

鋼筋混凝土學與設計

歐陽老師 主解

一、請說明鋼筋混凝土橫箍筋柱之：

(一)縱向鋼筋斷面積(10分)

(二)剪力筋之間距(10分)

於耐震設計之特別規定與一般設計要求之區別。

試題評析	出題甚有創意，將一般設計與耐震設計的需求進行比較，類似提型可能再出現，考驗考生整合能力。
考點命中	《解說鋼筋混凝土》附錄A公式彙整之P.A-8，P.A-16

解：

	一般設計	耐震設計
柱 主 筋 面 積	$0.01 A_g \leq A_{st} \leq 0.08 A_g$ 矩形或圓形橫箍筋，至少4根 主筋。三角形橫箍筋，至少 3根主筋。體積比 ρ_s 符合 規定之螺箍筋，至少6根 主筋。	$0.01 A_g \leq A_{st} \leq 0.06 A_g$
柱 剪 力 筋 間 距	$S \leq \min[16d_{\text{主}}, 48d_{\text{箍}}, \text{柱短邊}]$	圍束區內： $S \leq \text{構材短邊之} \frac{1}{4}$ $S \leq 6d_{\text{主}}$ $S \leq S_o, S_o = 10 + \frac{35-h_x}{3}$ S_o 介於10~15cm 非圍束區內： $S \leq 15\text{cm}$ $S \leq 6d_{\text{主}}$

二、一鋼筋混凝土橫箍筋柱，若此柱斷面45cm×45cm，配置4支D29縱向鋼筋，若 $f'_c = 280\text{kgf/cm}^2$ ， $f'_y = 4,200\text{kgf/cm}^2$ ， $E_s = 2.04 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$ ， $d = 38.5\text{cm}$ ， $d' = 6.5\text{cm}$ ，(D29， $d_b = 2.87\text{cm}$ ， $A_b = 6.47\text{cm}^2$)

(一)試計算無偏心載重下之軸力計算強度 P_0 。(5分)

(二)試決定此柱平衡載重 P_b 、平衡彎矩 M_b 及平衡偏心矩 e_b 。(20分)

(三)若此柱承受一偏心集中載重 P_u 作用於 $(x,y)=(e_b,e_b)$ 處，試計算 P_u 之最大值。(5分)

試題評析	第(一)及(二)小題是基本常見題型，平日有練習者均應能得分。第(三)小題沒說明座標原點，需自行假設，恐會造成爭議。第(三)小題只配5分，若要求精確解，浪費得其他分數的時間，若考慮前兩小題的答案，命題者疑暗示使用Bresler載重倒數法。
考點命中	部分見教材p.5-6公式〔5.4〕，平衡分析部份見教材〔例5-3.3〕、〔例5-3.4〕。Bresler載重倒數法見教材p.5-61公式〔5.30〕與〔例5-6.1〕

解：

$$\begin{aligned} \text{(一)} \quad P_o &= 0.85f_c' A_g + A_{st} (f_y - 0.85f_c') \\ &= 0.85(0.28)(45)^2 + 4(6.47)[4.2 - 0.85(0.28)] \\ &= \underline{584.49 \text{ tf}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(二)} \quad x_b &= \frac{3}{5}d = 0.6(38.5) = 23.1 \text{ cm} \\ a &= \beta_1 x_b = 0.85 x_b = 19.635 \text{ cm} \\ \Sigma_i' &= \frac{0.003}{x_b} (x_b - d') = \frac{0.003}{23.1} (23.1 - 6.5) = 2.156 \times 10^{-3} > \Sigma_y \\ C_{cb} &= 0.85f_c' ab = 0.85(0.28)(19.635)(45) = 210.29 \text{ tf} \\ T_b &= A_s f_y = 2 \times 6.47 \times 4.2 = 54.348 \text{ tf} \\ C_{sb} &= A_s (f_y - 0.85f_c') = 2 \times 6.47 (4.2 - 0.85 \times 0.28) = 51.268 \text{ tf} \\ P_b &= C_{cb} + C_{sb} - T_b = \underline{207.21 \text{ tf}} \end{aligned}$$

對塑心取力矩

$$\begin{aligned} M_b &= C_{cb} \left(22.5 - \frac{a}{2}\right) + C_{sb} (22.5 - 6.5) + T_b (22.5 - 6.5) \\ &= 2667 + 1689.856 = 4356.856 \text{ tf}\cdot\text{cm} \\ &= \underline{43.569 \text{ tf}\cdot\text{m}} \end{aligned}$$

$$e_b = \frac{M_b}{P_b} = \frac{4356.856}{207.21} = \underline{21.03 \text{ cm}}$$

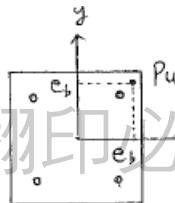
(三) 設座標原點在塑心處

以 Bresler 載重倒數法求近似解

$$\frac{1}{P_{ni}} + \frac{1}{P_o} = \frac{1}{P_{no}} + \frac{1}{P_{ny}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{P_{ni}} + \frac{1}{584.49} = \frac{1}{207.21} \times 2$$

$$\text{解出 } P_{ni} = 125.926 \text{ tf}$$



check $P_{ni} \geq 0.1 P_o = 58.449 \text{ tf}$ o.k.!

本題因作用負偏心距大，導致極限時，最外側拉力筋應變超越 0.005，故 $\phi = 0.9$

$$P_u \leq \phi P_{ni} = 0.9 \times 125.826 = \underline{\underline{113.33 \text{ tf}}}$$

三、一簡支鋼筋混凝土矩形梁，淨跨距為 7 m，斷面寬 $b=40 \text{ cm}$ ，有效深度 $d=60 \text{ cm}$ ，梁上承受載重 $w_u = 12 \text{ tf/m}$ ，若 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ ， $f'_y = 4,200 \text{ kgf/cm}^2$ ， $E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ ，使用 D10 剪力筋 (D10， $d_b=0.96 \text{ cm}$ ， $A_b=0.71 \text{ cm}^2$)，試計算：

- (一) 此梁需配置剪力筋之範圍。(10 分)
 (二) 臨界面需配置剪力筋間距為何。(15 分)

試題評析	此題為基本送分題，考生勿漏間距之檢核。
考點命中	《解說鋼筋混凝土》p.4-11圖4-8。同書p.4-28練習題3，102鐵路特考。

解：

$$(一) V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b w d$$

$$= 0.53 \sqrt{280} \times 40 \times 60 / 1000$$

$$= 21.285 \text{ tf}$$

$V_u \leq \frac{1}{2} \phi V_c$ 者，不配剪力筋。

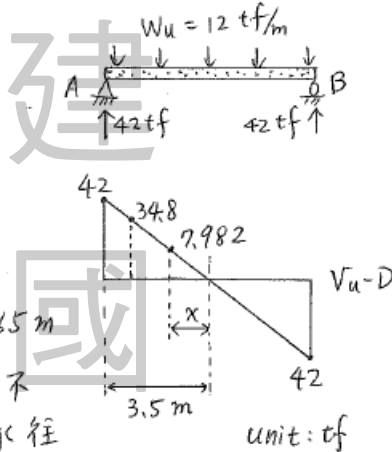
$$\frac{1}{2} \phi V_c = \frac{1}{2} \times 0.75 \times 21.285$$

$$= 7.982 \text{ tf}$$

參考剪力图， $x = \frac{7.982}{12} = 0.665 \text{ m}$

即從中央往左右各 0.665 m，不配剪力筋。換言之，從支承往

中央 2.835 m 範圍內，須配剪力筋。



$$(二) \text{臨界面斷面 } V_u = (3.5 - 0.6) \times 12 = 34.8 \text{ tf}$$

$$V_u = \phi (V_c + V_s)$$

$$\Rightarrow 34.8 = 0.75 (21.285 + V_s)$$

$$\Rightarrow V_s = 25.115 \text{ tf} < 2V_c$$

$$S = \frac{A_v f_y d}{V_s} = \frac{2 \times 0.71 \times 4200 \times 60}{25115} = 14.25 \text{ cm}$$

check

$$S \leq \left[\frac{d}{2}, 60 \text{ cm}, \frac{A_v f_y}{3.5 b w}, \frac{A_v f_y}{0.2 \sqrt{f'_c} b w} \right]_{\min}$$

$$= [30 \text{ cm}, 60 \text{ cm}, 42.6 \text{ cm}, 44.6 \text{ cm}]_{\min} = 30 \text{ cm}$$

O.K.!

理論上 S 取 14.25 cm

實務上可取 10 cm

- 四、一簡支鋼筋混凝土矩形梁，斷面寬 $b=35 \text{ cm}$ ，有效深度 $d=50 \text{ cm}$ ，梁上承受設計彎矩 $M_u=72 \text{ tf}\cdot\text{m}$ ，若 $f'_c=350 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ ， $f'_y=4,200 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ ， $E_s=2.04 \times 10^6 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ ，試設計此梁斷面所需之鋼筋量。(25分)

試題評析	此題屬基本的設計題型，有上過課的均能得分，設計的方案只要合規範，未必有唯一解。
考點命中	見《解說鋼筋混凝土》p.3-12與p.3-13

解：

(一) 試 $M_{d,0.005}$

$$x = \frac{3}{8}d = \frac{3}{8}(50) = 18.75 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 x = 0.8 x = 15 \text{ cm}$$

$$A_{s1} f_y = 0.85 f'_c a b \quad \Rightarrow 4.2 A_{s1} = 0.85 (0.35) (15) (35)$$

$$\Rightarrow A_{s1} = 37.188 \text{ cm}^2$$

$$M_{d,0.005} = 0.9 M_{n,0.005} = 0.9 A_{s1} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0.9 (37.188) (4.2) \left(50 - \frac{15}{2} \right) = 5974.17 \text{ tf}\cdot\text{cm}$$

$$= 59.742 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

$$\text{彎矩尚不足量} = 72 - 59.742 = 12.258 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

(二) 設 $d' = 7 \text{ cm}$

$$\text{令 } \phi A_{s2} f_y (d - d') = 12.258 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

$$\Rightarrow 0.9 A_{s2} (4.2) \left(\frac{50-7}{100} \right) = 12.258$$

$$\Rightarrow A_{s2} = 7.54 \text{ cm}^2$$

$$\epsilon_s = \frac{0.003}{x} (x - 7) = \frac{0.003}{18.75} (11.75) = 1.88 \times 10^{-3} < \epsilon_{gy}$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Rightarrow A_{s2} f_y = A_s [\epsilon_s E_s - 0.85 f'_c]$$

$$\Rightarrow 7.54 (4.2) = A_s [2.04 \times 10^3 \times 1.88 \times 10^{-3} - 0.85 (0.35)]$$

$$\Rightarrow A_s = 8.95 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{(三) 拉力筋 } A_s &= A_{s1} + A_{s2} = \underline{44.728 \text{ cm}^2} \\ \text{壓力筋 } A_s' &= \underline{8.95 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

高 點 建 國

【版權所有，翻印必究】