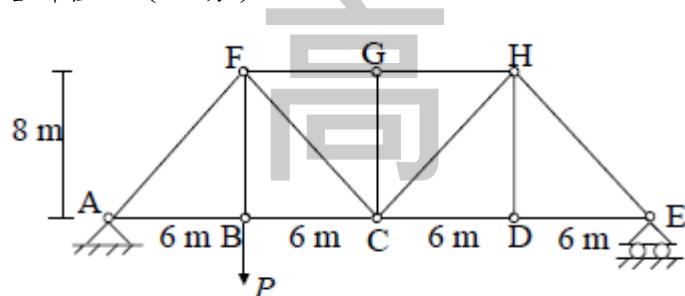


《結構學》

一、如圖一所示桁架橋，考慮一個作用在下弦桿之向下移動載重 P ，該移動載重由 A 點沿水平向緩慢移動到 E 點；圖示為移動到 B 點之狀態。若所有桿件之容許張力強度為 660kN、容許壓力強度為 450kN，考慮由 A 點移動到 E 點的整個過程，若所有桿件受力都不能超過容許強度，試求該移動載重 P 之最大容許值。（25 分）



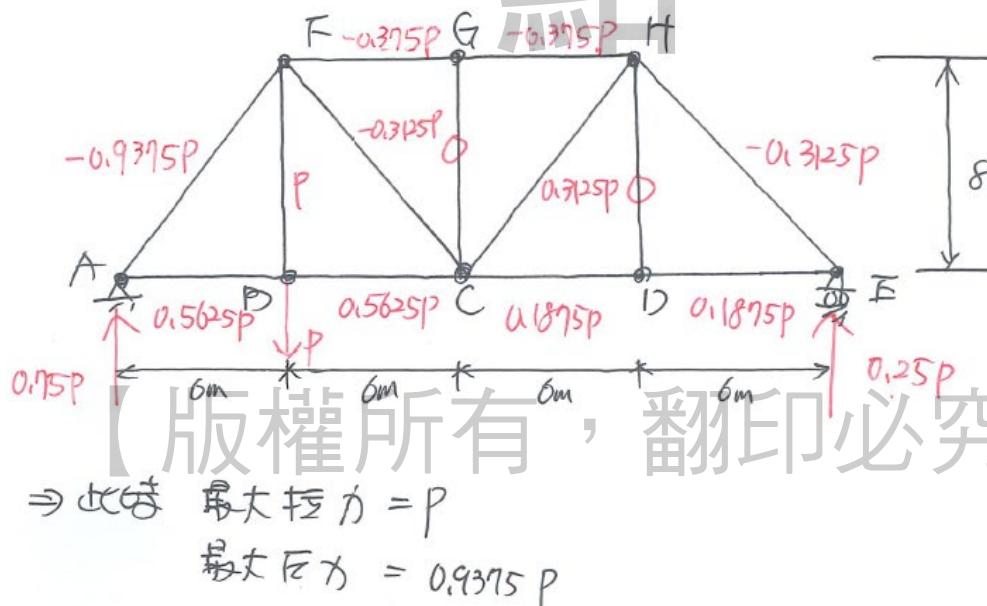
圖一

試題評析 屬於靜定桁架內力分析基本題型。

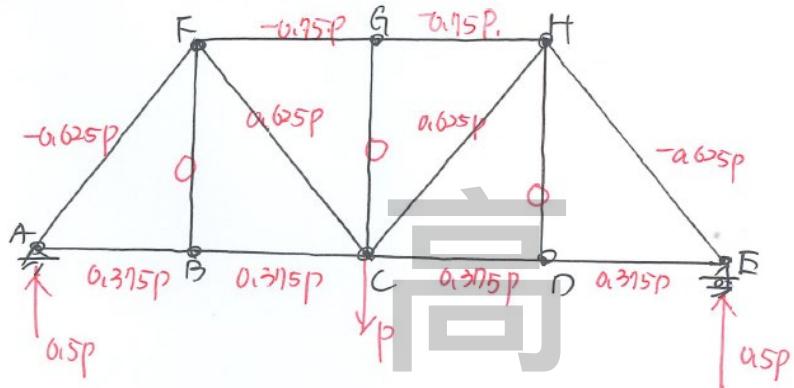
考點命中 《結構學重點暨題型解析》，高點文化出版，洪達編著，頁5-12，題型相同。

答：

(1). 外力作用在 B 處與 D 處行為相同：



(2) 外力作用在 C 處時：



$$\Rightarrow \text{此時, 最大拉力} = 0.625P$$

$$\text{最大压力} = 0.75P$$

(3) 因, 最大拉力 $P \leq 660 \text{ kN}$

$$\text{最大压力 } 0.9375P \leq 450 \Rightarrow P \leq 480 \text{ kN}$$

$$\text{故, } P_a \leq 480 \text{ kN}$$

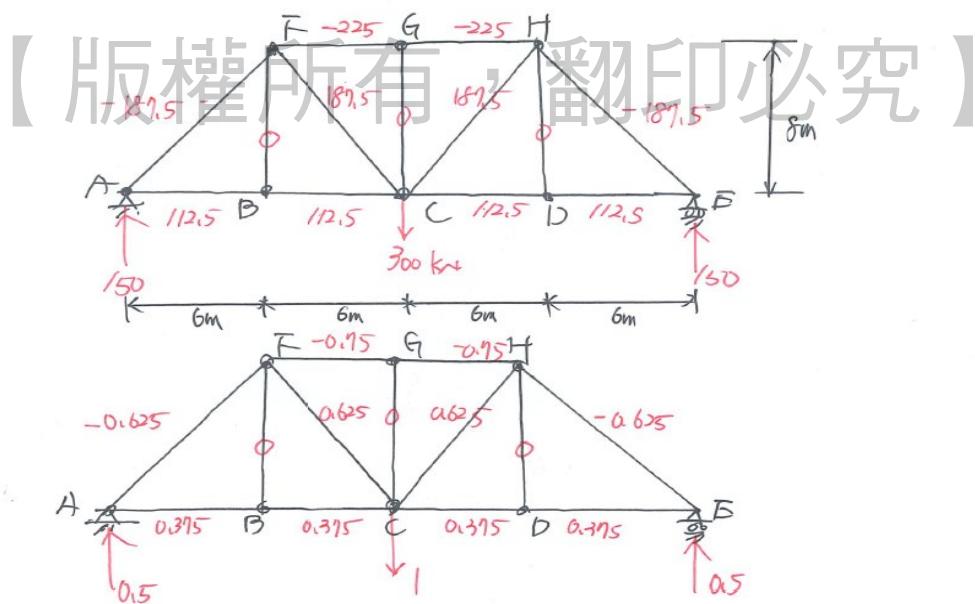
二、同第一題之桁架橋及移動載重，但假設桿件強度都足夠，桁架維持線彈性行為。此外，假設每個桿件有相同 EA ，楊氏模數 $E=200\text{GPa}$ ，桿件斷面積 $A=0.001\text{m}^2$ 。若移動載重 $P=300\text{kN}$ ，試以單位力法求整個緩緩移動過程中，橋梁中點 C 之最大向下位移。（以其他方法作答者一律不予以計分）(25分)

試題評析 屬於靜定桁架位移分析基本題型。

考點命中 《結構學重點暨題型解析》，高點文化出版，洪達編著，頁6-75，題型相同。

答：

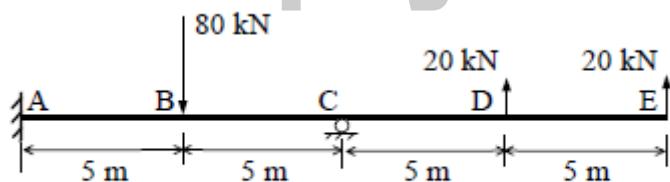
(1). 因為橋對稱，當 P 力作用在 C 處時，C 有最大向下位移。



$$\Delta_C = \frac{1}{0.001 \times 200 \times 10^6} \left[(-1.625)(0.625)(10) \times 4 + (-2.25)(-0.75)(6) \times 2 + (1.125)(0.375)(6) \times 4 \right]$$

$$= 0.038625 \text{ (m) } (\downarrow)$$

三、如圖二所示之梁結構，假設梁全長 $EI=$ 常數，其中 E 為楊氏模數， I 為梁斷面二次矩。取 A 點之彎矩 M_A 為贅餘力，首先利用力法（變形諧合條件）試證明 $M_A=300\text{kN}\cdot\text{m}$ （方向為逆時針）；其次試畫出剪力圖與彎矩圖。（25 分）



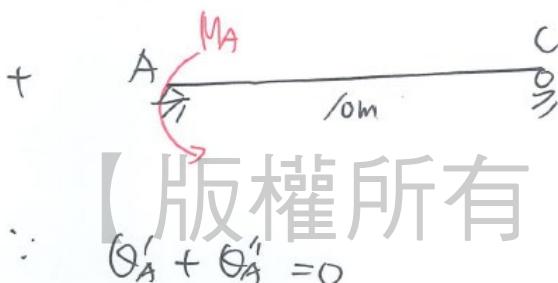
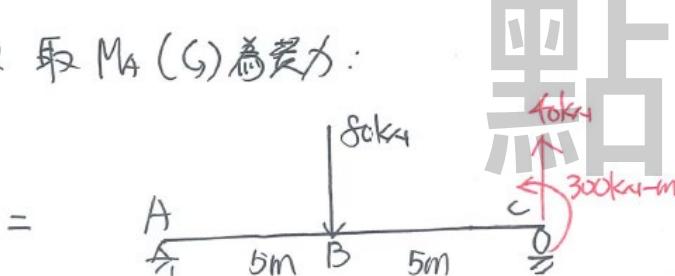
圖二

試題評析 屬於諧合變形法基本題型。

考點命中 《結構學重點暨題型解析》，高點文化出版，洪達編著，頁8-4，題型相同。

答：

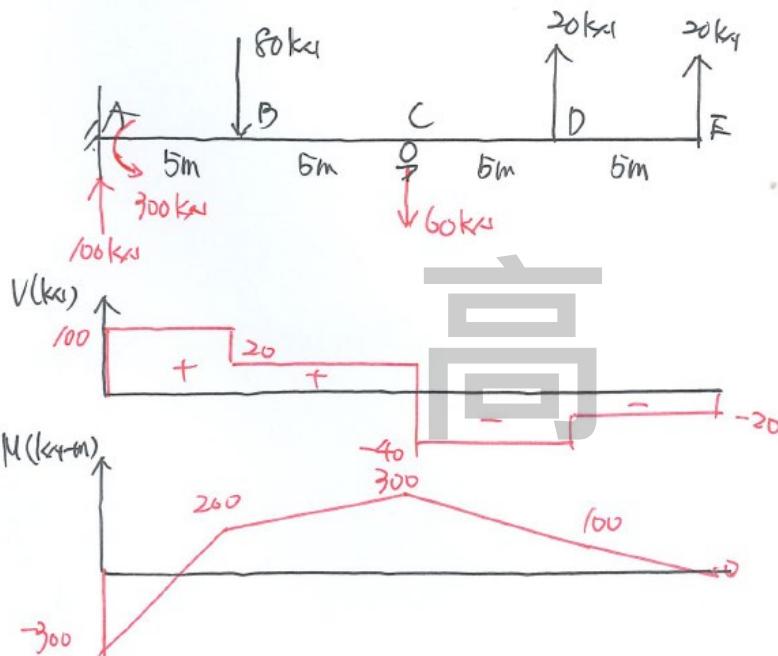
(1) 取 M_A (G) 為贅力：



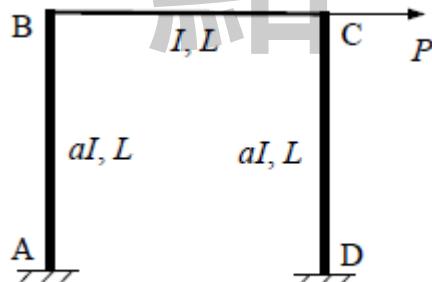
$$\text{②} \quad \left(\frac{80 \times 10^2}{6EI} + \frac{300 \times 10}{6EI} \right) - \frac{M_A \times 10}{3EI} = 0$$

$$\therefore M_A = 300 \text{ (kN-m) } (\uparrow)$$

(2)



四、如圖三所示之門型構架，假設各構件之軸向變形很小可以忽略，並且都有相同之長度 L 及楊氏模數 E。考慮兩個結構模型，分別代表原結構及加勁結構（柱子變大），原結構相當於 $a=1$ （所有桿件有相同之斷面二次矩 I）；加勁結構（柱子變大）則 $a>1$ 。試問 $a=?$ 時，加勁結構之 C 點水平側移為原結構之一半。試以傾角變位法求解。（以其他方法作答者一律不予計分）（25 分）



圖三

| | |
|------|------------------|
| 試題評析 | 屬於傾角撓度法計算量較大之題型。 |
|------|------------------|

| | |
|------|--------------------------------------|
| 考點命中 | 《結構學重點暨題型解析》，高點文化出版，洪達編著，頁9-51，題型相同。 |
|------|--------------------------------------|

答：

(1) 该構架奇數跨反对稱，

$$\Rightarrow \theta_c = \theta_b \text{ 以及 } \Delta_c = \Delta_b = \Delta (\rightarrow)$$

$$M_{AB} = \frac{2aEI}{L} \left(\theta_b - 3 \frac{4R}{L} \right) = a\theta_b - aR$$

$$M_{BA} = \frac{2aEI}{L} \left(2\theta_b - 3 \frac{4R}{L} \right) = 2a\theta_b - aR$$

$$M_{BC} = \frac{2EI}{L} (2\theta_b + \theta_c) = 3\theta_b$$

$$\because \sum M_B = 0 \Rightarrow M_{BA} + M_B = 0$$

$$\Rightarrow (2a+3)\theta_B - aR = 0 \quad \text{---(1)}$$

取整體: $\sum F_x = 0 \rightarrow$

$$\frac{M_{AB} + M_{BA}}{\ell} \times 2 + P = 0$$

$$\Rightarrow 3a\theta_B - 2aR = -\frac{P\ell}{2} \quad \text{---(2)}$$

\therefore 由(1)、(2)式得:

$$\theta_B = \frac{P\ell}{2(a+6)}$$

$$R = \frac{(2a+3)P\ell}{2a(a+6)}$$

$$\frac{(2a+3)P\ell}{2a(a+6)} \times \frac{\ell}{2EJ} = \frac{34}{\ell}$$

$$\Delta = \frac{(2a+3)P\ell^3}{12a(a+6)EJ}$$

$$\Delta_C = \Delta = \frac{(2a+3)P\ell^3}{12a(a+6)EJ}$$

(2) 【版權所有，翻印必究】

$$\text{當 } a=1, \text{ 則 } \Delta_C = \frac{5P\ell^3}{84EJ}$$

$$\therefore \Delta_C = \frac{(2a+3)P\ell^3}{12a(a+6)EJ} = \left(\frac{1}{2}\right) \left(\frac{5P\ell^3}{84EJ}\right)$$

$$\therefore \frac{(2a+3)}{12a(a+6)} = \frac{5}{168}$$

$$\therefore a = 2.705$$