

109 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：土木工程

科 目：鋼筋混凝土學與設計

一、已知一梁斷面為矩形，寬度 50 cm、深度 70 cm、有效深度 $d = 61$ cm，結構分析須抵抗設計彎矩 $M_u = 160$ tf-m，以雙筋梁作設計，目標中性軸深度 $c = 0.375 d$ ，試求滿足強度要求 $\phi M_n \geq M_u$ 所需的最少拉力鋼筋量 A_s 和壓力鋼筋量 A'_s (答案單位 cm^2 至小數點後二位)。假設壓力筋深度 $d' = 7$ cm，混凝土規定抗壓強度 $f'_c = 280$ kgf/cm²，鋼筋降伏強度 $f_y = 4200$ kgf/cm²，鋼筋降伏應變 0.002。(25 分)

【解題關鍵】

- 《考題難易》 中等偏易：★★☆☆☆
- 《破題關鍵》
 - (1)先檢查單筋配置是否足夠。
 - (2)檢查壓力鋼筋是否降伏。
- 《命中特區》正課班 RC 講義 P3 - 9 例題

【擬答】：

(一)單筋配置是否足夠

$$A_{s1}f_y = 0.85f'_c(\beta_1x)b$$

$$A_{s1}(4200) = 0.85(280)(0.85 \times 0.375 \times 61)(50)$$

$$A_{s1} = 55.09\text{cm}^2$$

$$\phi M_{n1} = 0.9C_c \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0.9[0.85(280)(0.85 \times 0.375 \times 61)(50)] \left(61 - \frac{0.85 \times 0.375 \times 61}{2} \right)$$

$$= 10678288(\text{kgf} - \text{cm}) = 106.78(\text{tf} - \text{m}) < M_u$$

所以需要雙筋梁配置

(二)求 A_{s2}

$$M_u = \phi M_{n1} + \phi M_{n2}$$

$$160 = 106.78 + 0.9A_{s2}f_y(d - d') \times 10^{-5}$$

$$= 106.78 + 0.9A_{s2}(4200)(61 - 7) \times 10^{-5}$$

$$A_{s2} = 26.07\text{cm}^2$$

$$\text{拉力鋼筋量 } A_s = A_{s1} + A_{s2} = 55.09 + 26.07 = \mathbf{81.16\text{cm}^2}$$

(三)求 A'_s

$$\frac{0.003}{x} = \frac{\varepsilon'}{x - x'} \rightarrow \frac{0.003}{22.875} = \frac{\varepsilon'}{15.875}$$

$$\varepsilon' = 0.00208 > \varepsilon_y$$

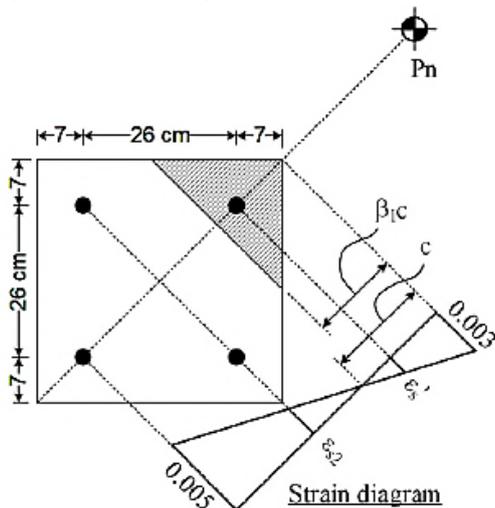
$$A_{s2}f_y = A'_s(f_y - 0.85f'_c)$$

$$26.07(4200) = A'_s(4200 - 0.85 \times 280)$$

$$\text{壓力鋼筋量 } A'_s = \mathbf{27.64\text{cm}^2}$$

公職王歷屆試題 (109 高考三等考試)

二、一鋼筋混凝土方柱斷面示意圖如下，對稱配置4支D25鋼筋，沿對角線方向受一軸壓力 P_n ，使混凝土受壓側最外緣應變達0.003時，角落受拉鋼筋應變恰好為0.005。試求此應變狀態之標稱軸壓力 P_n 和偏心距 $e = ?$ 已知混凝土規定抗壓強度 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋彈性模數 $= 2,040,000 \text{ kgf/cm}^2$ ，D25鋼筋單支斷面積 5.07 cm^2 。假設混凝土受壓區平均應力 $0.85f'_c$ 且深度仍為 β_1c ，其中 c 為中性軸深度而 $\beta_1 = 0.85$ 。(25分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等: ★★★☆☆

2. 《破題關鍵》

- (1) 先把每一處鋼筋的應變找出來。
- (2) 混凝土有效面積變成三角形了。

【擬答】:

(一) 求每一處鋼筋的應變

$$d = 33\sqrt{2} = 46.669(\text{cm})$$

$$x = \frac{3}{8}(33\sqrt{2}) = 17.5(\text{cm})$$

$$x' = 7\sqrt{2} = 9.899(\text{cm})$$

$$a = \beta_1 x = 0.85 \times 17.5 = 14.875(\text{cm})$$

$$\frac{0.003}{17.5} = \frac{\epsilon'_s}{7.601} = \frac{\epsilon_{s2}}{10.784}$$

$$\epsilon'_s = 0.0013 < \epsilon_y$$

$$\epsilon_{s2} = 0.001849 < \epsilon_y$$

(二) 求 P_n

$$C_c = 0.85f'_c A_c = 0.85(280) \left\{ \frac{1}{2} \times (2 \times 14.875)(14.875) \right\} = 52661(\text{kgf})$$

$$C'_s = A'_s(\epsilon'_s E_s - 0.85f'_c)$$

$$= 5.07(0.0013 \times 2.04 \times 10^6 - 0.85 \times 280) = 12239(\text{kgf})$$

$$T_2 = A_{s2}(\epsilon_{s2} E_s) = 2 \times 5.07(0.001849 \times 2.04 \times 10^6) = 38248(\text{kgf})$$

$$T = A_s f_y = 5.07 \times 4200 = 21294(\text{kgf})$$

$$P_n = C_c + C'_s - T_2 - T = 5358(\text{kgf}) = \mathbf{5.358(\text{tf})}$$

(三) 求 M_n

$$M_n = C_c \left(28.284 - \frac{2}{3} \times 14.875 \right) + C'_s(28.284 - 9.899) + T(46.669 - 28.284)$$

公職王歷屆試題 (109 高考三等考試)

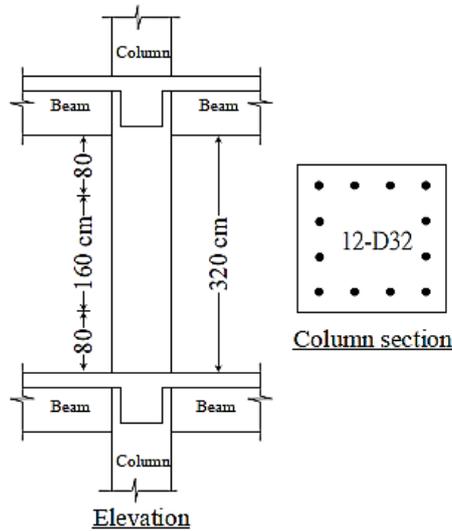
$$= 52661(18.367) + 12239(18.385) + 21294(18.385)$$

$$= 1583729(kgf - cm) = 15.837(tf - m)$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{15.837}{5.358} = 2.956(m)$$

三、一建築物柱示意圖如下，原設計縱向鋼筋配置 12 支 D32 鋼筋(直徑 3.22cm)。規範規定耐震柱縱向鋼筋之搭接僅課容許於構材淨長之中央 $\frac{1}{2}$ 內，鋼筋並應考慮為拉力搭接。若施工時擬於柱中央斷面全部搭接 12 支 D32 鋼筋，試依規範計算鋼筋搭接長度為若干 cm? 是否能夠在柱淨高之中央 $\frac{1}{2}$ 內完成搭接? 若否，請提出可能的解決方案? (25 分)

已知混凝土規定抗壓強度 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ，受拉伸長度 l_d 之簡易估算公式 $l_d = \frac{0.19f_y\Psi_t\Psi_e\lambda}{\sqrt{f'_c}}d_b$



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏易: ★★☆☆☆
2. 《破題關鍵》
 - (1)公式有給照代就可以了。
 - (2)注意是甲級或乙級搭接。
3. 《命中特區》正課班RC講義P7 - 11例題

【擬答】:

(一)求受拉伸展長度簡易估算

$$L_d = \frac{0.19f_y\Psi_t\Psi_e\lambda}{\sqrt{f'_c}}d_b = \frac{0.19(4200)(1)(1)(1)}{\sqrt{280}}(3.22) = 153.561(cm)$$

(二)判斷使用哪種搭接方式

5.18.2.2 在設計載重作用下柱筋承受拉力時，符合下列三條件者其搭接長度可用表 5.16.2 中之甲級，否則須為乙級：

- (1) 柱筋拉應力不超過 $0.5f_y$ 。
- (2) 柱任一斷面之搭接鋼筋面積百分比不大於 50%。
- (3) 柱筋搭接位置至少錯開 ℓ_d 。

5.16.1 受拉竹節鋼筋及麻面鋼線之搭接須符合表 5.16.1 之規定。

表 5.16.1 受拉搭接之等級

搭接等級	鋼筋情況
甲級	符合： (1) 在規定搭接長度內鋼筋之使用量至少為分析需要量之兩倍；且 (2) 在搭接長度內之搭接鋼筋面積百分比不大於 50%者。
乙級	其他

5.16.2 受拉搭接之最小搭接長度如表 5.16.2 所示，且不得小於 30 cm。

表 5.16.2 受拉之最小搭接長度

分級	搭接長度
甲級	$1.0\ell_d$
乙級	$1.3\ell_d$

ℓ_d 為依第 5.3 節中發展 f_y 全值所需之受拉伸展長度，惟不適用第 5.3.5 節之修正。

所以選用乙級搭接方式。

搭接長度為 $1.3 \times L_d = 199.629(\text{cm})$

(三)改善方案

搭接長度大於 160cm，不符合搭接規定。

1. 更換主筋號數為 D25， $d_b = 2.54(\text{cm})$
2. 提升混凝土抗壓強度為 $f'_c = 350(\text{kgf}/\text{cm}^2)$

$$L_d = \frac{0.19f_y\Psi_t\Psi_e\lambda}{\sqrt{f'_c}}d_b = \frac{0.19(4200)(1)(1)(1)}{\sqrt{350}}(2.54) = 108.343(\text{cm})$$

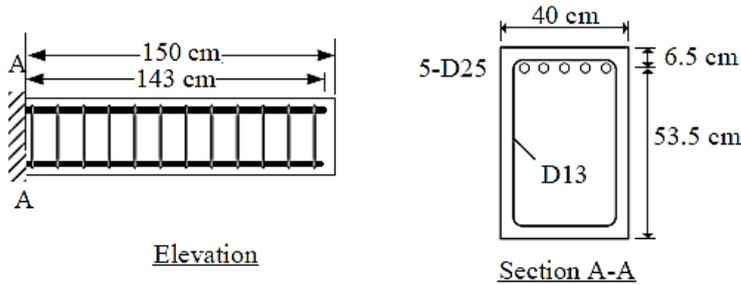
搭接長度為 $1.3 \times L_d = 140.846(\text{cm})$

3. 也可以採用詳細計算式，可得到較經濟的伸展長度。
4. 考慮鋼筋超量提供。

四、一懸臂梁承受均佈荷重，斷面尺度示意圖如下，已知混凝土規定抗壓強度 $f'_c = 280\text{kgf}/\text{cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 f_y 或 $f_{yt} = 4200\text{kgf}/\text{cm}^2$ ，頂層鋼筋 5 支 D25 鋼筋(直徑 2.54cm)，剪力鋼筋採用 D13 閉合箍筋間距 15cm。試計算梁頂層筋之直線伸展長度 143cm 是否足夠?若否，請以文字補充說明可能的解決方案。(25 分)

參考資料:D25 鋼筋直徑 2.54cm，單支截面積 5.07cm^2 。

$$\ell_d = \frac{0.19f_y\Psi_t\Psi_e\lambda}{\sqrt{f'_c}}d_b$$



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏易：★★☆☆☆
2. 《破題關鍵》
 - (1)公式有給照代就可以了。
 - (2)要注意 ψ_t 修正係數。
3. 《命中特區》RC 正課班講義 P7-5 例題

【擬答】：

(一)求受拉伸展長度簡易估算

$$L_d = \frac{0.19f_y\psi_t\psi_e\lambda}{\sqrt{f'_c}}d_b = \frac{0.19(4200)(1.3)(1)(1)}{\sqrt{280}}(2.54) = 157.471(cm)$$

鋼筋情況	修正因數
(1)鋼筋位置修正因數(ψ_t)	
(a)水平鋼筋其下混凝土一次澆置厚度大於 30 cm 者	1.3
(b)其它	1.0

$L_d = 157.471(cm) > 143(cm)$

梁頂層筋之直線伸展長度不足！

(二)改善方案

1. 更換主筋號數為D22， $d_b = 2.22(cm)$

$$L_d = \frac{0.19f_y\psi_t\psi_e\lambda}{\sqrt{f'_c}}d_b = \frac{0.19(4200)(1.3)(1)(1)}{\sqrt{280}}(2.22) = 137.632(cm)$$

2. 提升混凝土抗壓強度為 $f'_c = 350(kgf/cm^2)$

$$L_d = \frac{0.19f_y\psi_t\psi_e\lambda}{\sqrt{f'_c}}d_b = \frac{0.19(4200)(1.3)(1)(1)}{\sqrt{350}}(2.54) = 140.846(cm)$$

3. 降低主筋之降伏強度為 $f_y = 2800(kgf/cm^2)$

$$L_d = \frac{0.19f_y\psi_t\psi_e\lambda}{\sqrt{f'_c}}d_b = \frac{0.19(2800)(1.3)(1)(1)}{\sqrt{280}}(2.54) = 104.981(cm)$$

4. 可以採用詳細計算式，可得到較經濟的伸展長度。
5. 可採用 90 度彎鉤。
6. 使用末端擴頭鋼筋。
7. 減少梁腹剪力筋間距。
8. 考慮鋼筋超量提供。

志光 保成 學儒 **快速考取** 全方位智慧服務系統



線上.線下 給您 **最強大的支援**

手機APP系統
考情.開課.預約補課.試題輕鬆掌握

能力指標檢測系統
線上測驗同時診斷你章節強弱

線上模擬考 平時測驗
定期檢視學習成效修正學習方向

線上考前重點下載
考前大補帖,重點一點通

歷屆試題.解題典藏
最完整各類國考試題及解題題庫

國考加分學習資訊網
最新考情.時事精闢分析,即時加分

問題解惑 試題演練
實力分析 即時資訊

考題剖析、考前重點等加值內容線上看

數位/在家補課系統
課程可重複觀看解決學習疑問

名師申論批改
授課名師批閱提升寫作能力

時事專題講座
最新修法時事彙整即時補充重點

筆記借閱
重點科目筆記借閱有效複習上課進度

落點分析
由上榜各科成績分析設定個人得分值

WIFI教室/自修教室
最舒暢的閱讀空間,亦可線上自助補課

YouTube 公職王影音頻道

志光×保成×學儒
WinWay

15大環狀學習

為您快速敲開高普大門



服務架構

全國第1 輔考資源 最齊全	面授學習 親臨名師風采 學習成效加倍	數位學習 課程隨選隨看 名師任你欽點	在家學習 在家輕鬆補課 學習更不受限	WIFI補課 免排隊免預約 學習更有效率	函授學習 在家雲端上課 學習便利有效
------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------



師資多元
旁聽制度
筆記借閱
隨堂班導
補課系統



平時測驗
申論批改
全國模考
落點分析
班級讀書會



考取經驗傳承
時事專題講座
考生關懷講座
考取自修教室
手機APP系統