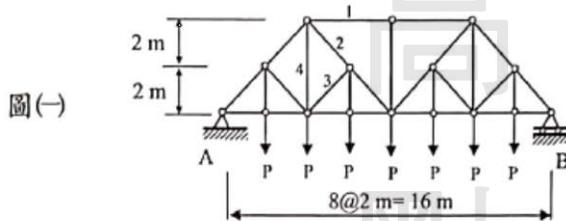


《結構學概要與鋼筋混凝土學概要》

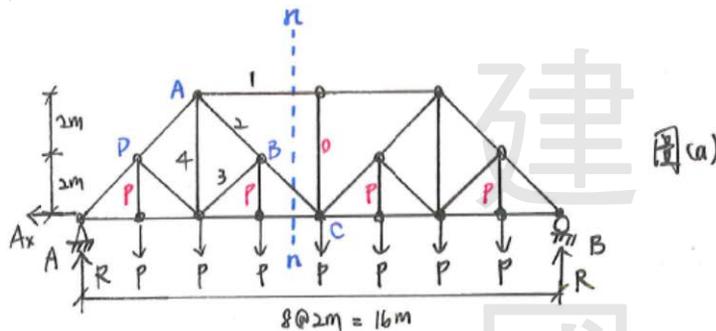
高克剛+歐陽老師 主解

- 一、求解圖(一)桁架 A 點與 B 點支承反力，並求解桿件 1 軸力 (S_1)、桿件 2 軸力 (S_2)、桿件 3 軸力 (S_3) 及桿件 4 軸力 (S_4)。(25 分)



試題評析	基本的靜定複構桁架，利用剖面法或節點法一定能求解，如果能先一步判斷零桿與已知內力桿件，將有助於解題速度。
考點命中	《高點建國土木結構學講義》第一回，高克剛編撰，P.16。

解：



step 1 判斷靜不定度

$$n = b + r - 2j = 2 + 3 - 2 \times 16 = 0, \text{ 靜定}$$

step 2 求支承反力

由整體桁架 $\sum F_x = 0 (\rightarrow +)$

$$A_x = 0$$

因桁架形式左右對稱，且外力配置亦左右對稱，故支承反力與內力分佈應左右對稱，令 $A_y = B_y = R$

由整體桁架 $\sum F_y = 0 (\uparrow +)$

$$2R - 7P = 0$$

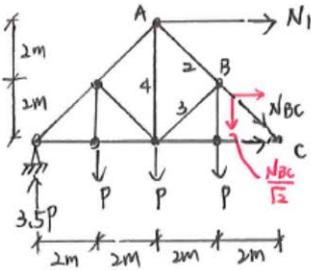
$$\Rightarrow R = 3.5P (\uparrow)$$

step3 判斷零桿與已知內力桿

標示如上圖 (a)

step4 求各指定桿件內力

本題屬複構桁架, 利用剖面法, 節點法即可求出各指定桿內力
取 n-n 剖面左側分離體分析



由 $\sum M_c = 0 (\uparrow)$

$$(N_1)(4) + (3.5P)(8) - (P)(6) - (P)(4) - (P)(2) = 0$$

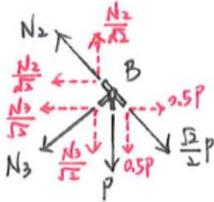
$$\Rightarrow N_1 = -4P \text{ (壓)}$$

由 $\sum F_y = 0 (\uparrow)$

$$3.5P - 3P - \frac{1}{\sqrt{2}} N_{bc} = 0$$

$$\Rightarrow N_{bc} = \frac{\sqrt{2}}{2} P \text{ (拉)}$$

取 B 節點分離體, 如下圖



由 $\sum F_x = 0 (\rightarrow)$

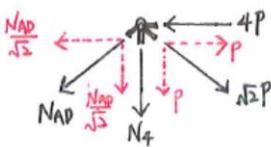
$$0.5P - \frac{N_2}{\sqrt{2}} - \frac{N_3}{\sqrt{2}} = 0 \text{ ----- (a)}$$

由 $\sum F_y = 0 (\uparrow)$

$$\frac{N_2}{\sqrt{2}} - \frac{N_3}{\sqrt{2}} - P - 0.5P = 0 \text{ ----- (b)}$$

聯立 (a) (b), 可得 $N_2 = \sqrt{2}P$ (拉), $N_3 = -\frac{\sqrt{2}}{2}P$ (壓)

取 A 節點分離體如下圖



由 $\sum F_x = 0 (\rightarrow)$

$$P - 4P - \frac{N_{AD}}{\sqrt{2}} = 0 \Rightarrow N_{AD} = -3\sqrt{2}P$$

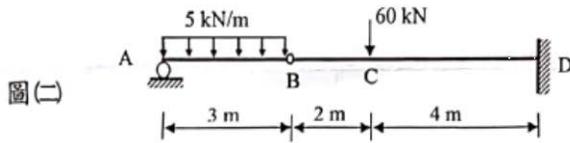
由 $\sum F_y = 0 (\uparrow)$

$$-P - \frac{N_{AD}}{\sqrt{2}} - N_4 = 0$$

$$\Rightarrow -P - \frac{1}{\sqrt{2}} (-3\sqrt{2}P) = N_4 \Rightarrow N_4 = 2P \text{ (拉)}$$

【版權所有，翻印必究】

二、求解圖(二)梁之剪力圖與彎矩圖，並繪出梁大致之變形圖。(25分)

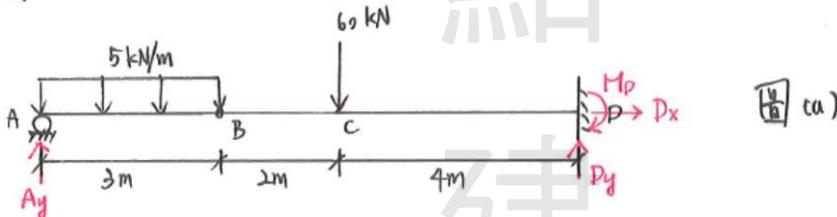


※依據及作答規範：內政部令自中華民國 100 年 7 月 1 日生效之「混凝土結構設計規範」、中國土木水利工程學會「混凝土工程設計規範與解說」(土木 401-100)。未依上述規範作答，不予計分。

試題評析	靜定梁的剪力彎矩圖，注意B點為內鉸接續，提供一內彎矩 $M=0$ 的條件，故本題為靜定梁，請考生不要判斷錯誤。畫剪力圖與彎矩圖時，由左至右畫，先畫剪力圖再畫彎矩圖。
考點命中	《高點建國土木結構學講義》第一回，高克剛編撰，P.44。

解

sol:

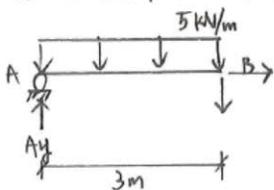


step 1 判斷靜不定度

$$n = 3T - C = 3 \times 1 - 3 = 0, \text{ 靜定}$$

step 2 求支承反力

由 AB 分離體如下圖



$$\text{由 } \sum M_B = 0 (+\curvearrowright).$$

$$(A_y)(3) - (5)(3)(1.5) = 0$$

$$\Rightarrow A_y = 7.5 \text{ kN } (\uparrow)$$

由整體結構 $\sum F_x = 0 (\rightarrow)$ ，見圖(a)

$$D_x = 0$$

由整體結構 $\sum F_y = 0 (\uparrow)$

$$A_y + D_y - (5)(3) - 60 = 0$$

$$\Rightarrow 7.5 + D_y - 15 - 60 = 0$$

$$\Rightarrow D_y = 67.5 \text{ kN } (\uparrow)$$

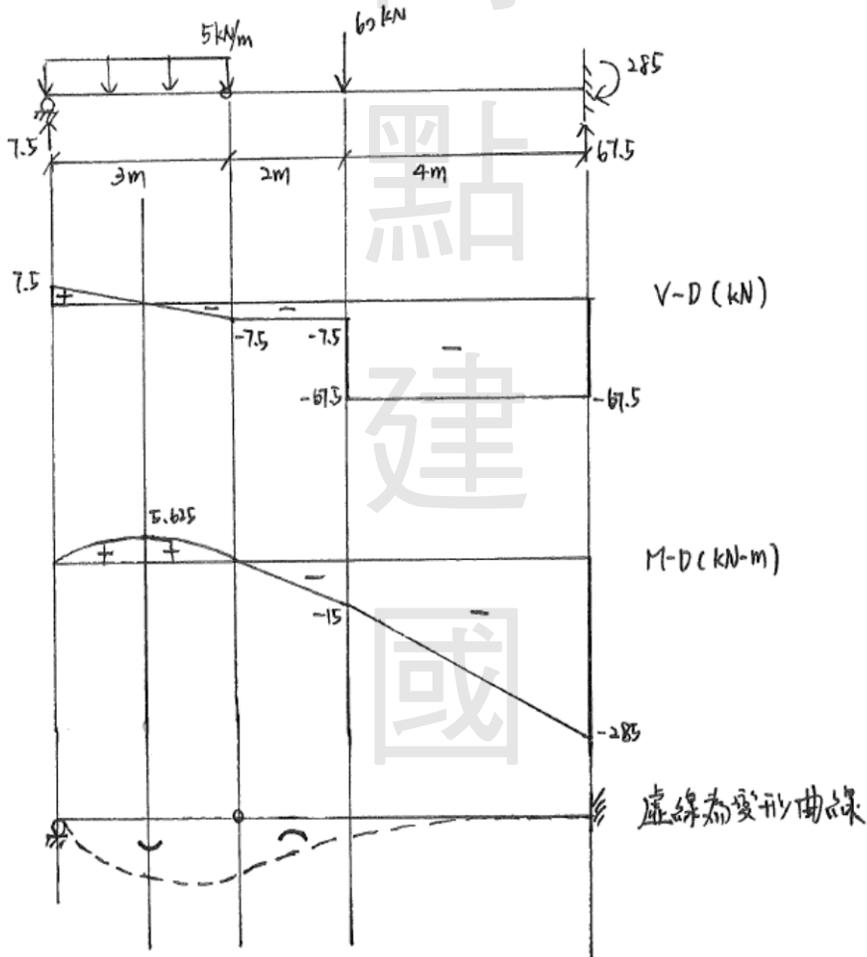
由整體結構 $\sum M_D = 0$ (+2)

$$(A_y)(9) - (5)(3)(7.5) - (60)(4) + M_D = 0$$

$$\Rightarrow (7.5)(9) - 352.5 + M_D = 0$$

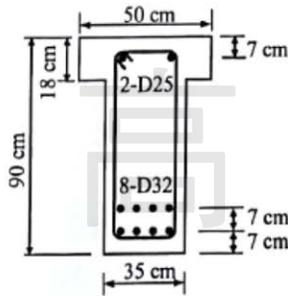
$$\Rightarrow M_D = 285 \text{ KN}\cdot\text{m} \quad (2)$$

Step 3 繪製剪力, 彎矩圖



【版權所有，翻印必究】

- 三、有一鋼筋混凝土單獨 T 型梁斷面如圖所示，承受正彎矩。混凝土 $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ ，鋼筋 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ 。試計算彎矩設計強度 ϕM_n 。一支 D25 鋼筋之截面積為 5.07 cm^2 ，一支 D32 鋼筋之截面積為 8.14 cm^2 。(25 分)



試題評析 請注意要檢查斷面尺寸，注意 a 的數值，以及各內力力臂不同。

考點命中 《高點建國土木鋼筋混凝土講義》解說鋼筋混凝土，歐陽編撰，例2-9.2。

解：

(1) 檢驗斷面尺寸

$$h_f = 18 \text{ cm} \geq \frac{b_w}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

$$b_{\text{flange}} = 50 \text{ cm} \leq 4 b_w = 4 \times 35 = 140 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

以原斷面分析

(2) 檢驗極限時，拉降否

$$d = 90 - 7 - 3.5 = 79.5 \text{ cm}$$

$$x_b = 0.6 d = 0.6 (79.5) = 47.7 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 x_b = 0.85 (47.7) = 40.545 \text{ cm}$$

$$A_{sb} = \frac{0.85 f'_c (35a + 18 \times 15)}{f_y} + A_s'$$

$$= \frac{0.85 \times 210}{4200} (40.545 \times 35 + 18 \times 15) + 5.07 \times 2$$

$$= 81.93 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 8 \times 8.14 = 65.12 \text{ cm}^2 \leq A_{sb} \quad \therefore \text{拉降}$$

(3) 檢驗極限時，壓降否

$$x' = 3d' = 21 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 x' = 0.85 (21) = 17.85 \text{ cm}$$

$$A_{sb} = \frac{A_s f_y - 0.85 f'_c a b}{f_y - 0.85 f'_c} = \frac{65.12 \times 4200 - 0.85 \times 210 (17.85 \times 50)}{4200 - 0.85 \times 210}$$

$$= 28.4 \text{ cm}^2 \geq A_s' = 10.14 \text{ cm}^2$$

∴ 壓降

(4) 計算 ϕM_n

設中性軸為 x cm, 且設 $a \geq 18$ cm

$$T = A_s f_y = 65.12 \times 4.2 = 273.504 \text{ tf}$$

$$C_s = A_s' (f_y - 0.85 f_c) = 10.14 (4.2 - 0.85 \times 0.21) \\ = 40.778 \text{ tf}$$

$$C_c = 0.85 f_c [35a + 18 \times 15] \\ = 0.85 \times 0.21 [35a + 270] = 0.1785 (35a + 270)$$

$$\Sigma F_x = 0 \quad \Rightarrow C_c + C_s = T \\ \Rightarrow 0.1785 (35a + 270) + 40.778 = 273.504$$

$$\text{解出 } a = 29.54 \text{ cm} \geq 18 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

$$x = \frac{a}{\beta_1} = 34.75 \text{ cm}$$

$$d_t = 90 - 7 = 83 \text{ cm}$$

$$\phi = 0.65 + 0.25 \left(\frac{d_t}{x} - \frac{5}{3} \right) = 0.65 + 0.25 \left(\frac{83}{34.75} - \frac{5}{3} \right) \\ = 0.83 \leq 0.9 \quad \text{OK!}$$

$$M_n = C_c \left(d - \frac{a}{2} \right) + C_s (d - 9) + C_s (d - d') \\ = [0.85 \times 0.21 \times 29.54 \times 35 \times (79.5 - \frac{29.54}{2}) \\ + 0.85 \times 0.21 \times 18 \times 15 (79.5 - 9) \\ + 40.778 (79.5 - 7)] / 100 \\ = 119.46 + 33.977 + 29.564 = 183 \text{ tf}\cdot\text{m}$$

$$\phi M_n = 0.83 \times 183 = \underline{\underline{151.89 \text{ tf}\cdot\text{m}}}$$

四、同前題，梁為簡支梁，跨度為 8 m，承受的使用載重有均佈靜載重 2.4 tf/m（含自重）與活載重 3.5 tf/m。梁設計配置 D10 矩形垂直肋筋，肋筋 $f_{yt} = 2800 \text{ kgf/cm}^2$ 。一支 D10 鋼筋之截面積為 0.71 cm^2 。試求於臨界斷面處肋筋之間距。（25 分）

試題評析	本題超級基本，記得載重必須係數化，臨界斷面在支承面出來 1.0d 之處。
考點命中	1. 《高點建國土木鋼筋混凝土講義》解說鋼筋混凝土，歐陽編撰，例 4-4.1。 2. 《高點建國土木鋼筋混凝土題庫講義》鋼筋混凝土學了沒，歐陽編撰，例 4-4.9 & 例 4-4.10。

解：

$$(1) W_u = 1.2 W_D + 1.6 W_L = 1.2 \times 2.4 + 1.6 \times 3.5 = 8.48 \text{ tf/m}$$

$$V_u = 8.48 \times \frac{8}{2} - 8.48 \times \frac{7.5}{100} = 27.1784 \text{ tf}$$

$$= 27178.4 \text{ kgf}$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f_c} b w d = 0.53 \sqrt{210 \times 35 \times 77.5} = 21370.8 \text{ kgf}$$

$$\phi(V_c + V_s) \geq V_u$$

$$\Rightarrow 0.75(21370.8 + V_s) \geq 27178.4$$

$$\Rightarrow V_s \geq 14867.1 \text{ kgf}$$

$$\Rightarrow \frac{A_v f_y d}{s} \geq 14867.1$$

$$\Rightarrow \frac{2 \times 0.71 \times 2800 \times 77.5}{s} \geq 14867.1$$

解出 $s \leq 21.26 \text{ cm}$

(2) 檢驗間距

$$V_{s, req'd} = 14867.1 \leq 2V_c = 42741.6 \text{ kgf}$$

$$s \leq \min \left[\frac{A_v f_y}{3.5 b w}, \frac{A_v f_y}{0.2 \sqrt{f_c} b w}, \frac{d}{2}, 60 \text{ cm} \right]$$

$$= \min \left[\frac{2 \times 0.71 \times 2800}{3.5 \times 35}, \frac{2 \times 0.71 \times 2800}{0.2 \sqrt{210} \times 35}, 39.75, 60 \text{ cm} \right]$$

$$= 32.5 \text{ cm}$$

考慮施工性，取 $s = 20 \text{ cm}$

check OK!

【版權所有，翻印必究】