

17

Reinforced Concrete Design

Design of Column 1



- การถ่ายน้ำหนักบรรทุกลงเสา
- ชนิดของเสา
- เสาสั้นรับแรงอัดตามแนวแกน
- การออกแบบเสาโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน
- การออกแบบเสาโดยวิธีกำลัง

Mongkol JIRAVACHARADET

SURANAREE

UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

INSTITUTE OF ENGINEERING

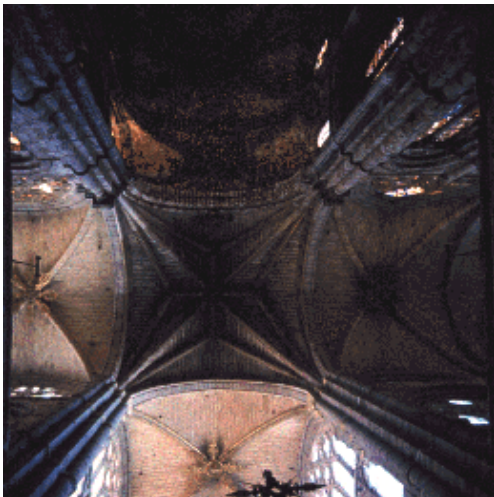
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

What is COLUMN ?

- vertical member ?
- axial compression ?
- carrying floor load ?



Pont-du-Gard. Roman aqueduct built in 19 B.C. to carry water across the Gardon Valley to Nimes. Spans of the first and second level arches are 53-80 feet. (Near Remoulins, France)

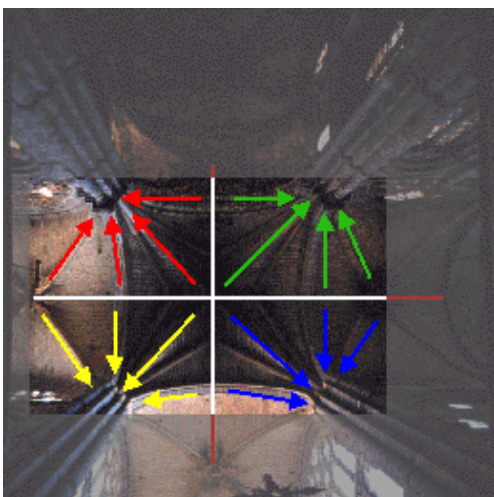


การถ่ายน้ำหนักบรรทุก

น้ำหนักบรรทุกจะถูกถ่ายเทจากจุดรับน้ำหนัก ผ่านไปยังส่วนต่างๆในโครงสร้างจนสุดท้ายลงสู่พื้นดิน

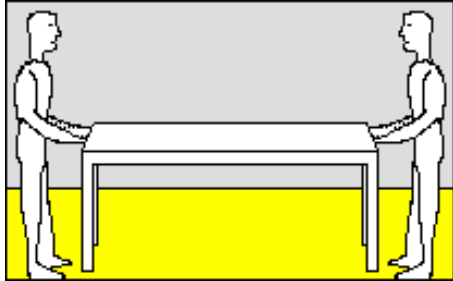
การออกแบบกำหนดระบบโครงสร้างจะเป็นตัวกำหนดลักษณะการถ่ายเทน้ำหนักบรรทุก

เส้นทางการถ่ายน้ำหนักที่ตรงที่สุดจะทำให้ได้โครงสร้างที่มีประสิทธิภาพที่สุด



Tributary Area

When loads are evenly distributed over a surface, it is often possible to **assign** portions of the load to the various structural elements supporting that surface by subdividing the total area into **tributary areas** corresponding to each member.



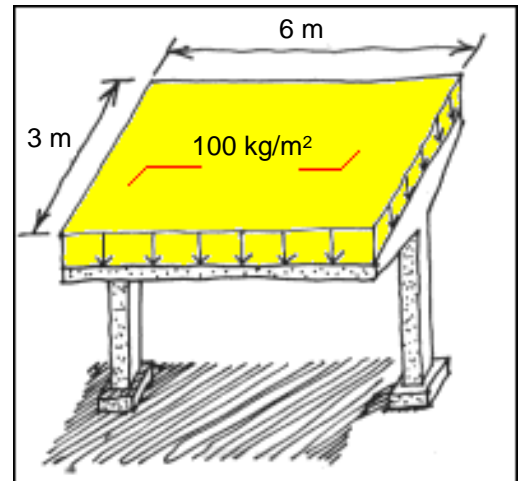
Half the load of the table goes to each lifter.

Half the 100 kg/m² snow load on the cantilevered roof goes to each column.

The tributary area for each column is 3 m x 3 m.

So the load on each column is

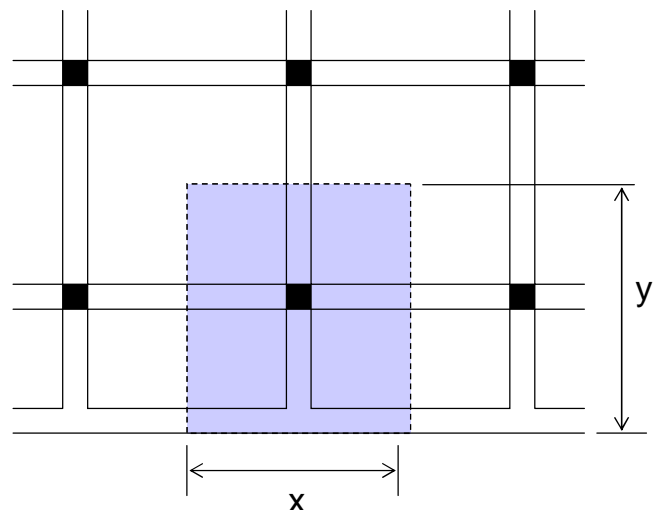
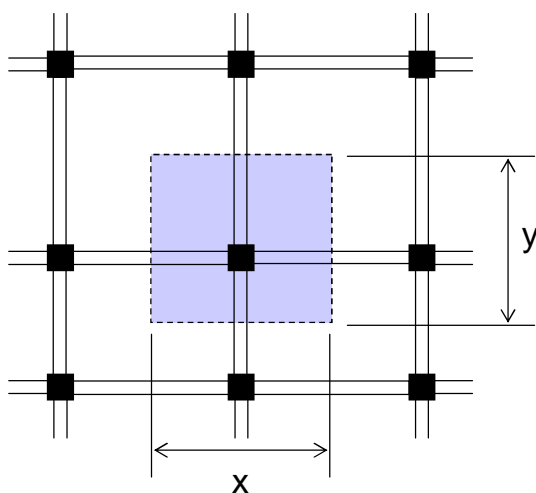
$$100 (3 \times 3) = 900 \text{ kg}$$

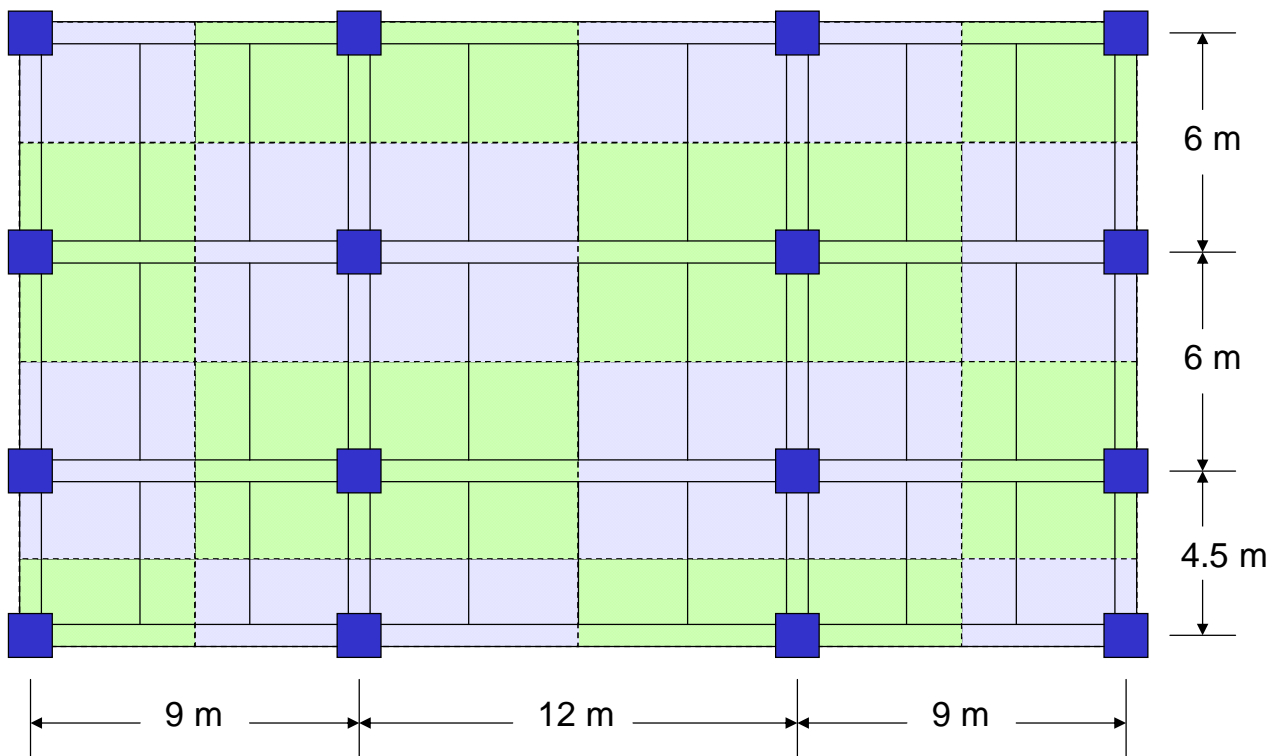


Column load transfer from beams and slabs

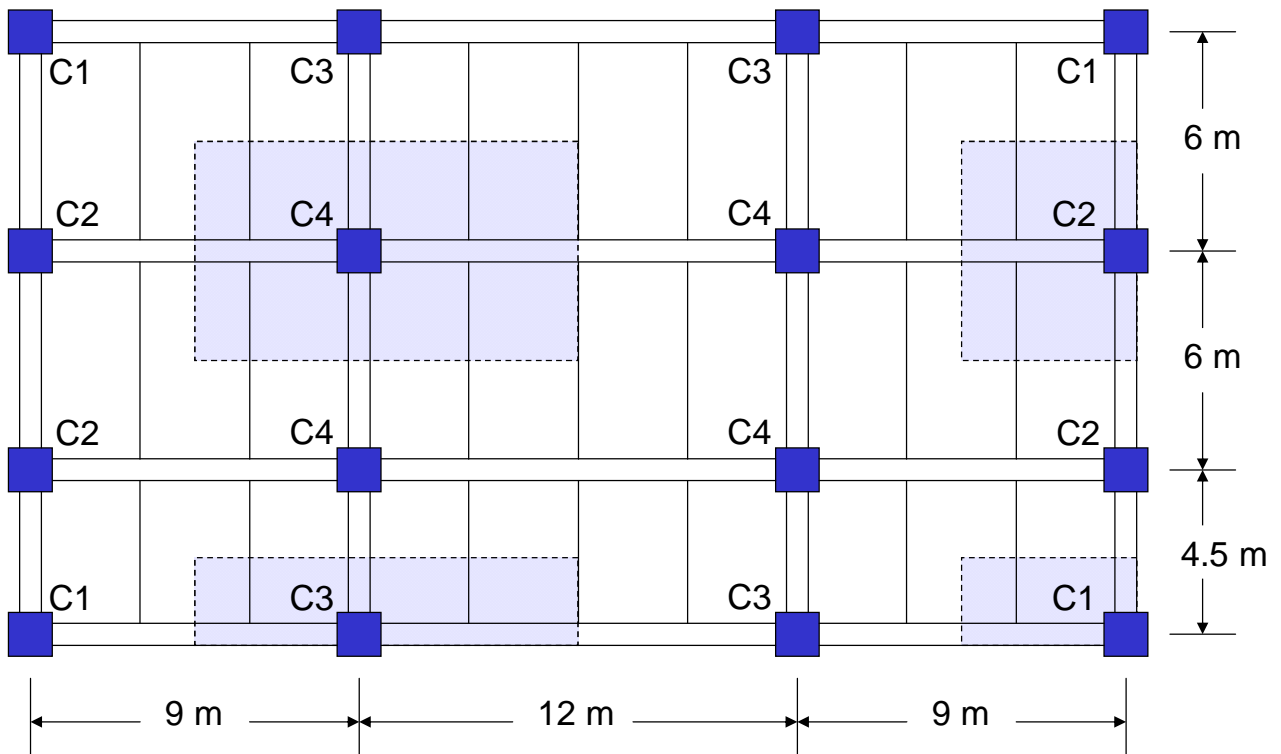
1) Tributary area method: *Half distance to adjacent columns*

Load on column = area × floor load





All area must be tributed to columns



C1 : Corner column

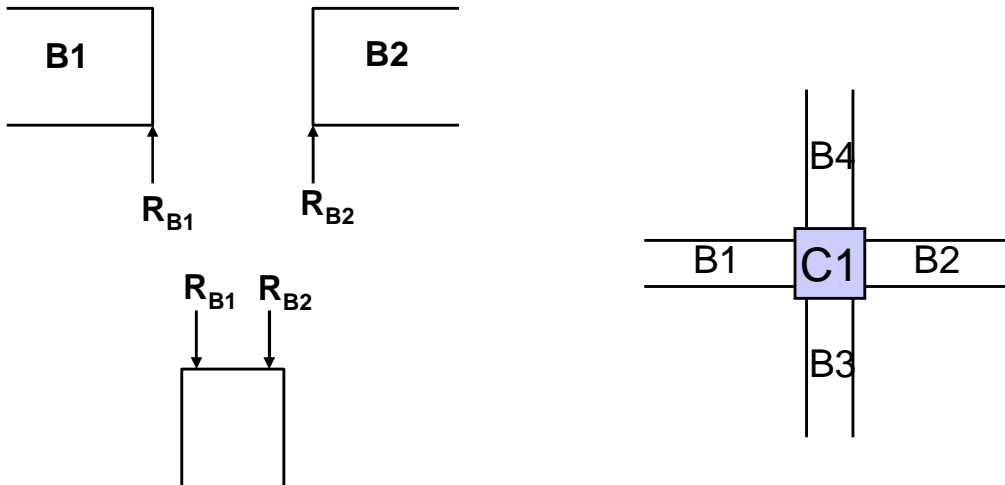
C2 : Exterior column

C3 : Exterior column

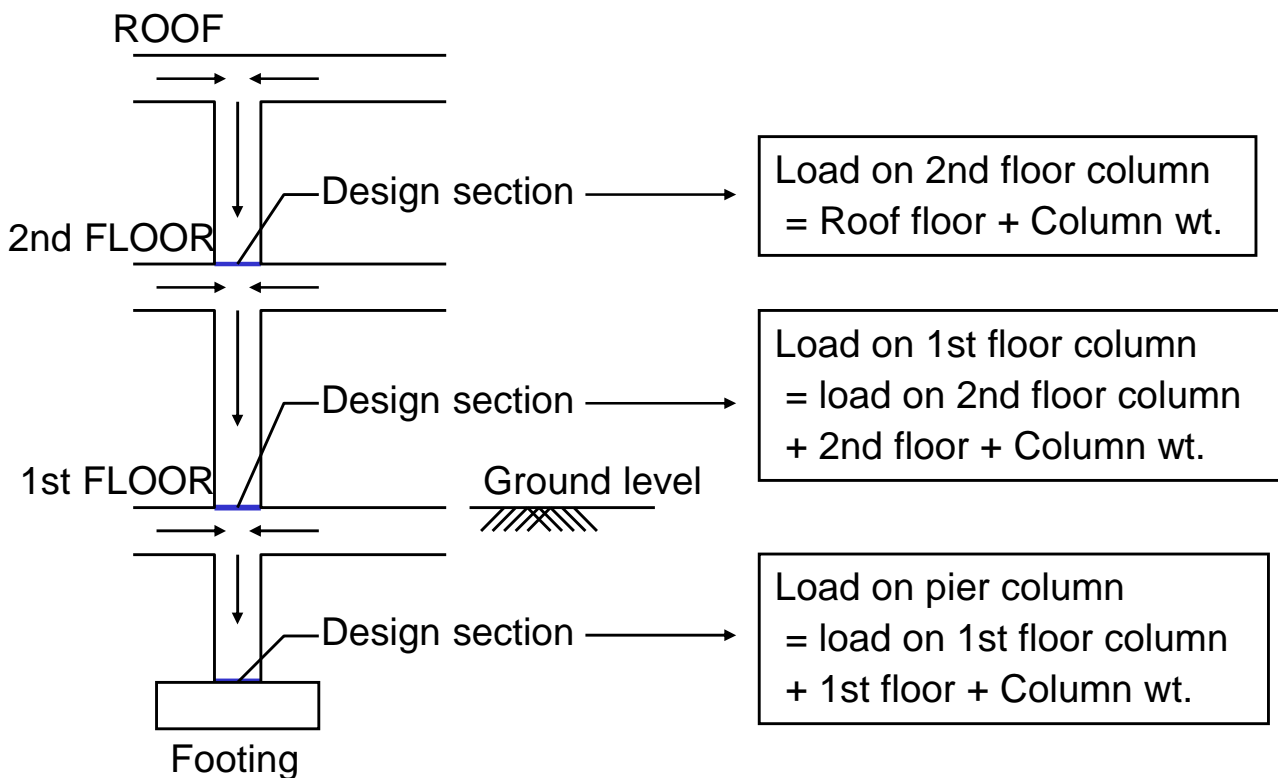
C4 : Interior column

2) Beams reaction method:

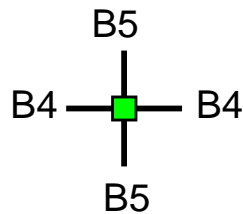
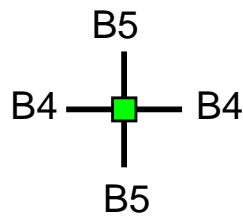
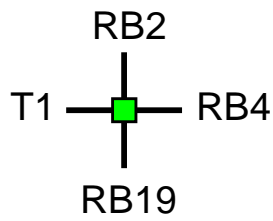
Collect loads from adjacent beam ends



Load summation on column section for design

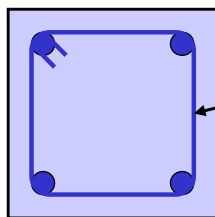


ตารางถ่ายน้ำหนักบรรทุกลงเสา

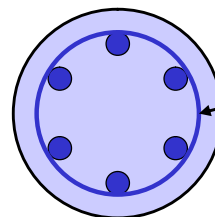


		C1 (A-6)	
<div style="text-align: center;"> </div>	ชั้นดาดฟ้า ↓ 3.50 m ชั้นสอง 0.3 x 0.3 m	RB2 = 5280 kg RB4 = 4800 kg RB19 = 4416 kg T1 = 960 kg Col.Wt. = 756 kg Floor load = <u>16212 kg</u>	
	ชั้นสอง ↓ 3.50 m ชั้นหนึ่ง 0.3 x 0.3 m	2B5 = 10764 kg 2B4 = 14736 kg Col.Wt. = 756 kg Floor load = <u>26256 kg</u> Cum. load = <u>42468 kg</u>	
	ชั้นหนึ่ง ↓ 1.50 m ฐานราก 0.4 x 0.4 m	2B5 = 10764 kg 2B4 = 14736 kg Col.Wt. = 576 kg Floor load = <u>26076 kg</u> Cum. load = <u>68544 kg</u>	

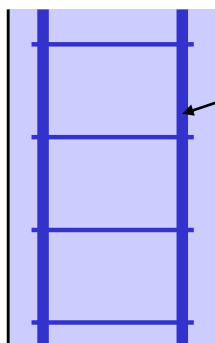
Type of Columns



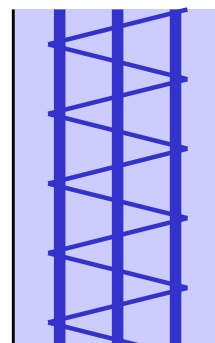
Tie



Spiral



Longitudinal steel



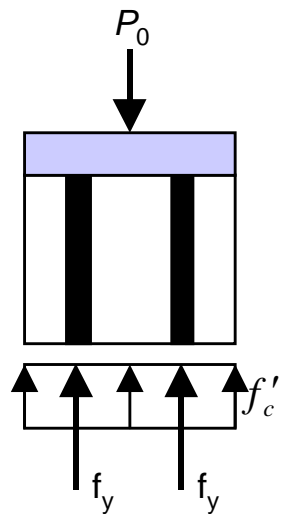
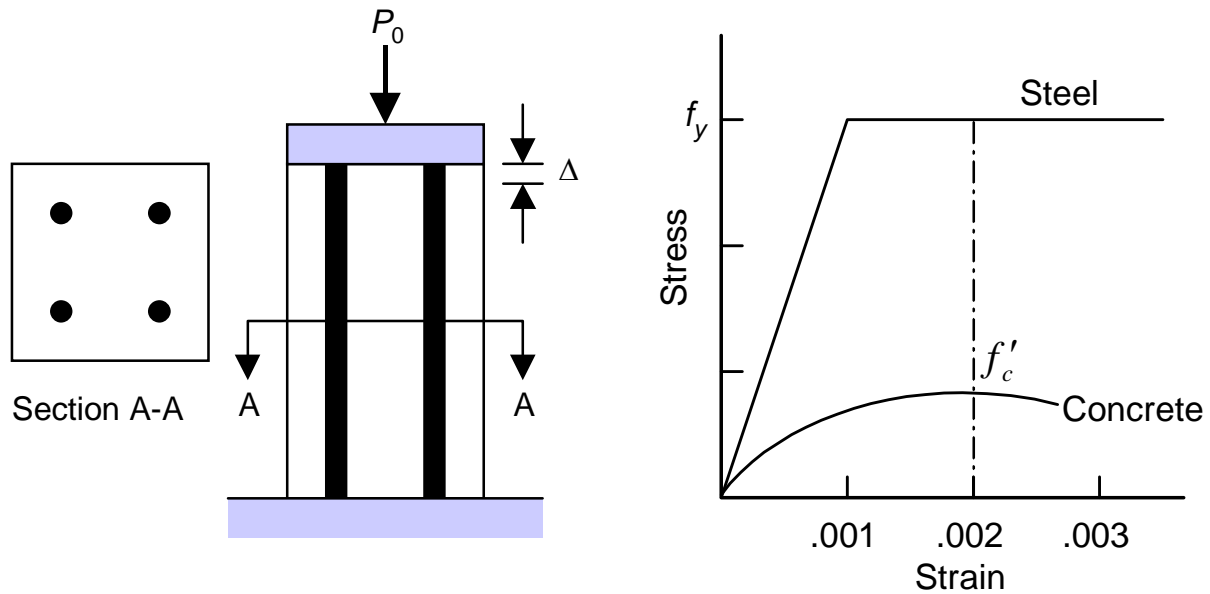
s = pitch

Tied column

Spirally reinforced column

Strength of Short Axially Loaded Columns

Short columns are typical in most building columns.



$$F_s = A_{st} f_y$$

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

$$[\Sigma F_y = 0]$$

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

From experiment:

$$P_0 = A_{st} f_y + 0.85 f'_c (A_g - A_{st})$$

where

A_g = Gross area of column section

A_{st} = Longitudinal steel area

Failures of RC Columns

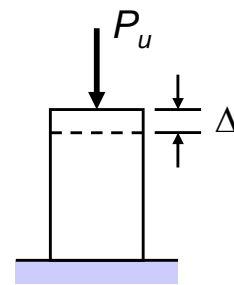
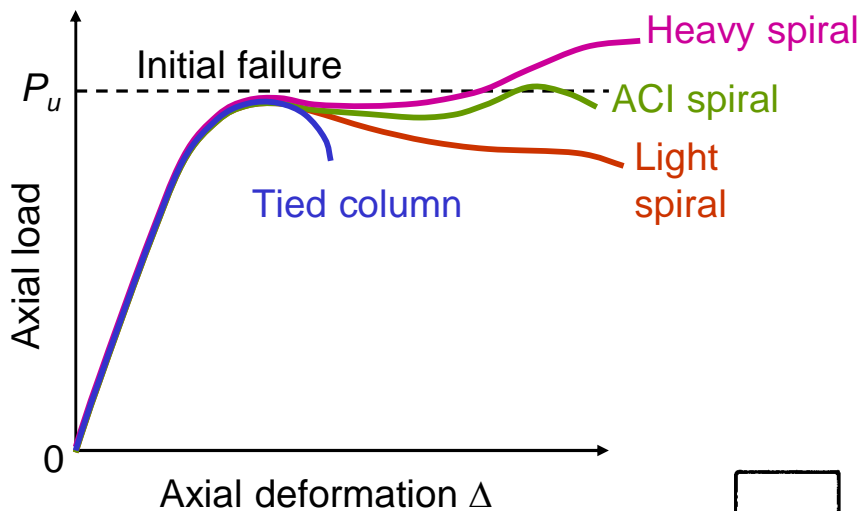
Crushing



Buckling



Column Failure by Axial Load



Unsupported bars buckle



(a)

Concrete shell spalls off

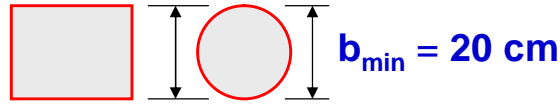


(b)

พิกัดเสาตามมาตรฐาน ว.ส.ท.

WSD**SDM**

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

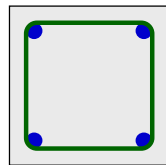
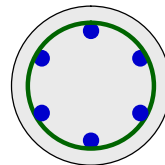


- ▶ พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมยื่นในเสา ต้องไม่น้อยกว่า **0.01** และไม่เกิน **0.08** ของพื้นที่หน้าตัดเสา A_g

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

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

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

**4DB12****6DB12**

ระยะคอนกรีตหุ้มเหล็กเสริม

WSD**SDM**

ระยะจากผิวคอนกรีตถึงผิวนอกสุดของเหล็กปลอกเดี่ยว เหล็กปลอกเกลียว หรือเหล็กลูกตั้ง ในกรณีที่ไม่มีเหล็กดังก้าว ให้วัดถึงผิวนอกของเหล็กเสริมที่อยู่นอกสุด

- ▶ 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.**

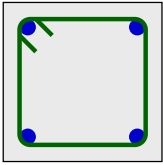
ระยะหุ้มต่ำสุด

7.5 ซม.**5.0 ซม.****4.0 ซม.****4.0 ซม.****2.0 ซม.****3.0 ซม.****3.5 ซม.**

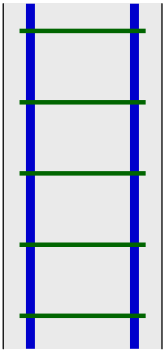
เหล็กปลอกเดี่ยว

WSD SDM

เหล็กปลอกเดี่ยวสำหรับองค์อาคารรับแรงอัด ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้



- ▶ เหล็กยื่นทุกเส้นจะต้องถูกห่อหุ้มโดยปลอกเดี่ยวโดยมีขนาดดังนี้
 - เหล็กปลอก **6** มม. สำหรับเหล็กยื่นขนาด **20** มม. หรือเล็กกว่า
 - เหล็กปลอก **9** มม. สำหรับเหล็กยื่นขนาด **25 - 32** มม.
 - เหล็กปลอก **12** มม. สำหรับเหล็กยื่นใหญ่กว่า **32** มม. ขึ้นไป



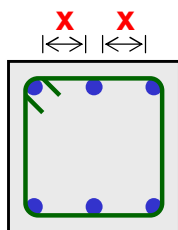
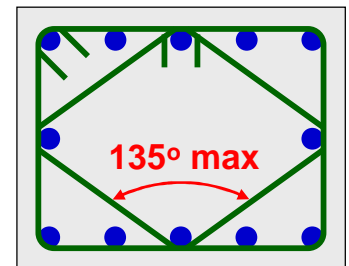
- ▶ ระยะห่างของเหล็กปลอกต้องไม่มากกว่าค่าต่อไปนี้
 - **16** เท่าของขนาดเหล็กยื่น
 - **48** เท่าของขนาดเหล็กปลอก
 - ความกว้างหน้าเสาที่เล็กที่สุด



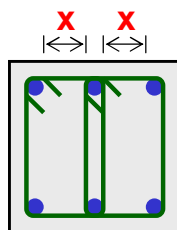
เหล็กปลอกเดี่ยว

WSD SDM

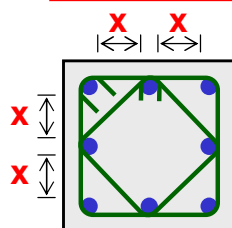
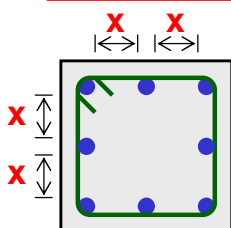
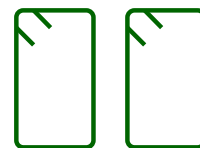
- ▶ ต้องจัดให้เหล็กยื่นทุกมุมและเส้นเว้นเส้นมีการ รองรับโดยมุมของเหล็กปลอก โดยมุมเหล็กปลอกไม่เกิน **135°**
- ▶ สำหรับเหล็กยื่นที่ไม่มีมุมเหล็กปลอกยึด ระยะช่องว่างของเหล็กเส้นนั้นกับเส้นที่มีมุมเหล็กปลอกยึดต้องไม่เกิน **15** ซม.



$x \leq 15 \text{ cm}$

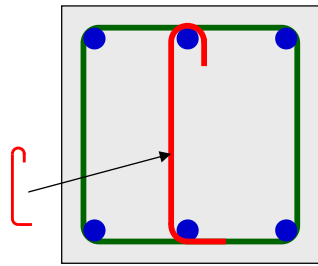


$x > 15 \text{ cm}$

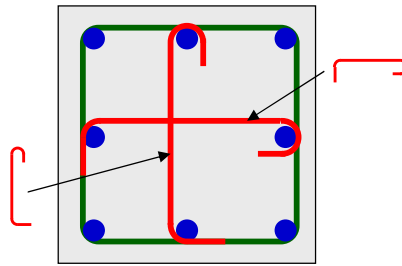


การจัดวางเหล็กปลอกเดี่ยว

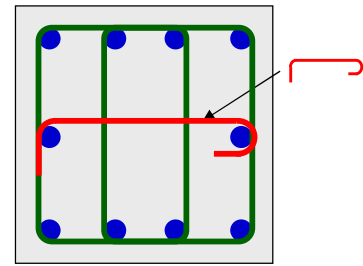
WSD SDM



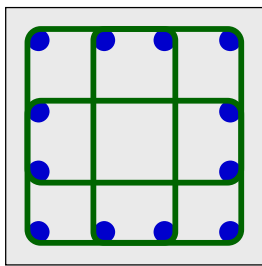
6 BARS



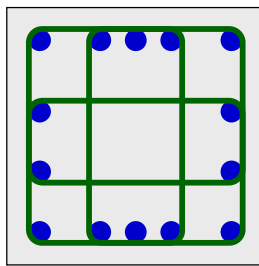
8 BARS



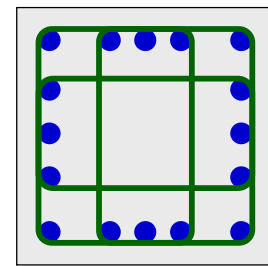
10 BARS



12 BARS



14 BARS



16 BARS

ปริมาณเหล็กปลอกเกลียวที่ต้องการ

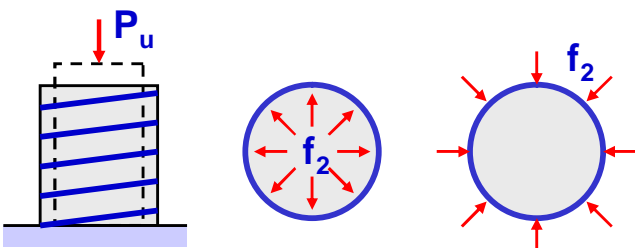
เมื่อเสาปลอกเกลียวรับแรงอัดคอนกรีตหุ้ม
นอกปลอกจะกะเทาะออก (spalled off)



กำลังต้านทานแรงอัดที่สูญเสียไปคือ

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

แต่ผลจากการโอบรัดของปลอกเกลียวทำ
ให้แรงดันด้านข้างในแกนคอนกรีต



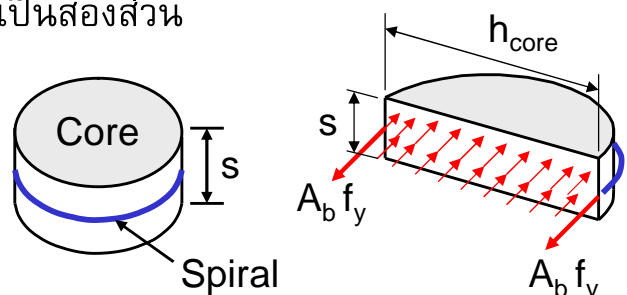
ทำให้กำลังอัดของคอนกรีตเพิ่มขึ้น

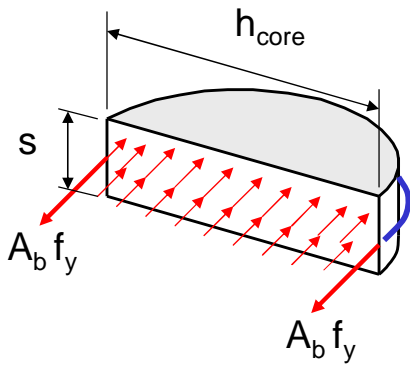
$$f_f = f'_c + 4.1f_2$$

ปริมาณเหล็กปลอกต้องมีเพียงพอที่จะทำ
ให้กำลังที่สูญเสียไปจากการกะเทาะถูก
ชดเชยโดยกำลังที่เพิ่มขึ้นจากการโอบรัด

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

พิจารณาหน้าตัดขวางของเสาโดยแบ่งครึ่ง
เป็นสองส่วน





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

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

2 → 1

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

อัตราส่วนเหล็กปลอกเกลียว

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

$\rho_s \rightarrow$ 3

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

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

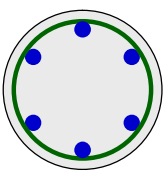
$$\rho_s = \frac{0.45 f'_c}{f_y} \left(\frac{A_g}{A_{\text{core}}} - 1 \right)$$

ข้อกำหนดในการใช้เหล็กปลอกเกลียว

WSD

SDM

เหล็กปลอกเกลียวสำหรับองค์อาคารรับแรงอัด ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้



▶ สำหรับการก่อสร้างแบบหล่อในที่ ขนาดเหล็กปลอกเกลียวต้องไม่น้อยกว่า 9 มม.

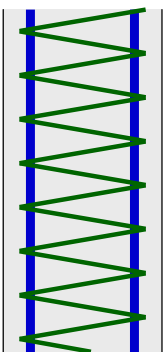
▶ ระยะช่องว่างระหว่างปลอกเกลียวต้องไม่เกิน 7.5 ซม. และต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ซม.

▶ อัตราส่วนเหล็กปลอกเกลียว ρ_s ต้องไม่น้อยกว่า

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

โดยที่ f_{yt} คือ กำลังครากของเหล็กปลอกเกลียว แต่ต้องไม่น้อยกว่า

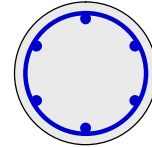
4,000 กก./ชม.²



▶ นำหนักที่คำนวณในภาคนี้ใช้ได้เฉพาะเมื่อไม่มีการลดกำลังเนื่องจากความชะลูด

เสาปลอกเกลียว

$$P = A_g (0.25f'_c + f_s \rho_g)$$

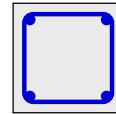


โดยที่ f_s = หน่วยแรงที่ยอมให้ของเหล็กเสริมในแนวตั้งของเสา ให้ใช้เท่ากับ **0.40 f_y** แต่ต้องไม่เกิน **2,100 กก./ชม.²**

ρ_g = อัตราส่วนเนื้อที่เหล็กเสริมตามแนวตั้งต่อเนื้อที่ทั้งหมด = A_{st} / A_g

เสาปลอกเดี่ยว

$$P = 0.85 A_g (0.25f'_c + f_s \rho_g)$$



เสา ค.ส.ล. แกนเหล็ก

$$P = 0.225 A_g f'_c + f_s A_{st} + f_r A_r$$



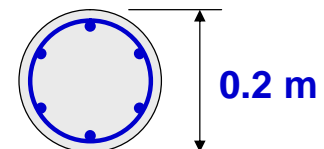
โดยที่ f_r = หน่วยแรงที่ยอมให้ของแกนเหล็ก แต่ต้องไม่เกิน **1,200 กก./ชม.²** สำหรับเหล็ก มอก.116-2529 ชั้นคุณภาพ **Fe24**

กำลังรับน้ำหนักของเสาเล็กที่สุด

สำหรับ $f'_c = 240$ กก./ชม.² และ $f_y = 4,000$ กก./ชม.²

เสาปลอกเกลียว

$$P = A_g (0.25f'_c + f_s \rho_g)$$



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

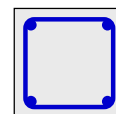
6 DB12

$$P = 0.25 \times 0.24 \times (\pi/4) \times 20^2 + 0.4 \times 4.0 \times 6 \times 1.13$$

$$= \mathbf{29.7 \text{ ton}}$$

เสาปลอกเดี่ยว

$$P = 0.85 A_g (0.25f'_c + f_s \rho_g)$$



0.2 m × 0.2 m

4 DB12

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

$$P = 0.85 (0.25 \times 0.24 \times 20^2 + 0.4 \times 4.0 \times 4 \times 1.13)$$

$$= \mathbf{26.5 \text{ ton}}$$

ตัวอย่างการออกแบบเสา

WSD

จงออกแบบเสาสี่เหลี่ยมเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน 80 ตัน กำหนด $f'_c = 240$ กก./ cm^2 และ $f_y = 4,000$ กก./ cm^2

เสาปลอกเดี่ยว $P = 0.85 A_g (0.25 f'_c + f_s \rho_g)$

ลองหน้าตัด 40×40 ซม. $\rightarrow 80 = 0.85 \times 40^2 (0.25 \times 0.24 + 0.4 \times 4.0 \times \rho_g)$
 $\rho_g =$ **ติดลบ** แสดงว่าหน้าตัดใหญ่ไปให้ลดหน้าตัด หรือใช้เหล็กน้อยที่สุด

ลองหน้าตัด 30×30 ซม. $\rightarrow 80 = 0.85 \times 30^2 (0.25 \times 0.24 + 0.4 \times 4.0 \times \rho_g)$
 $\rho_g = 0.028$ $0.01 \leq \rho_g \leq 0.08$ **OK**
 $A_{st} = 0.028 \times 30^2 = 25.2$ ซม.²
Use 6DB25 (29.45 ซม.²)

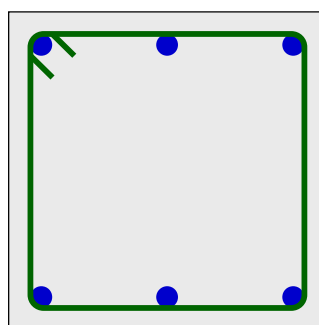
เหล็กยื่นขนาด **DB25-DB32** ใช้เหล็กปลอกขนาด **RB9**

WSD

ระยะห่างเหล็กปลอก : ด้านแคบที่สุด = 30 ซม. \rightarrow **Use RB9 @ 0.30 m**

16 เท่าเหล็กยื่น = $16 \times 2.5 = 40$ ซม.

48 เท่าเหล็กปลอก = $48 \times 0.9 = 43$ ซม.



6 DB25

RB9 @ 0.30 m

0.3 m × 0.3 m

ตัวอย่างการออกแบบเสา

WSD

จงออกแบบเสาสั้นปลอกเกลียวเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกใช้งาน **80** ตัน กำหนด $f'_c = 240$ กก./ชม.² และ $f_y = 4,000$ กก./ชม.²

เสาปลอกเกลียว

$$P = A_g (0.25 f'_c + f_s \rho_g)$$

ลองหน้าตัด
Ø 30 ซม.

$$\rightarrow 80 = \frac{\pi}{4} \times 30^2 (0.25 \times 0.24 + 0.4 \times 4.0 \times \rho_g)$$

$$\rho_g = 0.033$$

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

OK

$$A_{st} = 0.033 \times (\pi / 4) \times 30^2 = 23.5 \text{ ชม.}^2$$

Use 6DB25 (29.45 ชม.²)

$$\begin{aligned} \text{อัตราส่วนเหล็กปลอกเกลียว } \rho_s &= 0.45 \left(\frac{A_g}{A_{\text{core}}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}} = 0.45 \left(\frac{30^2}{24^2} - 1 \right) \frac{240}{2,400} \\ &= 0.0253 \end{aligned}$$

- ▶ สำหรับการก่อสร้างแบบหล่อในที่ ขนาดเหล็กปลอกเกลียวต้องไม่น้อยกว่า **9** มม.

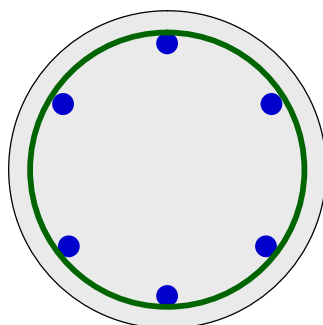
$$\text{RB9 : } A_b = 0.636 \text{ cm}^2$$

WSD

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

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

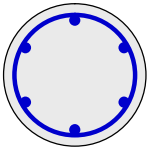
USE RB9 @ 0.04 m



6 DB25

RB9 @ 0.04 m

Diameter = 0.3 m

ข้อสอบยกย**ข้อที่ : 115**

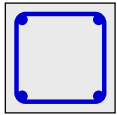
เสากลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 ม. เสริมเหล็กตามยาว 6-DB12 เหล็กปลอก RB9 @ 0.05 ม. จะรับน้ำหนักได้เท่าไร ถ้า $f_c' = 240$ กก./ชม.², $f_y = 3000$ กก./ชม.² (วิธี WSD)

$$P = A_g (0.25 f_c' + f_s \rho_g)$$

$$0.25 f_c' A_g = 0.25 \times 240 \times 0.25 \pi \times 30^2 = 42,412 \text{ kg}$$

$$A_s f_s = 6 \times 1.13 \times 0.4 \times 3,000 = 8,136 \text{ kg}$$

$$P = 42,412 + 8,136 = \mathbf{50,548 \text{ kg}}$$

ข้อสอบยกย**ข้อที่ : 138**

เสากลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.30 ม. เสริมเหล็กตามยาว 6-DB12 เหล็กปลอก RB9 @ 0.05 ม. จะรับน้ำหนักได้เท่าไร ถ้า $f_c' = 240$ กก./ชม.², $f_y = 3000$ กก./ชม.² (วิธี WSD)

$$P = 0.85 A_g (0.25 f_c' + f_s \rho_g)$$

$$0.25 f_c' A_g = 0.25 \times 250 \times 30 \times 30 = 56,250 \text{ kg}$$

$$A_s f_s = 4 \times 3.14 \times 0.4 \times 3,000 = 15,072 \text{ kg}$$

$$P = 0.85(56,250 + 15,072) = \mathbf{60,624 \text{ kg}}$$

วิธีกำลัง ว.ส.ท. 1008-38**SDM**

▶ น้ำหนักบรรทุกทุกประลัยที่กระทำต่อเสา : $P_u = 1.4 DL + 1.7 LL$

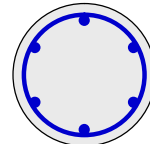
▶ ออกแบบหน้าตัดให้มีกำลัง : $P_n \geq P_u / \phi$

$\phi = 0.75$ สำหรับเสาปลอกเกลียว

$\phi = 0.70$ สำหรับเสาปลอกเดี่ยว

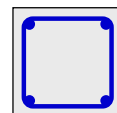
▶ กำลังรับแรงอัดตามแนวแกนของเสาปลอกเกลียว :

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



▶ กำลังรับแรงอัดตามแนวแกนของเสาปลอกเดี่ยว :

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



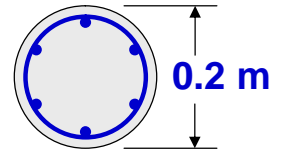
กำลังรับน้ำหนักของเสาเล็กที่สุด

SDM

สำหรับ $f'_c = 240$ กก./ชม.² และ $f_y = 4,000$ กก./ชม.²

เสาปลอกเกลียว

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



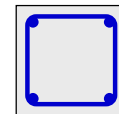
6 DB12

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

$$P_u = 0.85 \times 0.75 \times [0.85 \times 0.24 \times (\frac{\pi}{4} \times 20^2 - 6 \times 1.13) + 4.0 \times 6 \times 1.13]$$
$$= 57.3 \text{ ton}$$

เสาปลอกเดี่ยว

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



4 DB12

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

0.2 m x 0.2 m

$$P_u = 0.8 \times 0.7 \times [0.85 \times 0.24 \times (20^2 - 4 \times 1.13) + 4.0 \times 4 \times 1.13]$$
$$= 55.3 \text{ ton}$$

ตัวอย่างการออกแบบเสา

SDM

จงออกแบบเสาสั้นปลอกเดี่ยวเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกทุกประลัย 120 ตัน กำหนด $f'_c = 240$ กก./ชม.² และ $f_y = 4,000$ กก./ชม.²

เสาปลอกเดี่ยว

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

ลองหน้าตัด
40x40 ซม.

$$\rightarrow 120 = 0.8 \times 0.7 \times 40^2 [0.85 \times 0.24 (1 - \rho_g) + 4.0 \times \rho_g]$$

$$\rho_g = \text{ติดลบ} \quad \text{แสดงว่าหน้าตัดใหญ่ไปให้ลดหน้าตัด หรือใช้เหล็กน้อยที่สุด}$$

ลองหน้าตัด
30x30 ซม.

$$\rightarrow 120 = 0.8 \times 0.7 \times 30^2 [0.85 \times 0.24 (1 - \rho_g) + 4.0 \times \rho_g]$$

$$\rho_g = 0.009 < 0.01 \quad \text{Use } \rho_g = 0.01$$

$$A_{st} = 0.01 \times 30^2 = 9.00 \text{ ชม.}^2$$

Use 4DB20 (12.56 ชม.²)

SDM

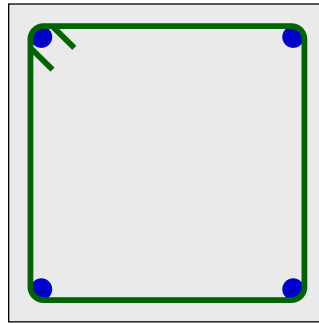
▶ เหล็กยื่นขนาด **DB20** หรือเล็กกว่าใช้เหล็กปลอกขนาด **RB6**

ระยะห่างเหล็กปลอก : ด้านแคบที่สุด = 30 ซม.

Use RB9 @ 0.25 m

16 เท่าเหล็กยื่น = $16 \times 2.0 = 32$ ซม.

48 เท่าเหล็กปลอก = $48 \times 0.6 = 28.8$ ซม.

**4 DB20****RB6 @ 0.25 m****0.3 m × 0.3 m**

ตัวอย่างการออกแบบเสา

SDM

จงออกแบบเสาสั้นปลอกเกลียวเพื่อรับน้ำหนักบรรทุกทุกประลัย **120** ตัน

กำหนด $f'_c = 240$ กก./ซม.² และ $f_y = 4,000$ กก./ซม.²

เสาปลอกเกลียว

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

ลองหน้าตัด
Ø 30 ซม.

$$\rightarrow 120 = 0.85 \times 0.75 \times \frac{\pi}{4} \times 30^2 [0.85 \times 0.24 (1 - \rho_g) + 4.0 \times \rho_g]$$

$$\rho_g = 0.016 \quad 0.01 \leq \rho_g \leq 0.08$$

OK

$$A_{st} = 0.016 \times (\pi / 4) \times 30^2 = 11.3 \text{ ซม.}^2$$

Use 6DB16 (12.06 ซม.²)

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

$$= 0.0253$$

SDM

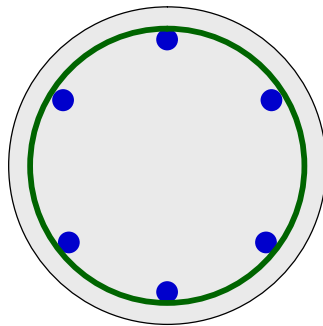
- ▶ สำหรับการก่อสร้างแบบหล่อในที่ ขนาดเหล็ก
ปลอกเกลียวต้องไม่น้อยกว่า **9 มม.**

$$\text{RB9 : } A_b = 0.636 \text{ cm}^2$$

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

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

USE RB9 @ 0.04 m



6 DB16

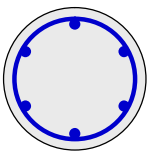
RB9 @ 0.04 m

Diameter = 0.3 m

ข้อสอบกย

ข้อที่ : 119

จงหาว่าเสาสั้นปลอกเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 ซม. มีเหล็กเสริมยื่น 6-DB20 มม. $f_c' = 210 \text{ ksc}$, $f_y = 3000 \text{ ksc}$ รับน้ำหนักประลัยตามแนวแกนได้เท่าไร



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

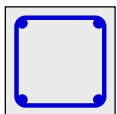
$$P_u = \phi P_n = 0.85 \times 0.75 [0.85 \times 0.21(707 - 18.84) + 3.0 \times 18.84]$$

$$= 114 \text{ ton}$$

ข้อสอบกย

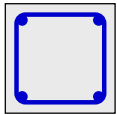
ข้อที่ : 120

จงคำนวณกำลังรับน้ำหนักที่สภาวะประลัยของเสาสั้นปลอกเดี่ยวขนาด 40x40 ซม. มีเหล็กเสริมยื่น 6-DB20 กำหนด $f_c' = 210 \text{ กก./ซม.}^2$, $f_y = 3000 \text{ กก./ซม.}^2$



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

$$= 190 \text{ ton}$$

ข้อสอบภย**ข้อที่ : 198**

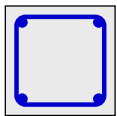
เสาสั้นปลอกเดี่ยว เสริมเหล็กยืน $A_s = A_s'$ รับน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ $PD = 130$ ตัน และน้ำหนักบรรทุกจร $PL = 98.5$ ตัน กำหนด $f_c' = 280$ ksc, $f_y = 4000$ ksc จงหาเนื้อที่ของหน้าตัดเสาที่เล็กที่สุด วิธี WSD

หน้าตัดเสาเล็กที่สุด \rightarrow ใช้เหล็กมากที่สุด $\rightarrow \rho_g = 0.08$

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

$$228.5 = 0.85 A_g (0.25 \times 0.28 + 0.4 \times 4.0 \times 0.08)$$

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

ข้อสอบภย**ข้อที่ : 199**

เสาสั้นปลอกเดี่ยว เสริมเหล็กยืน $A_s = A_s'$ รับน้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ $PD = 130$ ตัน และน้ำหนักบรรทุกจร $PL = 98.5$ ตัน กำหนด $f_c' = 280$ ksc, $f_y = 4000$ ksc จงหาเนื้อที่ของหน้าตัดเสาที่เล็กที่สุด วิธี USD

$$\rho_g = 0.08 \quad P_u = 1.4 \times 130 + 1.7 \times 98.5 = 349.5 \text{ ton}$$

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

$$349.5 = 0.8 \times 0.7 A_g [0.85 \times 0.28 (1 - 0.08) + 4.0 \times 0.08]$$

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