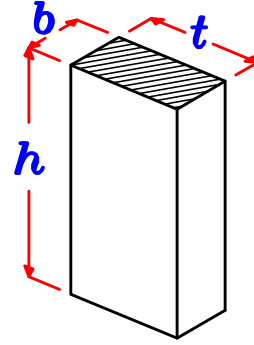


# Axially Loaded Short Columns.

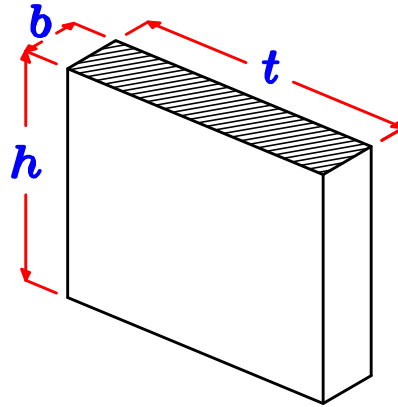
For Unbraced Column.  $IF \lambda_b \leq 10$  } The column will be  
 For Braced Column.  $IF \lambda_b \leq 15$  } Axially Loaded Short Column.

$h \geq 5b$   
 and  
 $t \leq 5b$  } Column

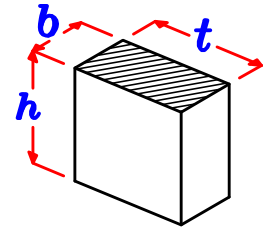


$h \geq 5b$   
 $t \leq 5b$   
 Column

$h < 5b$   
 OR  
 $t > 5b$  } R.C. Wall

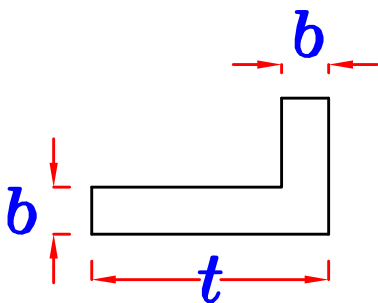


$t > 5b$   
 R.C. Wall



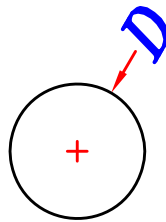
$h < 5b$   
 R.C. Wall

## أشكال الأعمدة



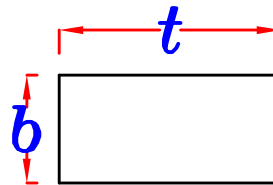
any other shape

$b \leq 250$  mm  
 $t \geq 5b$



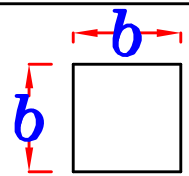
Circle

$D \leq 300$  mm



Rectangle

$b \leq 250$  mm  
 $t \geq 5b$

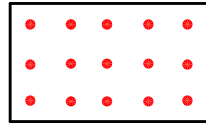
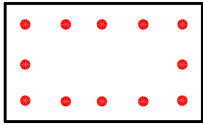


Square

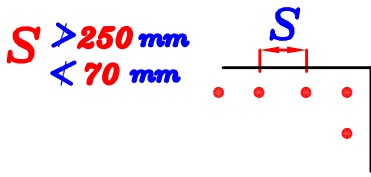
$b \leq 250$  mm

- أقل بُعد خرساني في العمود = 200 مم (مربع أو مستطيل) و يفضل أن لا يقل عن 250 مم .
- أقل قطر للأعمدة الدائرية = 200 مم و يفضل أن لا يقل عن 300 مم .
- يجب أن لا يزيد البعد الأكبر في العمود عن خمسة مرات البعد الأصغر  $t \geq 5b$  وإلا تحول العمود إلى حائط خرساني .

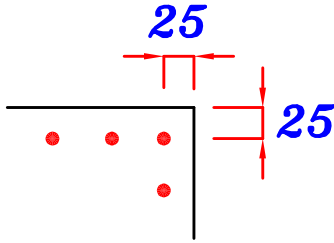
- أقل قطر للسياخ = ١٢ مم  $\phi$  12
- أكبر قطر للسياخ = ٢٥ مم  $\phi$  25



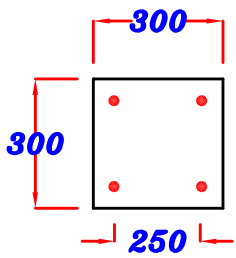
- أسياخ الحديد توجد فى المحيط الخارجى فقط .



- أكبر مسافه بين سياخين متتاليين = ٢٥٠ مم .
- أقل مسافه بين سياخين متتاليين = ٧٠ مم .



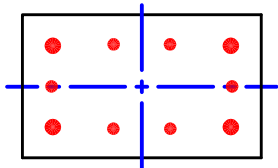
- يؤخذ ال **Cover** للحديد من جميع الجهات ٢٥ مم .



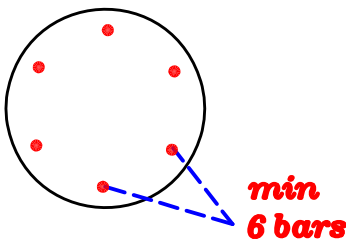
- أكبر قطاع لعمود بة ٤ أسياخ فقط (٣٠٠×٣٠٠) .
- يجب وضع سياخ فى كل ركن من أركان العمود .

- ممكن إستخدام قطرين مختلفين فى العمود بشرط

أن يكونا متتاليان فى الجدول 12,16,18,20,22,25



- يجب أن يكون عدد الأسياخ زوجى من كل قطر .
- و أن تكون الأسياخ متماثلة حول ال C.G. .
- و يفضل أن يكون القطر الأكبر فى الأركان .



- أقل عدد أسياخ فى الأعمده الدائريه ٦ أسياخ .

# Stirrups.

# الكانات .

## فائده الكانات الأفقيه فى الأعمده:

١- تمنع إنبعاج الأسيخ الطويله .

٢- تحافظ على شكل العمود و تمنع حركه الأسيخ الطويله أثناء الصب .

٣- تتحمل جزء من الحمل الرأسى فى الأعمده الحلزونيه *Spiral Columns* .

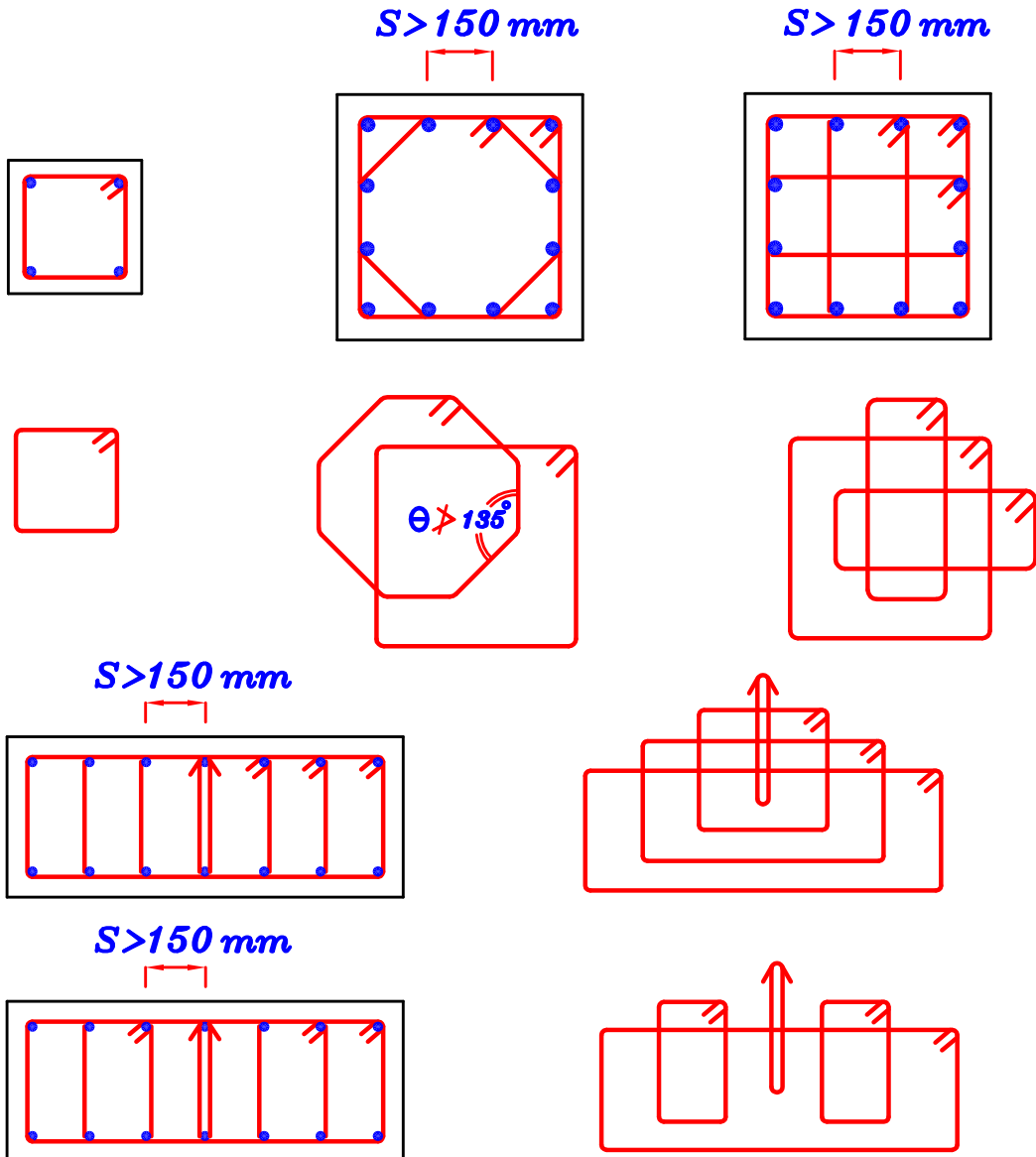
٤- تتحمل جزء من الشد الأفقى الناتج عن الضغط الرأسى للعمود .

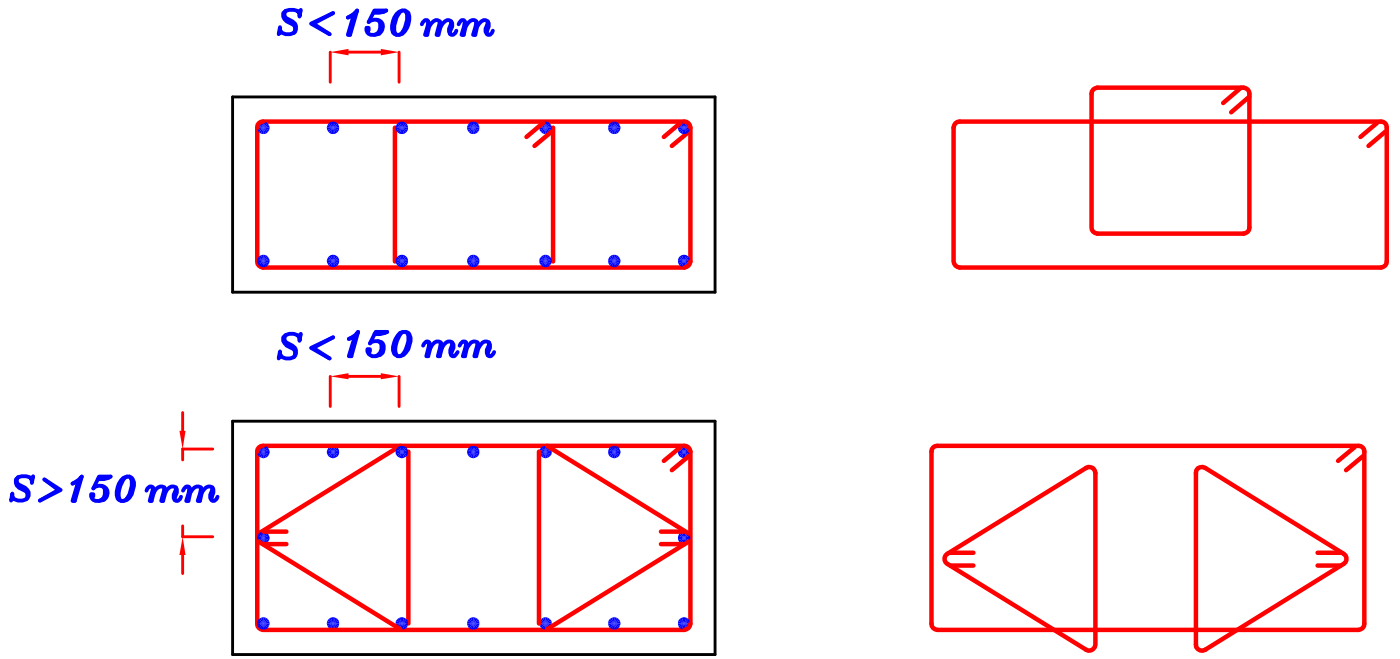
٥- تتحمل قوى القص الناتجه على الأعمده .

يجب أن لا تزيد المسافه بين كل فرع كانه و آخر (فى قطاع العمود) عن ٣٠٠ مم .

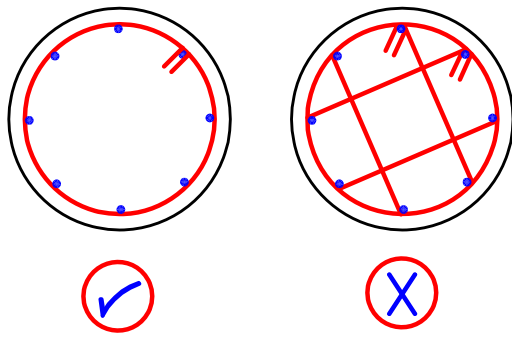
أى أنه يجب ربط كل سيخين متتاليين بكانه إذا كانت المسافه بينهم أكبر من ١٥٠ مم .

يجب أن لا تزيد زاويه الكانه عن ١٣٥° حتى نضمن عدم حركه الاسيخ الطويله .





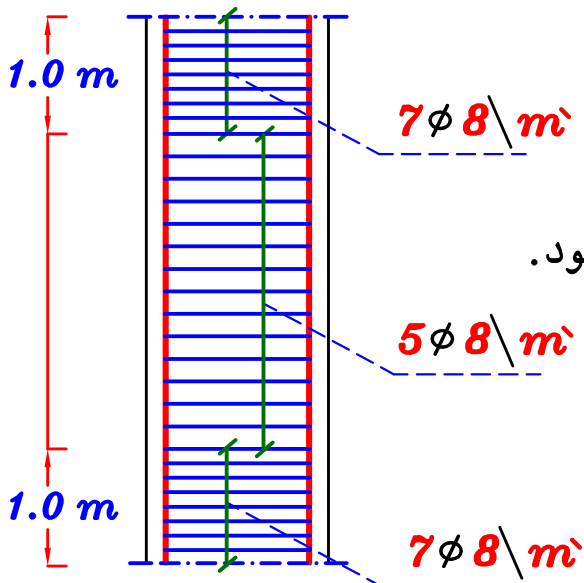
### في الأعمده الدائريه.



لا توضع كانات داخلية مثل الأعمده المستطيله  
و لكن نضع كانه واحده خارجيه فقط .

( ممكن وضع كانات داخلية في الأعمده ذات الاقطار الكبيره ) في التنفيذ فقط .

### الكانات في الإتجاه الرأسى للأعمده .



توضع  $7 \phi 8 \ m$  في المتر الأول و الأخير من العمود .

و توضع  $5 \phi 8 \ m$  في باقى العمود .

## Types of Problems.

Type ① Given :  $P_{D.L.}, P_{L.L.}, F_{cu}, F_y$

Req : Design The Sec. (Get  $A_c, A_s$ )

Solution :

$$P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$$

$$P_{U.L.} = 1.4 (D.L.) + 1.6 (L.L.) = \checkmark N$$

$$\text{Take } \mu = \frac{A_s}{A_c} = 1.0\% \longrightarrow A_s = \frac{A_c}{100}$$

$$\therefore P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 \left( \frac{A_c}{100} \right) F_y \longrightarrow \text{Get } A_c = \checkmark \text{ mm}^2$$

$$\text{, Get } A_s = \frac{A_c}{100} = \checkmark \text{ mm}^2$$

– IF the column section is a square ( $b \times b$ )

$$A_c = b^2 \quad \therefore b = \sqrt{A_c}$$

$b$  لا نقل عن ۲۵ سم و تقرب لأقرب ۵ سم بالزيادة .

– IF the column section is a rectangle ( $b \times t$ )

$$A_c = b \times t \quad \text{Choose } b = 250 \text{ mm} \xrightarrow{\text{Get}} t = \frac{A_c}{b}$$

$t$  لا نقل عن ۲۵ سم و تقرب لأقرب ۵ سم بالزيادة .

يفضل أخذ  $b$  تساوى ۲۵ سم حتى يكون سمك العمود هو نفس سمك الحائط .

IF  $t > 5b \longrightarrow$  Increase  $b$  (take  $t = 4b$ )

$$\text{and then get } b \times t = b \times 4b = A_c \xrightarrow{\text{get}} b = \checkmark \text{ mm}$$

$$t = \frac{A_c}{b} = \checkmark \text{ mm}$$

– IF the column section is a circle.

$$A_c = \frac{\pi D^2}{4} \xrightarrow{\text{Get}} D = \sqrt{\frac{4A_c}{\pi}}$$

$D$  لا نقل عن ۳۰ سم و تقرب لأقرب ۵ سم بالزيادة .

## Example.

Data.  $F_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$  , **st. 360/520**

$P_{D.L.} = 2000 \text{ kN}$   $P_{L.L.} = 1150 \text{ kN}$

Req. Design a ( **Square , Rectangle , Circular & Hexagon** )  
Section For the column.

Solution.  $P_{U.L.} = 1.4 (2000) + 1.6 (1150) = 4640 \text{ kN}$

Take  $\mu = \frac{A_s}{A_c} = 1.0\% \rightarrow A_s = \frac{A_c}{100}$

$\therefore P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 \left( \frac{A_c}{100} \right) F_y$

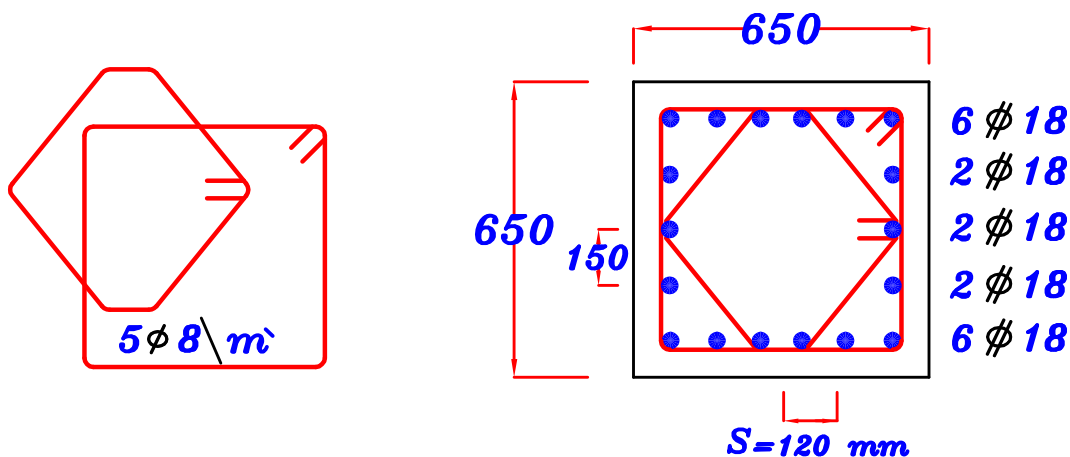
$4640 * 10^3 = 0.35 (A_c) (25) + 0.67 \left( \frac{A_c}{100} \right) (360)$

$\rightarrow A_c = 415696.1 \text{ mm}^2 \rightarrow A_s = \frac{415696.1}{100} = 4156.9 \text{ mm}^2$

\* For Square Section.

**18  $\phi$  18**

$b = \sqrt{A_c} = \sqrt{415696.1} = 644.7 \text{ mm}$  Take  **$b = 650 \text{ mm}$**



\* For Rectangular Section.

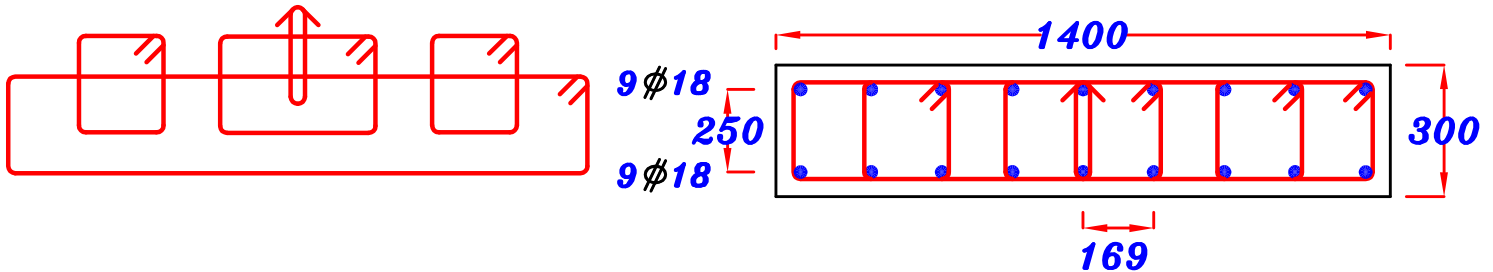
$A_c = 415696.1 \text{ mm}^2$  Take  **$b = 250 \text{ mm}$**

$\rightarrow t = \frac{A_c}{b} = \frac{415696.1}{250} = 1662.7 \text{ mm}$

$t > 5b \longrightarrow$  Increase  $b$  (take  $t = 4b$ )

$$b * t = b * 5b = 415696.1 \xrightarrow{\text{get}} b = 288 \xrightarrow{\text{take}} \boxed{b = 300 \text{ mm}}$$

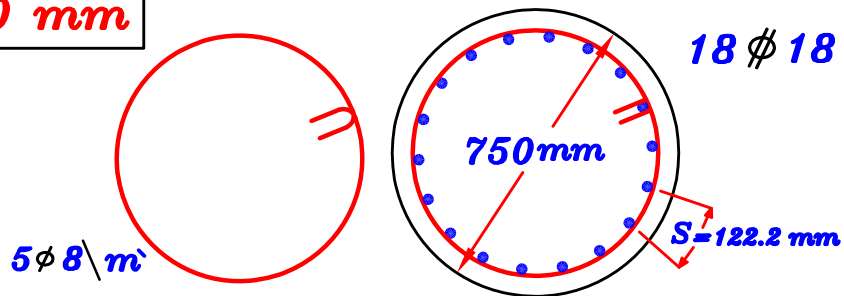
$$t = \frac{A_c}{b} = \frac{415696.1}{300} = 1385.6 \text{ mm} \quad \boxed{t = 1400 \text{ mm}}$$



\* For Circular Section.  $A_c = 415696.1 \text{ mm}^2$

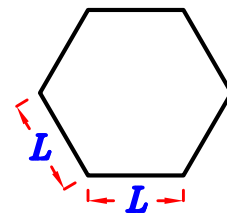
$$A_c = \frac{\pi D^2}{4} \xrightarrow{\text{Get}} D = \sqrt{\frac{4(415696.1)}{\pi}} = 727.5 \text{ mm}$$

Take  $\boxed{D = 750 \text{ mm}}$

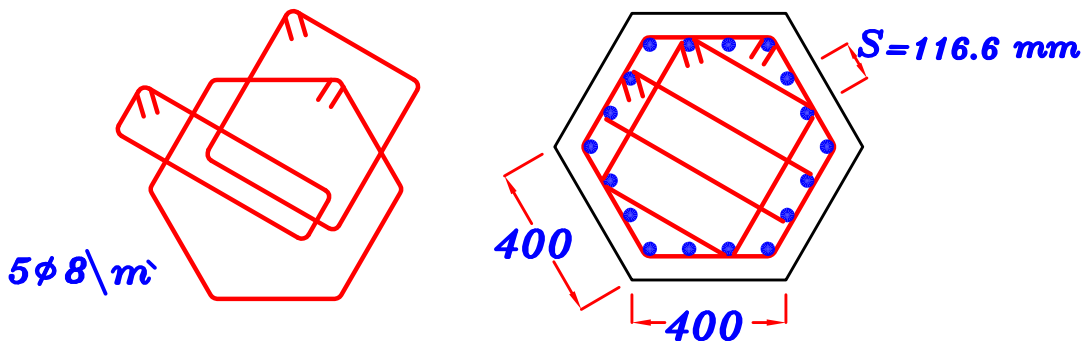


\* For Hexagon Section.

$$\text{Area of hexagon} = 1.5 * \sqrt{3} * L^2$$



$$A_c = 415696.1 = 1.5 * \sqrt{3} * L^2 \longrightarrow \boxed{L = 400 \text{ mm}}$$



## Type ②

**Given :**  $P_{D.L.}, P_{L.L.}, F_{cu}, F_y, A_c$

**Req :** Design The Sec. (Get  $A_s$ )

**Solution :**

$$P_{U.L.} = 1.4 (D.L.) + 1.6 (L.L.) = \sqrt{N}$$

$$P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$$

$$\xrightarrow{\text{Get}} A_s = \sqrt{\text{mm}^2} \quad \xrightarrow{\text{Get}} \mu = \frac{A_s}{A_c}$$

Check  $\mu_{min} = 0.8\% A_{c(\text{required})}$  OR  $0.6\% A_{c(\text{chosen})}$

**IF**  $\mu < 0.6\%$  **Take**  $\mu = 0.6\%$

**IF**  $0.6\% < \mu < 0.8\%$  **Take**  $\mu = 0.8\%$

Check  $\mu_{max} = 4\%$  Interior col.  
 $5\%$  Edge col.  
 $6\%$  Corner col.

**IF**  $\mu > \mu_{max}$  **Take**  $\mu = \mu_{max}$  **Get**  $A_{c_{new}}$

$$A_s = \mu_{max} * A_{c_{new}}$$

$$P_{U.L.} = 0.35 A_{c_{new}} F_{cu} + 0.67 (\mu_{max} A_{c_{new}}) F_y$$

$$\xrightarrow{\text{Get}} A_{c_{new}} = \sqrt{\text{mm}^2} \quad \xrightarrow{\text{Get}} A_s = \mu_{max} * A_{c_{new}} = \sqrt{\text{mm}^2}$$



## Example.

Data.

$$F_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2, \text{ st. } 360/520$$

$$P_{D.L.} = 1500 \text{ kN}, \quad P_{L.L.} = 1000 \text{ kN}$$

Req. Design an interior Column.

IF the column, (450 \* 1100)

(450 \* 700)

(450 \* 400)

---

---

Solution.  $P_{U.L.} = 1.4 (1500) + 1.6 (1000) = 3700 \text{ kN}$

\* For Column. (450 \* 1100)

$$A_c = 450 * 1100 = 495000 \text{ mm}^2$$

$$\therefore P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$$

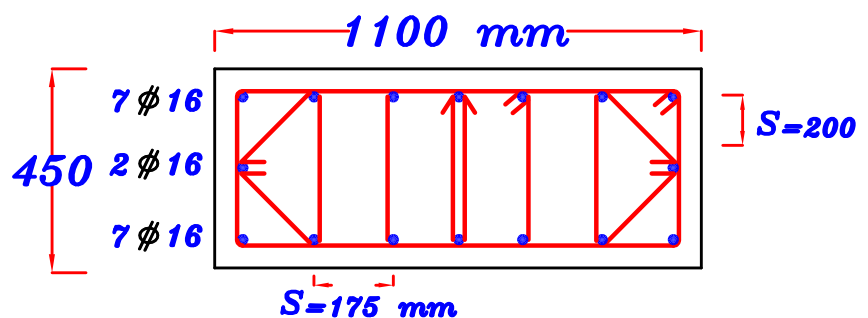
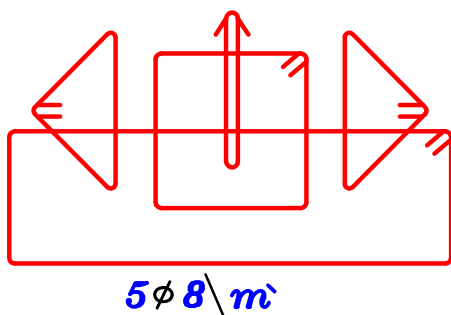
$$\therefore 3700 * 10^3 = 0.35 (495000) (25) + 0.67 A_s (360)$$

$$\therefore A_s = -2617.1 \text{ mm}^2$$

$$\therefore \mu = \frac{A_s}{A_c} = \frac{-2617.1}{495000} = -0.0052 = -0.52 \% < 0.6 \%$$

$$\therefore \text{Take } \mu = 0.6 \% \rightarrow A_s = \frac{0.6}{100} * 495000 = 2970 \text{ mm}^2$$

**16  $\phi$  16**



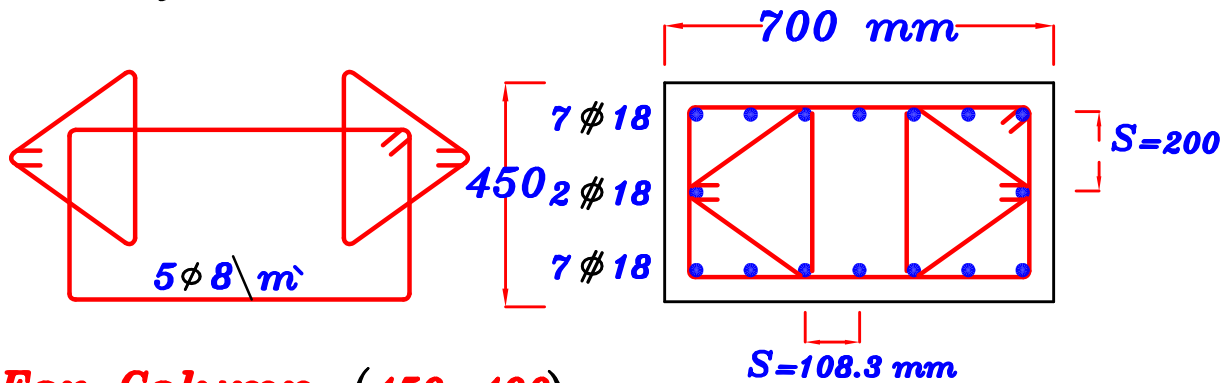
\* For Column. (450\*700)  $A_c = 450 * 700 = 315000 \text{ mm}^2$

$$\therefore P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$$

$$\therefore 3700 * 10^3 = 0.35 (315000) (25) + 0.67 A_s (360)$$

$$\therefore A_s = 3912.7 \text{ mm}^2 \quad \boxed{16 \phi 18}$$

$$\therefore \mu = \frac{A_s}{A_c} = \frac{3912.7}{315000} = 0.0124 = 1.24 \% \therefore \mu_{min} < \mu < \mu_{max}$$



\* For Column. (450\*400)  $A_c = 450 * 400 = 180000 \text{ mm}^2$

$$\therefore P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$$

$$\therefore 3700 * 10^3 = 0.35 (180000) (25) + 0.67 A_s (360)$$

$$\therefore A_s = 8810.1 \text{ mm}^2 \quad \therefore \mu = \frac{A_s}{A_c} = \frac{8810.1}{180000} = 0.0489 = 4.89 \%$$

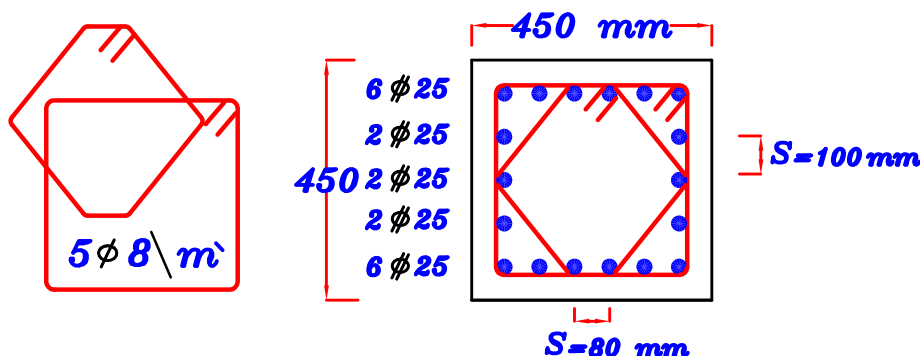
$$\therefore \mu > \mu_{max} \therefore \text{Take } \mu = \mu_{max} = 4.0 \% \therefore A_s = \mu_{max} * A_{c_{new}} = \frac{4.0}{100} * A_{c_{new}}$$

$$\therefore P_{U.L.} = 0.35 A_{c_{new}} F_{cu} + 0.67 \left(\frac{4.0}{100}\right) * A_{c_{new}} F_y$$

$$\therefore 3700 * 10^3 = 0.35 (A_{c_{new}}) (25) + 0.67 \left(\frac{4.0}{100}\right) * A_{c_{new}} (360)$$

$$\therefore A_{c_{new}} = 201108.8 \text{ mm}^2 \rightarrow (450 * 450)$$

$$A_s = \frac{4.0}{100} * 201108.8 = 8044.35 \text{ mm}^2 \quad \boxed{18 \phi 25}$$

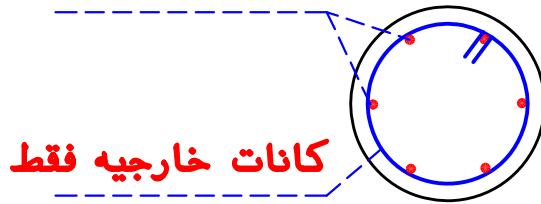


*Circular column with tied stirrups.*

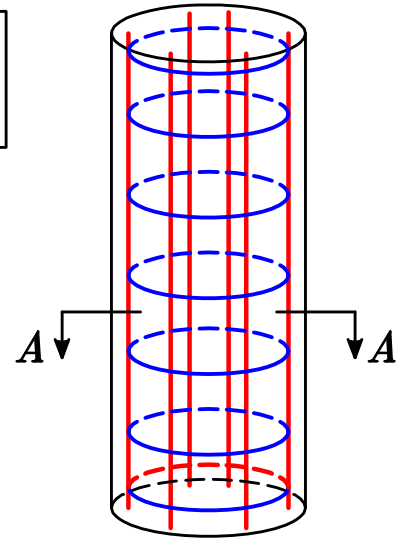
عمود دائري ذو كانات دائرية منفصلة

$$P_{U.L.} = 0.35 A_c F_{cu} + 0.67 A_s F_y$$

min. no. of  
bars is 6 bars



Sec.(A-A)



# Design of columns

بمعرفة الحمل على العمود نعرف ابعاده و قيم التسليح به .

## Steps of design

### Given

$$f_{cu} = \text{----} N/mm^2$$

$$f_y = \text{----} N/mm^2$$

$$P_{u.l.} = \text{----} kN$$

### Required

Dimension of column & Area of steel needed (Economic section)

### Solution

$$P_{u.l.} = 0.35A_c f_{cu} + 0.67A_s f_y$$

هذه المعادلة بها مجهولين  $A_s$  و  $A_c$

نفرض نسبة الحديد  $\mu$  بنسبة تجعل العمود تكلفته اقتصادية

1) Assume  $\mu = \frac{A_s}{A_c} = (0.8 \rightarrow 1.0)\%$

$$A_s = (0.008 \rightarrow 0.01)A_c$$

2) From the main equation get the value of  $A_c$

$$P_{u.l.} = 0.35A_c f_{cu} + 0.67(0.008A_c)f_y$$

$$A_c = \text{----} mm^2$$

3) Find the dimensions of column

**Square column**

$$A_c = b^2$$

$$b = \text{----} mm$$

**Rectangular column**

$b$  : given

$$A_c = b * t$$

$$t = \text{----} mm$$

**Circular column**

$$A_c = \frac{\pi}{4} d^2$$

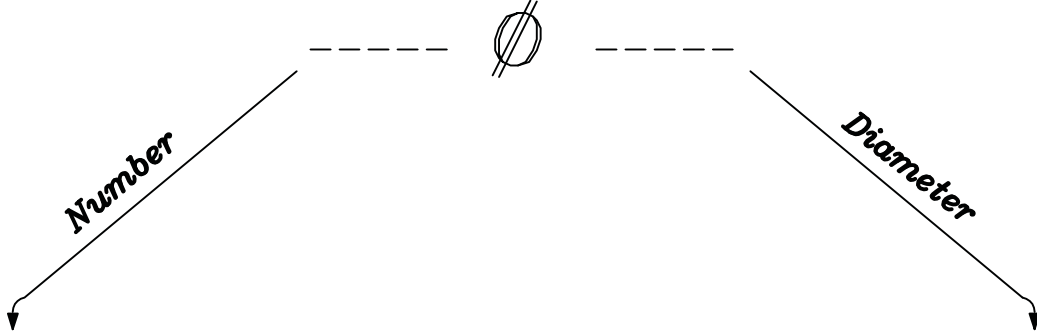
$$d = \text{----} mm$$

لاحظ ان عرض العمود المستطيل او المربع عادة لا تقل عن 250 mm  
 اما قطر العمود الدائرى عادة لا يقل عن 300 mm  
 اى بعد فى العمود يؤخذ بمضاعفات ال 50 mm

#### 4) Find the Area of steel

$$A_s = (0.008 \rightarrow 0.01) * A_c = \text{----} \text{ mm}^2$$

#### 5) Calculate the number of bars



- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- اقل عدد من الاسياخ فى العمود المستطيل هو ٤</li> <li>- اقل عدد من الاسياخ فى العمود الدائرى هو ٦</li> <li>- اسياخ الحديد توجد فى المحيط الخارجى فقط .</li> <li>- اذا كان العمود مربع نختار عدد الاسياخ يقبل القسمة على ٤</li> <li>- اكبر مسافة بين سيخين متتاليين = ٢٥ سم</li> <li>- يجب ان يكون عدد الاسياخ زوجى و ان تكون الاسياخ متماثلة حول المحورين .</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- اقل قطر للسيخ = ١٢ مم</li> <li>- اكبر قطر للسيخ = ٢٥ مم</li> <li>- ممكن استخدام قطرين مختلفين فى العمود بشرط ان يكون متتاليان فى الجدول كما ١٦ و ١٨ مم مثلا</li> <li>- ان الاسياخ الاكبر توضع فى الاركاب</li> </ul> |
|---|--|

*Economic section* اذا كنا نصمم

$$\mu = 1.0 \%$$

نحاول ان نختار  $\phi 16$  or  $\phi 18$

Example

$$A_s = 2341 \text{ mm}^2$$

$$201 \text{ mm}^2 = 1 \phi 16 \text{ مساحة}$$

$$\text{Number} = \frac{2341}{201} = 11.6 \quad \text{Use } 12 \phi 16$$

*Min. Dimension* اذا كنا نصمم

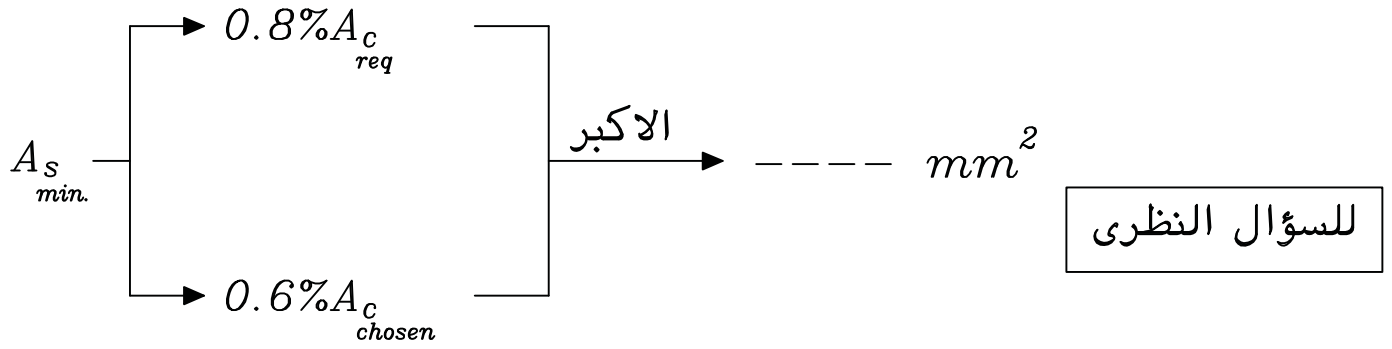
$$\mu = 4.0 \text{ or } 5.0 \text{ or } 6.0\%$$

نحاول ان نختار  $\phi 25$

*Min.  $A_s$*  اذا كنا نصمم

$$\mu = 0.6 \%$$

نحاول ان نختار  $\phi 12$

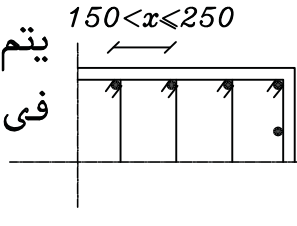


### Detail of RFT

يجب ان لاتزيد المسافة بين كل فرع كانه و اخر ( فى قطاع العمود ) عن ٣٠٠ مم .  
 أى انة يجب ربط كل سيخين متتاليين بكانه اذا كانت المسافة بينهم اكبر من ١٥٠ مم

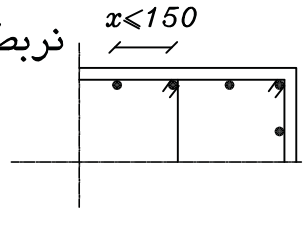
اذا كانت المسافة بين الاسياخ المتتالية  $150mm < x \leq 250mm$

يتم ربط كل الاسياخ بكانات  
 فى اتجاهين متعامدين



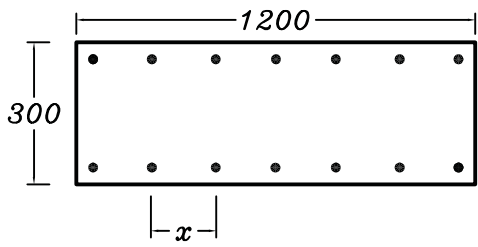
اذا كانت المسافة بين الاسياخ المتتالية  $x \leq 150mm$

نربط سيخ ونترك سيخ و هكذا



- يؤخذ ال Cover للحديد من جميع الجهات ٢٥ مم .

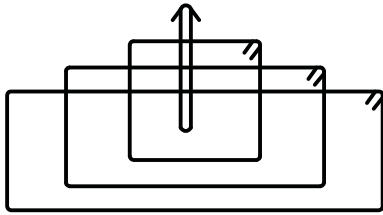
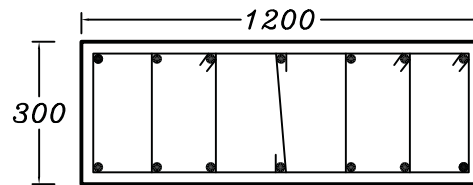
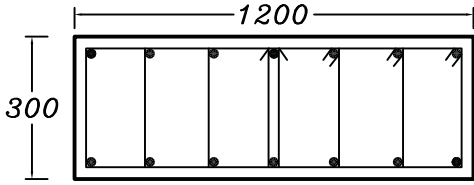
## Example on Detail of RFT



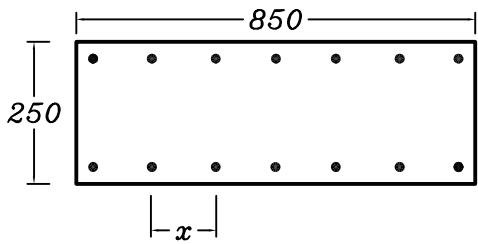
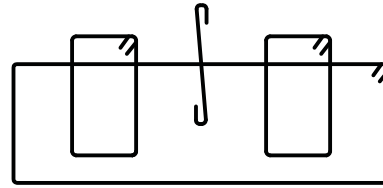
$$\Rightarrow x = \frac{1200 - 50}{6} = 192 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$$

يتم ربط كل الاسياخ بكانات  
في اتجاهين متعامدين

يوجد حلين لربط الكانات

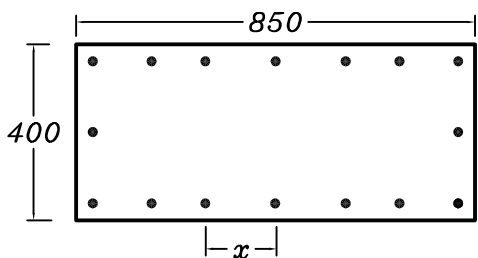
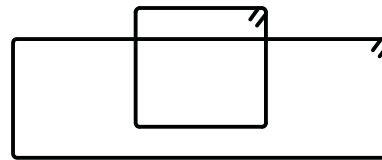
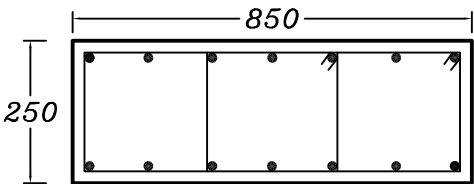


افراد الكانات



$$\Rightarrow x = \frac{850 - 50}{6} = 133 \text{ mm} < 150 \text{ mm}$$

نربط سيخ ونترك سيخ و هكذا

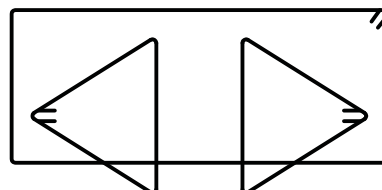
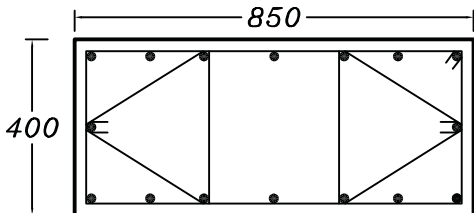


$$x = \frac{850 - 50}{6} = 133 \text{ mm} < 150 \text{ mm}$$

نربط سيخ ونترك سيخ و هكذا

$$y = \frac{400 - 50}{2} = 175 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$$

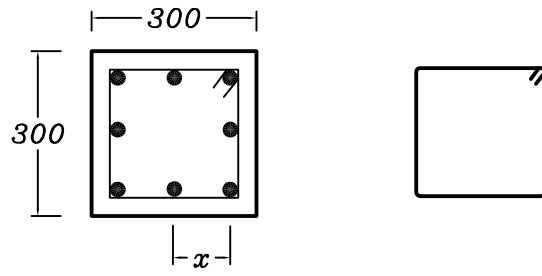
يتم ربط كل الاسياخ بكانات  
في اتجاهين متعامدين





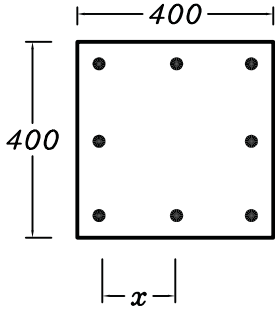
1)

8Ø12



$$x = \frac{300 - 50}{2} = 125 \text{ mm}$$

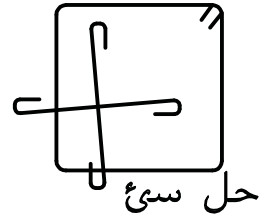
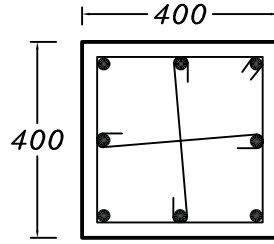
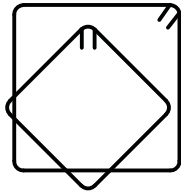
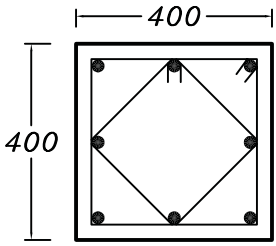
2)



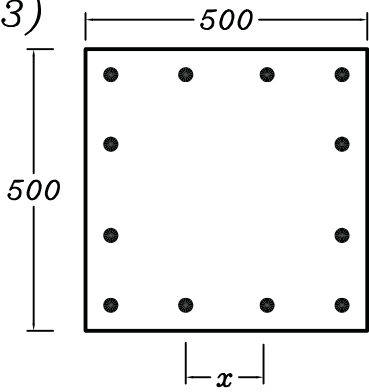
$$\Rightarrow x = \frac{400 - 50}{2} = 175 \text{ mm} > 150 \text{ mm}$$

يتم ربط كل الاسياخ بكانات  
في اتجاهين متعامدين

يوجد حلين لربط الكانات



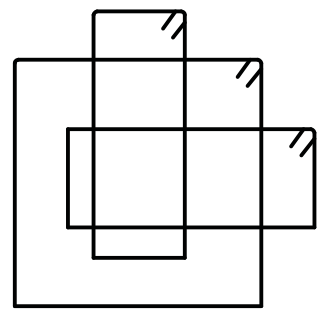
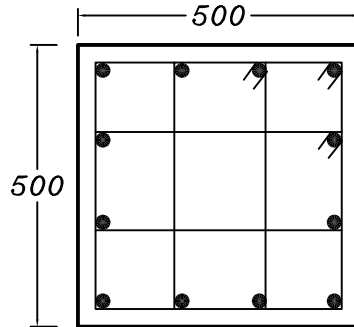
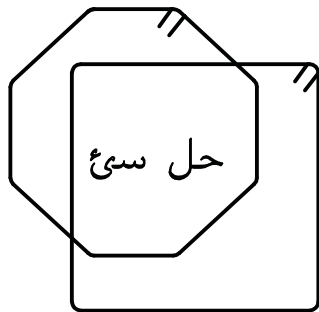
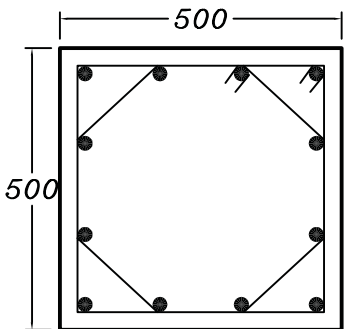
3)



$$\Rightarrow x = \frac{500 - 50}{3} = 150 \text{ mm}$$

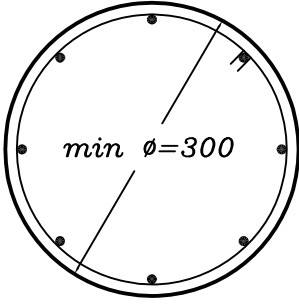
نربط سيخ ونترك سيخ و هكذا

يوجد حلين لربط الكانات



تم ربط كل الاسياخ كى نراعى التماثل

## Note



## فى الاعمده الدائرية .

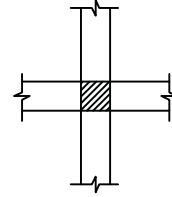
لا توضع كانات داخلية مثل الاعمده المستطيلة  
و لكن نضع كانة واحده خارجية فقط .

## Note

## اقصى نسبة حديد مسموح بها فى العمود

Interior col.

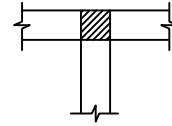
$$\mu_{max} = 4 \%$$



عمود وسطى

Edge col.

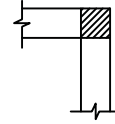
$$\mu_{max} = 5 \%$$



عمود طرفى

Corner col.

$$\mu_{max} = 6 \%$$



عمود ركنى

## Example

### Given

$$f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 360 \text{ N/mm}^2 \quad P = 2400 \text{ kN}$$

### Required

1) Design column as Square section (economic section)

### Solution

$$P_{u.l.} = 1.5P = 1.5 * 2400 = 3600 \text{ kN}$$

$$\text{Assume } \mu = \frac{A_s}{A_c} = 0.8\% \quad \therefore A_s = 0.008A_c$$

$$\therefore P_{u.l.} = 0.35A_c f_{cu} + 0.67(0.008A_c) f_y$$

$$\therefore 3600 * 10^3 = 0.35 * A_c * 25 + 0.67 * (0.008A_c) * 360$$

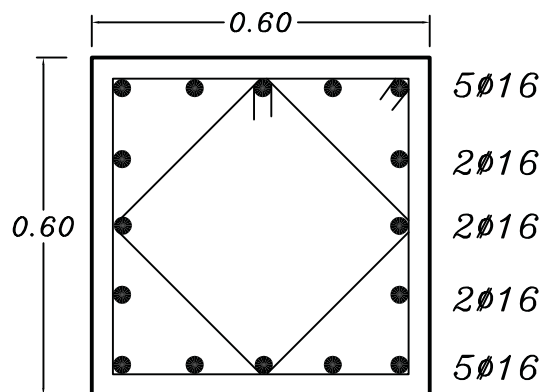
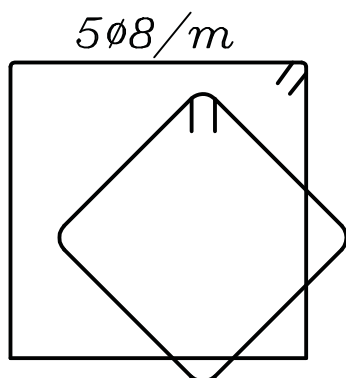
$$\therefore A_c = 337091 \text{ mm}^2 \quad \square \quad A_s = 0.008 * 337091 = 2697 \text{ mm}^2$$

**16Ø16**

لان العمود المربع يجب ان يكون متماثل من جميع الجهات  
ناخذ عدد الاسياخ يقبل القسمة على 4

$$A_c = b^2 \quad \therefore b = \sqrt{A_c} = \sqrt{337091} = 580 \text{ mm} \approx 600 \text{ mm}$$

Use column (600\*600)



## Example

### Given

$$f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 2400 \text{ kN}$$

### Required

1) Design column as Rectangular section ( $b=350 \text{ mm}$ )

### Solution

$$P_{u.l.} = 1.5P = 1.5 * 2400 = 3600 \text{ kN}$$

$$\text{Assume } \mu = \frac{A_s}{A_c} = 0.8\% \quad \therefore A_s = 0.008A_c$$

$$\therefore P_{u.l.} = 0.35A_c f_{cu} + 0.67(0.008A_c) f_y$$

$$\therefore 3600 * 10^3 = 0.35 * A_c * 25 + 0.67 * (0.008A_c) * 360$$

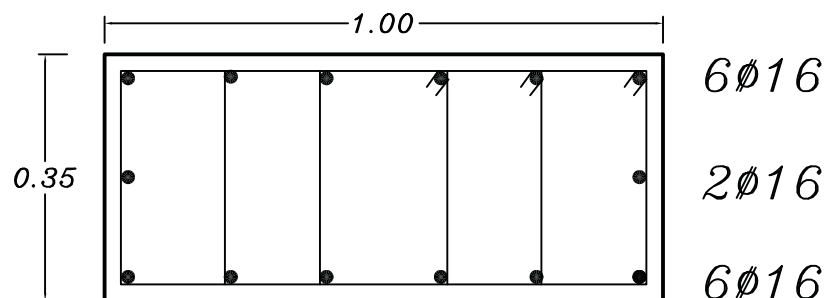
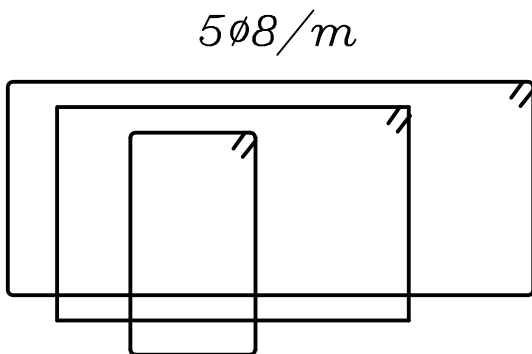
$$\therefore A_c = 337091 \text{ mm}^2 \quad \square \quad A_s = 0.008 * 337091 = 2697 \text{ mm}^2$$

**14 $\phi$ 16**

$$A_c = b * t \quad \therefore t = \frac{A_c}{b} = \frac{337091}{350} = 963 \text{ mm}$$

$$\approx 1000 \text{ mm}$$

Use column (350\*1000)



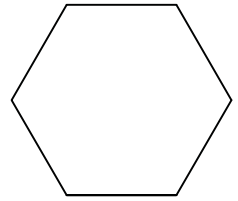
## Example

### Given

$$f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$P = 2000 \text{ kN}$$



### Required

1) Design column as Rectangular section ( $b=350 \text{ mm}$ )

### Solution

$$P_{u.l.} = 1.5P = 1.5 * 2000 = 3000 \text{ kN}$$

$$\text{Assume } \mu = \frac{A_s}{A_c} = 1.0\% \quad \therefore A_s = 0.01A_c$$

$$\therefore P_{u.l.} = 0.35A_c f_{cu} + 0.67(0.01A_c) f_y$$

$$\therefore 3000 * 10^3 = 0.35 * A_c * 25 + 0.67 * (0.01A_c) * 360$$

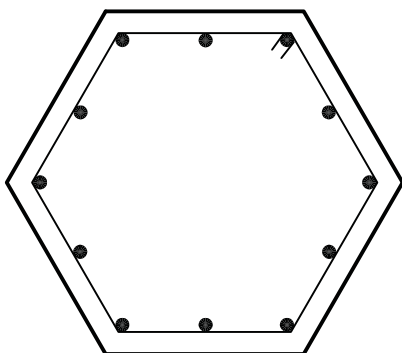
$$\therefore A_c = 268769 \text{ mm}^2 \quad \square \quad A_s = 0.01 * 268769 = 2687.7 \text{ mm}^2$$

**12 $\phi$ 18**

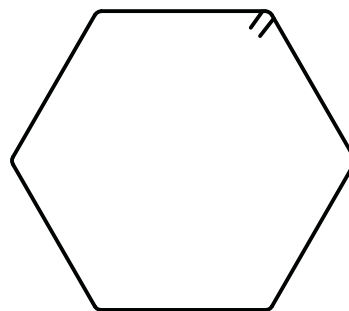
ناخذ عدد الاسياخ يقبل القسمة على ٦

$$A_c = 1.5 * \sqrt{3} b^2$$

$$\therefore b = 321.6 \text{ mm} \approx 350 \text{ mm}$$



12 $\phi$ 18



5 $\phi$ 8/m

## Example

### Given

$$f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 360 \text{ N/mm}^2$$

$$P_{u.l.} = 2000 \text{ kN}$$

### Required

1) Design column with min dimensionas

Rectangular section ( $b=250 \text{ mm}$ ) (Edge col.)

### Solution

کی نستخدم اقل مساحة من الخرسانة نعوضها باستخدام اكبر مساحة من الحديد

$$\text{Assume } \mu = \mu_{max} = 5.0\% \quad \therefore A_s = 0.05A_c \quad \square \text{ Edge col.}$$

$$\therefore P_{u.l.} = 0.35A_c f_{cu} + 0.67(0.05A_c) f_y$$

$$\therefore 2000 * 10^3 = 0.35 * A_c * 25 + 0.67 * (0.05A_c) * 360$$

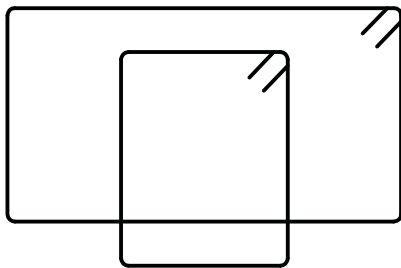
$$\therefore A_c = 96108 \text{ mm}^2 \quad \square \quad A_s = 0.05 * 96108 = 4805 \text{ mm}^2$$

**10 $\phi$ 25**

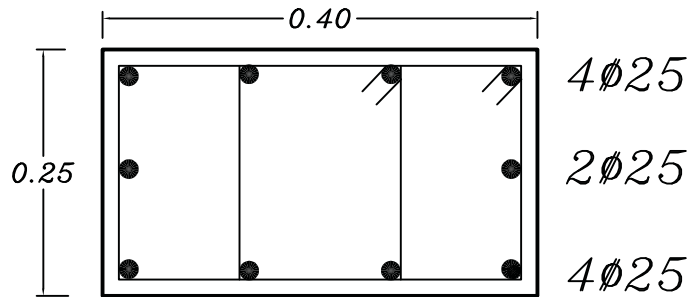
$$A_c = b * t \quad \therefore t = \frac{A_c}{b} = \frac{96108}{250} = 384.43 \text{ mm}$$

$$\approx 400 \text{ mm}$$

Use column (250\*400)



5 $\phi$ 8/m

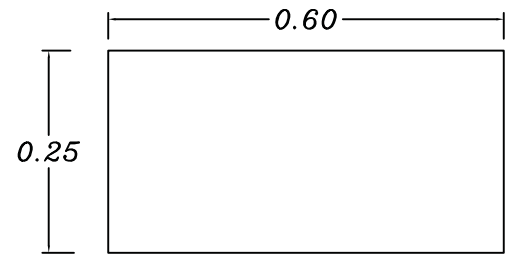


## Example

### Given

$$f_{cu} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 360 \text{ N/mm}^2$$



### Required

- 1) Design given column in 3 cases (corner column)
- 1)  $P_w = 250 \text{ kN}$
  - 2)  $P_w = 1500 \text{ kN}$
  - 3)  $P_w = 2500 \text{ kN}$

## Solution

### Case 1 ( $P_w = 250 \text{ kN}$ )

$$P_{u.l} = 250 * 1.5 = 375 \text{ kN}$$

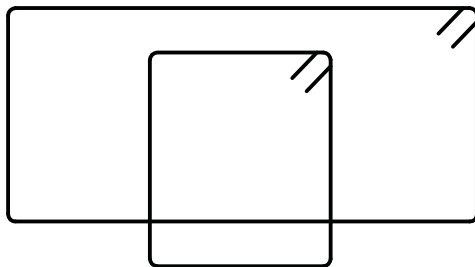
$$P_{u.l} = 0.35 A_c f_{cu} + 0.67 A_s f_y$$

$$\therefore 375 * 10^3 = 0.35 * (250 * 600) * 25 + 0.67 * A_s * 360$$

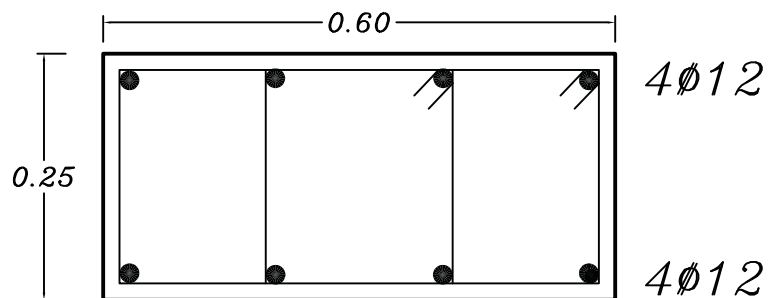
$\therefore A_s = -ve$  اذن القطاع لا يحتاج حديد فنضع فيه اقل قيمة للحديد

$$A_s = A_{s_{min}} = 0.6\% A_{c_{chosen}} = 0.006 * (250 * 600) = 900 \text{ mm}^2$$

**8 $\phi$ 12**



5 $\phi$ 8/m



### Case 2 ( $P_w = 1500 \text{ kN}$ )

$$P_{u.l} = 1500 * 1.5 = 2250 \text{ kN}$$

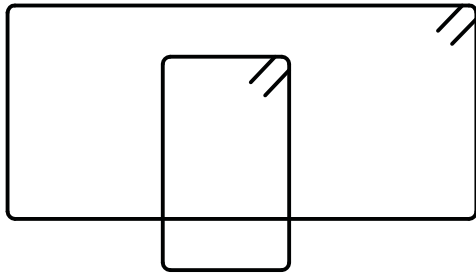
$$P_{u.l} = 0.35 A_c f_{cu} + 0.67 A_s f_y$$

$$\therefore 2250 * 10^3 = 0.35 * (250 * 600) * 25 + 0.67 * A_s * 360$$

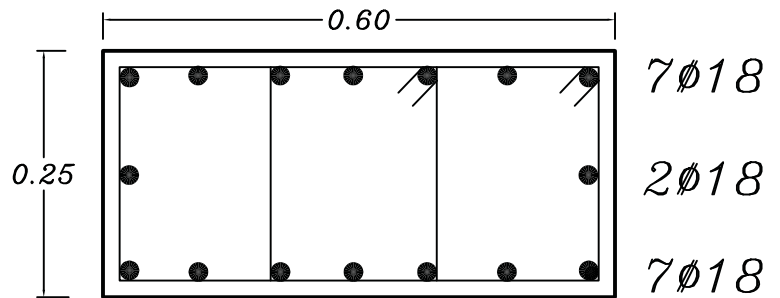
$$\therefore A_s = 3887 \text{ mm}^2 \quad \therefore \mu = \frac{A_s}{A_c} = 2.59 \%$$

**16 $\phi$ 18**

$$\therefore \mu_{min} < \mu < \mu_{max} \quad \text{O.K.}$$



5 $\phi$ 8/m



### Case 3 ( $P_w = 3000 \text{ kN}$ )

$$P_{u.l} = 2500 * 1.5 = 3750 \text{ kN}$$

$$P_{u.l} = 0.35 A_c f_{cu} + 0.67 A_s f_y$$

$$\therefore 3750 * 10^3 = 0.35 * (250 * 600) * 25 + 0.67 * A_s * 360$$

$$\therefore A_s = 10105 \text{ mm}^2 \quad \therefore \mu = \frac{A_s}{A_c} = 6.7 \% > \mu_{max}$$

$\therefore$  We need to increase dimension

$$\text{Assume } \mu = \mu_{max} = 6.0\% \quad \therefore A_s = 0.06 A_c \quad \square \text{ Corner col.}$$

$$\therefore P_{u.l} = 0.35 A_c f_{cu} + 0.67 (0.06 A_c) f_y$$

$$\therefore 3750 * 10^3 = 0.35 * A_c * 25 + 0.67 * (0.06 A_c) * 360$$



$$\therefore A_c = 161485 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 0.06 * 161485 = 9689.1 \text{ mm}^2$$

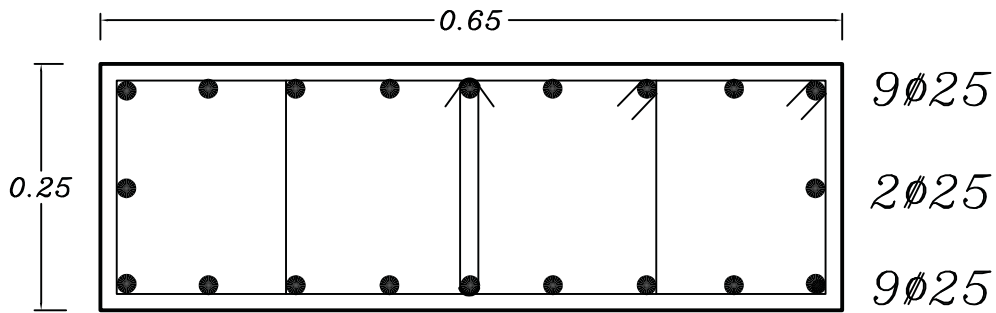
$20\phi 25$

$$A_c = b * t$$

$$\therefore t = \frac{A_c}{b} = \frac{161485}{250} = 645 \text{ mm}$$

$$\approx 650 \text{ mm}$$

Use column (250\*650)



5φ8/m

