

110 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：土木工程

科 目：鋼筋混凝土學與設計

「鋼筋混凝土學與設計」依據及作答規範：內政部營建署「混凝土結構設計規範(內政部 110.3.2 台內營字第 1100801841 號令)；中國土木水利學會「混凝土工程設計規範與解說」(土木 401-100)。未依上述規範作答，不予計分。

D13 鋼筋之直徑 $d_b=1.27\text{cm}$ ，斷面積 $A_b=1.27\text{cm}^2$ 。

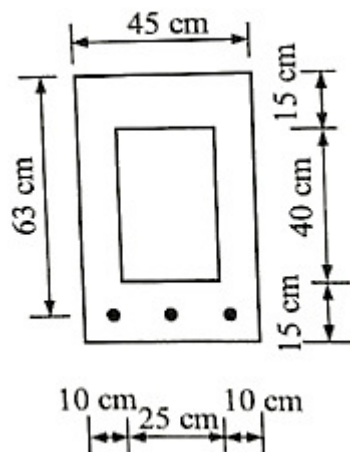
D25 鋼筋之直徑 $d_b=2.54\text{cm}$ ，斷面積 $A_b=5.07\text{cm}^2$ 。

D29 鋼筋之直徑 $d_b=2.87\text{cm}$ ，斷面積 $A_b=6.47\text{cm}^2$ 。

D32 鋼筋之直徑 $d_b=3.22\text{cm}$ ，斷面積 $A_b=8.14\text{cm}^2$ 。

一、有一鋼筋混凝土梁的斷面為中空，如圖所示。梁斷面有效深度 $d=63\text{cm}$ 。混凝土抗壓強度 $f'_c=280\text{kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ 。若梁斷面配置設計規範規定的最少撓曲鋼筋，試以最少鋼筋量計算此梁斷面的彎矩設計強度 ΦM_n 為多少(25 分)

參考公式： $A_{s,min} = \frac{0.8\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$ 及 $A_{s,min} = \frac{14}{f_y} b_w d$ 之較大者。



【解題關鍵】

- 《考題難易》 中等偏易：★★☆☆☆
- 《破題關鍵》
 - 考驗同學 b_w 要帶哪個值。
 - 最小鋼筋量，基本上都會降伏且 $\phi = 0.9$ 。
- 《命中特區》正課班 RC 課本 P2 - 4 ~ P2 - 6

【擬答】

(一) 最小鋼筋量

$$A_{s,min} = \max \left[\frac{0.8\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d, \frac{14}{f_y} b_w d \right] = \max \left[\frac{0.8\sqrt{280}}{4200} (20)(63), \frac{14}{4200} (20)(63) \right]$$

$$= \max [4.016, 4.2] = 4.2 (\text{cm}^2)$$

(二) 已經配置最小鋼筋量，則拉力筋降伏

假設混凝土有效深度 a

$$T = C$$

$$A_s f_y = 0.85 f'_c a b$$

公職王歷屆試題 (110 地方特考)

$$(4.2)(4200) = 0.85(280)a(45)$$

$$a = 1.647(\text{cm}) \quad x = \frac{a}{\beta_1} = \frac{1.647}{0.85} = 1.938(\text{cm})$$

(三)求 ϕM_n

$$\phi = 0.65 + 0.25 \left(\frac{d_t}{x} - \frac{5}{3} \right) = 0.65 + 0.25 \left(\frac{63}{1.938} - \frac{5}{3} \right) = 8.360(\text{取 } 0.9)$$

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = (4.2)(4200) \left(63 - \frac{1.647}{2} \right) = 1096793(\text{kgf} - \text{cm})$$

$$= 10.968(\text{tf} - \text{m})$$

$$\phi M_n = 0.9(10.968) = \mathbf{9.871(\text{tf} - \text{m})}$$

二、有一鋼筋混凝土簡支梁，跨度為 8m。梁斷面為矩形，寬度 $b=45\text{cm}$ ，有效深度 $d=65.6\text{cm}$ 。梁全跨度承受均佈設計載重 $w_u=12\text{tf/m}$ 。梁全跨度皆配置 8 支 D29 拉力鋼筋與 D13 閉合矩形剪力鋼筋。混凝土抗壓強度 $f'_c=280\text{kgf/cm}^2$ ，拉力鋼筋降伏強度 $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ ，剪力鋼筋降伏強度 $f_{yt}=2800\text{kgf/cm}^2$ 。試計算距支承 50cm 處，設計規範容許之剪力鋼筋最大間距為多少?(25 分)

參考公式：請自行選擇適合的公式，並檢查其正確性，若有問題應自行修正。

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} b_w d$$

$$V_c = \left(0.5\sqrt{f'_c} + 175\rho_w \frac{V_u d}{M_u} \right) b_w d \leq 0.93\sqrt{f'_c} b_w d$$

【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏難: ★★★★★☆

2. 《破題關鍵》

(1) 要用精算式才有辦法求出最經濟的間距。

(2) 要注意， $\frac{V_u d}{M_u}$ 這個式子如果超過 1，只能取 1。

3. 《命中特區》正課班 RC 課本 P4 - 14 ~ P4 - 19

【擬答】

(一)以精算式求 V_c

$$V_u = 48 - 12(0.5) = 42(\text{tf})$$

$$M_u = 48(0.5) - \frac{1}{2}(12)(0.5)^2 = 22.5(\text{tf} - \text{m})$$

$$\frac{V_u d}{M_u} = \frac{(42)(0.656)}{22.5} = 1.2245(\text{取 } 1.0)$$

$$\rho_w = \frac{A_s}{b_w d} = \frac{8 \times 6.47}{45(65.6)} = 0.0175$$

$$V_c = \left(0.5\sqrt{f'_c} + 175\rho_w \frac{V_u d}{M_u} \right) b_w d = (0.5\sqrt{280} + 175(0.0175) \times 1)(45)(65.6)$$

$$= 33739(\text{kgf})$$

$$V_c \text{ 上限值} = 0.93\sqrt{f'_c} b_w d = 0.93\sqrt{280}(45)(65.6) = 45939(\text{kgf})$$

$$V_c = 33739(\text{kgf}) \quad \text{OK!}$$

(二)計算剪力筋最大間距

先計算臨界斷面之 V_u

$$V_u = 48 - 12(0.656) = 40.128(\text{tf})$$

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

$$40128 = 0.75(33739 + V_s)$$

$$V_s = 19765(\text{kgf})$$

公職王歷屆試題 (110 地方特考)

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

$$19765 = \frac{(2 \times 1.27)(2800)(65.6)}{s}$$

$$s = 23.605(\text{cm})$$

已知 $V_s < 2V_c$

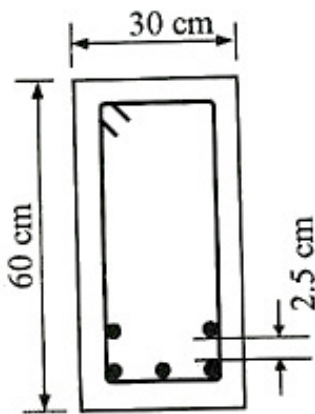
$$S_{max} = \min \left[\frac{A_v f_y}{3.5 b_w}, \frac{A_v f_y}{0.2 \sqrt{f'_c} b_w}, \frac{d}{2}, 60 \text{ cm} \right]$$

$$= \min \left[\frac{1.27 \times 2 \times 2800}{3.5 \times 45}, \frac{1.27 \times 2 \times 2800}{0.2 \sqrt{280} \times 45}, \frac{65.6}{2}, 60 \right]$$

$$= \min [45.156, 47.225, 32.8, 60] = 32.8(\text{cm})$$

剪力筋間距可以取 $s = 23(\text{cm})$ 進行設計！

三、如圖所示為鋼筋混凝土梁的矩形斷面。配置 5 支 D25 拉力鋼筋與 D13@15cm 閉合矩形剪力鋼筋。剪力鋼筋之混凝土淨保護層為 4cm。混凝土抗壓強度 $f'_c=280\text{kgf/cm}^2$ ，拉力鋼筋降伏強度 $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ ，剪力鋼筋降伏強度 $f_{yt}=2800\text{kgf/cm}^2$ 。試檢核鋼筋配置是否滿足設計規範對裂紋控制的規定?(25 分)



參考公式：請自行選擇適合的公式，並檢查其正確性，若有問題應自行修正。

$$S \leq 38 \left[\frac{2800}{f_s} \right] - 2.5c_c$$

$$S \leq 30 \left[\frac{2800}{f_s} \right]$$

【解題關鍵】

- 《考題難易》 中等偏易：★★☆☆☆
- 《破題關鍵》
 - (1)本題沒有給外力，所以 f_s 可以用簡算。
 - (2) C_c 是從主筋往混凝土表面的距離。
- 《命中特區》正課班RC課本P6-9~P6-13

【擬答】

(一)計算鋼筋之最大間距

$$C_c = 4 + 1.27 = 5.27 \text{ cm}$$

$$S_{max} = \min \left[38 \left(\frac{2800}{f_s} \right) - 2.5C_c, 30 \left(\frac{2800}{f_s} \right) \right]$$

$$= \min \left[38 \left(\frac{2800}{4200 \times \frac{2}{3}} \right) - 2.5 \times 5.27, 30 \left(\frac{2800}{4200 \times \frac{2}{3}} \right) \right]$$

$$S_{max} = \min[24.825, 30] = 24.825 \text{ cm}$$

(二) 計算實際主筋心到心之距離

$$30 = 2 \times 5.27 + 1 \times 2.54 + 2S$$

$$S = 8.46(\text{cm})$$

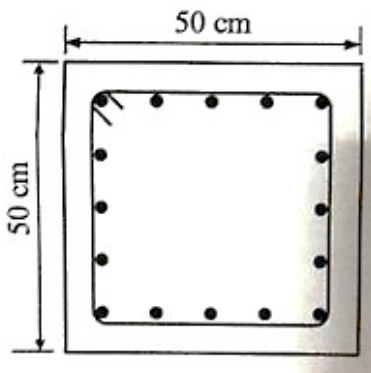
故此鋼筋配置**滿足**裂紋控制之規定。

四、耐震設計的鋼筋混凝土柱之橫向鋼筋一般包括矩形閉合箍筋與繫筋。繫筋一端具耐震彎鉤，另一端為至少 90° 之彎鉤。如圖所示為一耐震設計的鋼筋混凝土柱斷面，配置 D25 縱向主筋，橫向鋼筋僅標示矩形閉合箍筋。橫向鋼筋之混凝土淨保護層為 4cm。混凝土抗壓強度 $f'_c=280\text{kgf/cm}^2$ ，橫向鋼筋降伏強度 $f_{yt}=4200\text{kgf/cm}^2$ 。若設計箍筋與繫筋有相同的 12cm 間距，且皆為 D13 鋼筋，試計算所需繫筋的數量(最經濟用量)，且於斷面圖上標示繫筋的位置及繫筋彎鉤的排置。(25 分)

參考公式：請自行選擇適合的公式，並檢查其正確性，若有問題應自行修正。

$$A_{sh} = 0.3 S b_c \frac{f'_c}{f_{yt}} \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right)$$

$$A_{sh} = 0.09 S b_c \frac{f'_c}{f_{yt}}$$



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏易：★★☆☆☆
2. 《破題關鍵》
 - (1) 公式題目都有給，但是須知道每個參數的內涵。
 - (2) 兩條面積公式，算出來需求面積要取大的。
3. 《命中特區》 正課班 RC 課本 P11 - 10 ~ P11 - 13

【擬答】

(一) 計算橫向鋼筋之需求面積

$$b_c = 50 - 4 - 4 - 1.27 = 40.73 \text{ cm}$$

$$A_{ch} = (50 - 4 - 4)^2 = (42)^2 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0.3 S b_c \frac{f'_c}{f_{yt}} \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) = 0.3(12)(40.73) \frac{280}{4200} \left(\frac{50^2}{42^2} - 1 \right) = 4.079 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh} = 0.09 S b_c \frac{f'_c}{f_{yt}} = 0.09(12)(40.73) \frac{280}{4200} = 2.933 \text{ cm}^2$$

$$n = \frac{A_{sh,max}}{A_b} = \frac{4.079}{1.27} = 3.121 (\text{取 } 4 \text{ 支})$$

公職王歷屆試題 (110 地方特考)

x 向及 y 向各需要 4 支剪力鋼筋！

(二)標示於圖上

公 職 王