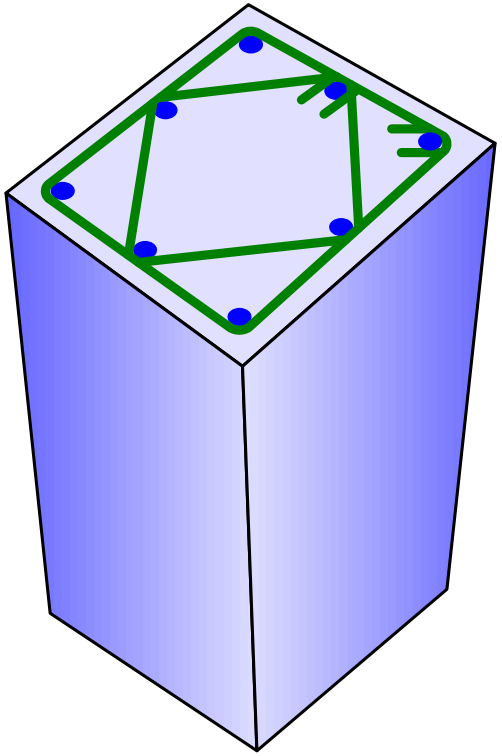
11 Column

Reinforced Concrete Design II



- การถ่ายน้ำหนักบรรทุกลงเสา
- ชนิดของเสา
- เสาสั้นรับแรงอัดตามแนวแกน
- การออกแบบเสาโดยวิธีกำลัง

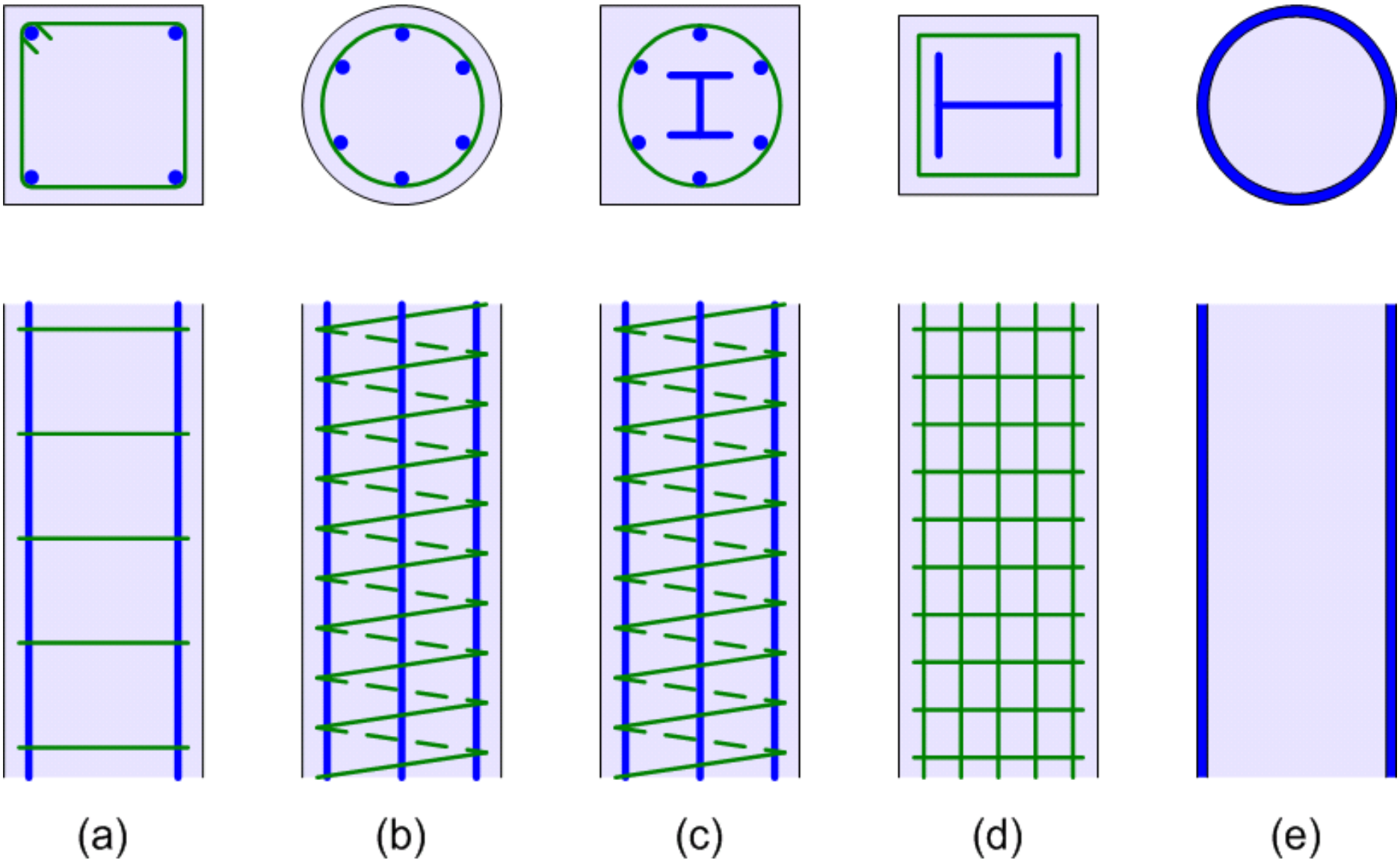
Mongkol JIRAVACHARADET

SURANAREE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

INSTITUTE OF ENGINEERING

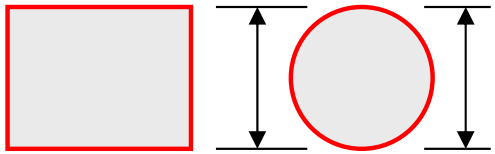
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

Type of Columns



พิกัดเสาตามมาตรฐาน ว.ส.ท.

- ด้านแคบหรือเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า **20** ซม. ยกเว้นเสาที่อยู่ระหว่างเสาหลักหรือไม่มีชั้นต่อเนื่อง ซึ่งจะต้องมีด้านแคบที่สุดไม่ต่ำกว่า **15** ซม.



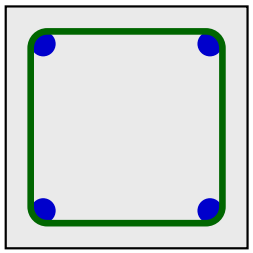
$b_{min} = 20$ cm

- พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมยืนในเสา ต้องไม่น้อยกว่า **0.01** และไม่เกิน **0.08** ของพื้นที่หน้าตัดเสา A_g

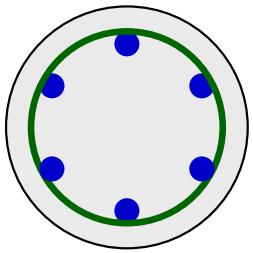
$$\rho_g = A_{st} / A_g$$

$$0.01 \leq \rho_g \leq 0.08$$

- เหล็กที่ใช้ต้องไม่เล็กกว่า **12** มม. เสาปลอกเกลียวใช้ไม่น้อยกว่า **6** เส้น เสาปลอกเดี่ยวใช้ไม่น้อยกว่า **4** เส้น



4DB12



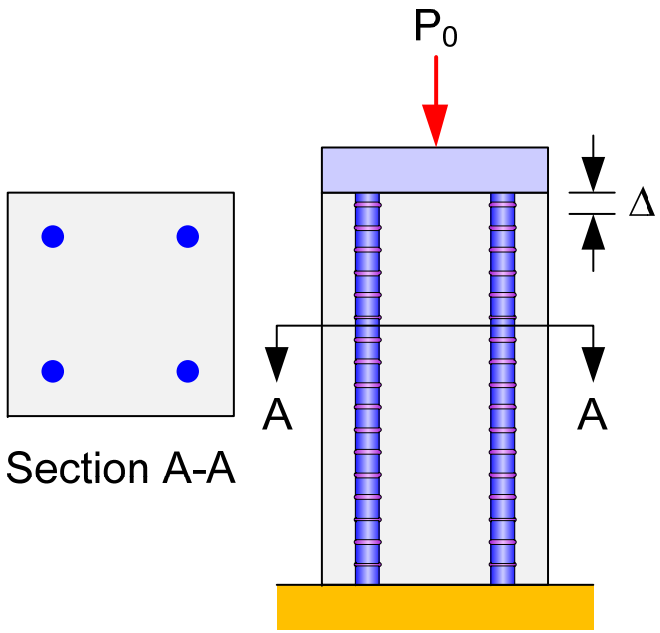
6DB12

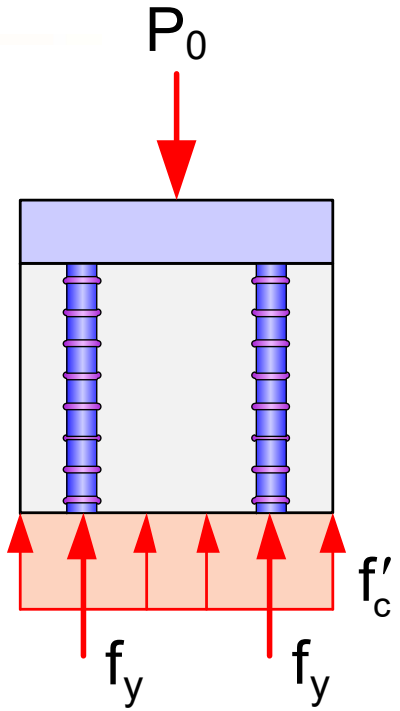
ระยะคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม

ระยะจากผิวคอนกรีตถึงผิวนอกสุดของเหล็กปลอกเดี่ยว เหล็กปลอกเกลียว หรือเหล็กลูกตั้ง ในกรณีที่ไม่มีเหล็กดังกล่าว ให้วัดถึงผิวนอกของเหล็กเสริมที่อยู่นอกสุด

	ระยะหุ้มต่ำสุด
▶ คอนกรีตหล่อติดดินซึ่งผิวคอนกรีตสัมผัสดินตลอดเวลา	7.5 ซม.
▶ คอนกรีตที่สัมผัสดินหรือถูกแดดฝน	
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดใหญ่กว่า 16 มม.	5.0 ซม.
- สำหรับเหล็กเสริมขนาด 16 มม. และเล็กกว่า	4.0 ซม.
▶ คอนกรีตที่ไม่สัมผัสดินหรือไม่ถูกแดดฝน	
- สำหรับเหล็กเสริมขนาดใหญ่กว่า 44 มม.	4.0 ซม.
- สำหรับเหล็กเสริมขนาด 35 มม. และเล็กกว่า	2.0 ซม.
- ในคาน: เหล็กเสริมหลัก เหล็กลูกตั้ง	3.0 ซม.
- ในเสา: เหล็กปลอกเกลียว เหล็กปลอกเดี่ยว	3.5 ซม.

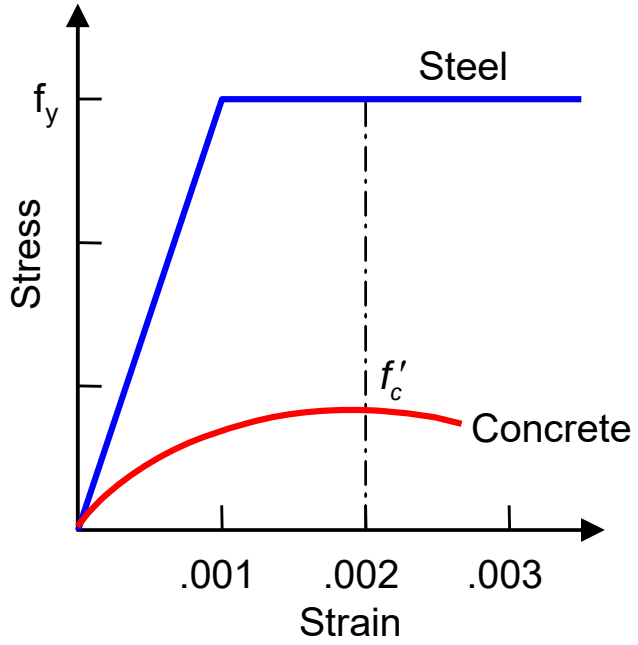
กำลังของเสาสั้นรับน้ำหนักตามแนวแกน





$$F_c = (A_g - A_{st})f'_c$$

$$F_s = A_{st}\, f_y$$



แรงกระทำ P_0 จะเท่ากับผลรวมของแรงต้านทานรวมของคอนกรีตและเหล็กเสริม

$$P_0 = f_y A_{st} + f'_c(A_g - A_{st})$$

เมื่อ A_g คือ พื้นที่หน้าตัดทั้งหมด

A_{st} คือ พื้นที่เหล็กเสริม

วิธีกำลัง ว.ส.ท. 1008-38

SDM

- น้ำหนักบรรทุกประลัยที่กระทำต่อเสา : $P_u = 1.4\,DL + 1.7\,LL$

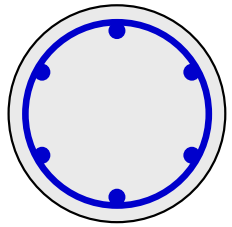
- ออกแบบหน้าตัดให้มีกำลัง : $P_n \geq P_u / \phi$

$\phi = 0.75$ สำหรับเสาปลอกเกลียว

$\phi = 0.70$ สำหรับเสาปลอกเดี่ยว

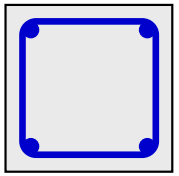
- กำลังรับแรงอัดตามแนวแกนของเสาปลอกเกลียว :

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



- กำลังรับแรงอัดตามแนวแกนของเสาปลอกเดี่ยว :

$$\phi P_{n,max} = 0.80\phi[0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$



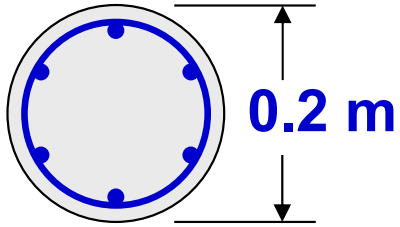
กำลังรับน้ำหนักของเสาเล็กที่สุด

SDM

สำหรับ $f'_c = 240$ กก./ซม.^{2} และ $f_y = 4{,}000$ กก./ซม.^{2}

เสาปลอกเกลียว

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



6 DB12

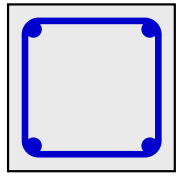
$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{6 \times 1.13}{(\pi/4) \times 20^2} = 0.022$$

$$P_u = 0.85 \times 0.75 \times [0.85 \times 0.24 \times (\frac{\pi}{4} \times 20^2 - 6 \times 1.13) + 4.0 \times 6 \times 1.13]$$

$$= \mathbf{57.3} \text{ ton}$$

เสาปลอกเดี่ยว

$$\phi P_{n,max} = 0.80\phi[0.85 f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$



4 DB12

0.2 m × 0.2 m

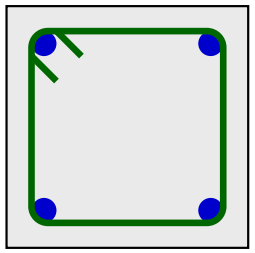
$$\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{4 \times 1.13}{20 \times 20} = 0.0113$$

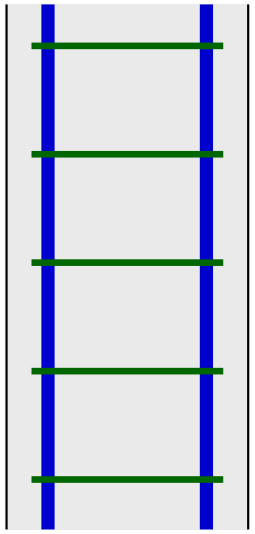
$$P_u = 0.8 \times 0.7 \times [0.85 \times 0.24 \times (20^2 - 4 \times 1.13) + 4.0 \times 4 \times 1.13]$$

$$= \mathbf{55.3} \text{ ton}$$

เหล็กปลอกเดี่ยว

เหล็กปลอกเดี่ยว**สำหรับองค์อาคารรับแรงอัด ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้**

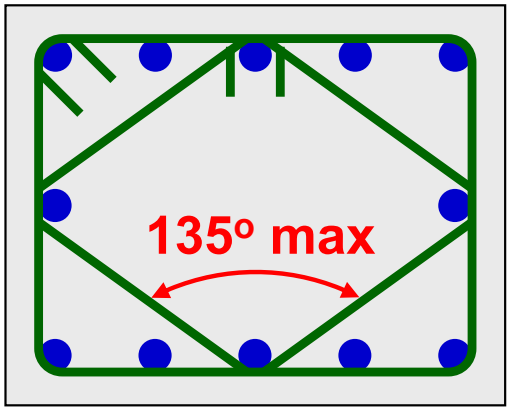


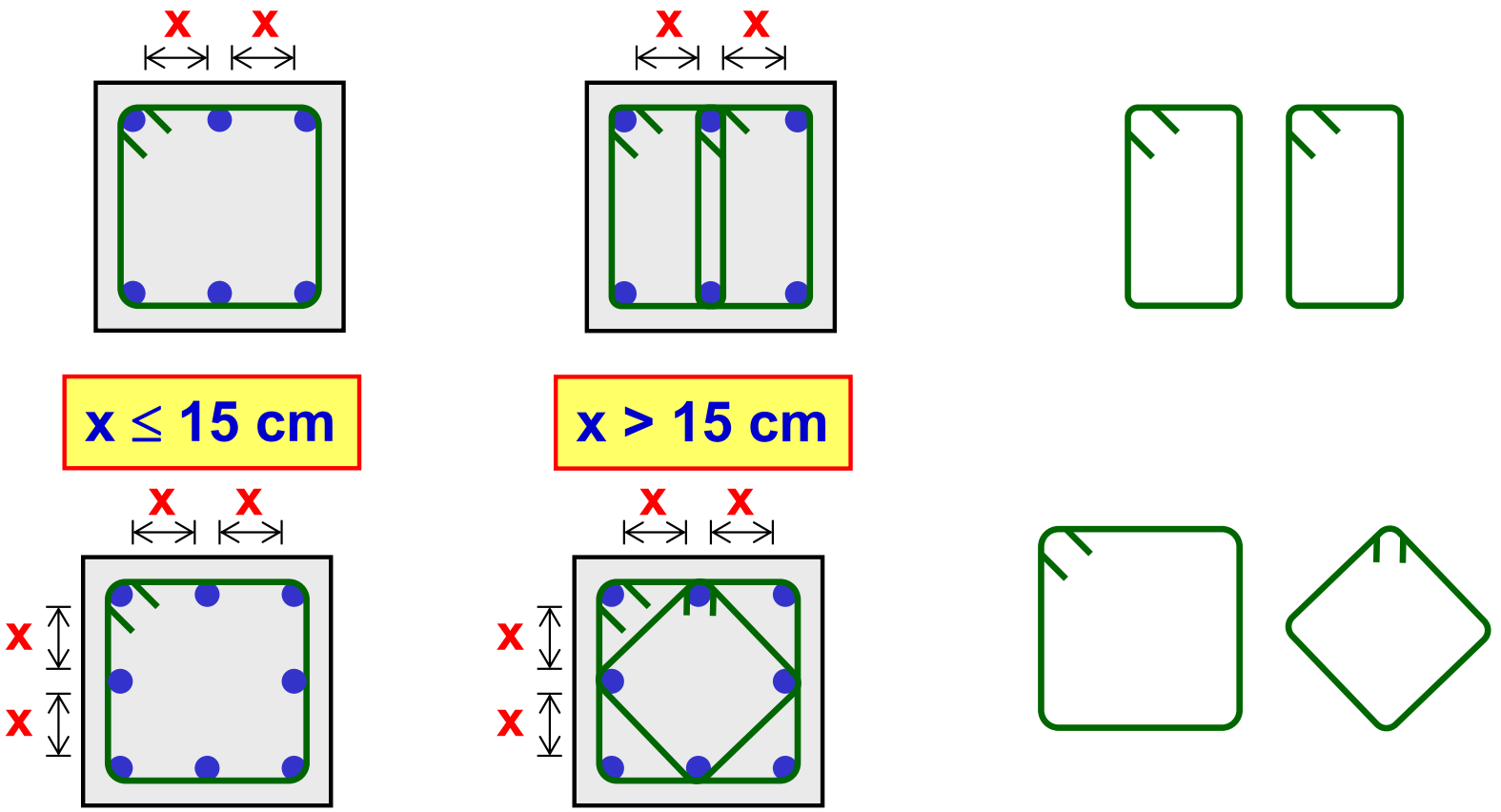


- เหล็กยืนทุกเส้นจะต้องถูกห่อหุ้มโดยปลอกเดี่ยวโดยมีขนาดดังนี้
  - เหล็กปลอก **6** มม. สำหรับเหล็กยืนขนาด **20** มม. หรือเล็กกว่า
  - เหล็กปลอก **9** มม. สำหรับเหล็กยืนขนาด **25 - 32** มม.
  - เหล็กปลอก **12** มม. สำหรับเหล็กยืนใหญ่กว่า **32** มม. ขึ้นไป
- ระยะห่างของเหล็กปลอกต้องไม่มากกว่าค่าต่อไปนี้
  - **16** เท่าของขนาดเหล็กยืน
  - **48** เท่าของขนาดเหล็กปลอก
  - ความกว้างหน้าเสาที่เล็กที่สุด

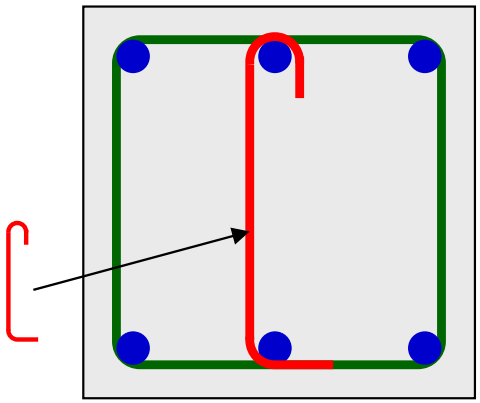
เหล็กปลอกเดี่ยว

- ต้องจัดให้เหล็กยืนทุกมุมและเส้นเว้นเส้นมีการ รองรับโดยมุมของเหล็กปลอก โดยมุมเหล็กปลอกไม่เกิน **135°**
- สำหรับเหล็กยืนที่ไม่มีมุมเหล็กปลอกยึด ระยะช่องว่างของเหล็กเส้นนั้นกับเส้นที่มีมุมเหล็กปลอกยึดต้องไม่เกิน **15** ซม.

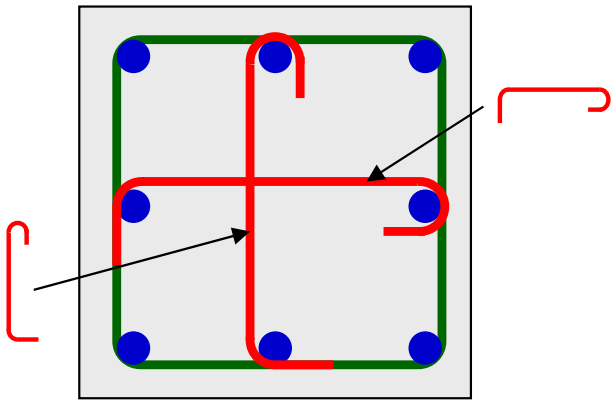




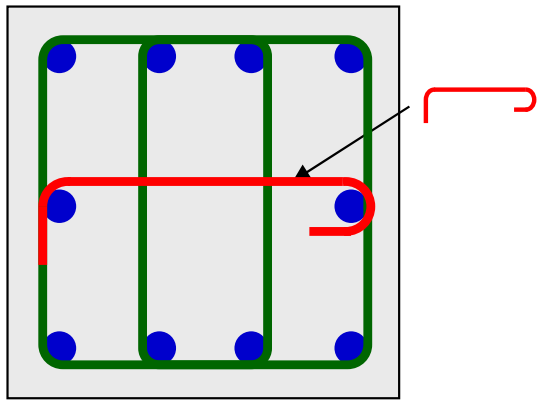
การจัดวางเหล็กปลอกเดี่ยว



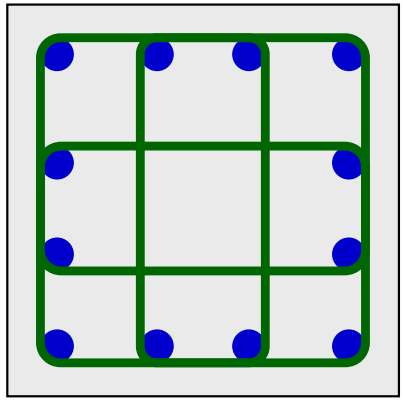
6 BARS



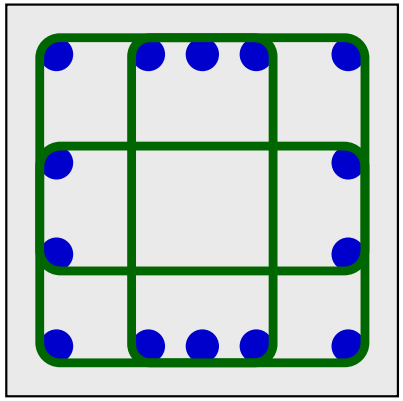
8 BARS



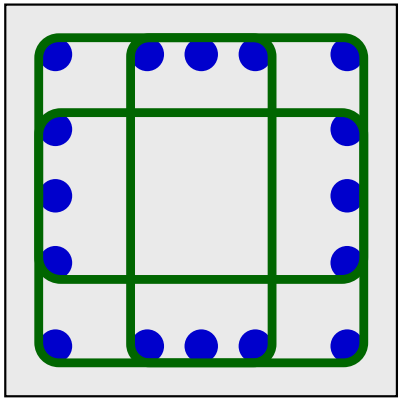
10 BARS



12 BARS



14 BARS



16 BARS

ตัวอย่างการออกแบบเสา

SDM

จงออกแบบเสาสั้นปลอกเดี่ยวเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกประลัย **120** ตัน กำหนด $f'_c = 240$ กก./ซม.^{2} และ $f_y = 4{,}000$ กก./ซม.^{2}

เสาปลอกเดี่ยว

$$P_u = 0.80\phi A_g[0.85f'_c(1-\rho_g)+f_y\rho_g]$$

ลองหน้าตัด 40×40 ซม.

$$120 = 0.8\times0.7\times40^2[0.85\times0.24(1-\rho_g)+4.0\times\rho_g]$$

ρ_g = **ติดลบ**

แสดงว่าหน้าตัดใหญ่ไปให้ลดหน้าตัดหรือใช้เหล็กน้อยที่สุด

ลองหน้าตัด 30×30 ซม.

$$120 = 0.8\times0.7\times30^2[0.85\times0.24(1-\rho_g)+4.0\times\rho_g]$$

ρ_g = **0.009 < 0.01**

Use ρ_g = 0.01

$$A_{st} = 0.01\times30^2 = 9.00 \text{ ซม.}^2$$

Use 4DB20 (12.56 ซม.^{2})

SDM

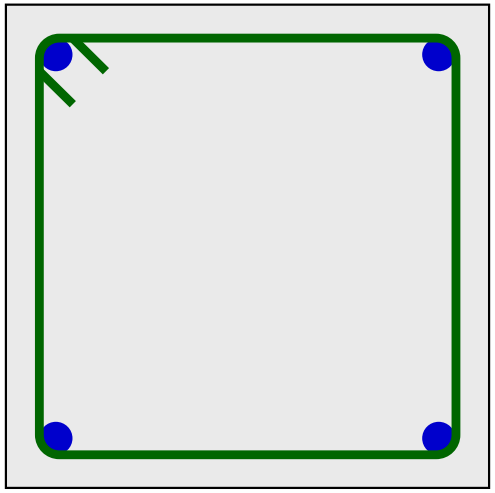
▶ เหล็กยืนขนาด **DB20** หรือเล็กกว่าใช้เหล็กปลอกขนาด **RB6**

ระยะห่างเหล็กปลอก : ด้านแคบที่สุด = 30 ซม.

Use RB6 @ 0.25 m

16 เท่าเหล็กยืน = 16×2.0 = 32 ซม.

48 เท่าเหล็กปลอก = 48×0.6 = 28.8 ซม.

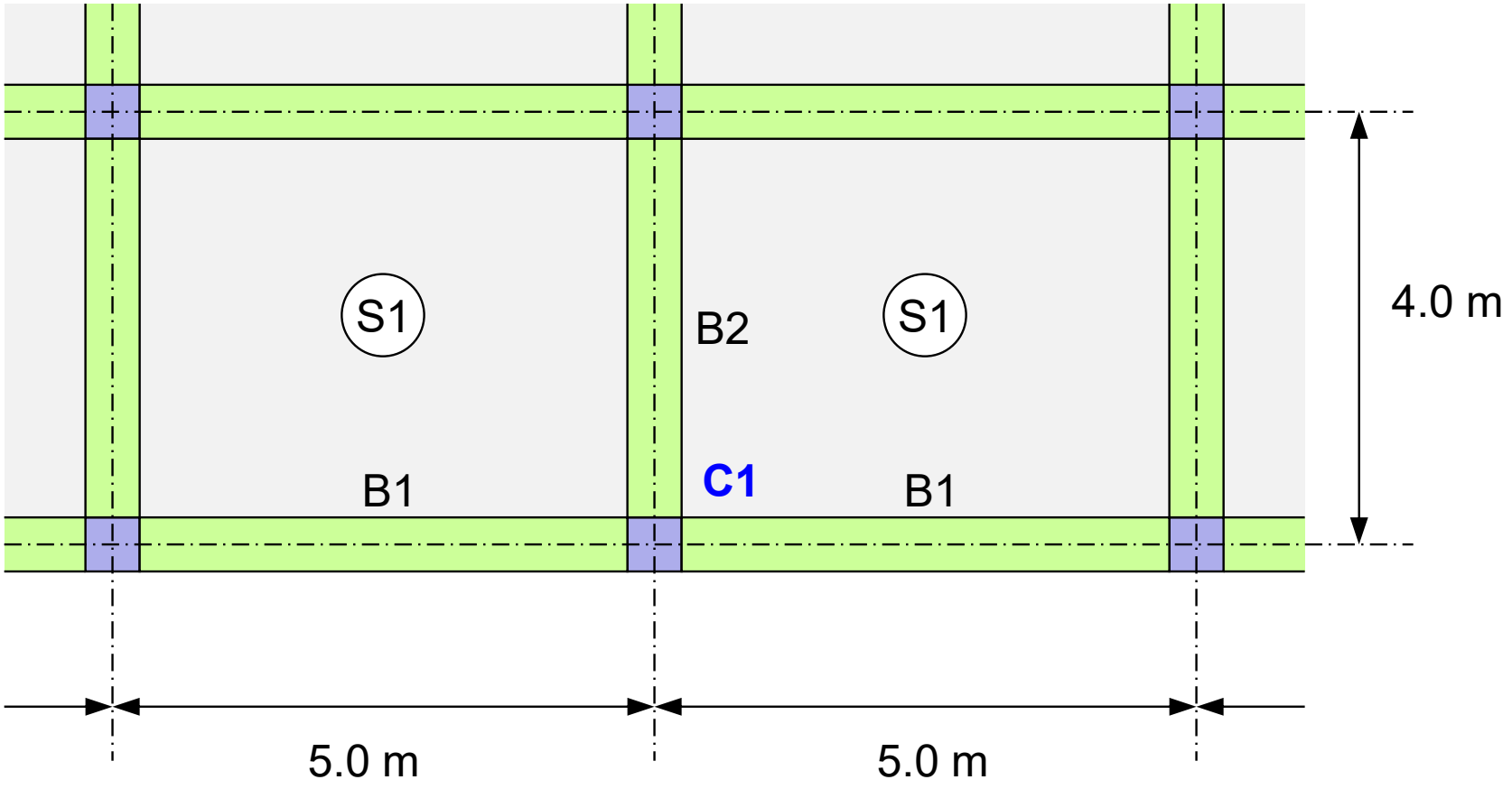


4 DB20

RB6 @ 0.25 m

0.3 m $\times$ 0.3 m

ตัวอย่างที่ 11.2 จากแบบแปลนที่แสดง จงออกแบบเสา C1 เพื่อรองรับอาคารชั้นนี้ ซึ่งมีน้ำหนักบรรทุกประลัยสะสมจากชั้นบน 100 ตัน เสามีช่วงยาว 4.0 เมตร น้ำหนักจร 300 ก.ก./ม.^{2} พื้น S1 มีความหนา 12 ซม. คาน B1 และ B2 มีขนาด 30×50 ซม. กำหนด f'_c = 240 ก.ก./ซม.^{2} และใช้เหล็ก SD40



วิธีทำ น้ำหนักบรรทุกคงที่ของพื้น S1 = 0.12×2,400 = 288 ก.ก./ม.^{2}

น้ำหนักบรรทุกประลัยของพื้น S1 $= 1.4(288) + 1.7(300) = 913.2$ ก.ก./ม.^{2}

น้ำหนักประลัยคาน B1 และ B2 $= 1.4 \times 0.3 \times 0.5 \times 2{,}400 = 504$ ก.ก./ม.

อัตราส่วนด้านสั้นต่อด้านยาวของพื้น S1 $= 4.0/5.0 = 0.8$

น้ำหนักจากพื้นลงคาน B1 $= \dfrac{913.2 \times 4}{3}\left(\dfrac{3 - 0.8^2}{2}\right) = 1{,}437$ ก.ก./ม.

น้ำหนักจากพื้นลงคาน B2 $= 2 \times \dfrac{913.2 \times 4}{3} = 2{,}435$ ก.ก./ม.

แรงปฏิกิริยาปลายคาน B1 $= (504 + 1{,}437)(5.0)/2 = 4{,}853$ ก.ก.

แรงปฏิกิริยาปลายคาน B2 $= (504 + 2{,}435)(4.0)/2 = 5{,}878$ ก.ก.

สมมุติเสาขนาด 30×30 ซม. $= 1.4 \times 0.3 \times 0.3 \times 4.0 \times 2{,}400 = 1{,}210$ ก.ก.

สรุปน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดที่ถ่ายลงเสา

2B1 = 2(4,853) = 9,706 ก.ก.		รวมน้ำหนักในชั้น	= 16,794 ก.ก.
B2 = 5,878 ก.ก.		น้ำหนักจากชั้นบน	= 100,000 ก.ก.
น้ำหนักเสา = 1,210 ก.ก.		**รวมน้ำหนักทั้งหมด**	**= 116,794 ก.ก.**

การออกแบบเหล็กเสริมยืน: เสาสี่เหลี่ยมจัตุรัสปลอกเดี่ยว $\phi = 0.70$

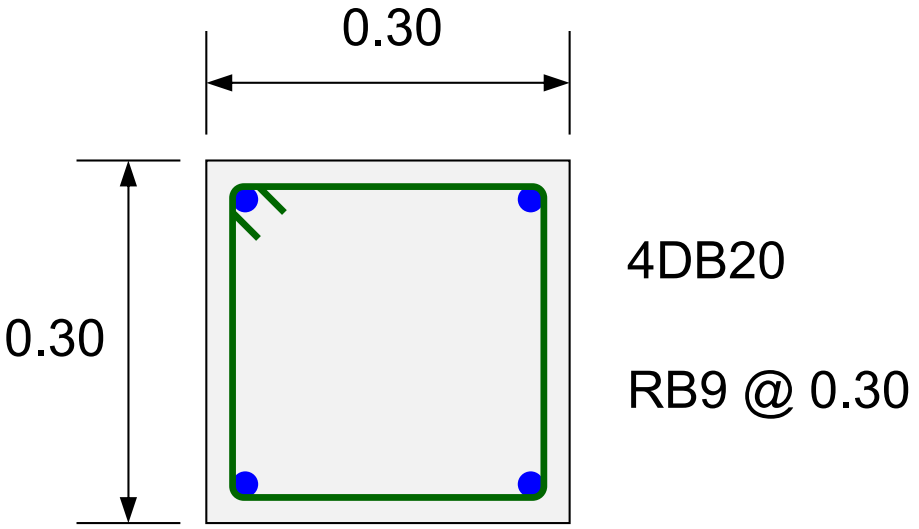
กำลังรับน้ำหนักที่ต้องการ $P_n = 116{,}794/0.7 = 166{,}849$ ก.ก.

จากสมการ $P_n = 0.80\left[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_yA_{st}\right]$

$$166{,}849 = 0.8\,[\,0.85\,(240)\,(30\times30 - A_{st}) + 4{,}000\,A_{st}\,]$$

$$A_{st} = 4.48 \text{ ซม.}^2 < [\,0.01\,A_g = 0.01(30\times30) = 9.0 \text{ ซม.}^2\,]$$

USE 4DB20 ($A_{st} = 12.57$ ซม.^{2})



การออกแบบเหล็กปลอก:

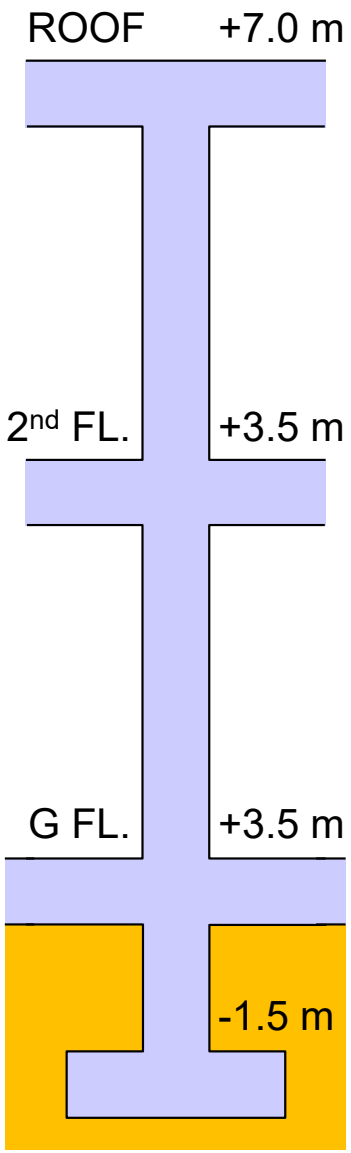
ออกแบบปลอกโดยใช้เหล็ก RB9 คำนวณระยะห่างระหว่างปลอกจากค่าน้อยที่สุดของ

16 เท่า ∅ เหล็กยืน = 16(2.0) = 32 ซม.

48 เท่า ∅ เหล็กปลอก = 48(0.9) = 43 ซม.

ความกว้างหน้าเสาที่เล็กที่สุด = 30 ซม. **Control** **USE Stirrup RB9 @ 0.30**

ตัวอย่างที่ 11.4 จากตารางถ่ายน้ำหนักบรรทุกประลัยลงเสา C1 ที่ตำแหน่งกริด A – 2 จงออกแบบเสา C1 กำหนด $f'_c = 240$ ก.ก./ซม.^{2} และ $f_y = 4{,}000$ ก.ก./ซม.^{2}



เสา **C1** ที่ตำแหน่งกริด **A – 2**					
RB7 / RB9 – C1 – RB9 / RB7	ชั้นดาดฟ้า	2 × คาน RB7	=	3.54	ตัน
	↓ 3.5 ม.	2 × คาน RB9	=	4.86	ตัน
	ชั้นสอง	น้ำหนักเสา	=	0.47	ตัน
	0.2×0.2 ม.	**รวมน้ำหนักทั้งหมด**	=	**8.87**	**ตัน**
B17 / B9 – C1 – B1 / B17	ชั้นสอง	คาน B1	=	6.51	ตัน
		คาน B9	=	8.24	ตัน
	↓ 3.5 ม.	2 × คาน B17	=	12.64	ตัน
	ชั้นหนึ่ง	น้ำหนักเสา	=	0.47	ตัน
	0.2×0.2 ม.	**รวมน้ำหนักทั้งหมด**	=	**27.86**	**ตัน**
		รวมน้ำหนักสะสม	=	**36.73**	**ตัน**
GB2 / GB1 – C1 – GB1 / GB2	ชั้นหนึ่ง	2 × คาน GB1	=	18.52	ตัน
	↓ 1.5 ม.	2 × คาน GB2	=	24.36	ตัน
	ฐานราก	น้ำหนักเสา	=	0.20	ตัน
	0.2×0.2 ม.	**รวมน้ำหนักทั้งหมด**	=	**43.08**	**ตัน**
		รวมน้ำหนักสะสม	=	**79.81**	**ตัน**

วิธีทำ

1. ออกแบบเสาชั้นสอง(พื้นดาดฟ้าถึงพื้นชั้นสอง) และเสาชั้นหนึ่ง(พื้นชั้นสองถึงพื้นชั้นหนึ่ง)

ใช้หน้าตัดเดียวกันเพราะน้ำหนักบรรทุกน้อย

ออกแบบเป็นเสาสี่เหลี่ยมจัตุรัสปลอกเดี่ยว $\phi = 0.70$

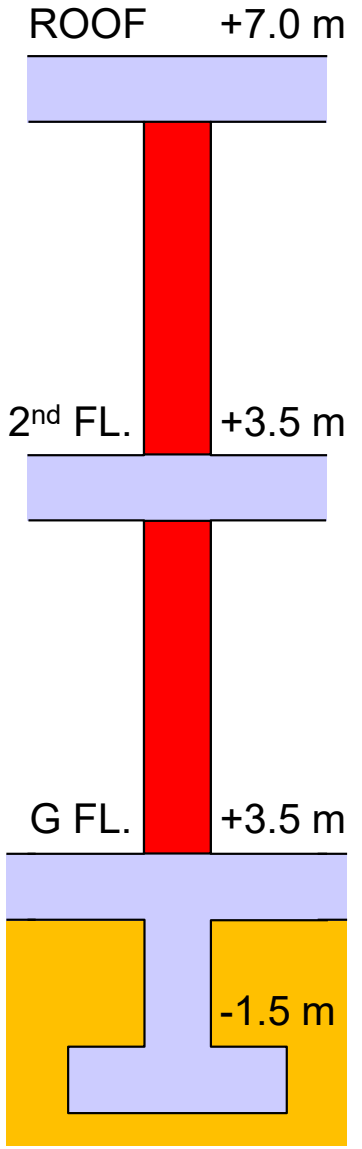
กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาที่ต้องการ:

$$P_n = \frac{P_u}{\phi} = \frac{36.73}{0.7} = 52.47 \text{ ton}$$

จากสมการ $P_n = 0.80\left[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}\right]$

$$52.47 = 0.80\left[0.85(0.24)(20\times 20 - A_{st}) + (4.0)A_{st}\right]$$

$A_{st} = -4.22$ ซม.^{2} แสดงว่ากำลังคอนกรีตมากกว่ากำลังที่ต้องการ



$\therefore$ ใช้เหล็กน้อยที่สุด $\mathbf{A_{st} = 0.01A_g}$

$0.01A_g = 0.01\times20\times20 = 4.0$ ซม.^{2} **USE 4DB12 ($A_{st} = 4.52$ ซม.^{2})**

ตรวจสอบกำลังหน้าตัด : 0.2×0.2 ม. เสริมเหล็ก 4DB12 ($A_{st} = 4.52$ ซม.^{2})

$$P_n = 0.80\left[0.85(0.24)(20\times20-4.52)+4.0\times4.52\right]$$

$= 79.0$ ตัน $>$ [$P_n = 52.47$ ตัน ที่ต้องการ] **OK**

ออกแบบเหล็กปลอก : ใช้ปลอกเดี่ยว RB9 คำนวณระยะห่างจากค่าที่น้อยที่สุดระหว่าง

16 เท่า เส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กยืน $= 16\times1.2 = 19.2$ ซม. **ควบคุม**

48 เท่า เส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กปลอก $= 48\times0.9 = 43.2$ ซม.

ความกว้างหน้าเสาที่น้อยที่สุด $= 20$ ซม.

USE Stirrup RB9 @ 0.18 ม.

2. ออกแบบเสาตอม่อ(พื้นชั้นหนึ่งถึงฐานราก)

ออกแบบเป็นเสาสี่เหลี่ยมจัตุรัสปลอกเดี่ยว $\phi = 0.70$

กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาที่ต้องการ $P_n = 79.81 / 0.7 = 114.0$ ตัน

จากสมการ $P_n = 0.80\left[0.85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}\right]$

$$114.0 = 0.80\left[0.85(0.24)(20 \times 20 - A_{st}) + (4.0)A_{st}\right]$$

$A_{st} = 16.04$ ซม.^{2} $= 0.04Ag$ $[\ 0.01Ag \le Ast \le 0.08Ag\ ]$ **OK**

USE 8DB16 ($A_{st} = 16.08$ ซม.^{2})

ตรวจสอบกำลังหน้าตัด : 0.2 ม. × 0.2 ม. เสริมเหล็ก 8DB16 ($A_{st} = 16.08$ ซม.^{2})

$$P_n = 0.80\left[0.85(0.24)(20 \times 20 - 16.08) + 4.0 \times 16.08\right]$$

$= 114.11$ ตัน $>$ [$P_n = 114.0$ ตัน ที่ต้องการ] **OK**

ออกแบบเหล็กปลอก : ใช้สองปลอกเดี่ยว RB9 คำนวณระยะห่างจากค่าที่น้อยที่สุดระหว่าง

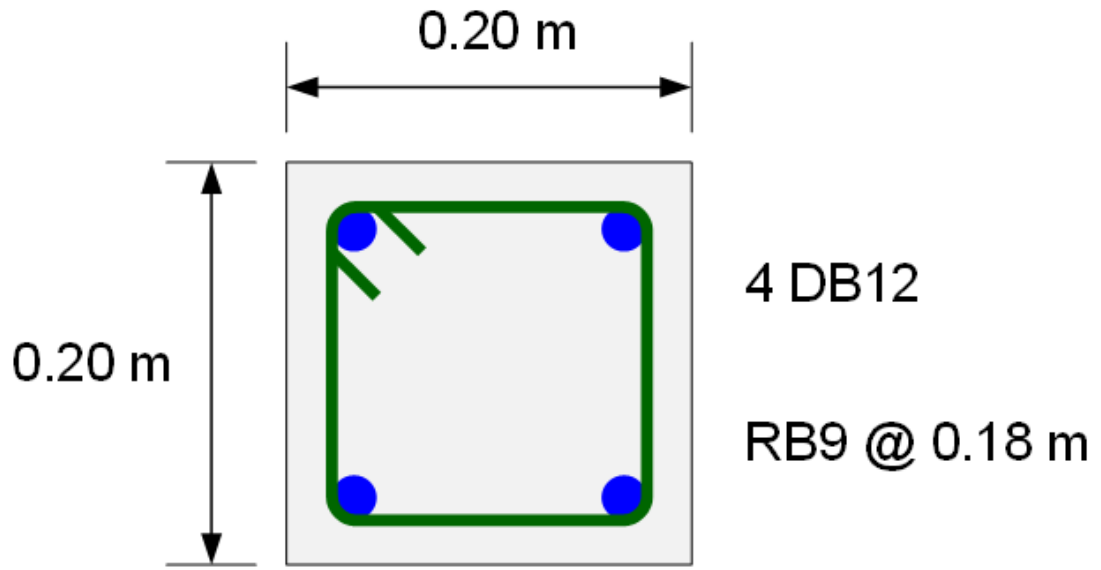
16 เท่า เส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กยืน = 16×1.6 = 25.6 ซม.

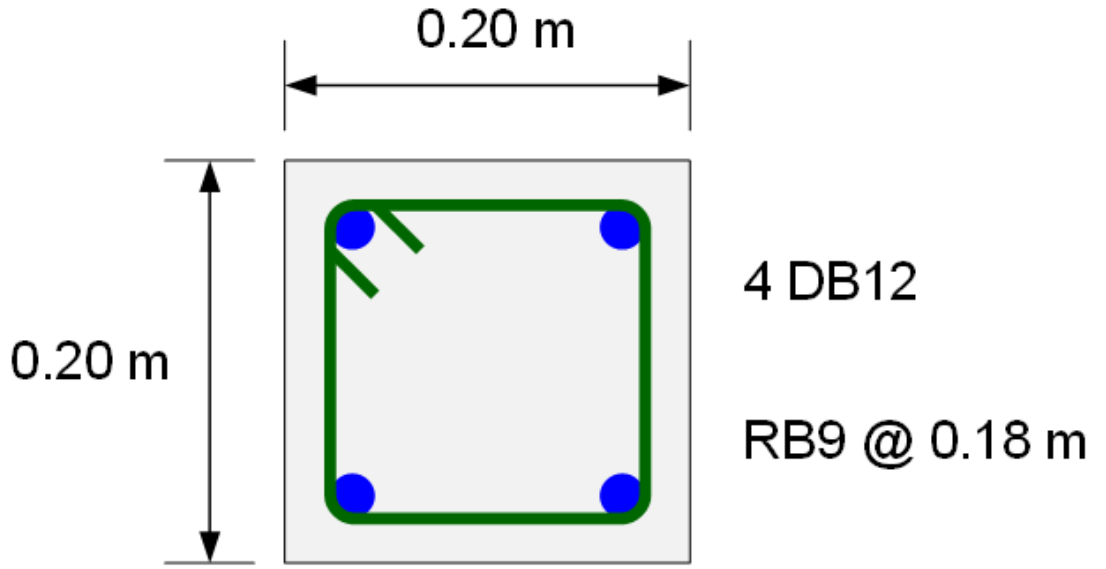
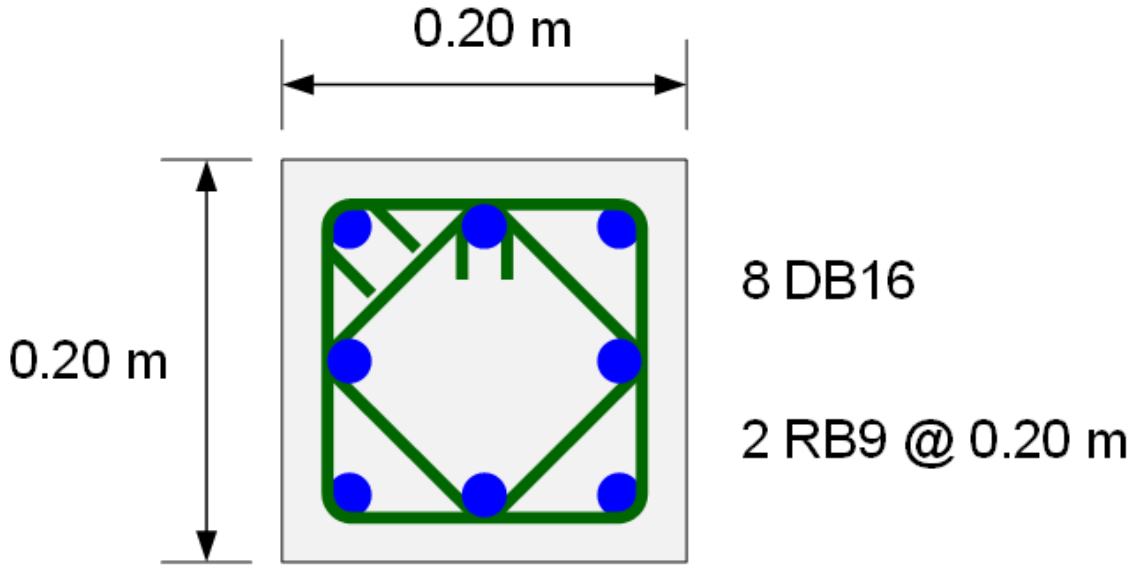
48 เท่า เส้นผ่าศูนย์กลางเหล็กปลอก = 48×0.9 = 43.2 ซม.

ความกว้างหน้าเสาที่น้อยที่สุด = 20 ซม. **ควบคุม**

USE 2 Stirrup RB9 @ 0.20 ม.

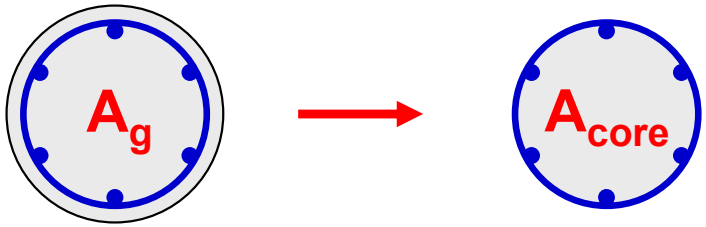
รูปหน้าตัดเสา C1 ที่ระดับชั้นต่างๆนำมาเขียนลงในตารางดังแสดงในรูปที่ 11.14

ชั้นดาดฟ้า ELEV. + 7.20 ม. ↓ 3.5 ม. ชั้นสอง ELEV. + 3.70 ม.	

ชั้นสอง ELEV. + 3.70 ม. ↓ 3.5 ม. ชั้นหนึ่ง ELEV. + 0.20 ม.	
ชั้นหนึ่ง ELEV. + 0.20 ม. ↓ 1.5 ม. ฐานราก ELEV. – 1.50 ม.	

ปริมาณเหล็กปลอกเกลียวที่ต้องการ

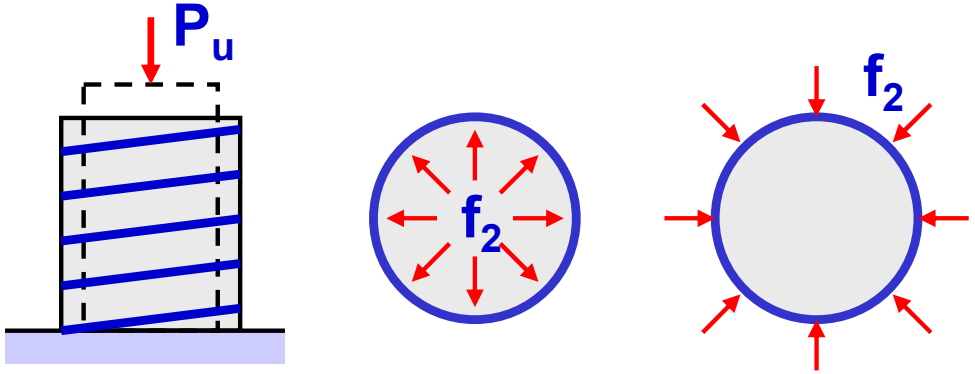
เมื่อเสาปลอกเกลียวรับแรงอัดคอนกรีตหุ้มนอกปลอกจะกะเทาะออก (spalled off)



กำลังต้านทานแรงอัดที่สูญเสียไปคือ

$$0.85 f'_c (A_g - A_{core})$$

แต่ผลจากการโอบรัดของปลอกเกลียวทำให้แรงดันด้านข้างในแกนคอนกรีต



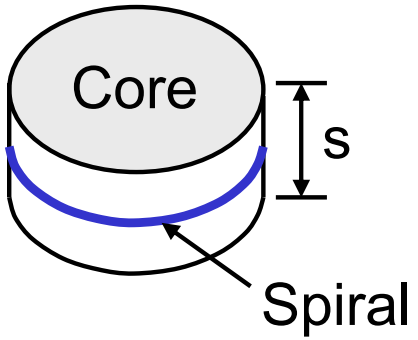
ทำให้กำลังอัดของคอนกรีตเพิ่มขึ้น

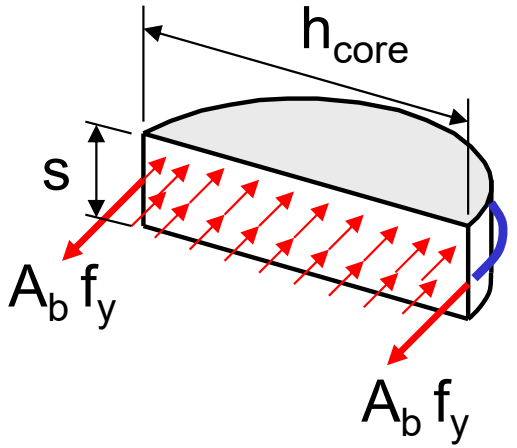
$$f_f = f'_c + 4.1 f_2$$

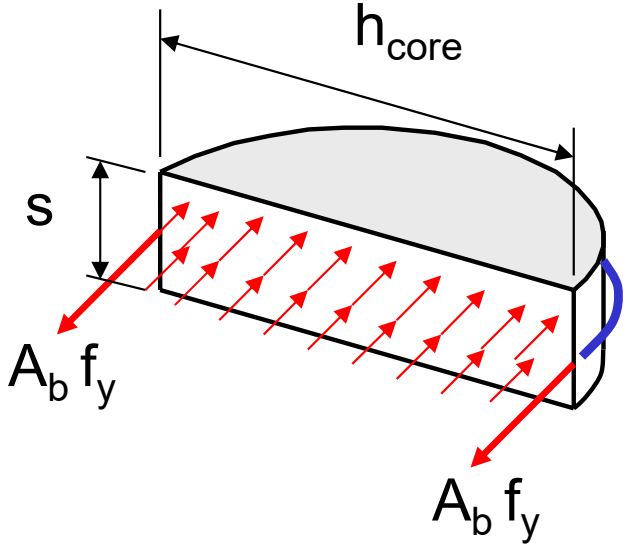
ปริมาณเหล็กปลอกต้องมีเพียงพอที่จะทำให้กำลังที่สูญเสียไปจากการกะเทาะถูกชดเชยโดยกำลังที่เพิ่มขึ้นจากการโอบรัด

$$0.85 f'_c (A_g - A_{core}) = 4.1 f_2 A_{core} \quad (1)$$

พิจารณาหน้าตัดขวางของเสาโดยแบ่งครึ่งเป็นสองส่วน







$[\ \Sigma F_x = 0\ ]\quad h_{core}\, s\, f_2 = 2\, A_b\, f_y$

$$f_2 = \frac{2A_b f_y}{h_{core} s} \quad \text{(2)}$$

(2) → (1)

$$0.85 f'_c \left(\frac{A_g}{A_{core}} - 1 \right) = \frac{4.1(2A_b f_y)}{h_{core} s} \quad \text{(3)}$$

อัตราส่วนเหล็กปลอกเกลียว

$$\rho_s = \frac{A_b\, \pi h_{core}}{\frac{\pi}{4} h_{core}^2\, s} = \frac{4A_b}{h_{core}\, s}$$

ρ_s → (3)

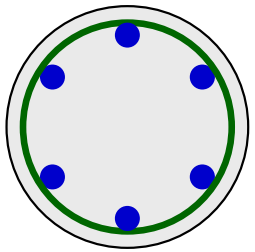
$$\rho_s = \frac{0.42 f'_c}{f_y} \left(\frac{A_g}{A_{core}} - 1 \right)$$

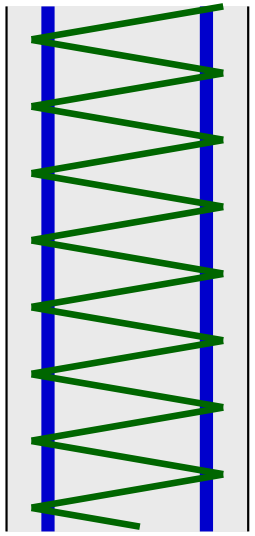
มาตรฐาน ACI และ ว.ส.ท. ปรับค่า 0.42 เป็น **0.45**

$$\rho_s = \frac{0.45 f'_c}{f_y} \left(\frac{A_g}{A_{core}} - 1 \right)$$

ข้อกำหนดในการใช้เหล็กปลอกเกลียว

เหล็กปลอก**เกลียวสำหรับองค์อาคารรับแรงอัด ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้**





- สำหรับการก่อสร้างแบบหล่อในที่ ขนาดเหล็กปลอกเกลียวต้องไม่น้อยกว่า **9** มม.
- ระยะช่องว่างระหว่างปลอกเกลียวต้องไม่เกิน **7.5** ซม. และต้องไม่น้อยกว่า **2.5** ซม.
- อัตราส่วนเหล็กปลอกเกลียว ρ_s ต้องไม่น้อยกว่า

$$\rho_s = 0.45\left(\frac{A_g}{A_{core}} - 1\right)\frac{f'_c}{f_{yt}}$$

โดยที่ f_{yt} คือ กำลังครากของเหล็กปลอกเกลียว แต่ต้องไม่น้อยกว่า **4,000** กก./ซม.^{2}

ตัวอย่างการออกแบบเสา

จงออกแบบเสาสั้นปลอกเกลียวเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกประลัย **120** ตัน

กำหนด $\mathbf{f'_c = 240}$ กก./ซม.^{2} และ $\mathbf{f_y = 4{,}000}$ กก./ซม.^{2}

เสาปลอกเกลียว

$$P_u = 0.85\phi A_g[0.85f'_c(1-\rho_g)+f_y\rho_g]$$

ลองหน้าตัด ∅ 30 ซม.

$$120 = 0.85\times0.75\times\frac{\pi}{4}\times30^2[0.85\times0.24(1-\rho_g)+4.0\times\rho_g]$$

ρ_g = **0.016** **0.01 ≤ ρ_g ≤ 0.08** **OK**

$$A_{st} = 0.016\times(\pi/4)\times30^2 = 11.3 \text{ ซม.}^2$$

Use 6DB16 (12.06 ซม.^{2})

อัตราส่วนเหล็กปลอกเกลียว $\rho_s = 0.45\left(\frac{A_g}{A_{core}}-1\right)\frac{f'_c}{f_{yt}} = 0.45\left(\frac{30^2}{24^2}-1\right)\frac{240}{2{,}400}$

= 0.0253

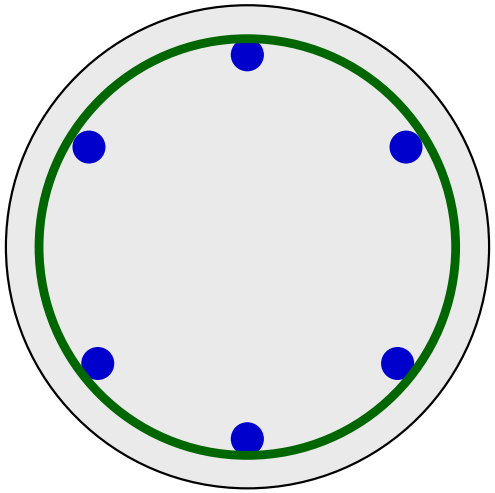
- สำหรับการก่อสร้างแบบหล่อในที่ ขนาดเหล็กปลอกเกลียวต้องไม่น้อยกว่า **9** มม.

RB9 : $A_b = 0.636\ cm^2$

$$\rho_s = \frac{4A_b}{h_{core}\, s} \rightarrow 0.0253 = \frac{4 \times 0.636}{24\, s} \rightarrow s = 4.19\ cm$$

- ระยะช่องว่างระหว่างปลอกเกลียวต้องไม่เกิน **7.5** ซม. และไม่น้อยกว่า **2.5** ซม.

USE RB9 @ 0.04 m



6 DB16

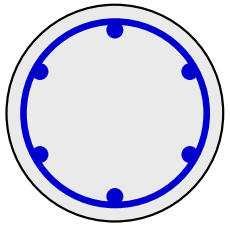
RB9 @ 0.04 m

Diameter = 0.3 m

ข้อสอบภย

ข้อที่ : 119

จงหาว่าเสาสั้นปลอกเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. มีเหล็กเสริมยืน 6-DB20 มม. fc′ = 210 ksc, fy = 3000 ksc รับน้ำหนักประลัยตามแนวแกนได้เท่าไร



$$A_g = \frac{\pi}{4} \times 30^2 = 707 \text{ cm}^2, \quad A_{st} = 6 \times 3.14 = 18.84 \text{ cm}^2$$

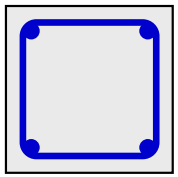
$$P_u = \phi P_n = 0.85 \times 0.75[0.85 \times 0.21(707 - 18.84) + 3.0 \times 18.84]$$

= 114 ton

ข้อสอบภย

ข้อที่ : 120

จงคำนวณกำลังรับน้ำหนักที่สภาวะประลัยของเสาสั้นปลอกเดี่ยวขนาด 40x40 ซม. มีเหล็กเสริมยืน 6-DB20 กำหนด fc′ = 210 กก./ซม.^{2}, fy = 3000 กก./ซม.^{2}



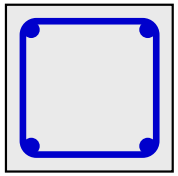
$$P_u = 0.80 \times 0.70[0.85 \times 0.21(40^2 - 18.84) + 3.0 \times 18.84]$$

= 190 ton

ข้อสอบภย

ข้อที่ : 198

เสาสั้นปลอกเดี่ยว เสริมเหล็กยืน As = As′ รับน้ำหนักบรรทุกคงที่ PD = 130 ตัน และน้ำหนักบรรทุกจร PL = 98.5 ตัน กำหนด fc′ = 280 ksc, fy = 4000 ksc จงหาเนื้อที่ของหน้าตัดเสาที่เล็กที่สุด วิธี WSD



หน้าตัดเสาเล็กที่สุด → ใช้เหล็กมากที่สุด → $\rho_g = 0.08$

$$P = 0.85A_g(0.25f'_c + f_s\rho_g), \quad f_s = 0.4f_y$$

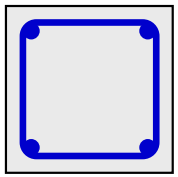
$$228.5 = 0.85A_g(0.25\times0.28 + 0.4\times4.0\times0.08)$$

$$\mathbf{A_g = 1{,}358\ cm^2}$$

ข้อสอบภย

ข้อที่ : 199

เสาสั้นปลอกเดี่ยว เสริมเหล็กยืน As = As′ รับน้ำหนักบรรทุกคงที่ PD = 130 ตัน และน้ำหนักบรรทุกจร PL = 98.5 ตัน กำหนด fc′ = 280 ksc, fy = 4000 ksc จงหาเนื้อที่ของหน้าตัดเสาที่เล็กที่สุด วิธี USD



$\rho_g = 0.08$ $P_u = 1.4\times130 + 1.7\times98.5 = \mathbf{349.5}$ ton

$$P_u = 0.8\phi A_g[0.85f'_c(1-\rho_g) + f_y\rho_g], \quad \phi = 0.7$$

$$349.5 = 0.8\times0.7A_g[0.85\times0.28(1-0.08) + 4.0\times0.08]$$

$$\mathbf{A_g = 1{,}158\ cm^2}$$