

111年專門職業及技術人員高等考試建築師、
31類科技師（含第二次食品技師）、大地工程
技師考試分階段考試（第二階段考試）
暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

等 別：高等考試
類 科：結構工程技師
科 目：鋼筋混凝土設計與預力混凝土設計
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

※注意：本科目試題之作答規範：中國土木水利工程學會「混凝土工程設計
規範與解說」（土木 401-100），未依規範作答，不予計分。

表1 CNS竹節鋼筋之標稱尺度

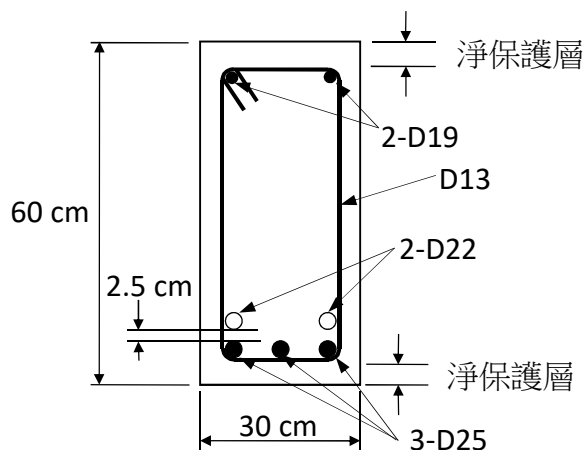
竹節鋼筋稱號	標稱直徑 (d_b)	標稱面積 (A_b)
	(cm)	(cm^2)
D10	0.953	0.7133
D13	1.27	1.267
D16	1.59	1.986
D19	1.91	2.865
D22	2.22	3.871
D25	2.54	5.067
D29	2.87	6.469
D32	3.22	8.143

表 2 每層之最大鋼筋數目與梁寬之關係表

梁寬(cm)	30	35	40
D16	4	5	6
D19	4	5	6
D22	4	5	5
D25	3	4	5
D29	3	4	5
D32	3	4	5

註：表中之梁肋筋是採用 D13，粒料直徑小於 2.5 cm。

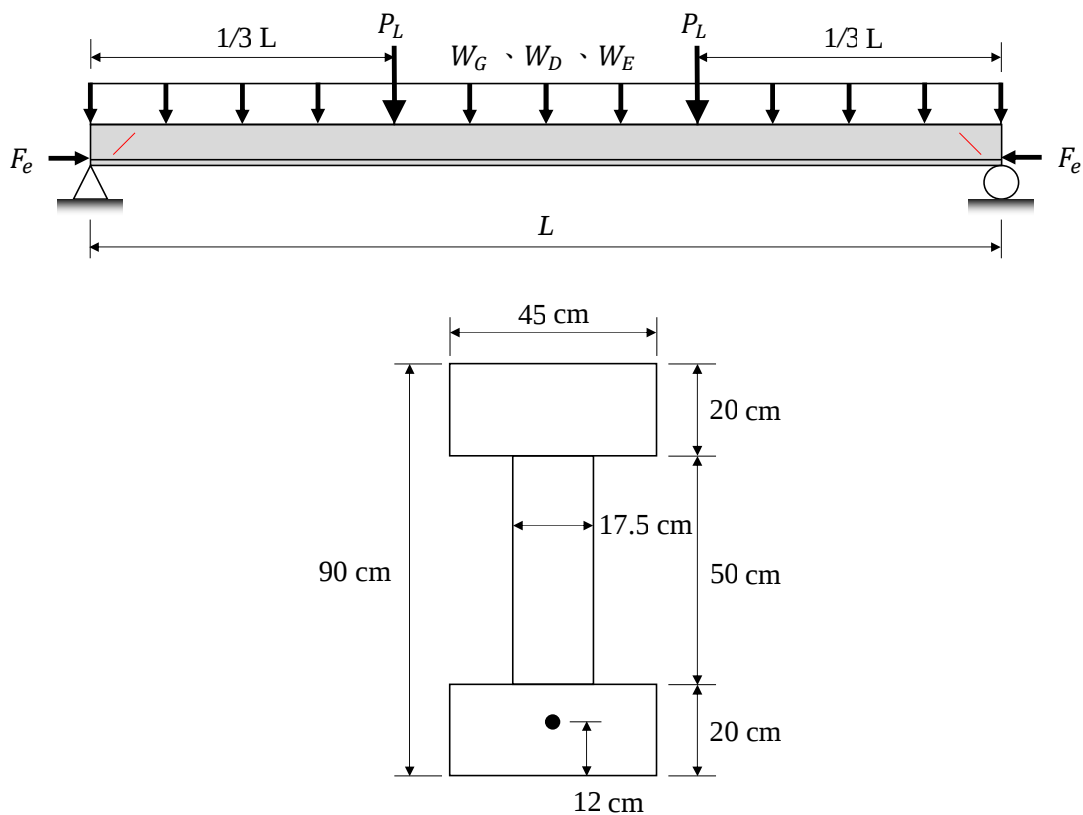
- 一、下圖所示梁斷面之拉力筋為 3-D25 和 2-D22，壓力筋為 2-D19。混凝土抗壓強度 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ 、鋼筋降伏強度 $f_y = 5600 \text{ kgf/cm}^2$ ，淨保護層 $c = 4 \text{ cm}$ ，試求該斷面之設計彎矩強度 ϕM_n 。(25 分)



鋼筋混凝土梁斷面圖

- 二、混凝土斷面寬度 30 cm，深度 50 cm，承受設計彎矩 $M_u = 19.5 \text{ tf-m}$ 。假設有效深度 $d = 43.5 \text{ cm}$ ，可選用之混凝土強度分別為 $f'_c = 210、280 \text{ kgf/cm}^2$ ；鋼筋降伏強度分別為 $f_y = 4200、5600 \text{ kgf/cm}^2$ 。若拉力鋼筋限用 D25 鋼筋，請設計所需最經濟之材料強度與拉力鋼筋支數，及對應之材料強度，並請評論材料強度對拉力鋼筋用量之影響。(25 分)

三、如下圖所示之簡支預力混凝土梁跨徑 $L = 20\text{ m}$ ，鋼筋混凝土之單位重 $\gamma = 2.4\text{ tf/m}^3$ 、混凝土強度 $f'_c = 420\text{ kgf/cm}^2$ ，主筋降伏強度 $f_y = 4200\text{ kgf/cm}^2$ 、肋筋降伏強度 $f_{yt} = 2800\text{ kgf/cm}^2$ ，有效預力 $F_e = 200\text{ tf}$ 。今於地震後發現距離梁端支承約水平距離為一倍有效深度處出現腹剪裂縫，經查原設計階段所採用之垂直肋筋為 D10@15 cm，使用載重包括：自重 W_G 、均佈靜載重 $W_D = 1.1\text{ tf/m}$ 、集中活載重 $P_L = 25\text{ tf}$ ，但未考慮垂直向地震力。今擬重新檢討，假設垂直向地震力為均佈載重，其值為自重 W_G 與均佈靜載重 W_D 兩者相加後的 25%，且仍使用 D10 當作垂直肋筋，請問肋筋間距 s 宜如何配置以避免產生腹剪破壞？（25 分）



預力簡支 PCI 形梁之斷面圖與受力圖

四、某鋼筋混凝土柱之斷面尺寸 $80 \times 80 \text{ cm}$ 、淨高度 6.4 m ，混凝土強度 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ 、鋼筋降伏強度 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ，縱向主筋使用 D32 鋼筋。已知該柱於軸壓力分別為 $P = 180 \text{ tf}$ 及 $P = 360 \text{ tf}$ 作用時，柱底彎矩塑鉸性質分別如表 3 所示，皆為雙線性曲線。該柱底今承受軸壓力 $P = 270 \text{ tf}$ ，彎矩 $M = 232.5 \text{ tf-m}$ ，假設其彎矩塑鉸性質可由表 3 數值作線性內插，且反曲點位於淨高度一半位置。請根據民國 109 年 12 月交通部頒「公路橋梁耐震評估與補強設計規範」所列公式如下，以撓曲變形為主，評估反曲點下方柱視作單曲率柱時之曲率韌性需求 μ_ϕ 、轉角韌性需求 μ_θ ，與位移韌性需求 μ 。(25 分)

$$\delta_y = \frac{\phi_y L^2}{3}, \theta_y = \frac{\delta_y}{L}$$

$$\delta_u = \frac{M_u}{M_y} \delta_y + (\phi_u - \phi_y) L_P \times (L - 0.5L_P), \theta_u = \frac{\delta_u}{L}$$

$$L_P = 0.08L + 0.0022d_b f_y \geq 0.0044d_b f_y$$

表3 彎矩塑鉸參數表

	軸力 $P = 180 \text{ tf}$		軸力 $P = 360 \text{ tf}$	
	曲率 ϕ	彎矩 M	曲率 ϕ	彎矩 M
	rad/m	tf-m	rad/m	tf-m
原點	0	0	0	0
降伏點	0.004	200	0.006	240
極限點	0.03	230	0.01	260