

## Kiểm toán cột tròn chịu nén uốn theo 2 phương theo TCVN356-2005

Công trình:

Địa điểm

Bước thiết kế

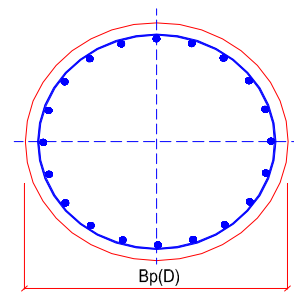
### I. Số liệu đầu vào

- Hệ đơn vị sử dụng

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

N-mm

Mặt cắt ngang tiết diện



#### I.1 Số liệu về bê tông

- Cường độ tính toán chịu nén của bê tông
- Cường độ tính toán chịu kéo của bê tông
- Mô đun đàn hồi của bê tông
- Hệ số điều kiện làm việc của bê tông
- Hệ số điều kiện làm việc của bê tông
- Hệ số điều kiện làm việc của bê tông
- Cường độ tính toán chịu nén của bê tông có kể thêm các hệ số

B25

M350

$$R_{bn} = 14.5 \text{ Mpa}$$

$$R_{bk} = 1.1 \text{ Mpa}$$

$$E_b = 30000 \text{ Mpa}$$

$$\gamma_{b2} = 1.0$$

$$\gamma_{b3} = 1$$

$$\gamma_{b5} = 1$$

$$R_b = 14.5 \text{ Mpa}$$

#### I.2 Số liệu về cường độ và mô đun đàn hồi của thép dọc và thép đai

- Hệ số điều kiện làm việc của cốt thép
- Cường độ tính toán thép dọc chịu kéo
- Cường độ tính toán thép dọc chịu nén
- Cường độ tính toán chịu kéo thép đai
- Mô đun đàn hồi của thép
- Hàm lượng cốt thép max  $\mu_{max} (\%)$
- Hàm lượng cốt thép min  $\mu_{min} (\%)$

III

CI

$$= 1.0$$

$$R_s = 365 \text{ Mpa}$$

$$R_{sc} = 365 \text{ Mpa}$$

$$R_{slx} = 225 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200000 \text{ Mpa}$$

$$\mu_{max} (\%) = 6.00\%$$

$$\mu_{min} (\%) = 0.05\%$$

#### I.3 Số liệu về cấu kiện và bố trí thép dọc, đai

- Đường kính tiết diện  $D=B_p=h$
- Sơ đồ liên kết cột

$$\text{Siêu tĩnh} = 0$$

$$\text{Tĩnh định} = 1$$

$$D = 400 \text{ mm}$$

Siêu tĩnh

$$\psi = 1.00$$

$$l = 3000$$

$$l_0 = 3000 \text{ mm}$$

$$d_c = 30 \text{ mm}$$

$$a=a' = 42.5 \text{ mm}$$

$$A_c = 125663.71 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = 4418 \text{ mm}^2$$

$$s = 70.00 \text{ mm}$$

$$\phi_{lx} = 10.0 \text{ mm}$$

$$a_{lx} = 78.54 \text{ mm}^2$$

- Hệ số liên kết trong khung bê tông toàn khối
- Chiều dài thật của cột
- Chiều dài tính toán của cột
- Lớp bê tông bảo vệ
- Khoảng cách từ mép ngoài đến trọng tâm cốt thép
- Diện tích tiết diện
- Diện tích thép dọc
- Bước thép đai lò xo
- Đường kính cốt đai
- Diện tích cốt đai

$$9 \quad \phi_{doc} \quad 25$$

$$s = \text{Min}(0.2D_0, 100\text{mm})$$

#### 1.4 Số liệu về tải trọng

##### Số liệu tải trọng 2 phương

Toàn bộ tải trọng		
Phương X		
N	M <sub>y</sub>	Q <sub>x</sub>
KN.m	KN	KN
800	176	100

Toàn bộ tải trọng		
Phương Y		
N	M <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>
KN.m	KN	KN
0	0	0

TTTX& TT tạm thời dài hạn		
Phương X		
N <sub>l</sub>	M <sub>l</sub>	Q <sub>l</sub>
KN.m	KN	KN
600	140	400

TTTX& TT tạm thời dài hạn		
Phương Y		
N <sub>l</sub>	M <sub>l</sub>	Q <sub>l</sub>
KN.m	KN	KN
0	0	0

##### Số liệu tải trọng 2 phương chuyển về 1 phương

Số liệu 2 phương chuyển về 1 phương theo công thức

$$M = (M_x^2 + M_y^2)^{0.5}$$

$$Q = (Q_x^2 + Q_y^2)^{0.5}$$

$$M = (M_{lx}^2 + M_{ly}^2)^{0.5}$$

$$Q_l = (Q_{lx}^2 + Q_{ly}^2)^{0.5}$$

Toàn bộ tải trọng		
Phương có hệ số $\psi$ lớn		
N	M	Q
KN.m	KN	KN
800	176	100

TTTX& TT tạm thời dài hạn		
Phương có hệ số $\psi$ lớn		
N <sub>l</sub>	M <sub>l</sub>	Q <sub>l</sub>
KN.m	KN	KN
600	140	400

##### Trong đó :

- N      Lực dọc trục tính toán do toàn bộ tải trọng gây ra      (KN)
- M<sub>x</sub>      Mô men tính toán do toàn bộ tải trọng tác dụng (Nằm trong mặt phẳng chứa trục X, tức là Mô men quay quanh trục Y      (KNm)
- M<sub>y</sub>      Mô men tính toán do toàn bộ tải trọng tác dụng (Nằm trong mặt phẳng chứa trục Y, tức là Mô men quay quanh trục X      (KNm)
- Q<sub>x</sub>, Q<sub>y</sub>      Lực cắt tính toán do toàn bộ tải trọng gây ra theo phương X, Y      (KN)
- M<sub>lx</sub>      Mô men tính toán do tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn (Nằm trong mặt phẳng Mô men quay quanh trục Y)      (KNm)
- M<sub>ly</sub>      Mô men tính toán do tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn (Nằm trong mặt phẳng Mô men quay quanh trục X)      (KNm)
- Q<sub>lx</sub>, Q<sub>ly</sub>      Lực cắt tính toán do tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn gây ra theo phương X, Y

$\psi$       Hệ số chiều dài có hiệu (Hệ số liên kết)

## II . Kiểm toán cột tròn BTCT chịu nén, uốn

### II.1. Kiểm toán cột tròn khi bố trí thép đai kiểu lò xo

Điều kiện để cốt thép đai lò xo có thể kể đến sự làm việc gián tiếp phải thỏa mãn điều kiện :

$s \leq \min(0.2D_o, 100\text{mm})$	= 70	$s =$	= 70.00	OK
$\lambda = l_o/i \leq 35$ (Bỏ qua uốn dọc)		$\lambda$	= 34.29	OK
Đường kính t/diện tính đến tim thép lò xo (Đường kính lõi)		$D_o$	= 350.00	mm
• Bán kính quán tính	$i = D_o/4$	$i$	= 87.50	mm
• Độ mảnh $\lambda$	$\lambda = l_o/i$	$\lambda$	= 34.29	
Độ lệch tâm ngẫu nhiên	$e_a = \text{Max}(h_c/600, h/30)$	$e_a$	= 13.33	mm
Độ lệch tâm tĩnh học	$e_1 = M/N$	$e_1$	= 220.00	mm
Độ lệch tâm ban đầu $e_o$	$\text{Max}(e_1, e_a)$	$e_o$	= 220.00	mm

Cường độ bê tông đã được tăng cao nhờ tác dụng của cốt lò xo khi  $e_o \leq 0.13D_o$

$e_o = 0.13D_o = 45.5$	<	220.0	NOT
Diện tích tiết diện lõi	$A_L = \pi D_o^2/4$	= 96211	mm <sup>2</sup>
Diện tích tính đổi của cốt đai lò xo	$A_{lx} = \pi D_o a_{lx}/s$	= 1233.70	mm <sup>2</sup>
	$\mu_{lx} = 4a_{lx}/(D_o s)$	= 0.01	
$R_{btC} = R_b + 2\mu_{lx} R_s (1 - 7.5e_o/D_o)$		= -6.93	Mpa

**Không tính được cốt đai lò xo vì  $e_o > 0.13D_o$**

### II.2. Kiểm toán cột tròn khi bố trí thép đai kiểu thường dùng công thức không có $N_l, M_l$ tức là (không có mô men và lực dọc do tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn gây ra)

$r = D/2$		$r = 200$	mm
$r_a = D/2 - a$		$r_a = 157.5$	mm
Xét uốn dọc			
$I = \pi D^4/64$		= 1256637061.4	mm <sup>4</sup>
$\lambda_D = l_o/D = 7.5$	>	7	Cần xét đến uốn dọc
Hay $\lambda_D = l_o/(I/A_c)^{0.5} = 30.0$	>	28	Cần xét đến uốn dọc

$$\theta = (0.2e_o + 1.05h)/(1.5e_o + h) = 0.6356$$

$$N_{cr} = 2.5\theta E_p I / l_o^2 = 6656160 \quad N \quad N_{cr} = 6656 \text{ KN}$$

$$\eta = 1/(1 - N/N_{cr}) = 1.137$$

$$N\eta e_o = 200043 \quad \text{KNmm} \quad = 200 \text{ KNm}$$

$$\omega_1 = \eta_r - \sigma_{sp}/R_s$$

Thép CIII có giới hạn chảy thực tế

$$\eta_r = 1$$

$\sigma_{sp}$  Ứng suất trong cốt thép ứng lực trước

$$\sigma_{sp} = -$$

$$\omega_1 = \eta_r - \sigma_{sp}/R_s = 1$$

$$\delta = 1.5 + 6R_s \cdot 10^{-4} = 1.719$$

$$= 1.719$$

$$\omega_2 = \omega_1 \delta = 1.719$$

$$= 1.719$$

$$\varphi = (\pi(N + R_s A_{st} \omega_1) + 0.5 R_b A_{st} \sin 2\varphi) / ((R_b A + A_{st}(R_{sc} + \omega_2 R_s))$$

$$\text{Mẫu số : } R_b A + A_{st}(R_{sc} + \omega_2 R_s) = 6206567.262$$

$$\varphi = 1.2211512 + 0.14678998 \sin 2\varphi$$

**Giải phương trình siêu việt bằng phương pháp đúng dần**

<b>Chọn lần 1</b>	$\varphi_a =$	$3N/R_b A$	$= 1.317$
	$\sin 2\varphi_a$		$= 0.486$
Thay giá trị	$\varphi_a =$	đã chọn vào biểu thức	
$\varphi =$	$1.2211512 +$	$0.07131387$	$= 1.292$

<b>Chọn lần thứ 2</b>	$\varphi_a =$	$= 1.2974$	
	$\sin 2\varphi_a$	$= 0.520$	
$\varphi =$	$1.2211512 +$	$0.07632348$	$= 1.2975$ OK
$\xi = \varphi/\pi$		$= 0.413$	
$\sin \varphi$		$= 0.963$	
$\sin 2\varphi$		$= 0.520$	
$\sin^3 \varphi$		$= 0.8927$	
Xác định	$M_{gh} =$	$2/3\pi \cdot R_b \cdot A \cdot r \cdot \sin^3 \varphi + R_{sc}/\pi \cdot A_{st} \cdot r_a \cdot \sin \varphi + R_s \cdot A_{st} \cdot \varphi_s \cdot Z_s$	
$\varphi_s =$	$\omega_1 - \omega_2 \cdot \xi$	$= 0.290$	
$Z_s =$	$(0.2 + 1.3\xi)r_a$	$= 116.06 \text{ mm}$	
$M_{gh} =$	$= 201161653 \text{ Nmm}$	$= 201.2 \text{ KNm}$	
So sánh			
$M_{gh} =$	$= 201.2 \text{ KNm}$	$>$	$N_{\eta e_0} = 200 \text{ KNm}$ OK
Hàm lượng cốt thép dọc	$\mu$	$= 3.52\%$	
Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa		OK	
Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu		OK	

**II .3. Kiểm toán cột tròn khi bố trí thép đai kiểu thường dùng công thức có  $N_l, M_l$  tức là có ( mô men và lực dọc do tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn gây ra)**

$$N_{cr} = \frac{C_b E_b}{l_o^2} \left[ \frac{I}{\varphi_l} \left( \frac{0.11}{0.1 + \frac{\delta_e}{\varphi_P}} + 0.1 \right) + \alpha_s I_s \right]$$

$\delta_{emin} =$	$0.5 - 0.01 l_o/h - 0.01 R_b$	$= 0.280$	Mpa
$\delta_e =$	$e_o/h$	$= 0.550$	
$\delta_e =$	$\text{Max}(\delta_{emin}, e_o/h)$	$= 0.550$	
$\varphi_p$	Hệ số xét đến ảnh hưởng của cốt thép ứng lực trước đến độ cứng của cấu kiện		
$\varphi_p \geq 1$	Khi không có cốt thép ứng lực trước thì	$\varphi_p = 1.0$	
$C_b$ :	Hệ số , với bê tông nặng và bê tông hạt nhỏ nhóm A	$= 6.4$	
	Hệ số , với bê tông nặng và bê tông hạt nhỏ nhóm B	$= 5.6$	
$\varphi_l = 1 + \beta M^*/M^*$			
$\beta$	Hệ số , với bê tông nặng	$\beta = 1.0$	
	Hệ số , với bê tông hạt nhỏ nhóm A	$\beta = 1.3$	
	Hệ số , với bê tông hạt nhỏ nhóm B	$\beta = 1.5$	
$M^*$ :	Mô men lấy đối với mép tiết diện chịu kéo hoặc chịu nén ít hơn do tác dụng của toàn bộ tải trọng		
$M^*_l$	Mô men lấy đối với mép tiết diện chịu kéo hoặc chịu nén ít hơn do tác dụng của tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn		
$M^* =$	$M + N \cdot h/2$	$= 336.0$	KNm
$M^*_l =$	$M_l + N_l \cdot h/2$	$= 260.0$	KNm
$\varphi_l = 1 + \beta M^*_l/M^*$		$= 1.8$	
$\alpha_s =$	$E_s/E_b$	$= 6.7$	

I <sub>s</sub>	Mô men quán tính của tiết diện thép dọc			
Giả thiết toàn bộ diện tích thép A <sub>st</sub> phân bố trên đường tròn có đường kính bằng				
D <sub>a</sub> =	D-2a	(Số thanh thép dọc phải >=6)	= 315.0	mm
Chiều dày lớp thép dọc phân bố theo đường kính D <sub>a</sub> ký hiệu là t			(mm)	
π.D <sub>a</sub> .t =	A <sub>st</sub>	t= A <sub>st</sub> /(πD <sub>a</sub> )	t=	= 4.5 mm
D <sub>a</sub> +t/2=	= 317.2 mm	I <sub>(D<sub>a</sub>+t/2)</sub>	= 497139919.9	mm <sup>4</sup>
D <sub>a</sub> -t/2=	= 312.8 mm	I <sub>(D<sub>a</sub>-t/2)</sub>	= 469740880.3	mm <sup>4</sup>
I <sub>s</sub> =	I <sub>(D<sub>a</sub>+t/2)</sub>	-	I <sub>(D<sub>a</sub>-t/2)</sub>	= 27399039.6 mm <sup>4</sup>

$$N_{cr} = \frac{C_b E_b}{l_o^2} \left[ \frac{I}{\phi_l} \left( \frac{0.11}{0.1 + \frac{\delta_e}{\phi_p}} + 0.1 \right) + \alpha_s I_s \right]$$

Đặt các số hạng

$S_{h1} =$	$C_b E_b / l_o^2$	$= 0.0213$
$S_{h2} =$	$l / \phi_l$	$= 708439685.6$
$S_{h3} =$	$0.11 / (0.1 + \delta_e / \phi_p) + 0.1$	$= 0.1715$
$S_{h4} =$	$\alpha_s I_s$	$= 182660264.0$
$N_{cr} =$	$S_{h1} (S_{h2} \cdot S_{h3} + S_{h4})$	$= 19010132.3$ KN
$\eta = 1 / (1 - N / N_{cr})$		$= 1.044$

$N \eta e_0 =$	$= 183732$ KNmm	$= 183.7$ KNm
----------------	-----------------	---------------

$M_{gh} =$	$= 201.2$ KNm	$>$	$N \eta e_0$	$= 183.73$ KNm
------------	---------------	-----	--------------	----------------

OK

Hàm lượng cốt thép dọc

$\mu$

$$= A_{st} / A_c = 3.52\%$$

Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối đa

OK

Kiểm tra hàm lượng cốt thép tối thiểu

OK

#### II.4. Thử chọn các cặp tải trọng ( $M_l$ , $N_l$ ) thường xuyên và tạm thời dài hạn để tính $N \eta e_0$

$N_l =$	700	}	$\rightarrow$	$N \eta e_0$	$= 183.4$
$M_l =$	90				
$N_l =$	700	}	$\rightarrow$	$N \eta e_0$	$= 183.6$
$M_l =$	110				
$N_l =$	700	}	$\rightarrow$	$N \eta e_0$	$= 183.84$
$M_l =$	130				
$N_l =$	700	}	$\rightarrow$	$N \eta e_0$	$= 184.05$
$M_l =$	150				
$N_l =$	700	}	$\rightarrow$	$N \eta e_0$	$= 184.2$
$M_l =$	160				

#### Nhận xét :

Khi tính giá trị  $N_{cr}$  theo công thức trong TCVN 356-2005 có giá trị nhỏ hơn so với công thức kinh nghiệm tính  $N_{cr}$  không có giá trị mô men và lực dọc do tải trọng thường xuyên và tải trọng tạm thời dài hạn gây ra

## II.4. Tính toán tiết diện cột theo lực cắt (theo tiêu chuẩn ACI 318-05)

Sức kháng danh định  $V_n$  (Lực cắt do bê tông và cốt thép sườn dầm chịu) theo công thức sau :

$$V_n = V_c + V_s$$

$V_c$  Sức kháng cắt danh định của bê tông

$\phi V_c$  Sức kháng cắt tính toán của bê tông

$V_s$  Sức kháng cắt danh định của cốt thép sườn dầm

$\phi$  Hệ số sức kháng khi tính toán chịu cắt **= 0.75**  
 $V_c = 0.17 \cdot \lambda \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot d$  (Tiết diện chữ nhật)  
 $V_c = 0.136 \cdot \lambda \cdot f_c^{0.5} \cdot D^2$  (Tiết diện tròn)

$\lambda$  Hệ số xét đến ảnh hưởng của trọng lượng thể tích bê tông đến sức kháng cắt

$\lambda$  (Cho bê tông trung bình có  $g = 2.3 - 2.5 \text{ T/m}^3$ ) **= 1.0**

$\lambda$  (Cho bê tông cát nhẹ có  $1.8 \text{ T/m}^3 < g < 2.3 \text{ T/m}^3$ ) **= 0.85**

$\lambda$  (Cho tất cả các bê tông nhẹ khác có  $g < 1.8 \text{ T/m}^3$ ) **= 0.75**

$f'_c$  Cường độ chịu nén của Bê tông mẫu lăng trụ ( $15 \times 30 \text{ cm}$ ) theo tiêu chuẩn ASTM C-39

$f'_c =$  Mác bê tông / 12 **= 29.17 Mpa** **M350**

$d_v$  Khoảng cách từ thớ chịu nén xa nhất đến trọng tâm của cốt thép chịu kéo hay bằng 0.8 toàn bộ chiều cao ( $0.8h$ ) của tiết diện lấy giá trị nào lớn hơn **Max(ho-x/2, 0.8h)**

**cách 1**  $V_c = 0.17 \cdot \lambda \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot d$  (Cột chữ nhật) **= 117.52 KN**

**cách 2**  $V_c = 0.136 \cdot \lambda \cdot f_c^{0.5} \cdot D^2$  (Cột tròn) **= 117.52 KN**

$\phi V_c / 2$  **= 44.1 KN**

Nếu  $\phi V_c / 2 < V_u (Q)$  Phải bố trí cốt đai

$\phi V_c / 2 > V_u (Q)$  Không phải bố trí cốt đai

$\phi V_c / 2 = 44.1 < V_u (Q) = 100.0$  **Phải bố trí cốt đai**

### II.4.1. Tính toán khả năng chịu cắt của tiết diện (Xem tiết diện có đủ khả năng chịu cắt không)

$$V_n - V_c = V_u / \phi - V_c < 0.66 \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot d_v$$

$$V_n = V_u / \phi \quad \quad \quad = 133.3 \text{ KN}$$

$$V_n - V_c = V_u / \phi - V_c \quad \quad \quad = 15.8 \text{ KN}$$

$$0.66 \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot d_v \quad \quad \quad = 456.2 \text{ KN}$$

$$V_n - V_c = V_u / \phi - V_c = 15.8 < 0.66 \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot d_v = 456.2 \text{ KN}$$

### Tiết diện đủ khả năng chịu cắt

#### II.4.2. Tính khoảng cách cốt đai theo điều kiện chịu lực

**$h = D$   $b_w = D$  ( $D$  đường kính tiết diện tròn)**

$$d_v = 0.8h \quad \quad \quad = 320.0 \text{ mm}$$

$$d_v = D/2 + D\alpha/\pi \quad \quad \quad \text{(AASHTO-2007 SI)} \quad \quad \quad = 300.3 \text{ mm}$$

$$d_v = \quad \quad \quad d_v = 320.0 \text{ mm}$$

$f_y$  Cường độ giới hạn chảy của cốt thép đai  $f_y = 240.0 \text{ Mpa}$  **CI**

$$s = A_v \cdot \phi \cdot f_y \cdot d / (V_u - \phi V_c) \quad \quad \quad = 381.4 \text{ mm}$$

$$A_{vmin} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} 0.35 \cdot b_w \cdot s / f_y \\ 0.083 f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot s / f_y \end{array} \right.$$

$$s_{min} = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} A_v \cdot f_y / 0.35 \cdot b_w \\ A_v \cdot f_y / (0.083 \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w) \end{array} \right.$$

$$s_{min} = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} = 134.6 \text{ mm} \\ = 105.1 \text{ mm} \end{array} \right. = 105.1 \text{ mm}$$

#### II.4.4 Tính khoảng cách cốt đai theo điều kiện **khoảng cách tối thiểu**

Nếu  $V_n - V_c = V_u / \phi - V_c < 0.33 \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot d_v$   $S_{max} = \text{Min}(d/2, 600\text{mm})$

$$V_n - V_c = V_u / \phi - V_c = 133.2 \text{ KN}$$

$$0.33 \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot d_v = 228.1 \text{ KN}$$

$$V_n - V_c = V_u / \phi - V_c = 133.2 < 0.33 \cdot f_c^{0.5} \cdot b_w \cdot d_v = 228.1 \text{ OK}$$

$$S_{max} = \text{Min}(d_v/2, 600\text{mm}) = 160.0 \text{ mm}$$

#### II.4.5. Lựa chọn bước cốt đai theo 3 điều kiện trên

$$s = 105.1 \text{ mm}$$

So sánh bước cốt đai lựa chọn ban đầu  $s_{bđ} = 70.0 \text{ mm}$  **OK**

#### II.4.6. Các quy định khác trong ACI 318-05

##### \* Đường kính cốt đai, cốt dọc:

Hàm lượng cốt thép tối thiểu là

$$= 1.00\%$$

Hàm lượng cốt thép tối đa là

$$= 8.00\%$$

Khi thép dọc  $\leq 36^\#$  ( $\phi=35.8$ ), đường kính thép đai không nhỏ hơn  $10^\#$  ( $\phi=9.5\text{mm}$ )

Khi thép dọc  $> 36^\#$  ( $\phi=35.8$ ), đường kính thép đai không nhỏ hơn  $13^\#$  ( $\phi=12.7\text{mm}$ )

Khi khoảng trống giữa các thanh cốt thép dọc  $> 150\text{mm}$  thì các cốt dọc này phải được bao bởi góc của cốt đai

Các cột có cốt đai lò xo phải bố trí 6 thanh thép dọc để tạo hiệu ứng đai trong cốt thép lò xo

##### \* Cốt đai lò xo

**Để cho sức kháng nén của cốt đai lò xo lớn hơn sức kháng nén lớp BT bảo vệ, ACI 318-05, 22TCN 272-05 khuyến nghị sử dụng hàm lượng cốt đai xoắn :**

$$\rho_s = 0.45 \cdot (1 - A_g / A_c) \cdot f'_c / f_y = 0.0128$$

$A_g$ : Diện tích của mặt cắt lõi bê tông được tính đến mép ngoài của cốt đai

$$D_c = D - 2d_c + 2\phi_{đai} = 350.0 \text{ mm}$$

$d_c$ : Chiều dày lớp bảo vệ

$$A_g = 96211 \text{ mm}^2$$

Hàm lượng cốt đai đang dùng :  $s = 70 \text{ mm}$

$$\rho_d = 4 \cdot a_s \cdot (D_c - d_b) / (s \cdot D_c^2) = 0.0125 \text{ NOT}$$

**Hàm lượng cốt thép lò xo nên dùng**  $= 0.0128$

**Bước cốt đai lò xo nên dùng**

$$s = 4 \cdot a_s \cdot (D_c - d_b) / (\rho_s \cdot D_c^2) = 68.0 \text{ mm}$$