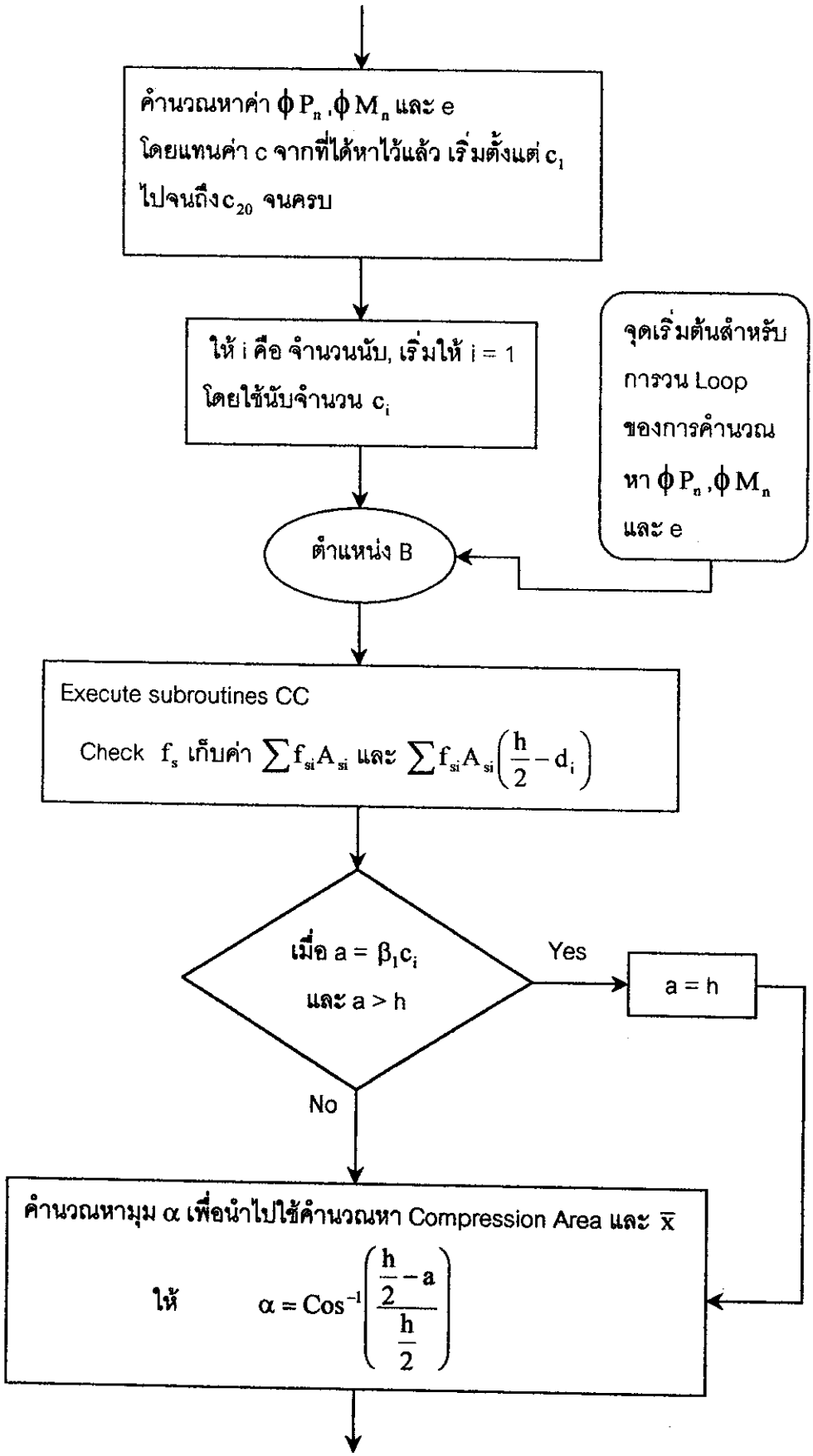
$$\phi P_{n,max} = 0.75 \times 0.85 \times \left[0.85f'_c\left(A_g - A_{st}\right) + A_{st}f_y\right]$$

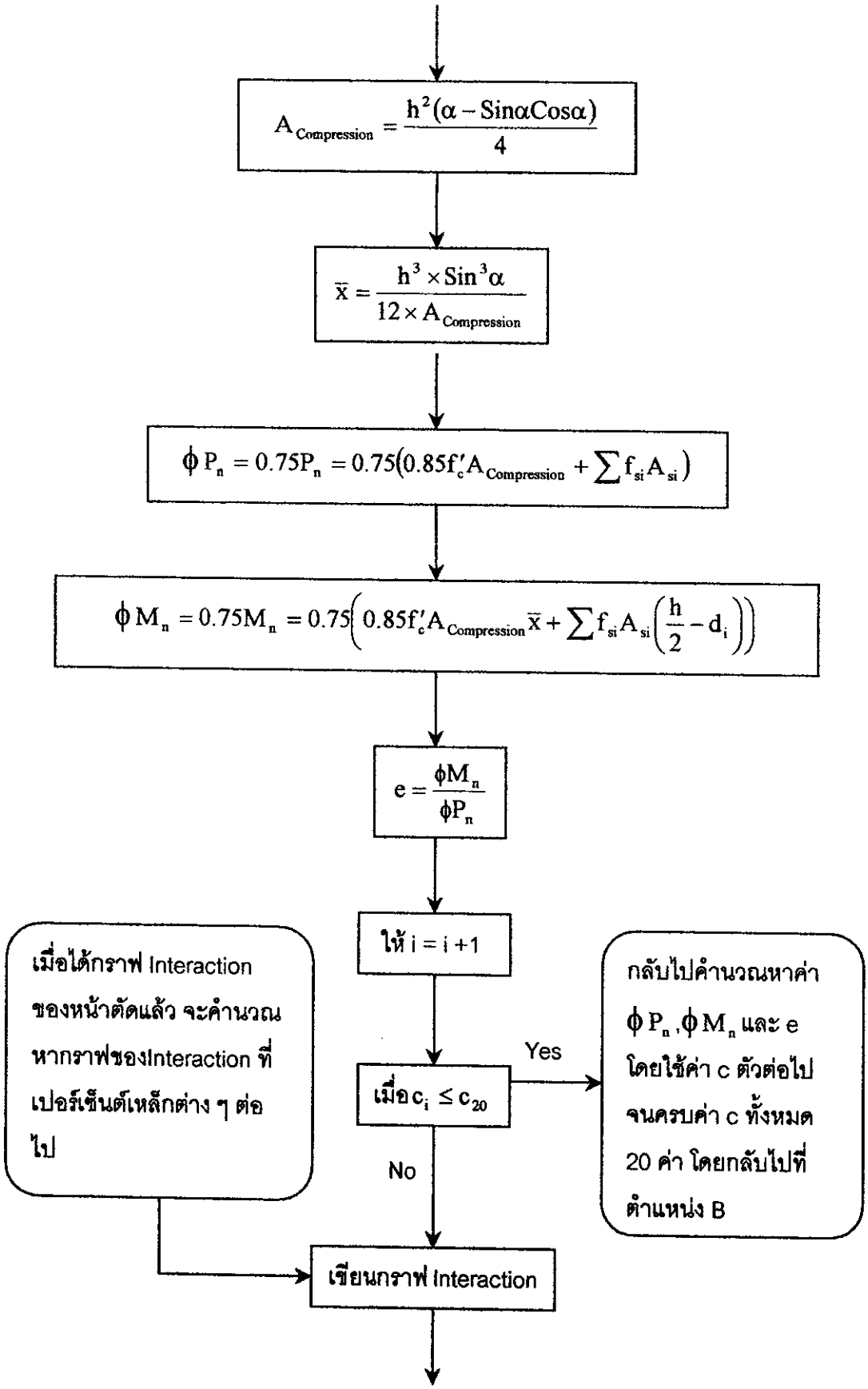
คำนวณหาค่า $2 \times \frac{h}{\beta_1}$

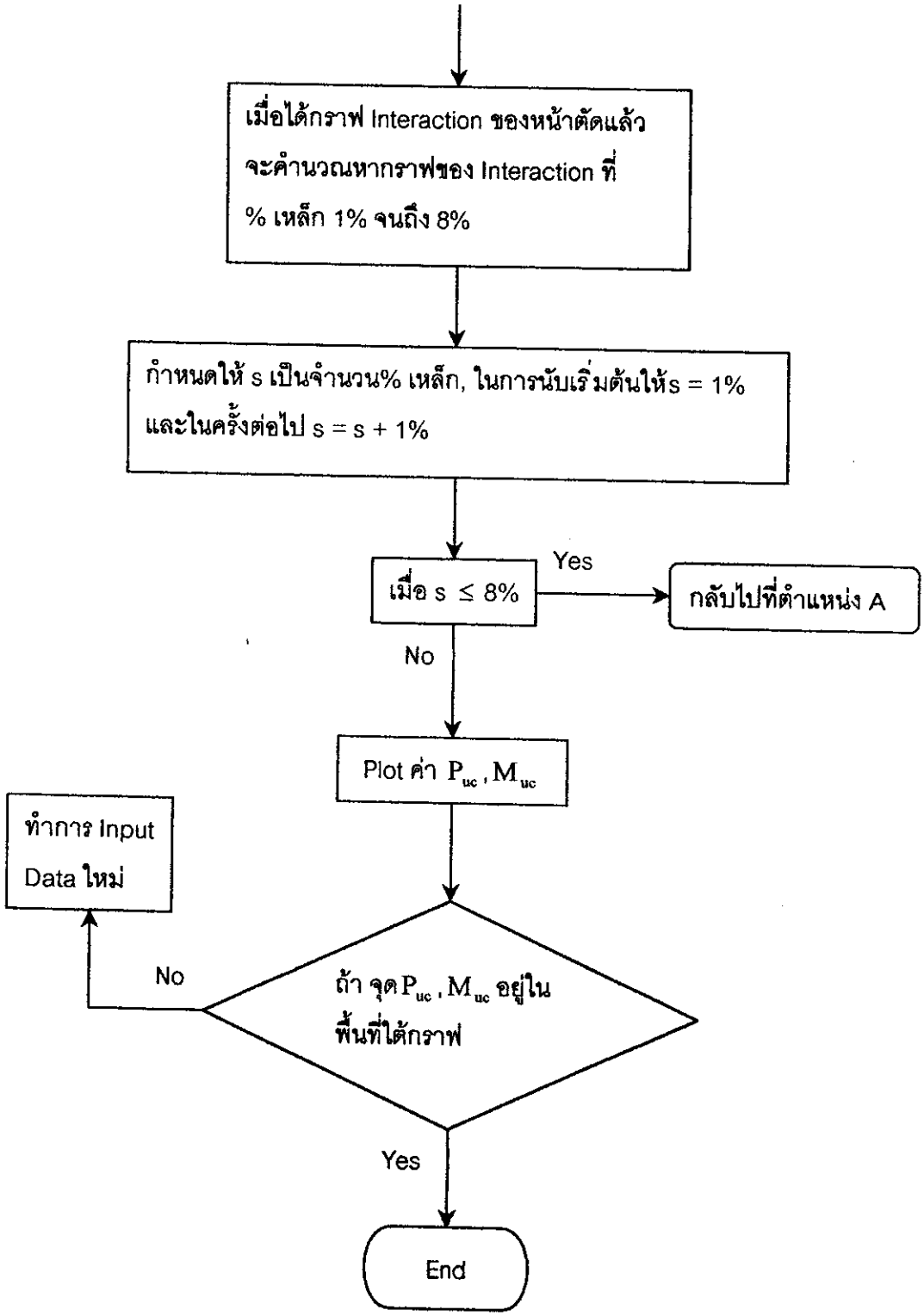
ในการหาค่า $2 \times \frac{h}{\beta_1}$ ซึ่งจะนำมาเป็นค่ากำหนดขอบเขตในการ Trial ค่า c โดยกำหนดช่วงในการ Trial ค่า c ให้อยู่ในช่วง $0.0001 < c < 2 \times \frac{h}{\beta_1}$ เพื่อเผื่อไว้ในกรณีค่าตำแหน่งแกนสะเทิน (c) มากกว่าความสูงหน้าตัดเสา (h)

กำหนดให้ $\max = 2 \times \frac{h}{\beta_1}$ (ซึ่งกำหนดเองโดยผู้เขียนโปรแกรม)


Execute subroutines BB
Trial ค่า c_1 โดยกำหนดให้การ Try ค่า c ให้ได้ค่า Check $P = \phi P_{n,max}$
Execute subroutines BB
Trial ค่า c_{19} โดยกำหนดให้การ Try ค่า c ให้ได้ค่า Check $P = 0.1 f'_c A_g$
Execute subroutines BB
Trial ค่า c_{20} โดยกำหนดให้การ Try ค่า c ให้ได้ค่า Check $P = 0$
เมื่อ Try ค่า c_1, c_{19} และ c_{20} ได้แล้วก็จะทำการหาค่า c_2 จนถึงค่า c_{18}
ทำการหาค่า c ในช่วง Compression Zone
$c_2 = c_1 + (c_1 - c_{bal})/10$
$c_3 = c_2 + (c_1 - c_{bal})/10$
$c_{10} = c_9 + (c_1 - c_{bal})/10$
ทำการหาค่า c ในช่วง Tension Zone
$c_{11} = c_{bal} + (c_{bal} - c_{19})/9$
$c_{12} = c_{11} + (c_{bal} - c_{19})/9$
$c_{18} = c_{17} + (c_{bal} - c_{19})/9$

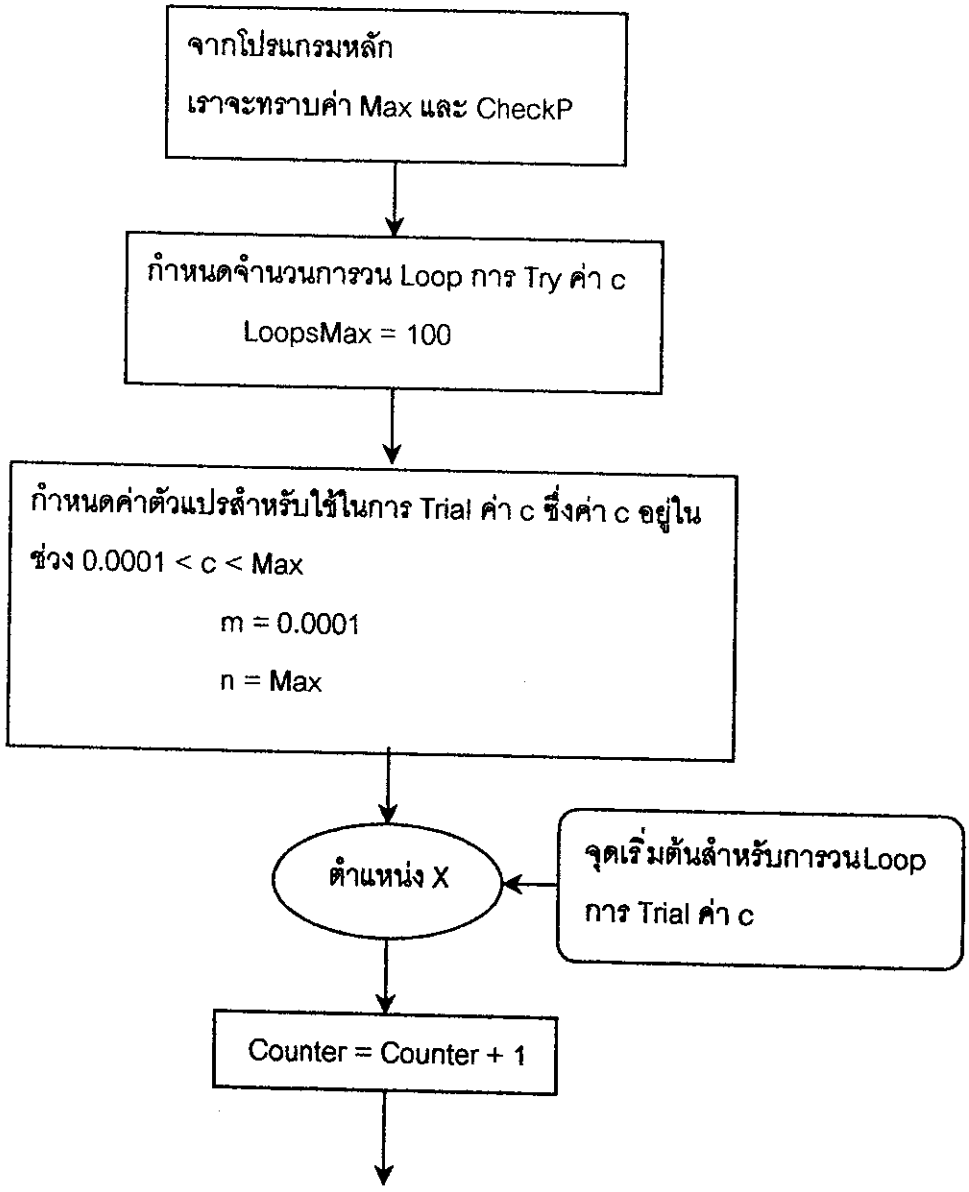

คำนวณหาค่า ϕP_n ,ϕM_n และ e
โดยแทนค่า c จากที่ได้หาไว้แล้ว เริ่มตั้งแต่ c_1
ไปจนถึง c_{20} จนครบ
ให้ i คือ จำนวนนับ, เริ่มให้ i = 1
โดยใช้นับจำนวน c_i
จุดเริ่มต้นสำหรับ
การวน Loop
ของการคำนวณ
หา ϕP_n ,ϕM_n
และ e
ตำแหน่ง B
Execute subroutines CC
Check f_s เก็บค่า $\sum f_{si}A_{si}$ และ $\sum f_{si}A_{si}\left(\frac{h}{2}-d_i\right)$
เมื่อ $a = \beta_1 c_i$
และ $a > h$
Yes
a = h
No
คำนวณหามุม α เพื่อนำไปใช้คำนวณหา Compression Area และ $\bar{x}$
ให้ $\alpha = \text{Cos}^{-1}\left(\frac{\frac{h}{2}-a}{\frac{h}{2}}\right)$

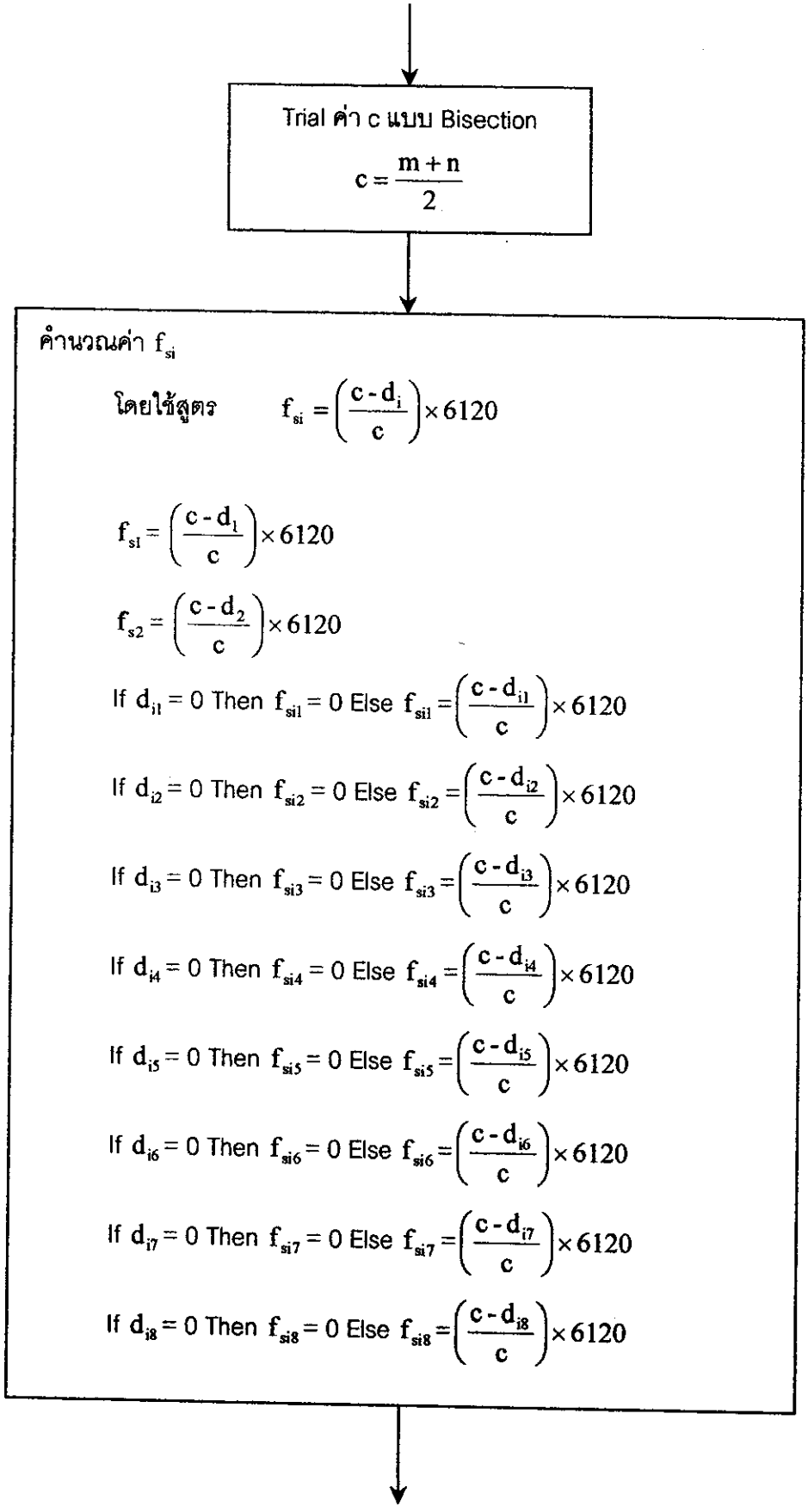

$A_{Compression} = \frac{h^2(\alpha - Sin\alpha Cos\alpha)}{4}$
$\bar{x} = \frac{h^3 \times Sin^3\alpha}{12 \times A_{Compression}}$
$\phi P_n = 0.75P_n = 0.75(0.85f'_c A_{Compression} + \sum f_{si}A_{si})$
$\phi M_n = 0.75M_n = 0.75\left(0.85f'_c A_{Compression}\bar{x} + \sum f_{si}A_{si}\left(\frac{h}{2} - d_i\right)\right)$
$e = \frac{\phi M_n}{\phi P_n}$
ให้ i = i +1
เมื่อ $c_i \le c_{20}$
Yes
No
กลับไปคำนวณหาค่า ϕP_n ,ϕM_n และ e โดยใช้ค่า c ตัวต่อไป จนครบค่า c ทั้งหมด 20 ค่า โดยกลับไปที่ตำแหน่ง B
เมื่อได้กราฟ Interaction ของหน้าตัดแล้ว จะคำนวณหากราฟของInteraction ที่เปอร์เซ็นต์เหล็กต่าง ๆ ต่อไป
เขียนกราฟ Interaction

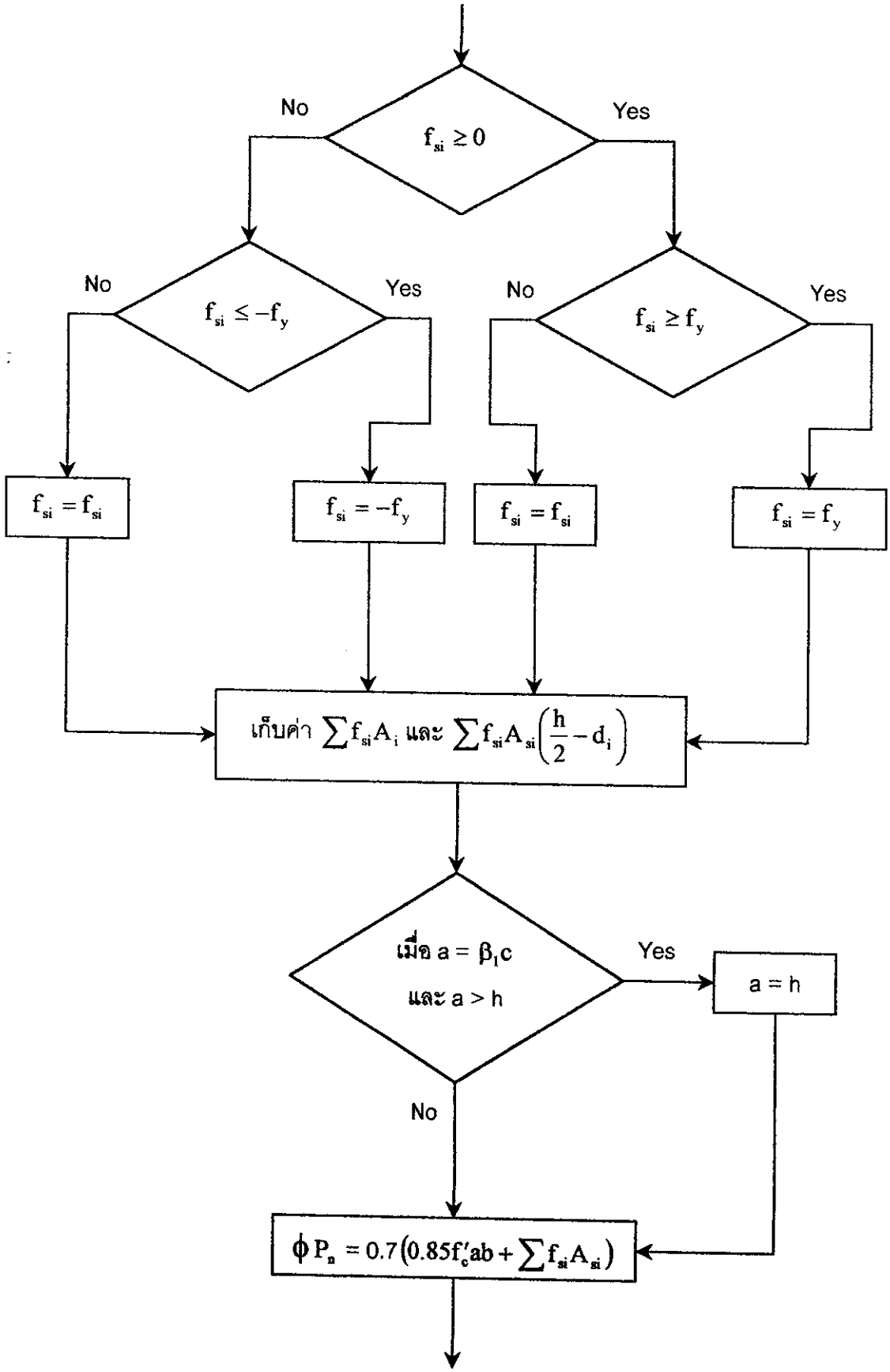

เมื่อได้กราฟ Interaction ของหน้าตัดแล้ว
จะคำนวณหากราฟของ Interaction ที่
% เหล็ก 1% จนถึง 8%
กำหนดให้ s เป็นจำนวน% เหล็ก, ในการนับเริ่มต้นให้s = 1%
และในครั้งต่อไป s = s + 1%
เมื่อ s ≤ 8%
Yes
กลับไปที่ตำแหน่ง A
No
Plot ค่า P_{uc} , M_{uc}
ทำการ Input
Data ใหม่
No
ถ้า จุด P_{uc} , M_{uc} อยู่ใน
พื้นที่ใต้กราฟ
Yes
End

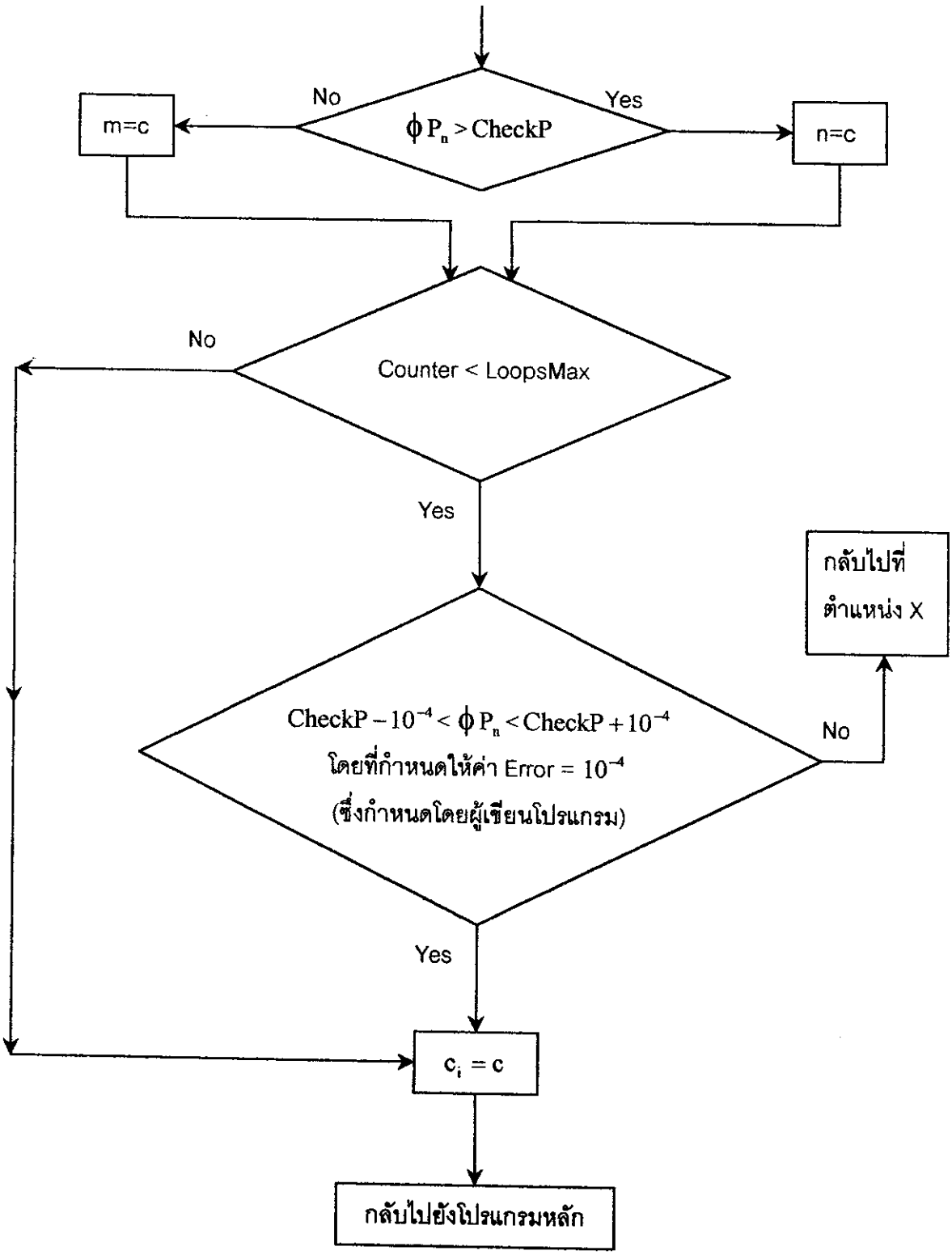
Subroutines AA

Subroutines AA เป็น Subroutines ที่ใช้ Try ค่า c ของเสาสี่เหลี่ยม เมื่อกำหนดให้ค่า CheckP เท่ากับค่ากำลังรับแรงอัดที่ต้องการจากโปรแกรมคำนวณหลัก ทั้งนี้กำหนดให้ช่วงในการ Trial ค่า c ให้อยู่ในช่วง $0.0001 < c < 2\times\frac{h}{\beta_1}$ โดยที่ $Max = 2\times\frac{h}{\beta_1}$ เพื่อเผื่อไว้ในกรณีค่าตำแหน่งแกนสะเทิน (c) ที่จะมากกว่าความสูงหน้าตัดเสา (h) สามารถดูรายละเอียดโปรแกรมได้ที่ภาคผนวก



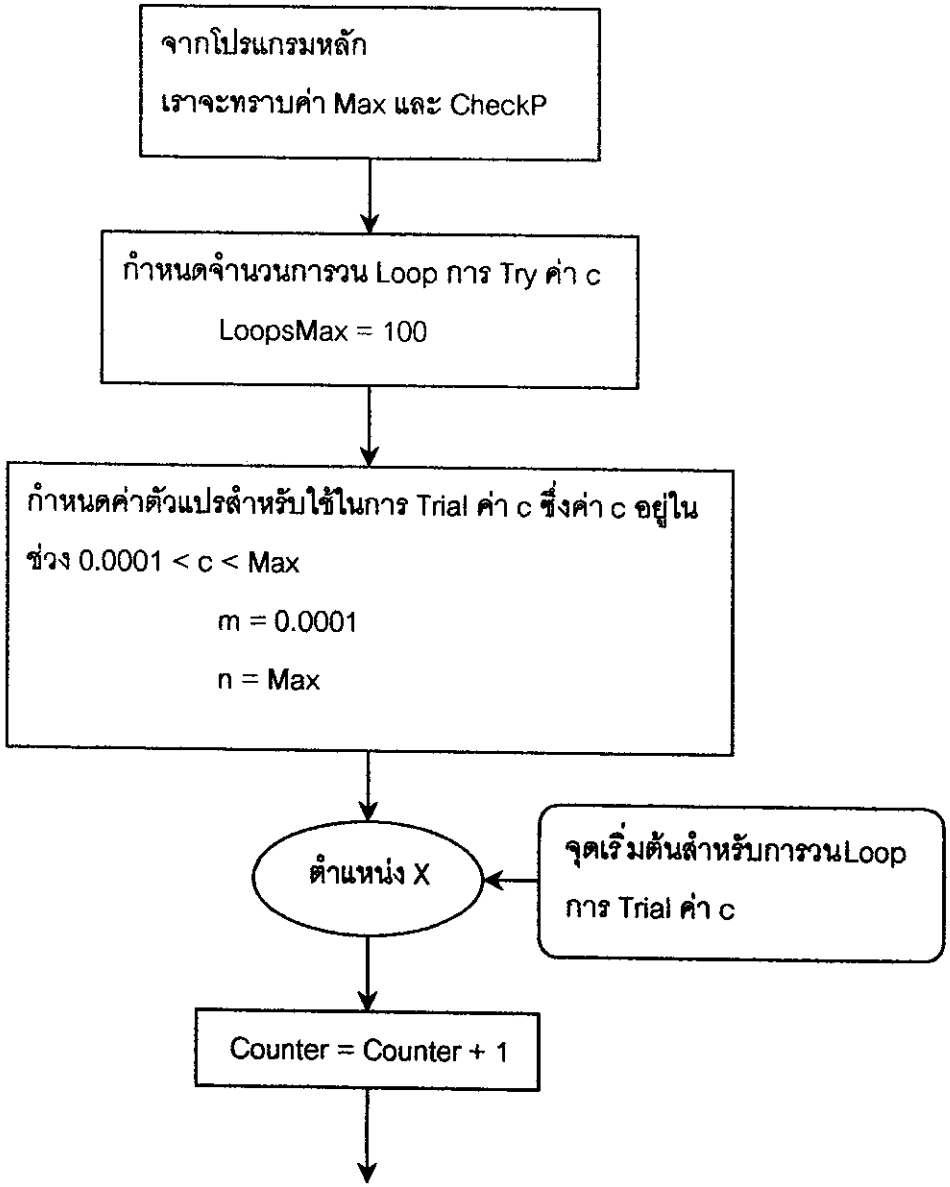

Trial ค่า c แบบ Bisection
$c = \frac{m+n}{2}$
คำนวณค่า f_{si}
โดยใช้สูตร $f_{si} = \left(\frac{c-d_i}{c}\right) \times 6120$
$f_{s1} = \left(\frac{c-d_1}{c}\right) \times 6120$
$f_{s2} = \left(\frac{c-d_2}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i1} = 0$ Then $f_{si1} = 0$ Else $f_{si1} = \left(\frac{c-d_{i1}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i2} = 0$ Then $f_{si2} = 0$ Else $f_{si2} = \left(\frac{c-d_{i2}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i3} = 0$ Then $f_{si3} = 0$ Else $f_{si3} = \left(\frac{c-d_{i3}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i4} = 0$ Then $f_{si4} = 0$ Else $f_{si4} = \left(\frac{c-d_{i4}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i5} = 0$ Then $f_{si5} = 0$ Else $f_{si5} = \left(\frac{c-d_{i5}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i6} = 0$ Then $f_{si6} = 0$ Else $f_{si6} = \left(\frac{c-d_{i6}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i7} = 0$ Then $f_{si7} = 0$ Else $f_{si7} = \left(\frac{c-d_{i7}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i8} = 0$ Then $f_{si8} = 0$ Else $f_{si8} = \left(\frac{c-d_{i8}}{c}\right) \times 6120$

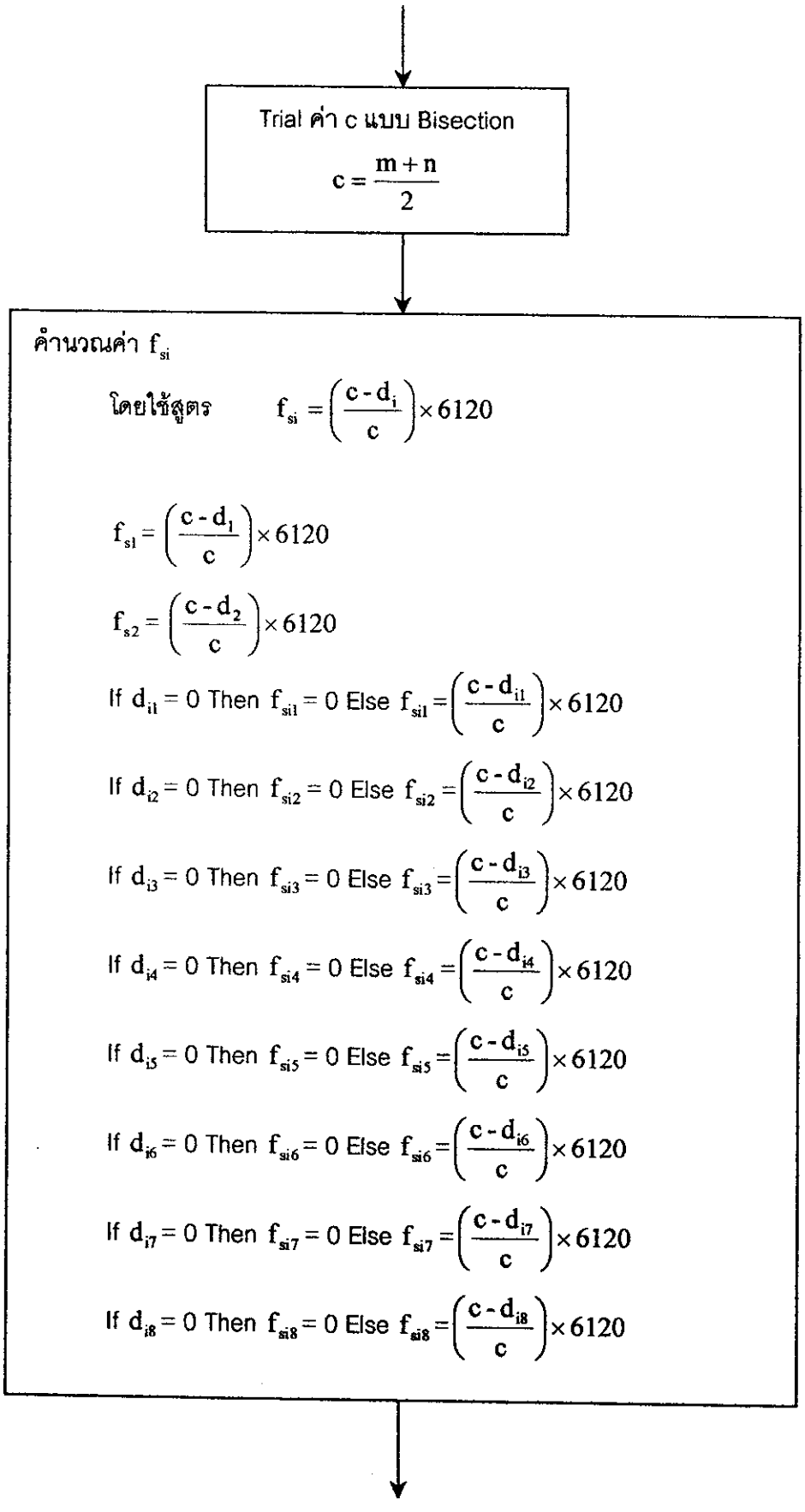

No
$f_{si} \geq 0$
Yes
No
$f_{si} \leq -f_y$
Yes
No
$f_{si} \geq f_y$
Yes
$f_{si} = f_{si}$
$f_{si} = -f_y$
$f_{si} = f_{si}$
$f_{si} = f_y$
เก็บค่า $\sum f_{si}A_i$ และ $\sum f_{si}A_{si}\left(\frac{h}{2} - d_i\right)$
เมื่อ $a = \beta_1 c$
และ $a > h$
Yes
$a = h$
No
$\phi P_n = 0.7\left(0.85f'_c ab + \sum f_{si}A_{si}\right)$

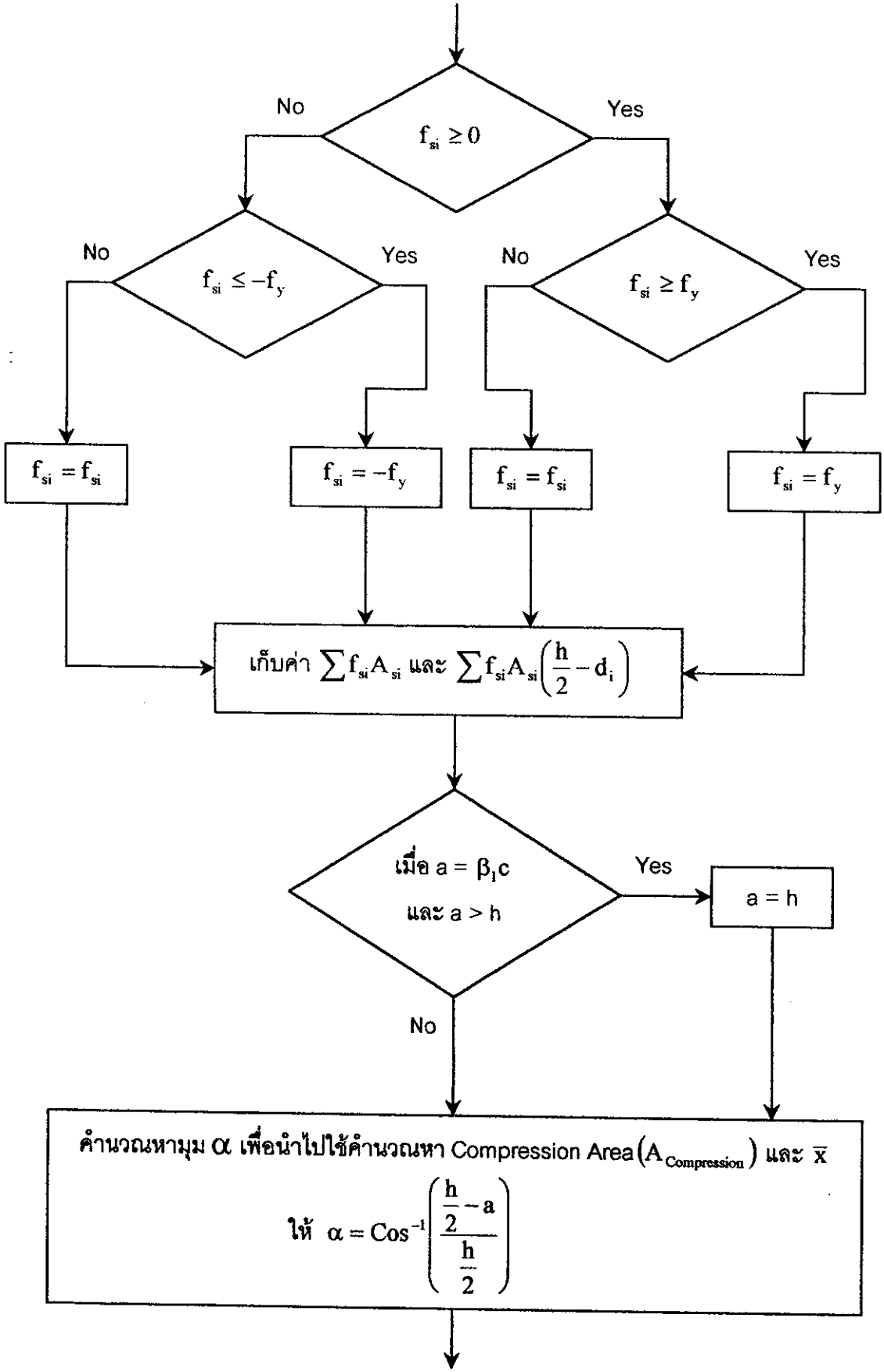

No
Yes
$\phi P_n > CheckP$
m=c
n=c
No
Counter < LoopsMax
Yes
กลับไปที่
ตำแหน่ง X
$CheckP - 10^{-4} < \phi P_n < CheckP + 10^{-4}$
โดยที่กำหนดให้ค่า Error = 10^{-4}
(ซึ่งกำหนดโดยผู้เขียนโปรแกรม)
No
Yes
$c_i = c$
กลับไปยังโปรแกรมหลัก

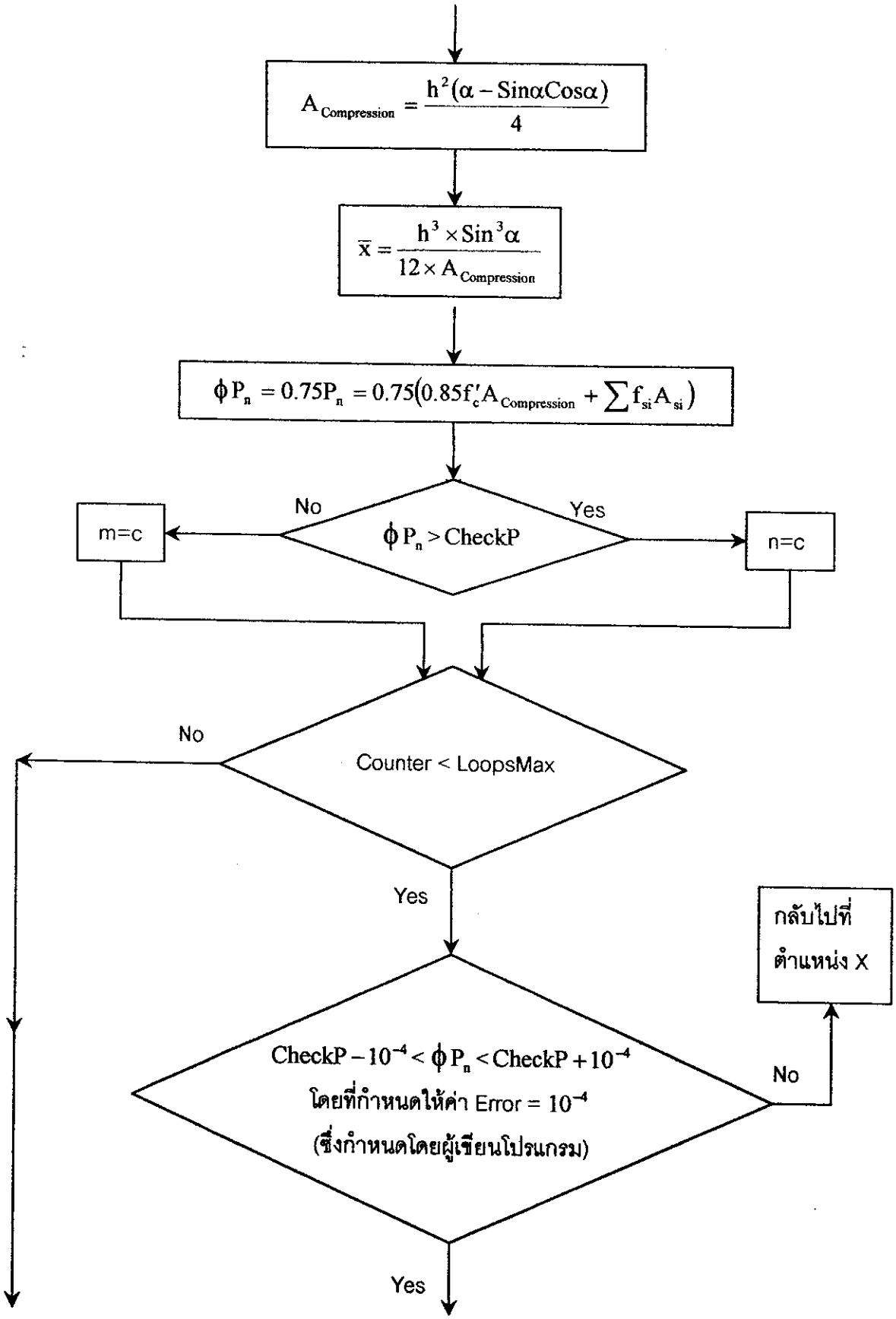
Subroutines BB

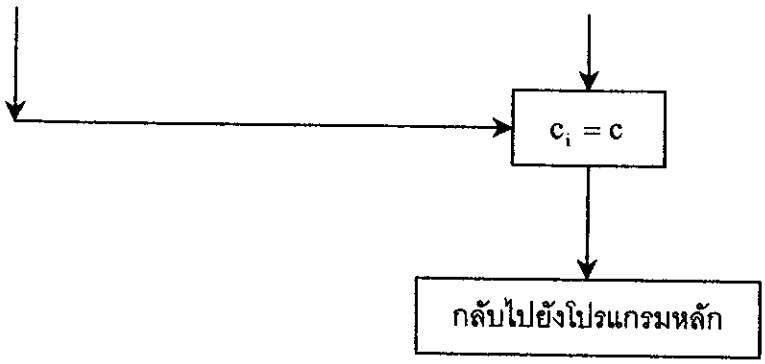
Subroutines BB เป็น Subroutines ที่ใช้ Try ค่า c ของเสากลม เมื่อกำหนดให้ค่า CheckP เท่ากับค่ากำลังรับแรงอัดที่ต้องการจากโปรแกรมคำนวณหลัก ทั้งนี้กำหนดให้ช่วงในการ Trial ค่า c ให้อยู่ในช่วง $0.0001 < c < 2\times\frac{h}{\beta_1}$ โดยที่ $Max = 2\times\frac{h}{\beta_1}$ เพื่อเผื่อไว้ในกรณีค่าตำแหน่งแกนสะเทิน (c) ที่จะมากกว่าความสูงหน้าตัดเสา (h) สามารถดูรายละเอียดโปรแกรมได้ที่ภาคผนวก




Trial ค่า c แบบ Bisection
$c = \frac{m+n}{2}$
คำนวณค่า f_{si}
โดยใช้สูตร $f_{si} = \left(\frac{c - d_i}{c}\right) \times 6120$
$f_{s1} = \left(\frac{c - d_1}{c}\right) \times 6120$
$f_{s2} = \left(\frac{c - d_2}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i1} = 0$ Then $f_{si1} = 0$ Else $f_{si1} = \left(\frac{c - d_{i1}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i2} = 0$ Then $f_{si2} = 0$ Else $f_{si2} = \left(\frac{c - d_{i2}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i3} = 0$ Then $f_{si3} = 0$ Else $f_{si3} = \left(\frac{c - d_{i3}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i4} = 0$ Then $f_{si4} = 0$ Else $f_{si4} = \left(\frac{c - d_{i4}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i5} = 0$ Then $f_{si5} = 0$ Else $f_{si5} = \left(\frac{c - d_{i5}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i6} = 0$ Then $f_{si6} = 0$ Else $f_{si6} = \left(\frac{c - d_{i6}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i7} = 0$ Then $f_{si7} = 0$ Else $f_{si7} = \left(\frac{c - d_{i7}}{c}\right) \times 6120$
If $d_{i8} = 0$ Then $f_{si8} = 0$ Else $f_{si8} = \left(\frac{c - d_{i8}}{c}\right) \times 6120$


$f_{si} \geq 0$
No
Yes
$f_{si} \leq -f_y$
$f_{si} \geq f_y$
$f_{si} = f_{si}$
$f_{si} = -f_y$
$f_{si} = f_y$
เก็บค่า $\sum f_{si}A_{si}$ และ $\sum f_{si}A_{si}\left(\frac{h}{2}-d_i\right)$
เมื่อ $a = \beta_1 c$ และ $a > h$
a = h
คำนวณหามุม α เพื่อนำไปใช้คำนวณหา Compression Area $(A_{Compression})$ และ $\bar{x}$
ให้ $\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{\frac{h}{2}-a}{\frac{h}{2}}\right)$


$A_{Compression} = \frac{h^2(\alpha - Sin\alpha Cos\alpha)}{4}$
$\bar{x} = \frac{h^3 \times Sin^3\alpha}{12 \times A_{Compression}}$
$\phi P_n = 0.75P_n = 0.75(0.85f'_c A_{Compression} + \sum f_{si}A_{si})$
No
Yes
$\phi P_n > CheckP$
m=c
n=c
No
Counter < LoopsMax
Yes
กลับไปที่
ตำแหน่ง X
$CheckP - 10^{-4} < \phi P_n < CheckP + 10^{-4}$
โดยที่กำหนดให้ค่า Error = 10^{-4}
(ซึ่งกำหนดโดยผู้เขียนโปรแกรม)
No
Yes


$c_i = c$
กลับไปยังโปรแกรมหลัก

Subroutines CC

Subroutines CC เป็นการ Check ค่า $f_{s1}, f_{s2}, f_{si1}, f_{si2}, f_{si3}, f_{si4}, f_{si5}, f_{si6}, f_{si7}, f_{si8}$ เมื่อได้ Check ค่า f_s แล้วจึงนำมาคำนวณในสูตร $\sum f_{si}A_{si}$ และ $\sum f_{si}A_{si}(\frac{h}{2}-d_i)$ สามารถดูรายละเอียดโปรแกรมได้ที่โปรแกรมออกแบบคำนวณเสา

คำนวณค่า f_{si}

โดยใช้สูตร $f_{si} = \left(\frac{c_i - d_i}{c_i}\right) \times 6120$

$f_{s1} = \left(\frac{c_i - d_1}{c_i}\right) \times 6120$

$f_{s2} = \left(\frac{c_i - d_2}{c_i}\right) \times 6120$

If $d_{i1} = 0$ Then $f_{si1} = 0$ Else $f_{si1} = \left(\frac{c_i - d_{i1}}{c_i}\right) \times 6120$

If $d_{i2} = 0$ Then $f_{si2} = 0$ Else $f_{si2} = \left(\frac{c_i - d_{i2}}{c_i}\right) \times 6120$

If $d_{i3} = 0$ Then $f_{si3} = 0$ Else $f_{si3} = \left(\frac{c_i - d_{i3}}{c_i}\right) \times 6120$

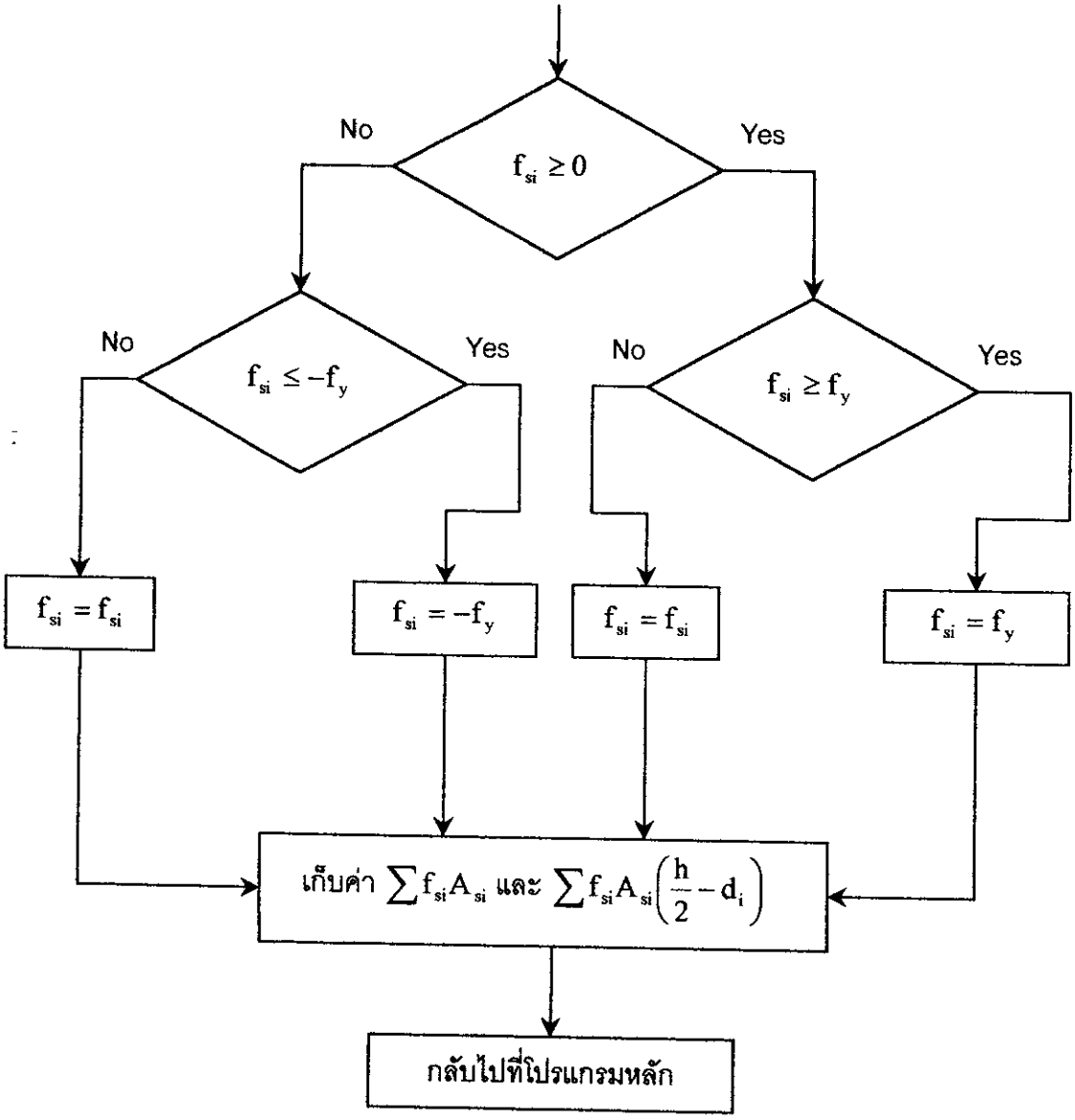
If $d_{i4} = 0$ Then $f_{si4} = 0$ Else $f_{si4} = \left(\frac{c_i - d_{i4}}{c_i}\right) \times 6120$

If $d_{i5} = 0$ Then $f_{si5} = 0$ Else $f_{si5} = \left(\frac{c_i - d_{i5}}{c_i}\right) \times 6120$

If $d_{i6} = 0$ Then $f_{si6} = 0$ Else $f_{si6} = \left(\frac{c_i - d_{i6}}{c_i}\right) \times 6120$

If $d_{i7} = 0$ Then $f_{si7} = 0$ Else $f_{si7} = \left(\frac{c_i - d_{i7}}{c_i}\right) \times 6120$

If $d_{i8} = 0$ Then $f_{si8} = 0$ Else $f_{si8} = \left(\frac{c_i - d_{i8}}{c_i}\right) \times 6120$


$f_{si} \geq 0$
No
Yes
$f_{si} \leq -f_y$
No
Yes
$f_{si} \geq f_y$
No
Yes
$f_{si} = f_{si}$
$f_{si} = -f_y$
$f_{si} = f_{si}$
$f_{si} = f_y$
เก็บค่า $\sum f_{si}A_{si}$ และ $\sum f_{si}A_{si}\left(\frac{h}{2} - d_i\right)$
กลับไปที่โปรแกรมหลัก