

類 科：結構工程
科 目：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)下列計算各題所需之物理常數、參數及公式等如未給時，請自行合理假設或推知。

(四)本作答請採用內政部 2010 年發布「鋼結構設計技術規範」為原則，並依題目指定使用「容許應力設計法」或「極限設計法」。若使用其他版本規範作答，需清楚註明。

一、【極限設計法】有一拉力桿長 4 m，由等邊雙角鋼組成，須承受靜載重 8.0 tf 及活載重 17.0 tf，雙角鋼和 1.2 cm 厚連接板接合如圖 1(a)所示，角鋼和連接板皆使用 SMA400 鋼 ($F_y = 2.5 \text{ tf/cm}^2$, $F_u = 4.1 \text{ tf/cm}^2$)。因受長度限制，沿應力方向僅能使用 3 顆 F10T 高拉力螺栓以承壓型結合，孔為標準孔，螺紋在剪力平面上，螺栓設計剪力強度 $\phi F_v = 3.0 \text{ tf/cm}^2$ 。

(一)假設角鋼無塊狀剪力 (Block shear) 撕裂，從表(一)設計最經濟之雙角鋼斷面。(10 分)

(二)若螺栓孔變形為設計考量 ($\phi = 0.75$, $R_n = 1.2L_c t F_u \leq 2.4dt F_u$)，從表(二)螺栓群中，設計螺栓直徑。(10 分)

(三)若將原設計 F10T 螺栓由 3 顆改為 2 顆，再以縱向填角銲接補足強度如圖 1(b)所示，使用 E70 銲材 ($F_{E70} = 4.9 \text{ tf/cm}^2$)，銲腳長 0.6 cm，採用遮護金屬電弧銲接 (SMAW) 施工，求所需銲道總長 L(cm)。並檢核連接板厚度是否足夠。(10 分)

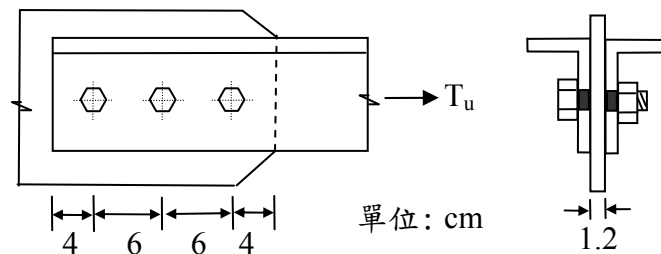


圖 1(a)

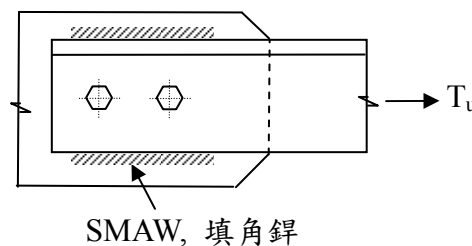
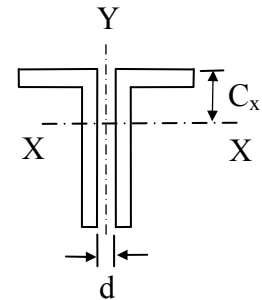


圖 1(b)

表(一) 等邊雙角鋼斷面性質

H×H×t (mm)	總斷面積 A (cm ²)	C _x (cm)	I _x (cm ⁴)	I _y (d = 1.2 cm) (cm ⁴)
2 L60×60×5	11.6	1.66	39.2	98.5
2 L65×65×6	15.1	1.81	58.8	146
2 L70×70×6	16.3	1.93	74.2	178
2 L80×80×6	18.7	2.18	113	257
2 L90×90×6	21.1	2.42	161	354



表(二) JIS F10T 螺栓

	M16	M20	M22	M24	M27	M30
標稱直徑 d (cm)	1.6	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
標稱面積 A _b (cm ²)	2.01	3.14	3.8	4.52	5.73	7.07

二、【容許應力設計法】有一受壓構材，其降伏應力為 $F_y = 2.5 \text{ tf/cm}^2$ ， $E = 2040 \text{ tf/cm}^2$ 。

(一)求彈性及非彈性挫屈分界點 C_c 之值。(10分)

(二)以細長比 KL/r 為橫座標，安全係數 Ω_c 為縱座標，繪出兩者關係圖。(10分)

$$\left(\text{參考公式：} F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3}{8} \left(\frac{KL/r}{C_c} \right) - \frac{1}{8} \left[\frac{(KL/r)^3}{C_c^3} \right]}, \quad F_a = \frac{12}{23} \cdot \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \right)$$

三、【極限設計法】有一懸臂梁長 2.8 m，上承靜載重 $P_D = 23 \text{ tf}$ ，活載重 $P_L = 65 \text{ tf}$ ，如圖 2(a)所示，僅在支撐點和載重點有側向支撐。

- (一)採用 $F_y = 2.52 \text{ tf/cm}^2$ 鋼料，使用圖 2(b)選擇最佳斷面。(10 分)
- (二)檢核斷面之剪力強度(腹板未使用加勁板， $k_v = 5.0$)。(10 分)
- (三)檢核因「活載重」造成之撓度是否超過規範限制。(10 分)

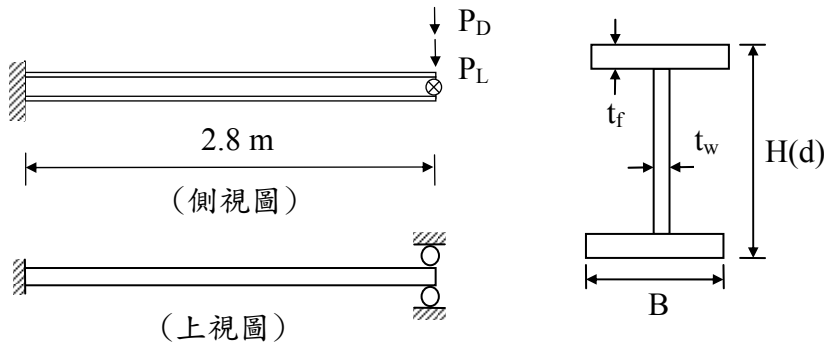


圖 2(a)

表(三)

H×B×t _w ×t _f (mm)
920×300×22×50 (377 kg/m)
942×400×19×36 (356 kg/m)
810×400×22×45 (407 kg/m)
960×300×22×45 (362 kg/m)
820×350×22×50 (399 kg/m)

參考公式： $\frac{h}{t_w} \leq 50 \sqrt{\frac{k_v}{F_{yw}}}$ ， $\phi_v V_n = 0.9 \times (0.6 F_{yw} A_w)$

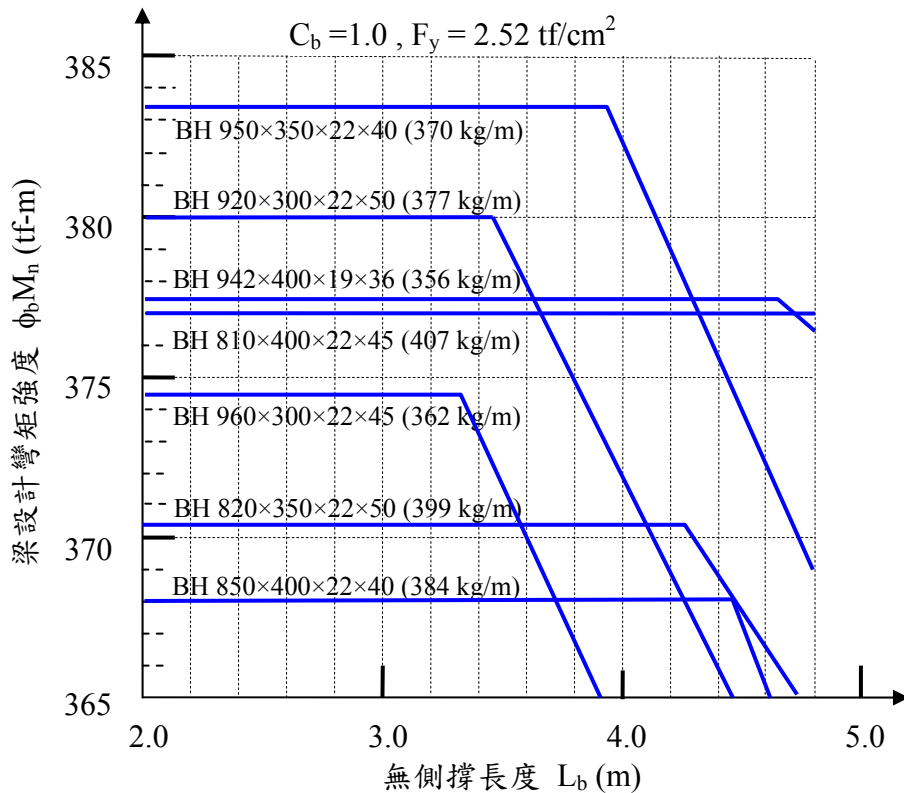


圖 2(b) 梁設計彎矩強度

四、【極限設計法】對稱斷面構材承受軸力 P_u 和彎矩 M_u 交互作用時，其結果如圖 3 所示，X 軸為 $M_u/\phi_b M_n$ ，Y 軸為 $P_u/\phi P_n$ 。

(一)說明在 X、Y 座標軸分別除以 $\phi_b M_n$ 及 ϕP_n 之原因。(10 分)

(二)由圖 3 之 AB 及 BC，推導出雙軸向組合力的互動方程式。(10 分)

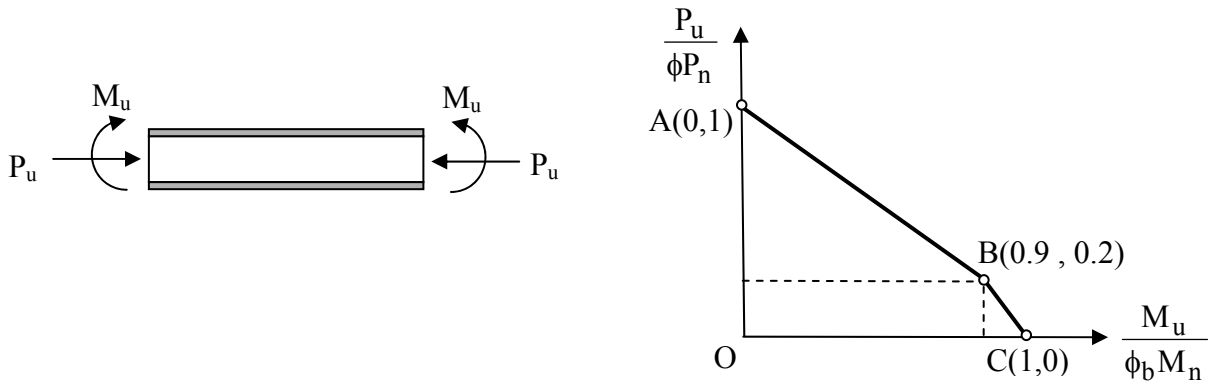


圖 3