

104年公務人員普通考試試題

類 別：土木工程

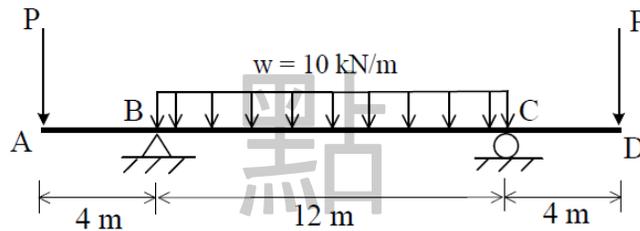
科 目：結構學概要與鋼筋混凝土學概要

考試時間：1小時30分

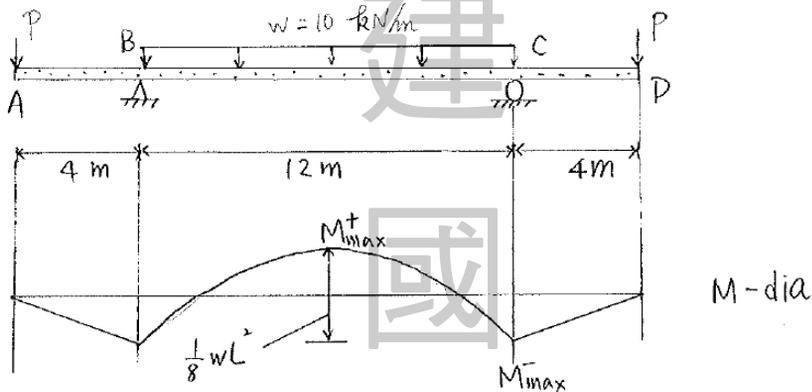
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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。

歐陽老師 主解

一、如圖示之梁，若最大正彎矩與最大負彎矩之大小相等，試問外力 P 為何？(25分)

解：



$$\frac{1}{8}wL^2 = \frac{1}{8} \times 10 \times 12^2 = 180 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

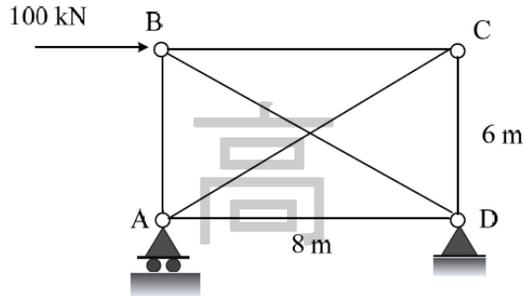
$$\therefore M_{\max}^+ = 90 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{\max}^- = -90 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$4P = 90 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\Rightarrow P = \underline{\underline{22.5 \text{ kN}}}$$

二、如圖示之桁架，各桿件都有相同之楊氏模數 E 及斷面積 A 。斜桿件長度都為 10 m ，水平桿件長度都為 8 m ，垂直桿件長度都為 6 m 。今於 B 點施加一個 100 kN 之水平力，已知 BD 桿件之軸力大小為 81 kN ，試求其他 5 根桿件之軸力（需註明拉或壓）。（25 分）



解：

以節點法分析

$$B \text{ 節點 } \sum F_y = 0$$

$$S_{AB} = 81 \times 0.6 = 48.6 \text{ kN} \quad (\text{拉力})$$

$$B \text{ 節點 } \sum F_x = 0$$

$$S_{BC} = 81 \times 0.8 - 100 = -35.2 \text{ kN} \quad (\text{壓力})$$

$$C \text{ 節點 } \sum F_x = 0$$

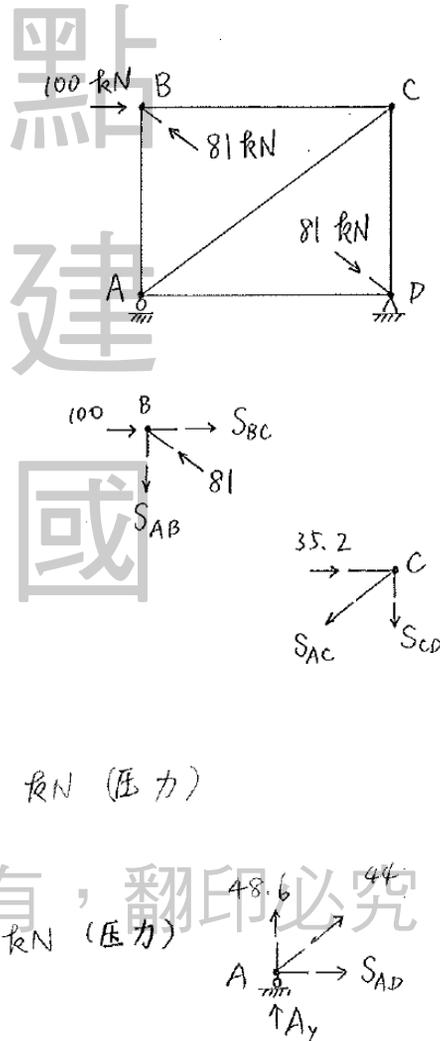
$$0.8 S_{AC} = 35.2 \Rightarrow S_{AC} = 44 \text{ kN} \quad (\text{拉力})$$

$$C \text{ 節點 } \sum F_y = 0$$

$$S_{CD} = -44 \times 0.6 = -26.4 \text{ kN} \quad (\text{壓力})$$

$$A \text{ 節點 } \sum F_x = 0$$

$$S_{AD} = -44 \times 0.8 = -35.2 \text{ kN} \quad (\text{壓力})$$



※依據與作答規範：內政部營建署「混凝土結構設計規範」（內政部 100.6.9 台內營字第 1000801914 號令）；中國土木水利工程學會「混凝土工程設計規範」（土木 401-100）。未依上述規範作答，不予計分。

三、試說明平衡應變鋼筋比 ρ_b 之定義，此時之中性軸位置為何？（以有效深度 d 及 f_y 表示）。（15 分）

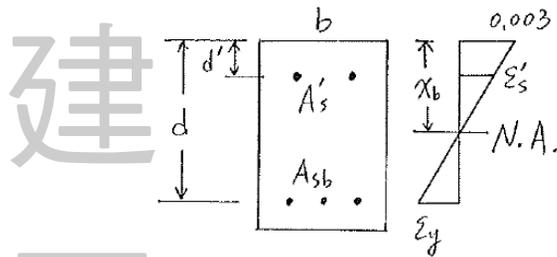
解：

ρ_b 定義：當梁斷面所配的拉力鋼筋比恰為 ρ_b 時，則當斷面受純彎矩，壓力側最外緣混凝土應變達 0.003 時，拉力側鋼筋應變恰達 ϵ_y 。若實際配的拉力鋼筋比 ρ 小於 ρ_b 則極限時，拉力筋早已降伏；反之，則不降伏。

$$\begin{aligned} \text{依比例, } \frac{0.003}{x_b} &= \frac{0.003 + \epsilon_y}{d} \\ \Rightarrow x_b &= \frac{0.003 d}{0.003 + \epsilon_y} \\ &= \frac{0.003 d E_s}{(0.003 + \epsilon_y) E_s} \end{aligned}$$

$$\text{若 } E_s = 2.04 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\text{則 } x_b = \frac{6120 d}{6120 + f_y}$$



f_y 為拉力筋之降伏應力

討論

$$\frac{0.003}{x_b} = \frac{\epsilon'_s}{x_b - d'} \quad \Rightarrow \epsilon'_s = \frac{(x_b - d') 0.003}{x_b}$$

$$\begin{aligned} \text{若 } \epsilon'_s &\geq \epsilon_y \quad \text{則 } f'_s = f_y \\ \text{若 } \epsilon'_s &< \epsilon_y \quad \text{則 } f'_s = E_s \epsilon'_s \end{aligned}$$

$$C_{cb} = 0.85 f'_c (\beta_1 x_b) b$$

$$T_b = A_{sb} f_y$$

$$C_{sb} = A'_s (f'_s - 0.85 f'_c)$$

$$\sum F_x = 0 \quad C_{cb} + C_{sb} = T_b$$

$$\Rightarrow A_{sb} f_y = 0.85 f'_c (\beta_1 \lambda_b) b + A'_s (f'_s - 0.85 f'_c)$$

$$\Rightarrow A_{sb} = \frac{0.85 f'_c (\beta_1 \lambda_b) b}{f_y} + \frac{A'_s (f'_s - 0.85 f'_c)}{f_y}$$

$$\Rightarrow \rho_b = \frac{0.85 f'_c (\beta_1 \lambda_b) b}{bd f_y} + \frac{A'_s (f'_s - 0.85 f'_c)}{bd f_y}$$

$$\Rightarrow \rho_b = \frac{0.85 f'_c \beta_1}{f_y} \frac{6120}{6120 + f_y} + \rho'_s \frac{f'_s - 0.85 f'_c}{f_y}$$

須 $E_s = 2.04 \times 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ 且僅對矩形斷面有效

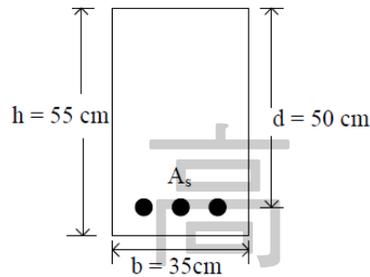
四、試說明雙筋梁使用壓力鋼筋之目的。(10分)

解：

- (1) 使用單筋梁時，斷面彎矩強度不夠，加壓力筋增加彎矩強度之。
- (2) 減少長期潛變，控制長期撓度。
- (3) 地震係反覆作用，原先的壓力側可能變成拉力側，故原先的壓力側要「埋伏」鋼筋。
- (4) 壓力筋可以分擔混凝土應力，延後混凝土壓碎，使梁斷面更具延展性，增加耐震韌性。
- (5) 結構局部進入塑性後，因壓力筋的存在，較利於彎矩重分配。
- (6) 因為建築、淨高或其他因素，必須縮小斷面，但強度又不能減少，故加壓力筋。
- (7) 使得剪力筋容易固定。
- (8) 可協助抵抗部分扭矩。
- (9) 連續梁中央跨度的拉力筋，爲了伸展需求而錨定入柱內，就會形成梁端的壓力筋。

【版權所有，翻印必究】

五、如下圖所示之單筋矩形梁，梁寬 $b = 35 \text{ cm}$ ，梁深 $h = 55 \text{ cm}$ ，有效深度 $d = 50 \text{ cm}$ ，試求此梁依規範所允許之最大鋼筋量 A_s 。（混凝土強度 $f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋降伏強度 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ）（25 分）



解：

令拉力筋應變達 0.004,

$$\text{則極限時中性軸位置 } x = \frac{3}{7}d = 21.43 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 x = 0.85x = 18.21 \text{ cm}$$

$$0.85 f'_c a b = A_{s, \max} f_y$$

$$\Rightarrow 0.85 \times 280 \times 18.21 \times 35 = 4200 A_{s, \max}$$

$$\Rightarrow A_{s, \max} = 36.125 \text{ cm}^2$$

$$A_{s, \min} = \max \left[\frac{0.8 \sqrt{f'_c}}{f_y} bwd, \frac{14}{f_y} bwd \right]$$

$$0.8 \sqrt{f'_c} = 0.8 \sqrt{280} = 13.39 < 14$$

$$\therefore A_{s, \min} = \frac{14}{f_y} bwd = \frac{14}{4200} \times 35 \times 50 = 5.83 \text{ cm}^2 < 36.125 \text{ cm}^2$$

$$\text{故 } \underline{A_{s, \max} = 36.125 \text{ cm}^2}$$

【版權所有，翻印必究】