

《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）

試題評析	命題者指定應變圖來進行設計，且指定之圖和上課教材相同，詳《解說鋼筋混凝土》3-13頁圖3-5，莫非命題者依據《解說鋼筋混凝土》命題？
考點命中	《解說鋼筋混凝土》3-13頁雙筋梁設計之方案二。

解：

$$(1) x = 0.375d = 0.375 \times 61 = 22.875 \text{ cm}$$

$$\varepsilon'_s = 0.003(61 - 22.875) / 22.875 = 0.00208 > 0.002$$

$$\phi = 0.9$$

$$M_n = M_u / \phi = 160 / 0.9 = 177.778 \text{ tf-m} = 17777.8 \text{ tf-cm}$$

$$a = 0.85 \times 22.875 = 19.44 \text{ cm}$$

$$C_c = 0.85 f'_c ab = 0.85 \times 0.28 \times 50 \times 19.44 = 231.381 \text{ tf}$$

$$M_n = C_c(d - 0.5a) + C_s(d - d')$$

$$17777.8 = 231.381(61 - 0.5 \times 19.44) + C_s(61 - 7)$$

$$\text{解出 } C_s = 109.493 \text{ tf}$$

$$(2) C_s = A'_s(4.2 - 0.85 \times 0.28)$$

$$109.493 = A'_s(4.2 - 0.85 \times 0.28)$$

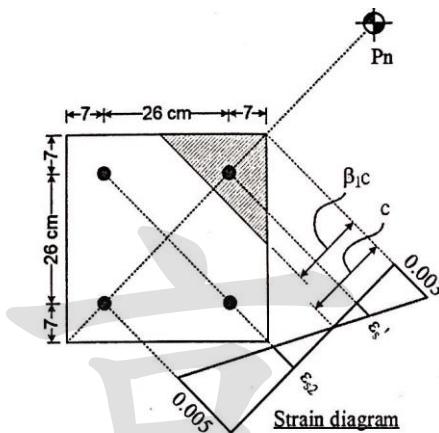
$$\text{解出 } \underline{A'_s = 27.64 \text{ cm}^2}$$

$$(3) T = C_c + C_s$$

$$4.2A_s = 231.381 + 109.493$$

$$\text{解出 } \underline{A_s = 81.16 \text{ cm}^2}$$

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 $f'_c=280$ kgf/cm²，鋼筋降伏強度 $f_y=4200$ kgf/cm²，鋼筋彈性模數=2,040,000 kgf/cm²，D25鋼筋單支斷面積 5.07 cm^2 。假設混凝土受壓區平均應力 $0.85 f'_c$ 且深度仍為 $\beta_{lc} c$ ，其中 c 為中性軸深度而 $\beta_l=0.85$ 。（25分）



試題評析	命題者連應變分布圖都畫出來了，擺明就是要送分，希望各位考生確實掌握，細心就能上榜。
考點命中	《解說鋼筋混凝土》5-84頁，中性軸平行對角線之考古題。

解：

$$(1) d = (26+7)\sqrt{2} = 46.67 \text{ cm}$$

$$x = 0.375d = 17.5 \text{ cm}$$

$$a = 0.85x = 14.88 \text{ cm}$$

$$C_c = 0.85 \times 280 \times 14.85 \times 14.85 = 52667 \text{ kgf} = 52.667 \text{ tf}$$

$$\epsilon'_s = 0.003(17.5 - 7\sqrt{2}) / 17.5 = 0.0013 < 0.002$$

$$C_s = A'_s f'_s = 5.07(2.04 \times 10^3 \times 0.0013 - 0.85 \times 0.28) = 12.269 \text{ tf}$$

$$\epsilon_{s2} = 0.003(20\sqrt{2} - 17.5) / 17.5 = 0.001849 < 0.002$$

$$T_2 = 2 \times 5.07(2.04 \times 10^3 \times 0.001849) = 38.242 \text{ tf}$$

$$T_1 = 1 \times 5.07 \times 4.2 = 21.294 \text{ tf}$$

$$(2) P_n = C_c + C_s - T_1 - T_2 = 52.667 + 2.269 - 21.294 - 38.241 = \underline{\underline{5.401 \text{ tf}}}$$

對塑心取力矩

$$\begin{aligned} M_n &= C_c (20\sqrt{2} - 2 \times 14.88/3) + (C_s + T_1)(20\sqrt{2} - 7\sqrt{2}) \\ &= 52.667(28.284 - 2 \times 14.88/3) + (12.269 + 21.294)(20\sqrt{2} - 7\sqrt{2}) \\ &= 1584.24 \text{ tf-cm} \end{aligned}$$

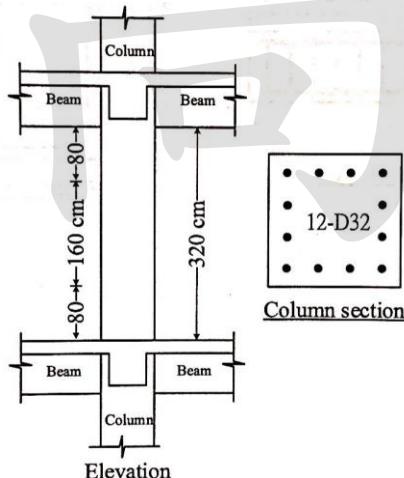
$$e = M_n / P_n = 1584.24 / 5.401 = \underline{\underline{293.32 \text{ cm}}}$$

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3.22 cm）。

規範規定耐震柱縱向鋼筋之搭接僅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 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ，

$$\text{受拉伸展長度 } \ell_d \text{ 之簡易估算公式 } \ell_d = \frac{0.19 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f_c'}} d_b$$



試題評析	此例說明柱主筋愈大，愈不容易依規範要求在柱中央，淨高一半範圍完成搭接，建議採用SA等級續接器。
考點命中	《解說鋼筋混凝土》7-19頁表7-3。

解：

(1)須採用乙級搭接

$$\text{乙級搭接長度 } 1.3 \ell_d = 1.3 \times \frac{0.19 d_b f_y}{\sqrt{f_c'}} \psi_t \psi_e \lambda = 1.3 \times \frac{0.19 \times 3.22 \times 4200}{\sqrt{280}} \times 1 \times 1 \times 1$$

$$= 199.6 \text{ cm} > 160 \text{ cm}$$

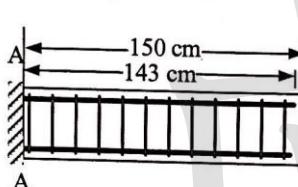
不能在柱淨高一半之內完成搭接

(2)採用SA等級續接器，但同一斷面最多只可6支續接，相鄰鋼筋不可在同一斷面續接。

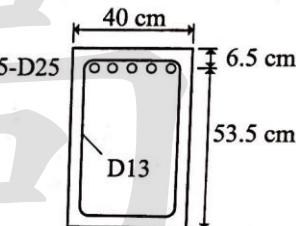
四、一懸臂梁承受均佈荷重，斷面尺度示意圖如下，已知混凝土規定抗壓強度 $f'_c=280 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 f_y 或 $f_{yt}=4200 \text{ kgf/cm}^2$ ，頂層鋼筋5支D25鋼筋（直徑2.54 cm），剪力鋼筋採用D13閉合箍筋間距15 cm。試計算梁頂層筋之直線伸展長度143 cm是否足夠？若否，請以文字補充說明可能的解決方案。（25分）

參考資料：D25鋼筋直徑2.54 cm，單支截面積 5.07 cm^2 。

$$\ell_d = \frac{0.19 f_y \psi_t \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}} d_b$$



Elevation



Section A-A

試題評析	彎鉤可以降低伸展長度，原因是彎鉤可以用90度轉彎處之承壓應力提供直線部分握裹應力。
考點命中	《解說鋼筋混凝土》例題7-3.1。

解：

$$(1) \ell_d = \frac{0.19 d_b f_y}{\sqrt{f'_c}} \psi_t \psi_e \lambda = \frac{0.19 \times 2.54 \times 4200}{\sqrt{280}} \times 1.3 \times 1 \times 1 = 157.5 \text{ cm} > 143 \text{ cm} \quad \text{不足夠}$$

(2) 梁筋進入固定端之後改採90度彎鉤

$$\ell_{dh} = \max \left[\frac{0.075 d_b f_y \psi_e \lambda}{\sqrt{f'_c}}, 8d_b, 15 \text{ cm} \right] = \max \left[\frac{0.075 \times 2.54 \times 4200 \times 1 \times 1}{\sqrt{280}}, 20.32, 15 \text{ cm} \right]$$

$$= 47.82 \text{ cm} < 143 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$