

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：土木工程技師

科 目：結構設計（包括鋼筋混凝土設計與鋼結構設計）

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。

「鋼筋混凝土設計」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）；中國土木水利工程學會「混凝土工程設計規範與解說」（土木 401-100）。

一、有一簡支 H 型鋼梁，跨距為 8.8 m，全跨承受因數化載重 $w_u = 8 \text{ tf/m}$ ，型鋼斷面強軸承受彎矩。鋼梁為熱軋 H 型鋼 $H600 \times 200 \times 11 \times 17$ ，為塑性設計斷面，鋼材降伏應力 $F_y = 3.5 \text{ tf/cm}^2$ 。簡支梁兩端支承點皆有側向支撐。鋼梁為了承載此因數化載重，需於兩端支承點間增加側向支撐。假設增加的側向支撐為等間距，且其數量最少；並且 c_b 值保守的取 1.0。請依據極限設計法，計算需於兩端支承點間增加多少數量的側向支撐？側向支撐間距為何？（25 分）

參考資料：

$H600 \times 200 \times 11 \times 17$ ： $A = 132 \text{ cm}^2$ ， $I_x = 75,600 \text{ cm}^4$ ， $I_y = 2,270 \text{ cm}^4$ ，
 $r_x = 24 \text{ cm}$ ， $r_y = 4.15 \text{ cm}$ ， $r_T = 5.02 \text{ cm}$ ， $S_x = 2,520 \text{ cm}^3$ ， $S_y = 227 \text{ cm}^3$ ，
 $Z_x = 2,900 \text{ cm}^3$ ， $Z_y = 358 \text{ cm}^3$ ， $X_1 = 130 \text{ tf/cm}^2$ ， $X_2 = 3.46(\text{cm}^2/\text{tf})^2$ 。

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。

$$L_p = \frac{80r_y}{\sqrt{F_{yf}}}$$

$$L_r = \frac{r_y X_1}{F_L} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 F_L^2}}$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{EGJA}{2}}$$

$$X_2 = 4 \frac{C_w}{I_y} \left[\frac{S_x}{GJ} \right]^2$$

$$M_n = C_b \left\{ M_p - (M_p - M_r) \left[\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right] \right\} \leq M_p$$

$$M_r = F_L S_x$$

$$F_L = (F_{yf} - F_r) \text{ 或 } F_{yw} \text{ 取小值}$$

$$M_n = M_{cr} \leq M_p$$

$$M_{cr} = C_b \frac{\pi}{L_b} \sqrt{EI_y GJ + \left(\frac{\pi E}{L_b} \right)^2 I_y C_w}$$

$$= \frac{C_b S_x X_1 \sqrt{2}}{L_b / r_y} \sqrt{1 + \frac{X_1^2 X_2}{2(L_b / r_y)^2}}$$

二、有一鋼筋混凝土柱，縱向受壓鋼筋的配置有一處為 D29 與 D25 的搭接。D25 鋼筋直徑 $d_b = 2.54 \text{ cm}$ ，D29 鋼筋直徑 $d_b = 2.87 \text{ cm}$ ，鋼筋降伏強度 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ 。混凝土抗壓強度 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ 。不考慮修正因數，請計算該搭接處搭接長度為何？（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。

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

$$\ell_{dc} = \frac{0.075 f_y}{\sqrt{f'_c}} d_b$$

$$\ell_{dc} = 0.0043 f_y d_b$$

鋼筋 $f_y \leq 4200 \text{ kgf/cm}^2$ 者：受壓搭接長度為 $0.0071 d_b f_y$ ，且不得小於 30 cm

三、鋼結構構材的接合常採用螺栓接合，請回答下列問題：（25 分）

(一)高強度螺栓的鎖緊須達最小預拉力，請列舉四項鎖緊方法。

(二)影響摩阻型接合的抗滑強度有那些因素？

四、圖示為鋼筋混凝土 T 型梁的斷面，有效版寬 75 cm。梁承受正彎矩，配置雙層排列的拉力鋼筋，有效深度 $d = 50.2$ cm，最外層受拉鋼筋位置 $d_t = 53.1$ cm。混凝土抗壓強度 $f'_c = 280$ kgf/cm²，拉力鋼筋降伏強度 $f_y = 4200$ kgf/cm²。試計算此 T 型梁規範容許的最大量拉力鋼筋截面積 A_s ，並以拉力鋼筋截面積 A_s 計算設計彎矩強度 ϕM_n 。(25 分)

