ภาคผนวก

1. ค่าการแปลงหน่วย

Length : 1 in. = 25.4 mm.
1 ft . = 0.3048 m.

Area : 1 $ft.^2$ = 0.0929 $m.^2$
1 $in.^2$ = 645.2 $mm.^2$

Force : 1 lb. = 4.448 N.
1 kip.= 4.448 kN.
1 kip/ft = 14.594 kN/m

Moment : 1 ft.kip = 1.356 kN.m
Mass : 1 lb = 0.454 kg.
Weight : 1 lb/ft^3 = 16.018 kg/m^3

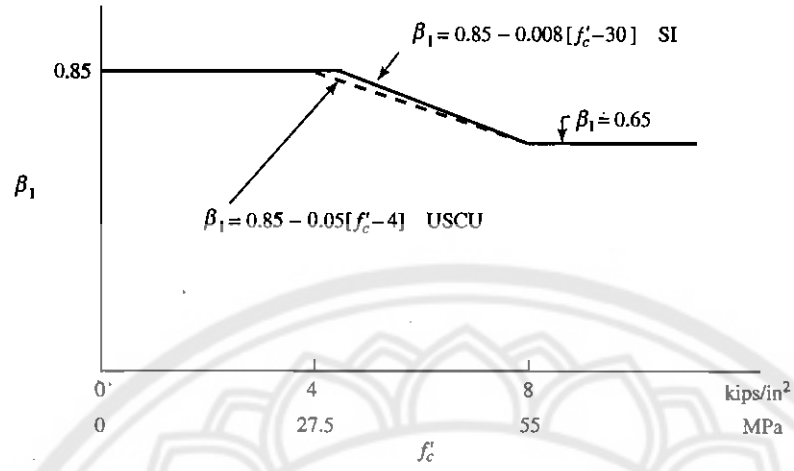
2. ตารางที่1 Area of groups of standard bars, $in.^2$

Bar no.	Number of bars						
	2	3	4	5	6	7	8
4	0.39	0.58	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57
5	0.61	0.91	1.23	1.53	1.84	2.15	2.45
6	0.88	1.32	1.77	2.21	2.65	3.09	3.53
7	1.20	1.80	2.41	3.01	3.61	4.21	4.81
8	1.57	2.35	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28
9	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00
10	2.53	3.79	5.06	6.33	7.59	8.86	10.12
11	3.12	4.68	6.25	7.81	9.37	10.94	12.50
14S	4.50	6.75	9.00	11.25	13.50	15.75	18.00
18S	8.00	12.00	16.00	20.00	24.00	28.00	32.00

3. การหาค่า β_1

$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{if } fc' \leq 4 \text{ kips/in.}^2 \quad (30 \text{ MPa}) \\ 0.85 - 0.05[fc'(\text{kips/in.}^2) - 4] & \text{if } fc' > 4 \text{ kips/in.}^2 \quad \text{USCU} \\ 0.85 - 0.008[fc'(\text{MPa}) - 30] & \text{if } fc' > 30 \text{ MPa} \quad \text{SI} \end{cases}$$

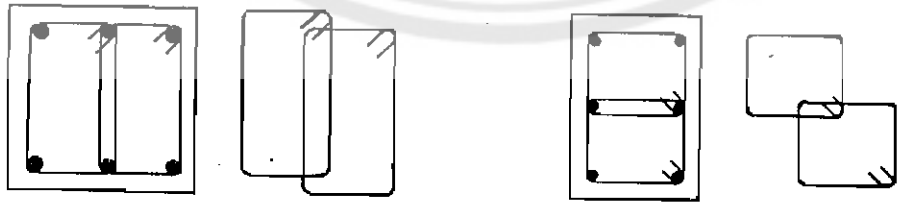
แต่ค่า $\beta_1 \geq 0.65$



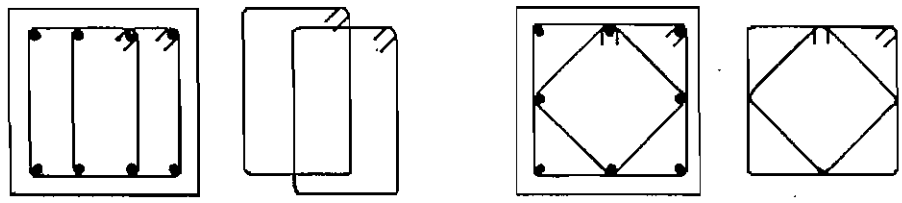
ภาพที่ 17 Variation of $\beta 1$ with 28-day compressive strength, fc'

4. การจัดเหล็กเสริมเสาลักษณะต่างๆ

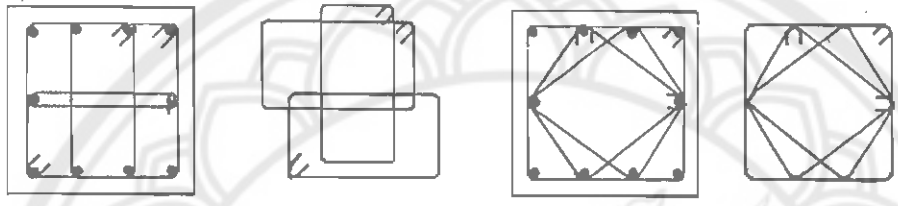
เหล็กยืน 4 เส้น เหล็กปลอก1เส้น



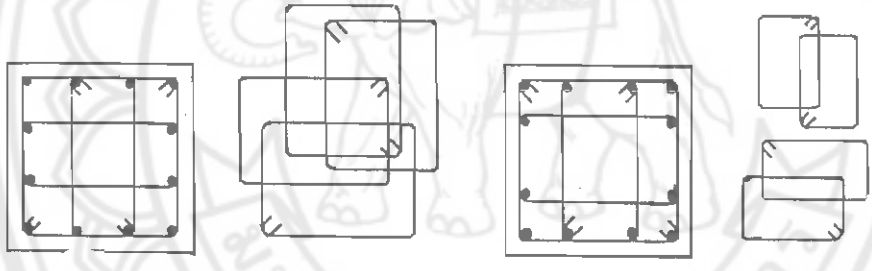
เหล็กยืน 6 เส้น เหล็กปลอก 2เส้น



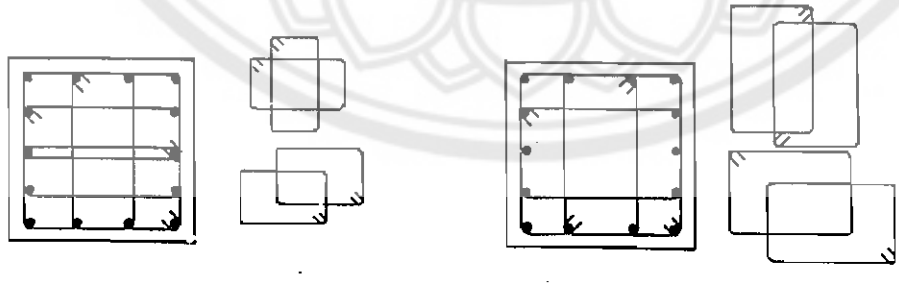
เหล็กยืน 8 เส้น เหล็กปลอก 2 เส้น



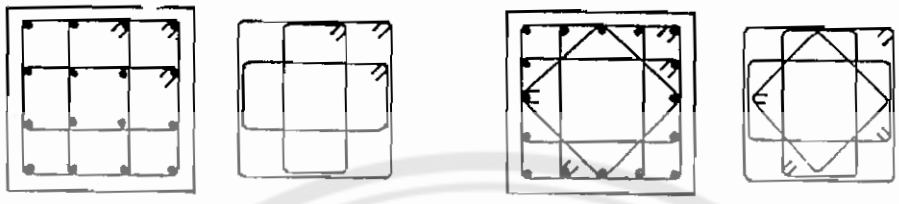
เหล็กยืน 10 เส้น เหล็กปลอก 3 เส้น



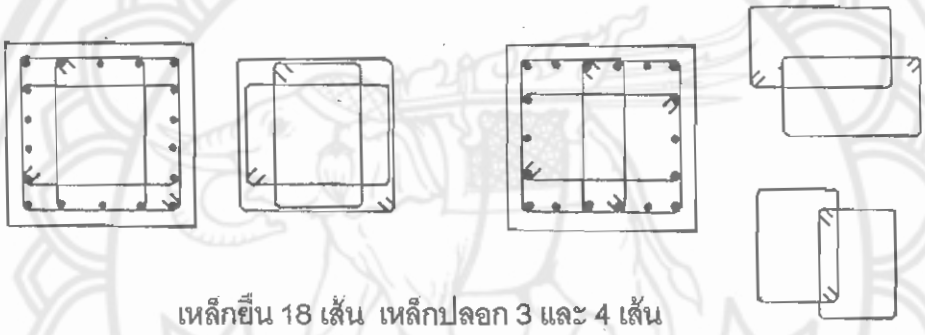
เหล็กยืน 12 เส้น เหล็กปลอก 4 เส้น



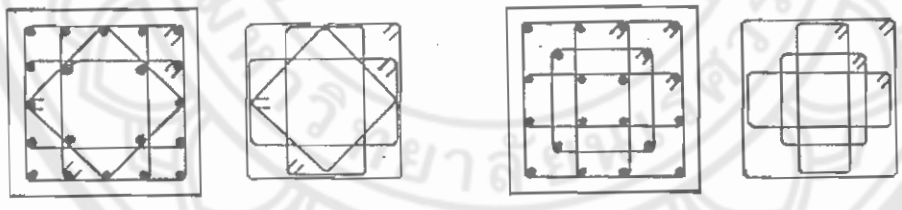
เหล็กยืน 14 เส้น เหล็กปลอก 4 เส้น



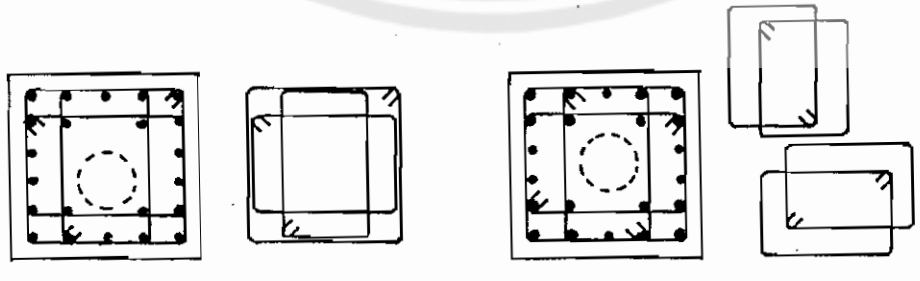
เหล็กยืน 16 เส้น เหล็กปลอก 3 และ 4 เส้น



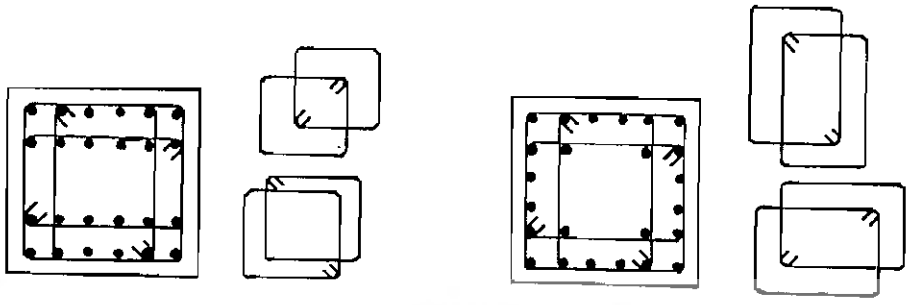
เหล็กยืน 18 เส้น เหล็กปลอก 3 และ 4 เส้น



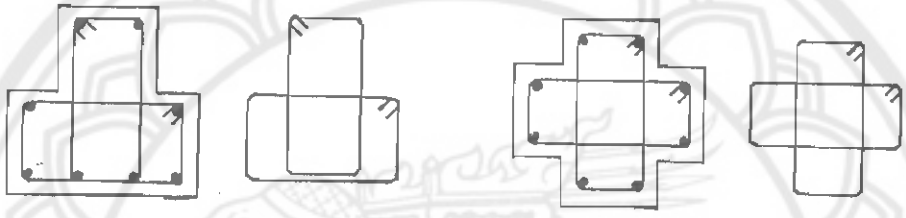
เหล็กยืน 20 เส้น เหล็กปลอก 4 เส้น



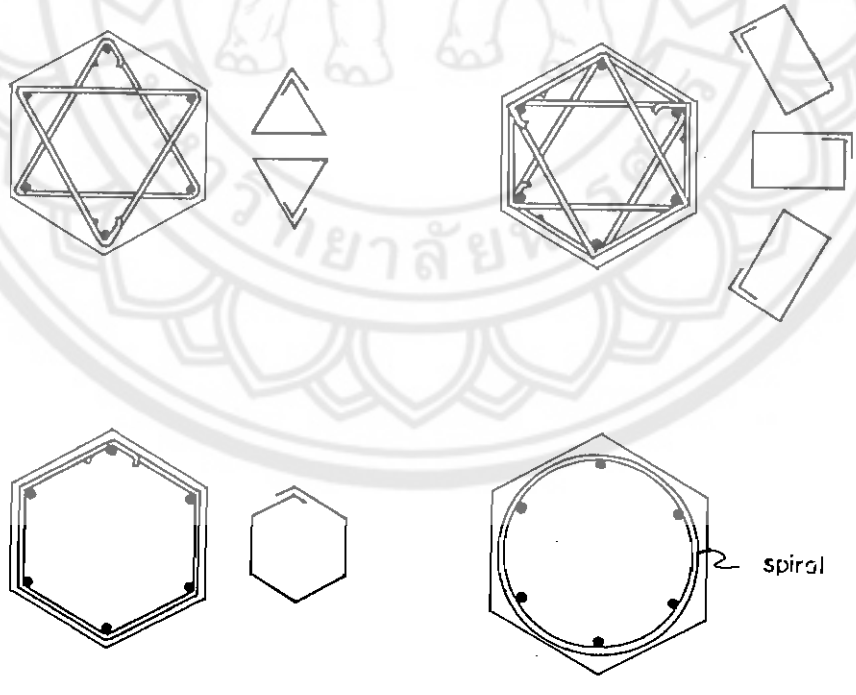
เหล็กยืน 22 เส้น เหล็กปลอก 3 และ 4 เส้น



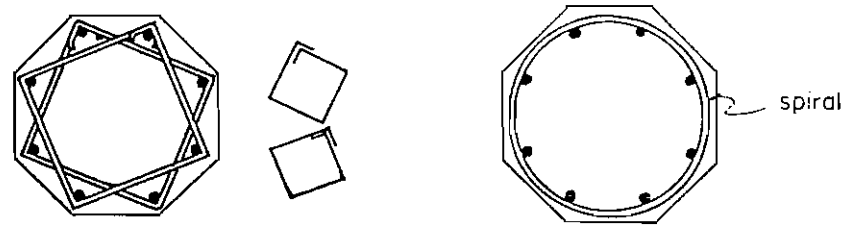
เหล็กยืน 24 เส้น เหล็กปลอก 4 เส้น



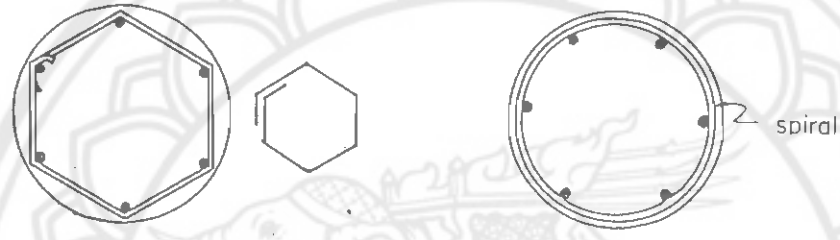
เหล็กยืน 8 เส้น เหล็กปลอก 2 เส้น



Hexagonal Column

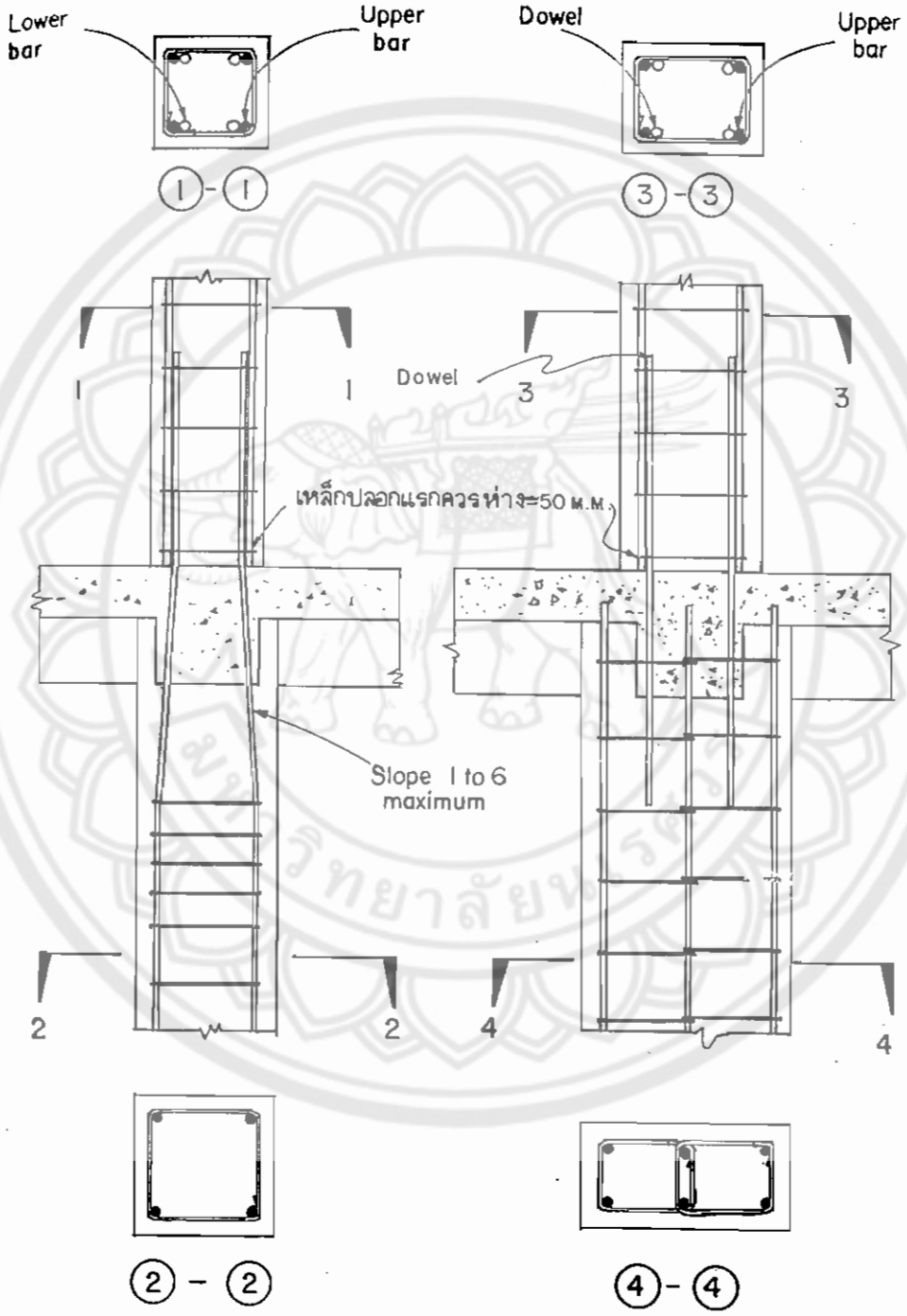


Octagonal Column



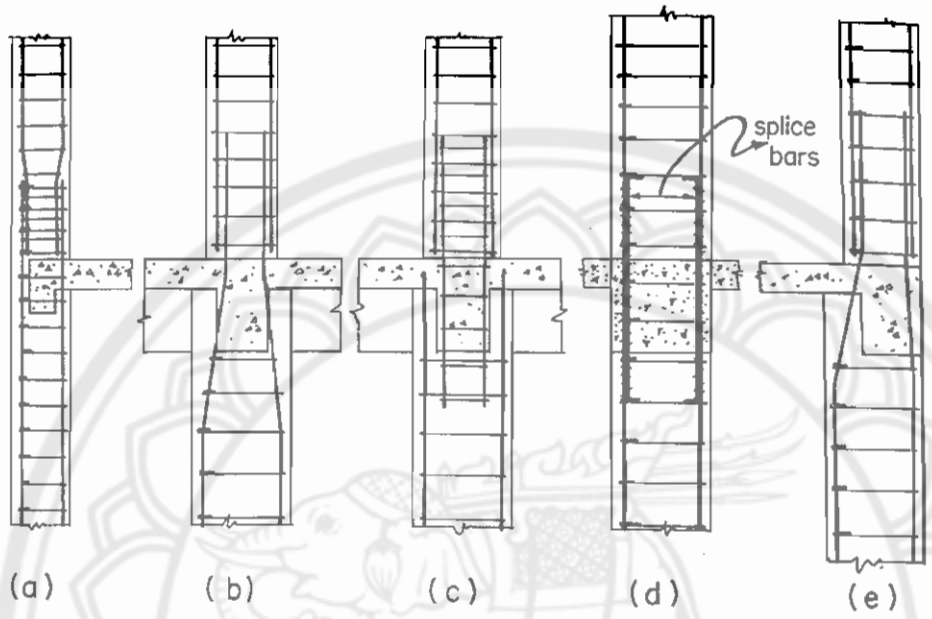
Circular Column

5. การต่อเหล็กที่ระดับชั้น

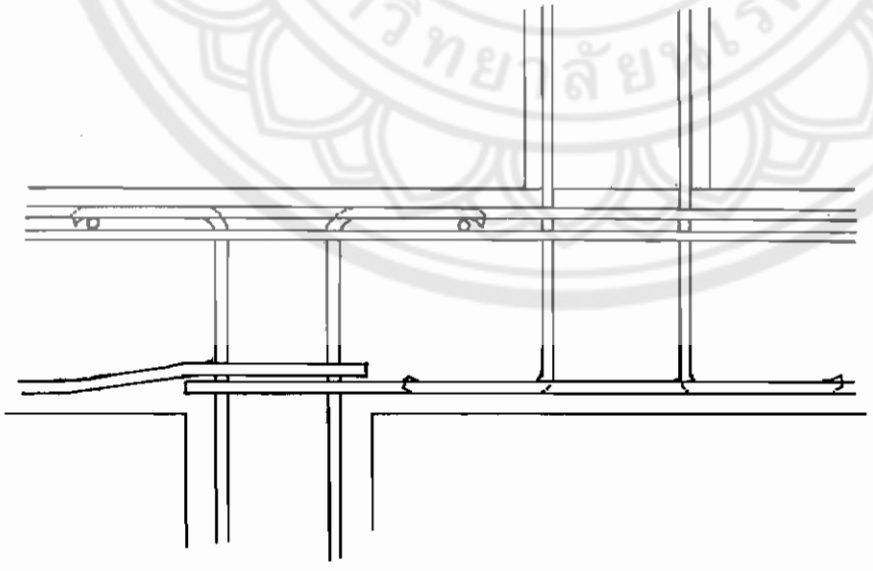


ภาพที่ 18 การต่อเหล็กที่ระดับชั้น

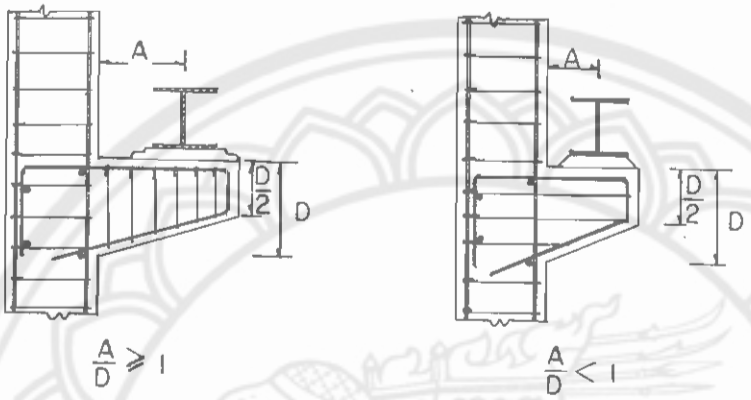
6. <u>การต่อเหล็กเสาที่ระดับพื้นต่าง ๆ</u>



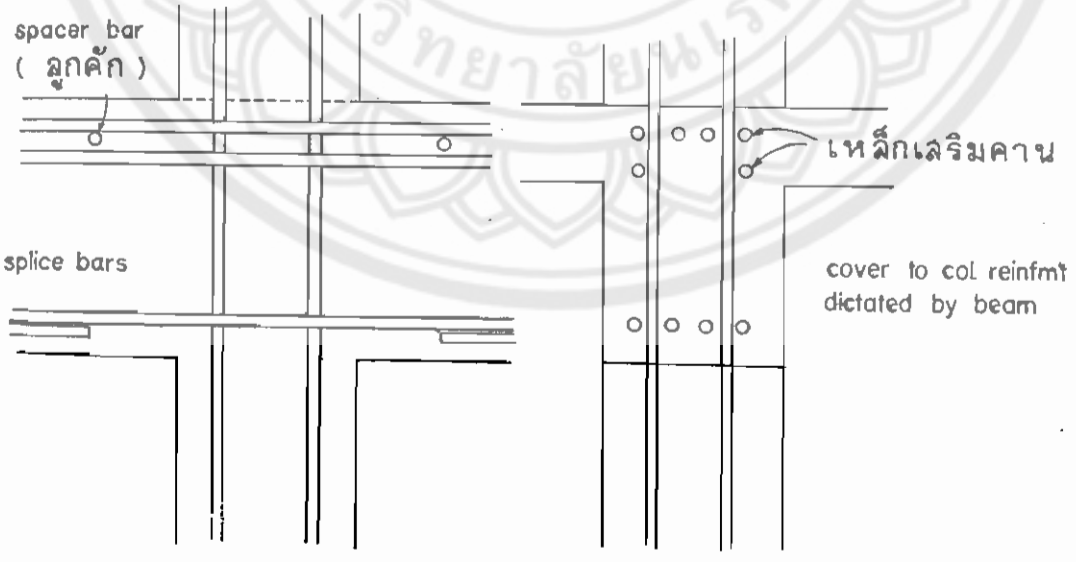
7. <u>การเสริมเหล็กเสาเยื้องศูนย์กลาง</u>



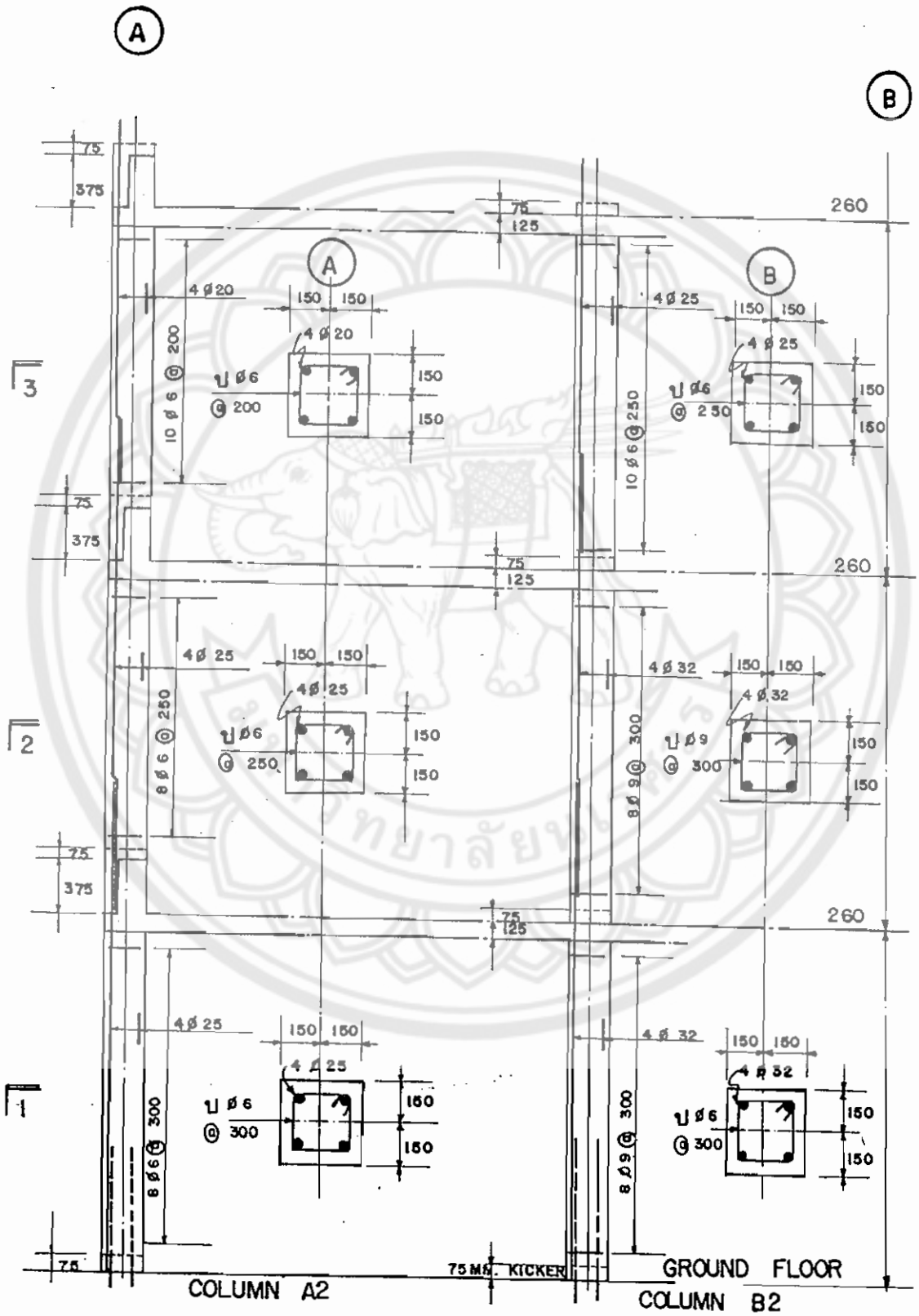
8. การต่อหูช้าง

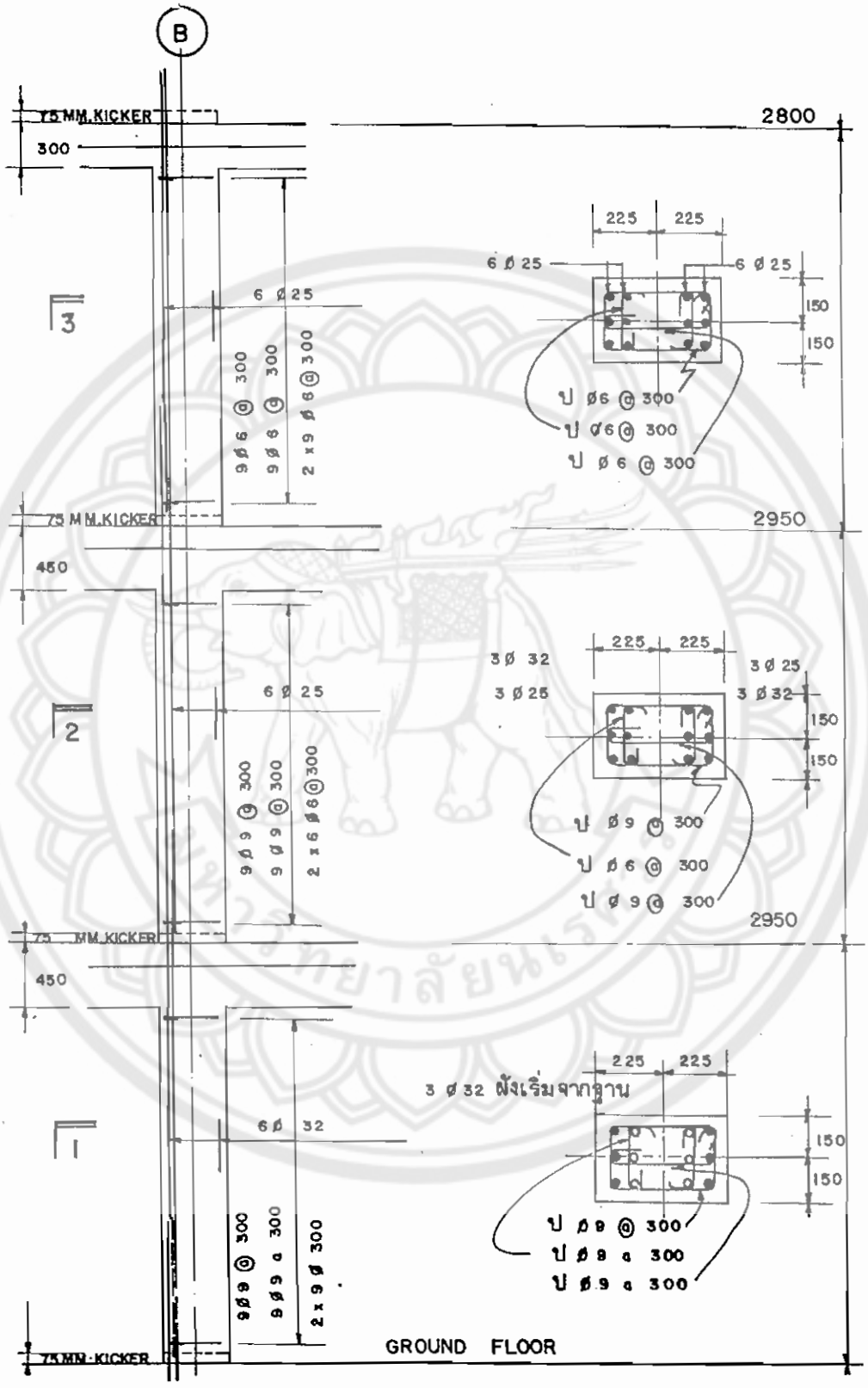


9. จุดตัดระหว่างคานกับเสา

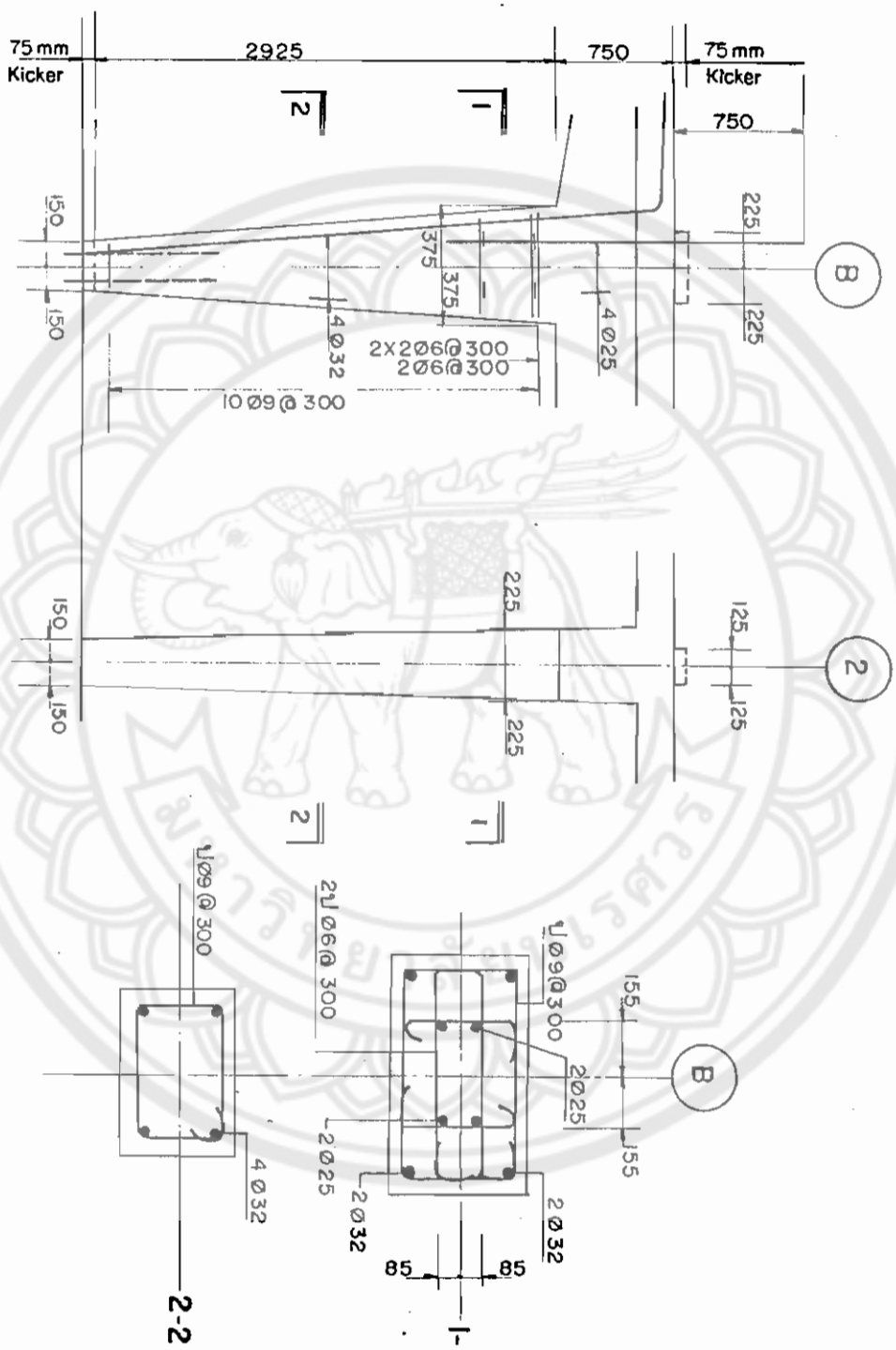


10. ตัวอย่างรายละเอียดการเสริมเหล็ก




B
75 MM.KICKER
300
2800
225
225
6 Ø 25
6 Ø 25
150
150
ป Ø6 @ 300
ป Ø6 @ 300
ป Ø 6 @ 300
3
6 Ø 25
9 Ø 6 @ 300
9 Ø 6 @ 300
2 x 9 Ø 6 @ 300
75 MM.KICKER
450
2950
3 Ø 32
3 Ø 25
3 Ø 25
3 Ø 32
150
150
ป Ø 9 @ 300
ป Ø 6 @ 300
ป Ø 9 @ 300
2
6 Ø 25
9 Ø 9 @ 300
9 Ø 9 @ 300
2 x 6 Ø 6 @ 300
75 MM.KICKER
450
2950
225
225
3 Ø 32 ฝังเริ่มจากฐาน
150
150
ป Ø 9 @ 300
ป Ø 9 @ 300
ป Ø 9 @ 300
1
6 Ø 32
9 Ø 9 @ 300
9 Ø 9 @ 300
2 x 9 Ø 300
75 MM.KICKER
GROUND FLOOR

COLUMN B2


75 mm
Kicker
2925
750
75 mm
Kicker
750
2
1
150
150
375
375
225
225
4 Ø25
4 Ø32
2X2Ø6@300
2Ø6@300
10 Ø9@300
B
2
225
225
150
150
125
125
2
1
2u Ø6@ 300
uØ9@ 300
uØ9@300
155
155
2Ø25
B
2 Ø25
2 Ø32
2 Ø32
4 Ø32
85
85
2-2
1-1

11. การออกแบบเสากลม

หมายเหตุ เป็นตัวอย่างอีกกรณีหนึ่งที่สามารถนำไปพัฒนาต่อได้ในอนาคต

ในกรณีของเสาเหลี่ยม สามารถหาค่าแรงและโมเมนต์ได้โดยใช้สมการสมดุล แต่ในกรณีของเสากลมมีข้อจำกัดอยู่บางประการ

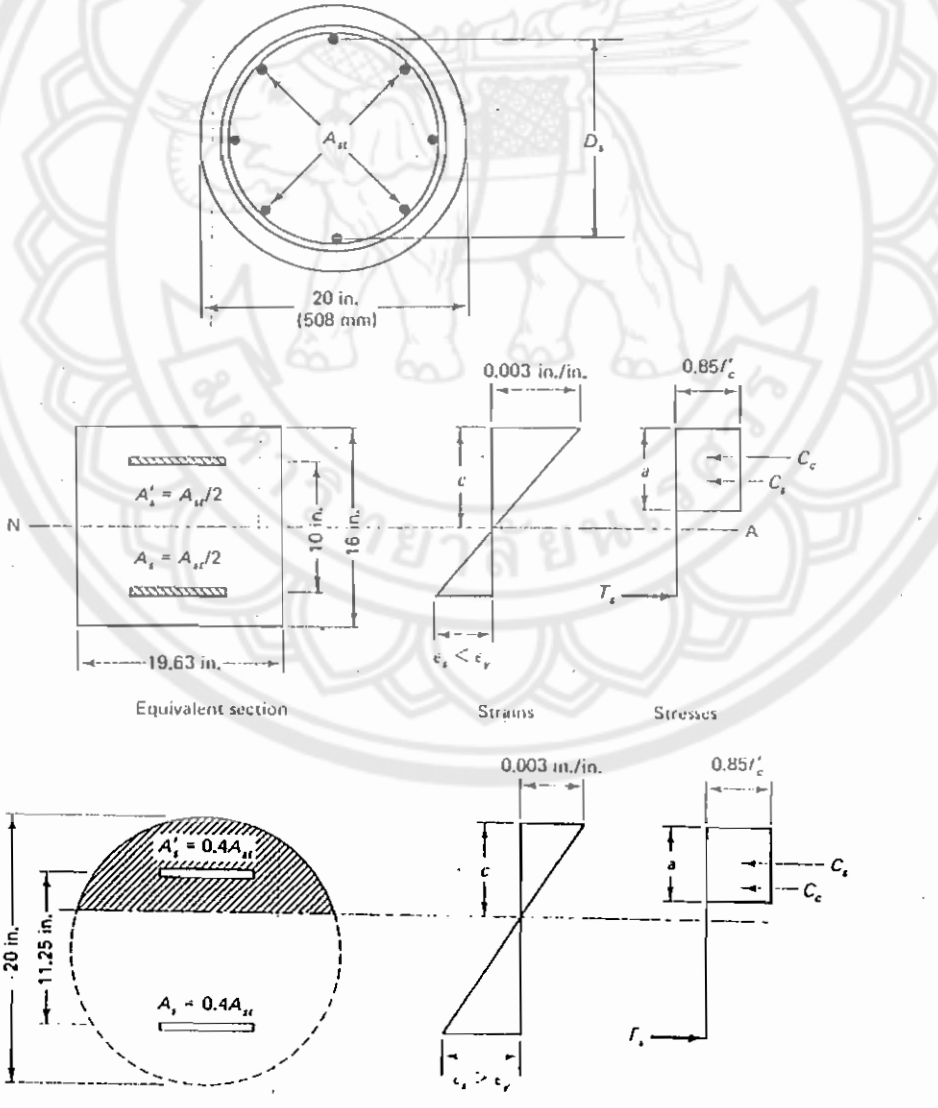
11.1 ขนาดของพื้นที่ภายใต้แรงกดจะอยู่ในรูปของวงกลม

11.2 การจัดเรียงเหล็กไม่สามารถทำเป็นกลุ่มที่ขนานกันในด้านรับแรงกด และรับแรงดึงเหมือนในเสาเหลี่ยมได้

ในการคำนวณจึงใช้ค่าโดยประมาณ

11.3 วิธีวิเคราะห์เบื้องต้นในเสากลม

สมมติให้เสากลมมีพฤติกรรมเหมือนกับเสาเหลี่ยม ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 19 การเปลี่ยนหน้าตัดเสากลม

สำหรับ Compression failure จะกำหนดให้

11.3.1 ความหนาเนื่องจากการแปลงเสากลมไปเป็นเสาเหลี่ยม มีค่าเท่ากับ 0.8h

โดยที่ h = เส้นผ่านศูนย์กลางทั้งหมดของเสากลม

11.3.2 ความกว้างของเสาให้มีค่าเท่ากับ , b = Ag/0.8h

โดยที่ Ag = พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของเสากลม

11.3.3 พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมทั้งหมดของเสากลม แบ่งเป็น เหล็กรับแรงดึงและเหล็กรับแรงเฉือน ซึ่งมีระยะห่างเท่ากับ 2Ds/3

โดยที่ Ds = เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างเหล็กเสริมด้านนอกสุด

สำหรับ Tension failure จะกำหนดให้

11.3.4 พื้นที่เหล็กรับแรงกดและรับแรงดึงมีค่าเท่ากัน มีค่าเท่ากับ 40% ของพื้นที่เหล็กทั้งหมดในเสากลม

11.3.5 ระยะห่างระหว่างพื้นที่เหล็กเสริมรับแรงกดและรับแรงดึง มีค่าเท่ากับ 0.75Ds

เมื่อสามารถแปลงเสากลมมาเป็นเสาเหลี่ยมจะสามารถวิเคราะห์เหมือนกับเสาเหลี่ยมได้ โดยสมการซึ่งแยกเป็น 2 กรณี คือ

สำหรับ Tension failure

$$P_n = 0.85f_c'h^2\left[\sqrt{\left(\frac{0.85e}{h}-0.38\right)^2+\frac{\rho_g m D_s}{2.5h}}-\left(\frac{0.85e}{h}-0.38\right)\right] \quad \text{——— (1)}$$

สำหรับ Compression failure

$$P_n = \frac{A_{st}f_y}{(3e/D_s)+1.00} + \frac{A_g f_c'}{[9.6he/(0.8h+0.67D_s)^2]+1.18} \quad \text{——— (2)}$$

เมื่อ Ds = เส้นผ่านศูนย์กลางระหว่างเหล็กเสริมด้านนอกสุด

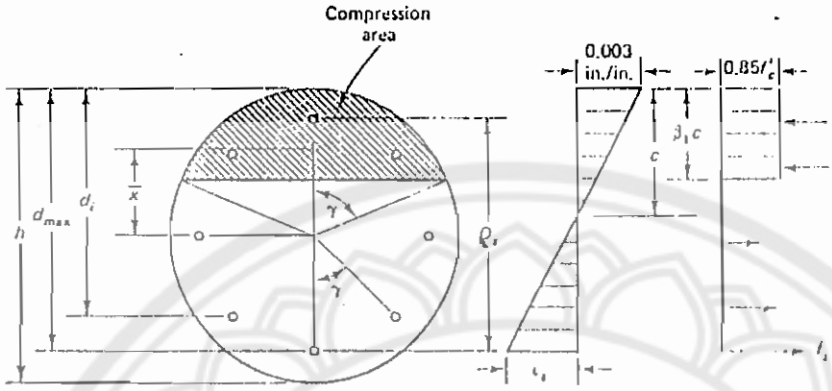
h = เส้นผ่านศูนย์กลางของเสากลม

e = ระยะห่างระหว่าง eccentricity ถึง plastic centroid ของหน้าตัดเสากลม

$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของเหล็กเสริมทั้งหมด}}{\text{พื้นที่หน้าตัดทั้งหมดของเสากลม}}$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f_c'}$$

11.4 รายละเอียดของเสากลมและสมการการคำนวณ



ภาพที่ 20 รายละเอียดของเสากลม

11.4.1 สมการที่ใช้ในการคำนวณ

$$c_{bal} = \frac{87{,}000}{87{,}000 + f_y} d_{max}, \qquad \alpha = \cos^{-1}\frac{h/2 - \beta_1 c}{h/2}$$

$$\text{compression area} = \frac{h^2[\alpha(\pi/180) - \sin\alpha\cos\alpha]}{4}$$

$$\bar{x} = \frac{h^3\sin^3\alpha}{12 \times \text{compression area}} \qquad di = \frac{h}{2} - \frac{Ds}{2}\cos[(\text{bar no. } I)(\gamma) - \gamma]$$

$$fsi = \frac{(c - di) \times 87{,}000}{c} \leq fy \text{ (tension . zone)}$$

$$fsi = \frac{(c - di) \times 87{,}000}{c} \leq fy) - 0.85\, fc' \text{ (compression . zone)}$$

$$\rho \min = 1\% \qquad \rho \max = 8\ \%$$

$$Pn_{bal} = 0.85\, fc'(\text{ compression area }) + \sum fsiAi \text{ for } C_{bal}$$

$$Mn_{bal} = 0.85\, fc'(\text{ compression area })(\bar{X}) + \sum fsiAi \frac{(h_i)}{2 - di} \text{for } C_{bal}$$

$$e = \frac{Mu}{Pu}$$

If $0.1 f'_c A_g < 0.7 P_{nb}$ (tied) $\quad \phi = 0.90 - \dfrac{1.5 P_u}{f'_c A_g} \geq 0.75$ (spiral)

$0.75 P_{nb}$ (spiral)

$$\phi = 0.90 - \frac{2.0 P_u}{f'_c A_g} \geq 0.70 \text{ (tied)}$$

If $0.1 f'_c A_g > 0.7 P_{nb}$ (tied) $\quad \phi = 0.90 - \dfrac{0.15 P_u}{0.75 P_{nb}} \geq 0.75$ (spiral)

$0.75 P_{nb}$ (spiral)

$$\phi = 0.90 - \frac{0.20 P_u}{0.70 P_{nb}} \geq 0.70 \text{ (tied)}$$

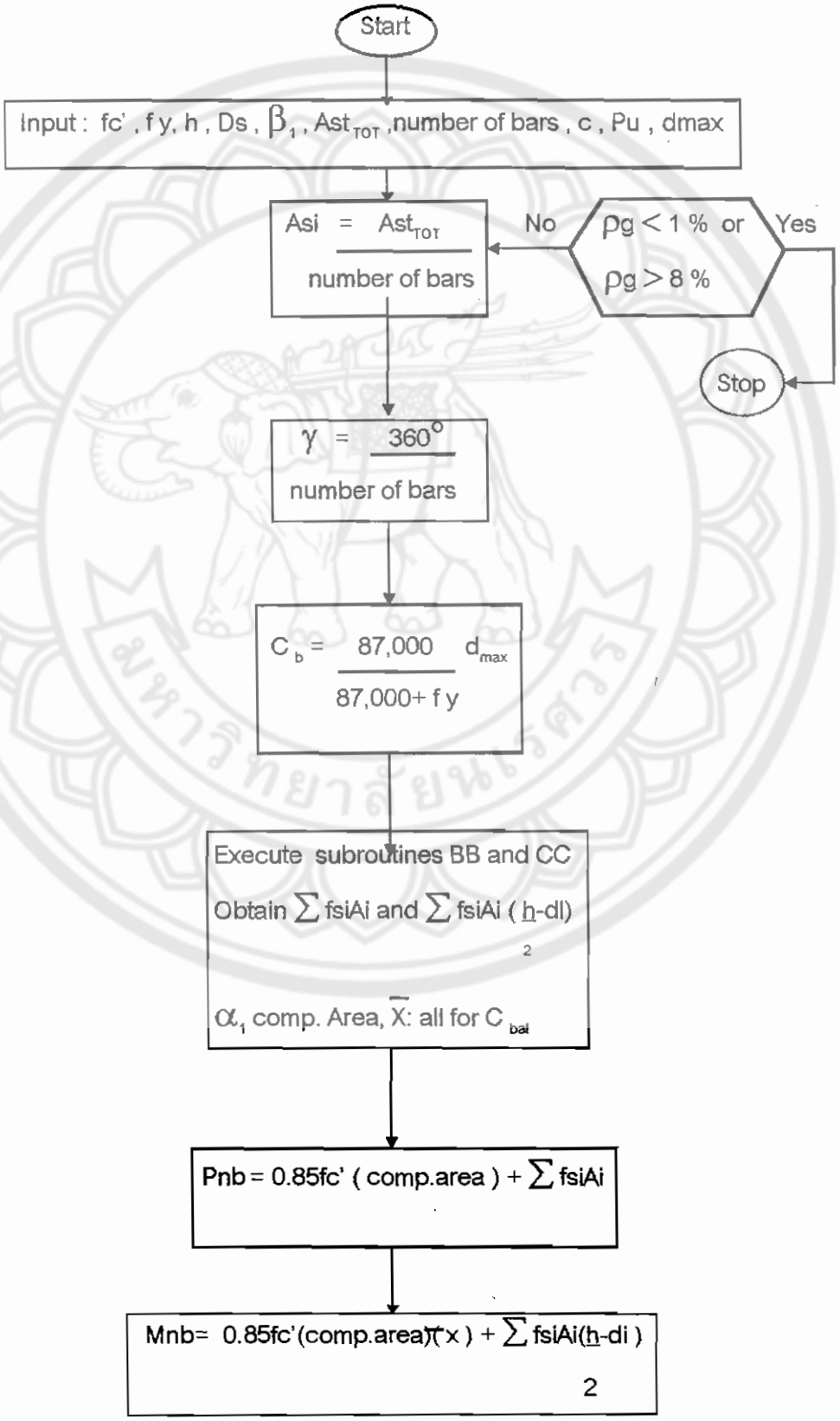
$$P_{u_{max}} \begin{cases} P_{u0} = 0.7 \times 0.8 \,(0.85 f'_c \,(A_g - A_{st}) + A_{sf_y} & \text{(tied)} \\ P_{u0} = 0.75 \times 0.85 \,(0.85 f'_c \,(A_g - A_{st}) + A_{sf_y} & \text{(spiral)} \end{cases}$$

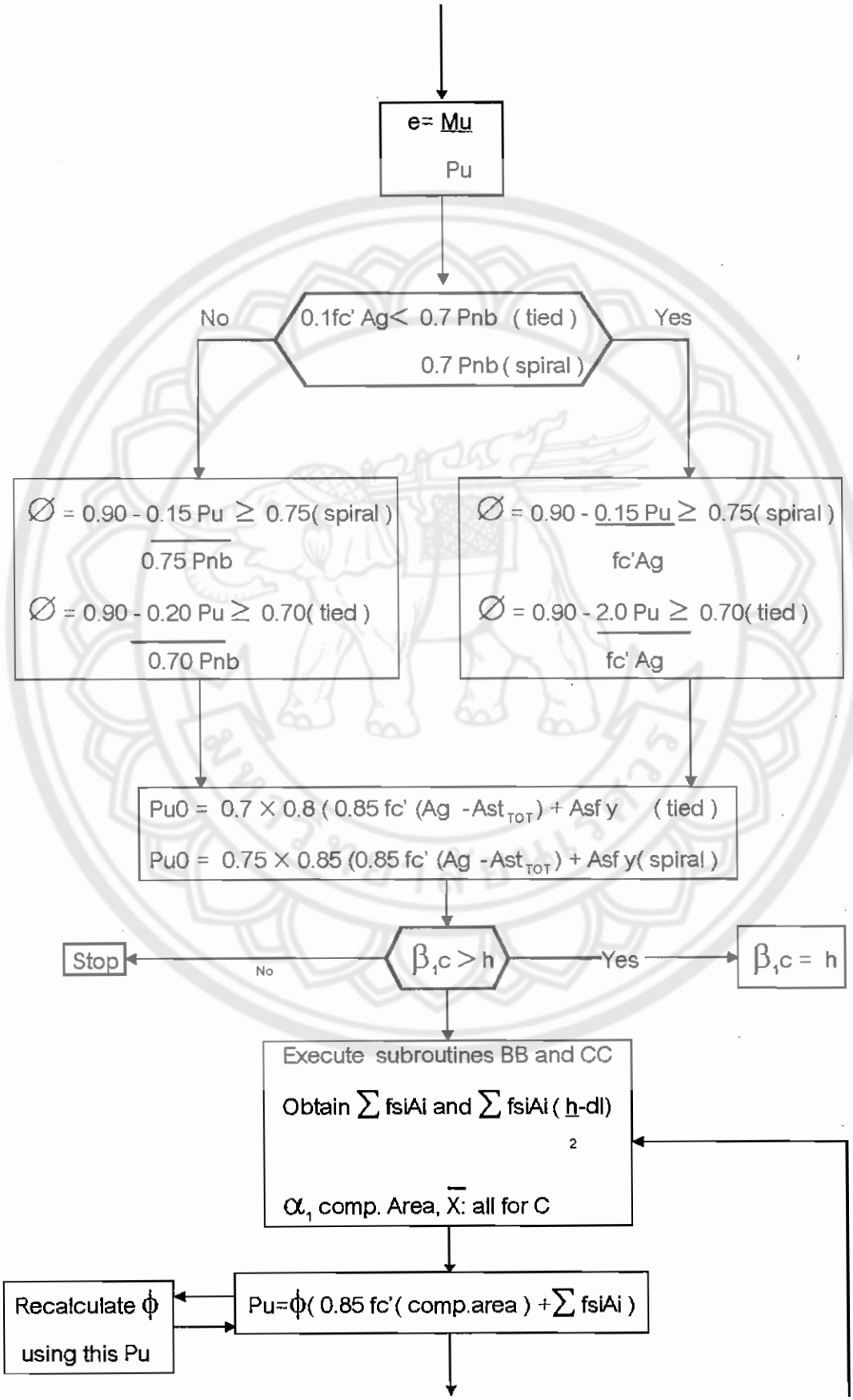
$$P_u = \phi [\, 0.85 f'_c \,(\text{compression area}) + \textstyle\sum f_{si} A_i \,]$$

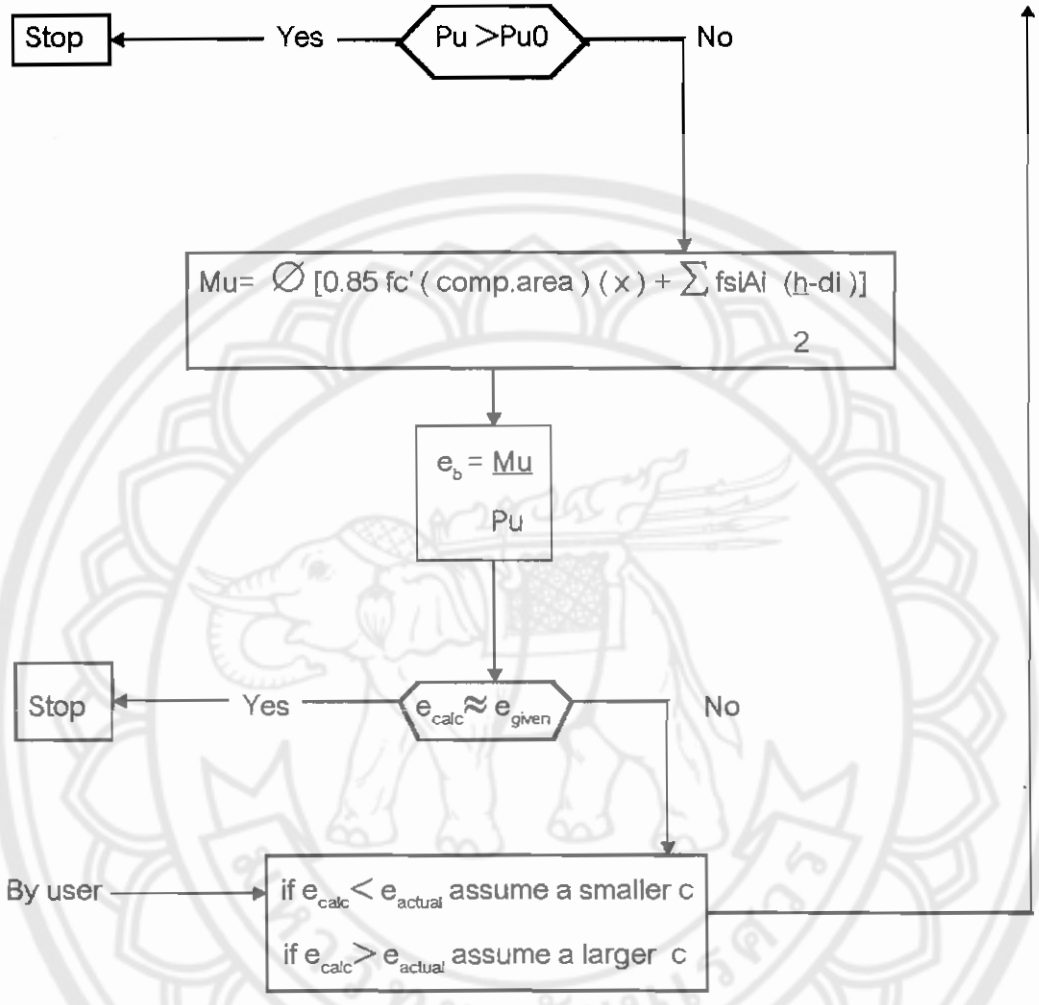
$$M_u = \phi [0.85 f'_c \,(\text{compression area}) + \textstyle\sum f_{si} A_i \left(\dfrac{h}{2} - d \right)]$$

$$e = \frac{M_u}{P_u}$$

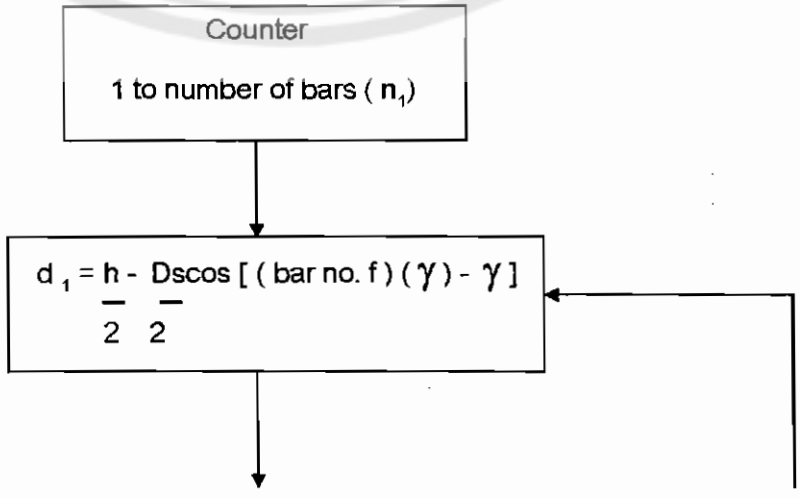
Flowchart ของเสากลม

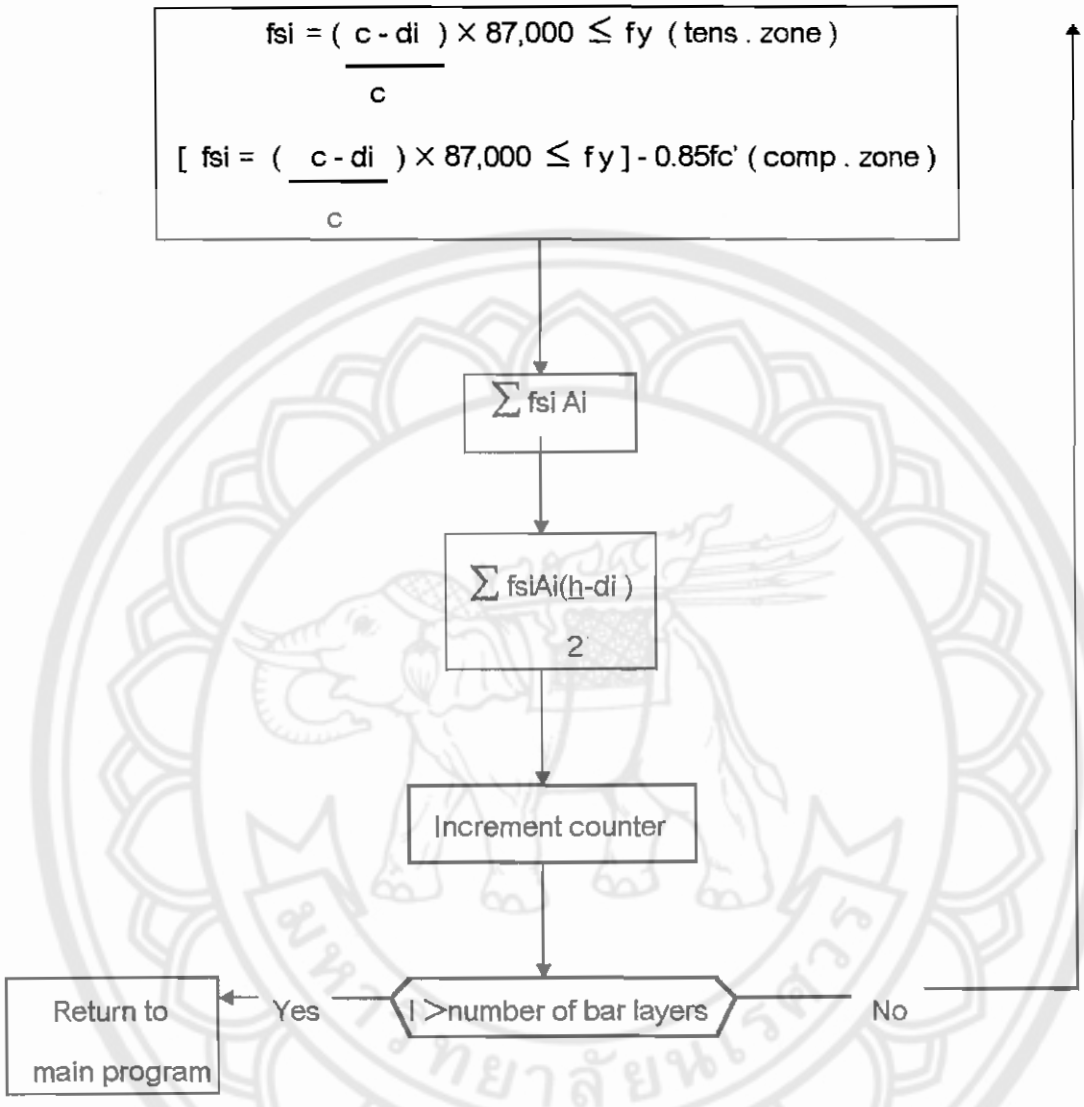



e= Mu / Pu
No
0.1fc' Ag< 0.7 Pnb (tied)
0.7 Pnb (spiral)
Yes
∅ = 0.90 - 0.15 Pu ≥ 0.75(spiral)
0.75 Pnb
∅ = 0.90 - 0.20 Pu ≥ 0.70(tied)
0.70 Pnb
∅ = 0.90 - 0.15 Pu ≥ 0.75(spiral)
fc'Ag
∅ = 0.90 - 2.0 Pu ≥ 0.70(tied)
fc' Ag
Pu0 = 0.7 × 0.8 (0.85 fc' (Ag -Ast$_{TOT}$) + Asf y (tied)
Pu0 = 0.75 × 0.85 (0.85 fc' (Ag -Ast$_{TOT}$) + Asf y(spiral)
Stop
No
$\beta_1 c > h$
Yes
$\beta_1 c = h$
Execute subroutines BB and CC
Obtain ∑ fsiAi and ∑ fsiAi (h-dl)
2
α_1 comp. Area, $\bar{X}$: all for C
Recalculate ϕ
using this Pu
Pu=ϕ(0.85 fc'(comp.area) +∑ fsiAi)



Subroutines BB




fsi = (c - di) × 87,000 ≤ fy (tens . zone)
c
[fsi = (c - di) × 87,000 ≤ fy] - 0.85fc' (comp . zone)
c
∑ fsi Ai
∑ fsiAi(h-di)
2
Increment counter
Return to
main program
Yes
I >number of bar layers
No

Subroutines CC