

112 年公務人員普通考試試題

類 科：土木工程

科 目：結構學概要與鋼筋混凝土概要

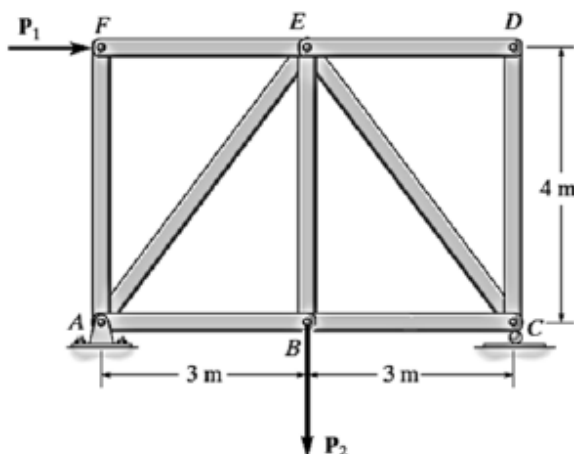
邱鴻昇/李桀

註：「鋼筋混凝土學概要」依據及規範：內政部營建署「混凝土結構設計規範」（內政部 110.03.02 台內營字第 1100801841 號令）。未依上述規範作答，不予計分。

一、如圖示平面桁架 (truss) 在 A 點設有鉸支承 (pin support) 而 C 點為滾支承 (roller)，且作用 F 點的水平向外力 $P_1 = 9 \text{ kN}$ ，而作用在 B 點的垂直向外力 $P_2 = 15 \text{ kN}$ 。

(一) 試找出上述桁架中不受力的構件，即所謂的零力桿件 (zero-force member(s))。(15 分)

(二) 試說明零力桿件存在之必要性或所可能發揮的作用。(10 分)



【解題關鍵】

《考題難易》★

《破題關鍵》穩定靜定桁架，採節點法，即可求解。

簡答題部分，建議考生可依分析時的概念進行延伸思考。

【擬答】

(一) 【解題步驟】

1. 取 D 節點分離體，列平衡方程式

$$\sum F_x = 0, S_{DE} = 0$$

$$\sum F_y = 0, S_{CD} = 0$$

2. 取 F 節點分離體，列平衡方程式

$$\sum F_x = 0, S_{EF} = -P_1$$

$$\sum F_y = 0, S_{AF} = 0$$

Ans：零力桿件 S_{AF} 、 S_{CD} 及 S_{DE}

(二) 【解題步驟】

1. 呈上題，零力桿為 S_{AF} 、 S_{CD} 及 S_{DE}

針對桿件 S_{AF} 、 S_{CD} 及 S_{DE} 之必要性：

就穩定性方面說明：

(1) S_{CD} 及 S_{DE} 於此載重作用下，桿件可移除並不影響其穩定性。

(2) 而 S_{AF} 桿件移除，將造成此桁架內幾何不穩定，需額外增設桿件或外幾何使其穩定。

公職王歷屆試題 (112 普考)

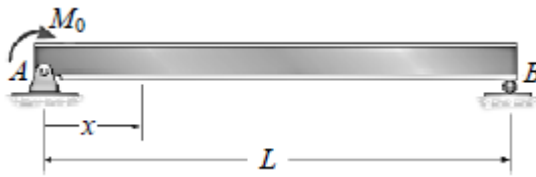
針對桿件 S_{AF} 、 S_{CD} 及 S_{DE} 之可能發揮作用：

就外力配置方面說明：

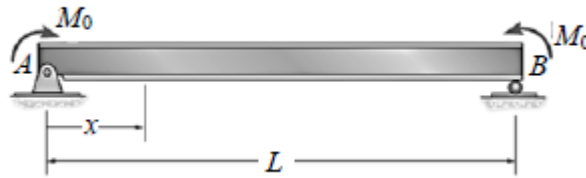
- (1)節點 D 因無水平及垂直外力故桿件 S_{CD} 及 S_{DE} 為零力桿件，若有適當之外力作用，桿件 S_{CD} 及 S_{DE} 即能發揮作用。
- (2)節點 F 因無垂直外力故桿件 S_{AF} 為零力桿件，若有適當之垂直外力作用，桿件 S_{AF} 即能發揮作用。
- (3)節點 B 因有垂直外力 P_2 ，故桿件 S_{BE} 非零力桿件，若移除外力 P_2 ，則桿件 S_{BE} 即為零力桿件。

二、已知簡支梁的長度 L ，材料楊氏係數 E ，斷面二次矩 I ，且 EI 為常數。不考慮結構自重影響。

(一)試以共軛梁法推導圖示簡支梁一端受彎矩 M_0 作用時中點 ($x = L/2$) 變位大小 $\Delta = M_0L^3/(16EI)$ 。(15分)



(二)試以疊加法決定圖示簡支梁兩端受相反向彎矩 M_0 作用時的梁中點變位大小。(10分)



【解題關鍵】

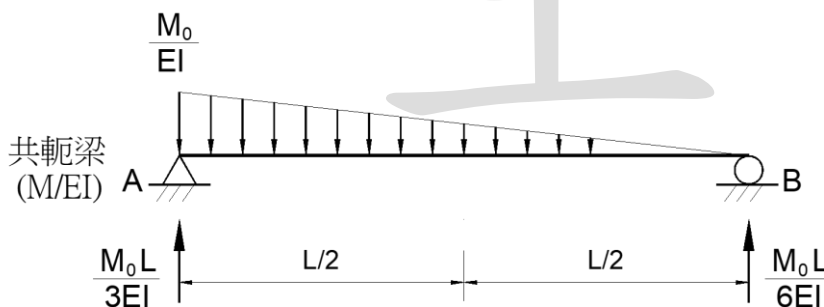
《考題難易》★★

《破題關鍵》屬共軛梁基本題型，耐心繪製彎矩圖與分離體，即可求解。

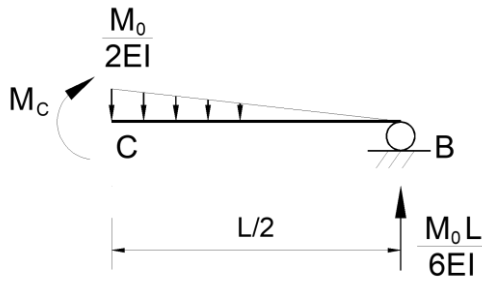
【擬答】

(一) **【解題步驟】**

1. 繪製共軛梁



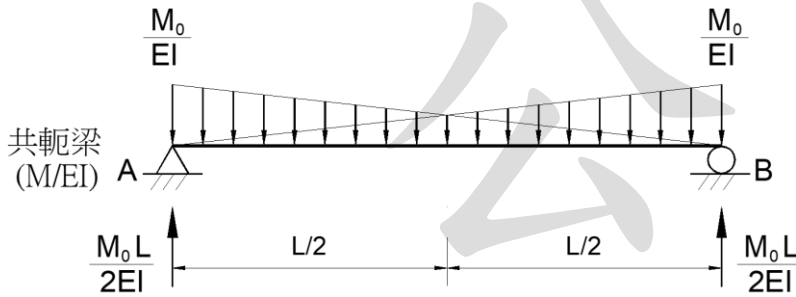
2. 取中點分離體(右分離體)，列平衡方程式求中點變位 Δ



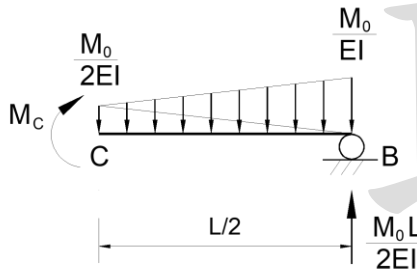
$$\sum M_C = 0, M_C = \frac{M_0 \cdot L}{6EI} \left(\frac{L}{2}\right) - \frac{M_0}{2EI} \cdot \frac{L/2}{2} \left(\frac{L}{2} \cdot \frac{1}{3}\right) = \frac{M_0 L^2}{16EI} \quad \text{故原梁中點 C 變位 } \Delta = \frac{M_0 L^2}{16EI} \quad (\downarrow)$$

(二) 【解題步驟】

1. 繪製共軛梁



2. 取中點分離體(右分離體), 列平衡方程式求中點變位 Δ



$$\sum M_C = 0, M_C = \frac{M_0 \cdot L}{2EI} \left(\frac{L}{2}\right) - \frac{M_0}{2EI} \cdot \frac{L/2}{2} \left(\frac{L}{2} \cdot \frac{1}{3}\right) - \frac{M_0}{2EI} \cdot \frac{L}{2} \left(\frac{L}{2} \cdot \frac{1}{2}\right) - \frac{M_0}{2EI} \cdot \frac{L/2}{2} \left(\frac{L}{2} \cdot \frac{2}{3}\right) = \frac{M_0 L^2}{8EI}$$

故原梁中點 C 變位 $\Delta = \frac{M_0 L^2}{8EI} \quad (\downarrow)$

Ans : (一) $\Delta = \frac{M_0 L^2}{16EI} \quad (\downarrow)$
 (二) $\Delta = \frac{M_0 L^2}{8EI} \quad (\downarrow)$

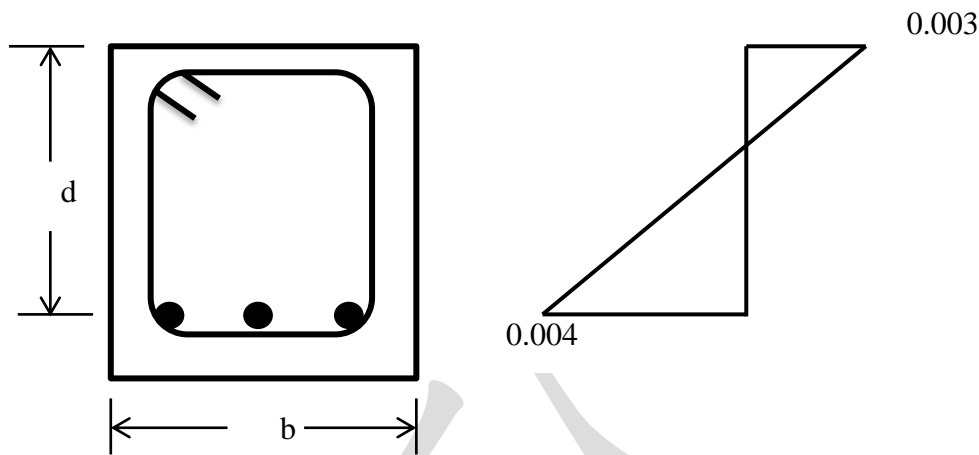
三、一單筋矩形鋼筋混凝土梁，斷面寬 b ，深度 h ，有效深度 d ，混凝土抗壓強度 f'_c ，鋼筋降伏應力 f_y ，請依現行規範說明單筋梁的最大與最小鋼筋比，以及此規定的目的？(25分)

【解題關鍵】
 1. 《考題難易》 普通：★★★★☆☆
 2. 《考題命中》
 (1) 正課班講義 P2-6~P2-8。
 (2) 本題題目指定要使用舊規範土木 401-100 下去回答。

【擬答】

(一) 最大鋼筋比 ρ_{max}

$$\text{最大鋼筋比 } \rho_{max} = \frac{A_{s,0.004}}{bd}$$



在極限狀態時，最外圍的拉力筋應變 $\varepsilon_t = 0.004$ ，此時所對應的鋼筋量 $A_{s,0.004}$ 即是最大鋼筋量，所以最大鋼筋比 $\rho_{max} = \frac{A_{s,0.004}}{bd}$ ，此時 $x_{0.004} = \frac{3}{7}d$ ，規範規定就是要讓設計者所配之鋼筋小於此值，才可以達到所期待的韌性，發揮出韌性的效果。

$$\rho_{max} = \frac{A_{s,0.004}}{bd} = \frac{0.85f'_c\beta_1 \times \frac{3}{7}}{f_y} = 0.364 \frac{f'_c\beta_1}{f_y}$$

(二) 最小鋼筋比 ρ_{min}

$$\text{最小鋼筋比 } \rho_{min} = \max \left[\frac{14}{f_y}, \frac{0.8\sqrt{f'_c}}{f_y} \right]$$

最少鋼筋量的原因是令 $\phi M_n \geq M_{cr}$

$$0.9A_{s,min} \times f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) \geq 2.0\sqrt{f'_c} \times \frac{b_w \times h^2}{6}$$

令 $h \cong 1.1d$ ，且 $\left(d - \frac{a}{2} \right) \cong 0.95d$ 代入上式

$$0.9A_{s,min} \times f_y (0.95d) \geq 2.0\sqrt{f'_c} \times \frac{b_w \times (1.1d)^2}{6}$$

$$A_{s,min} = \frac{0.472\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$$

$$\text{規範保守取 } A_{s,min} = \frac{0.8\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$$

四、一單筋矩形鋼筋混凝土梁，斷面寬 30 cm，有效深度 40 cm，試求平衡鋼筋比 ρ_b 。($f'_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ ， $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$) (25分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》 易：★☆☆☆☆

2. 《考題命中》

(1) 正課班講義 P2 - 8 ~ P2 - 9。

(2) 平衡鋼筋比跟平衡鋼筋量，內涵其實差不多。

【擬答】

平衡鋼筋比 ρ_b

$$\rho_b = \frac{0.85f'_c \times \beta_1 \times 0.6}{f_y} = \frac{0.85(280) \times (0.85) \times 0.6}{4200} = 0.0289$$

志光 · 志聖 · 學儒 土木權威

全國唯一專屬

土木多元課程



正規班課程

基礎、進階到總複習，完整課程循序漸進。

題庫班課程

訓練解題技巧，統整各類題型，破解要點。

輔導資源

考前主題式講座，整合最新時事，分析考題。

關懷講座

平測、題庫、模擬考、關懷講座、讀書會等。

班導制度

專責班導了解學員狀況，快速解決需求。

土木滿貫班

一年考取
再拿獎學金

- 優惠價 39800 元
- 課程包含土研所、土木技師、高普考、地方特考、司法特考、調查局營繕工程組、國營土木類

國營事業專班

轉職
首推

- 優惠價 29800 元
- 當年度考取最高獎金 3000 元
- 課程包含國營事業相關之土木類考試

二合一

公職+證照
雙贏選擇

- 高普考土木+土木技師，專業考科重量性高
- 二套課程一次收費，課程規劃彈性自主
- 讓您一次準備多次考試機會，打造硬實力

二年班

完整循環
二年紮實學習

- 第二年只需加購 7000 元
- 讓您上滿二年完整循環課程，厚植應考實力
- 適合基礎較弱的考生，奠定基礎，強化學習力

考取班

全國唯一
一次報名輔導至考取

- 全國獨家考取班課程規劃，讓您安心學習快速上榜
- 專業課輔、最新時事講座...專業服務
- 讓您學習不遺漏



掃QR
了解最新
課程資訊



面授/直播/視訊/在家補課/
雲端函授 全方位輔考



正規+題庫班+總複習
紮實學習



公職+證照+升學
獨家滿貫班課程



校園應屆專班
兼顧課業 再拿獎學金



材力、測量基礎課程
專業打底上榜關鍵