

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。

一、試請針對鋼結構設計中壓力構件之挫屈行為，簡要說明下列問題：

(一)鋼結構設計中，受壓結構因桿件受壓及邊界條件配置的不同，常造成受壓結構系統內有靠桿效應 (leaning column effect) 的產生，試請說明此靠桿效應產生需具有的條件。(10 分)

(二)圖 1(a)中 CD 柱之 D 端為剛接 (rigid joint)，圖 1(b)中 CD 柱之 D 端為鉸接 (hinged joint)，二者除此外所有條件均相同。已知圖 1(b)中結構受靠桿效應影響，AB 柱有效長度係數 K_{AB} 需作修正為 $K_{i,modified} = [(\pi^2 EI/L^2/P_i)(\Sigma P/\Sigma P_{eK})]^{0.5}$ 。試求圖 1(a)結構有效長度係數 K_{AB} 及圖 1(b)結構中受靠桿效應影響之有效長度係數 K_{AB} 。(15 分)

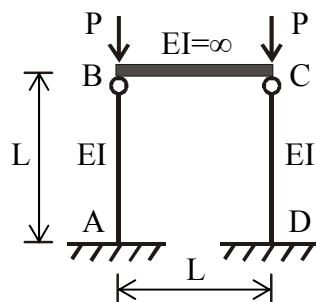


圖 1(a)

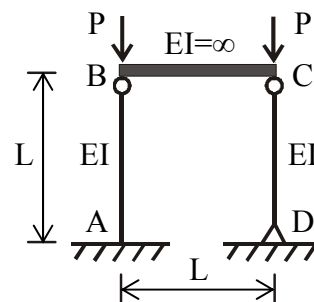


圖 1(b)

二、美國 AISC 2010 年版第 C 章-穩定設計 (Design for Stability) 中，針對鋼結構穩定問題要求採用直接分析法 (Direct Analysis Method of Design) 進行鋼結構強度設計，直接分析法為一種直接考慮 P- Δ 及 P- δ 效應之二階分析 (Second-order Analysis) 法。試簡要說明：何謂二階分析 (Second-order Analysis) 與一階分析 (First-order Analysis)？(10 分)

此外，在上一版之美國 AISC 2005 年版第 C 章-穩定分析及設計 (Stability Analysis and Design) 中，使用放大之一階分析來處理二階分析 (Second-order Analysis by Amplified First-order Analysis)，所建議之梁柱效應的設計彎矩公式為 $M_u = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt}$ 。試簡要說明此公式中何者為二階彎矩 (Second-order Moment) 及一階彎矩 (First-order Moment)？何謂 B_1 及 B_2 ？並簡要說明為何 AISC 2010 年版第 C 章採用「二階分析」，藉以取代 2005 年版第 C 章「設計彎矩公式」？(15 分)

(請接第二頁)

類 科：結構工程
科 目：鋼結構設計

三、一無側撐之鋼架如圖 2 所示，圖中G點可水平移動但不可轉動、H點可水平移動也可轉動。試依據Alignment Chart並作必要的修正，分別求取彈性範圍之柱DE及柱EF的有效長度係數 K_{DE} 及 K_{EF} 。此外，試使用LRFD規範求取非彈性範圍之柱DE的有效長度係數 K'_{DE} 。各柱與梁之I值如下表所示。（25 分）

	柱 AB、柱 BC	柱 DE、柱 EF	梁 CF	梁 FH	梁 BE	梁 EG
I值 (cm ⁴)	10400	12600	22700	30200	31500	39800

柱DE相關之斷面性質： $A=102\text{ cm}^2$ ， $I_x=12600\text{ cm}^4$ ， $r_x=11.1\text{ cm}$ ； $F_y=2.5\text{ tf/cm}^2$ ， $E=2040\text{ tf/cm}^2$
（柱邊界為固接（Fixed end）時 G 可使用 1、為鉸接（hinged end）時 G 可使用 10。）

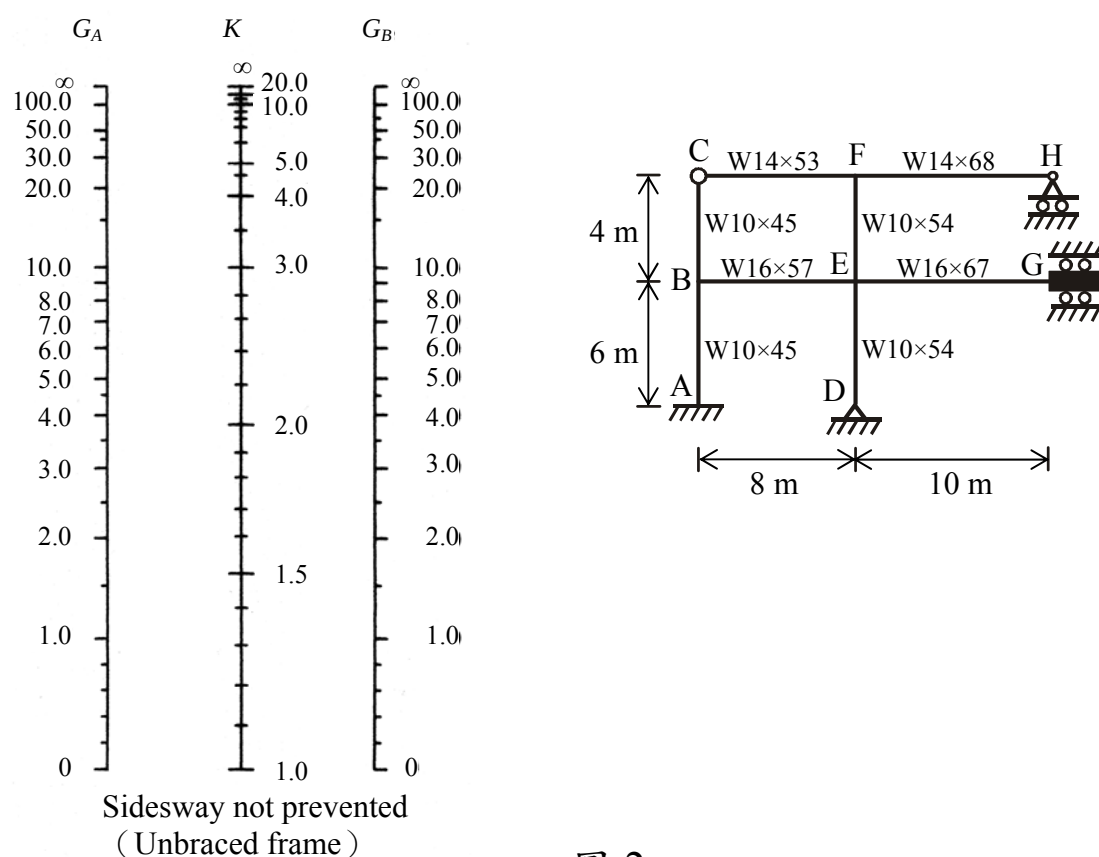


圖 2

四、一懸臂鋼梁如圖 3 所示，A、B 兩點均有側向支撐。鋼梁長度 L 為 16 m，採用 W16×100 鋼材，梁鋼材特性及斷面尺寸如下所示。已知鋼梁在 B 端有一集中載重 P，試以 ASD 規範求解此鋼梁所能承受之載重 P。（25 分）

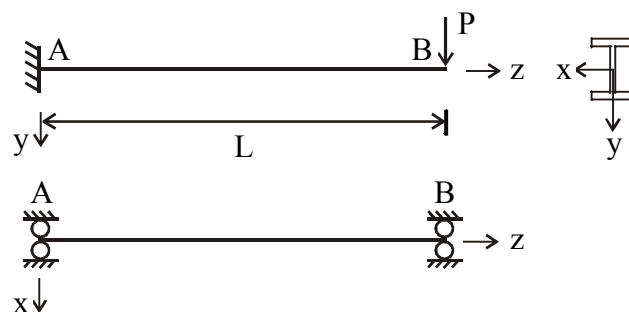


圖 3

W16×100 鋼材料特性及斷面尺寸：

$A=190\text{ cm}^2$ ， $d=43.1\text{ cm}$ ， $t_w=1.49\text{ cm}$ ， $b_f=26.5\text{ cm}$ ， $t_f=2.5\text{ cm}$ ， $E=2040\text{ tf/cm}^2$ ， $F_y=2.5\text{ tf/cm}^2$
 $I_x=61900\text{ cm}^4$ ， $S_x=2870\text{ cm}^3$ ， $r_x=18\text{ cm}$ ， $I_y=7770\text{ cm}^4$ ， $r_y=6.39\text{ cm}$

（梁容許剪力： $V=d\times t_w\times F_v=d\times t_w\times 0.4F_y$ ）

（請接第三頁）

類 科：結構工程
科 目：鋼結構設計

※參考公式：請自行選擇適合的公式參考，並檢查其正確性，若有問題應自行修正。

For flange: $\lambda_{pd} = 14/\sqrt{F_y}$, $\lambda_p = 17/\sqrt{F_y}$, $\lambda_r = 25/\sqrt{F_y}$ (F_y 單位 = tf/cm²)

For web: $\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{F_y}}(1 - 3.74 \frac{f_a}{F_y})$ for $f_a/F_y \leq 0.16$; $68/\sqrt{F_y}$ for $f_a/F_y > 0.16$

Simply supported I-section under pure bending: $M_{o,cr} = \frac{\pi}{L} \sqrt{EI_y GJ} \sqrt{1 + (\frac{\pi}{L})^2 \frac{EC_w}{GJ}}$

$\frac{20b_f}{\sqrt{F_y}}$ or $\frac{1400}{(d/A_f)F_y}$; $C_b = 1.75 + 1.05(M_A/M_B) + 0.3(M_A/M_B)^2 \leq 2.3$

$\sqrt{7160C_b/F_y} \leq l/r_t \leq \sqrt{35800C_b/F_y}$, then $F_b = [2/3 - \frac{F_y(l/r_t)^2}{107600C_b}]F_y$

$\sqrt{35800C_b/F_y} < l/r_t$, then $F_b = 12000C_b/(l/r_t)^2$

$F_b = \frac{840C_b}{(Ld/A_f)}$; $C_m = 0.6 - 0.4(M_A/M_B) (\geq 0.4)$; $r_T = \sqrt{\frac{I_y/2}{A_f + A_w/6}}$; $A_w = (d - 2t_f)t_w$

(1) $\frac{f_a}{F_a} \leq 0.15$, $\frac{f_a}{F_a} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1$ $F'_e = \frac{12\pi^2 E}{23(KL_b/r_b)^2}$

(2) $\frac{f_a}{F_a} > 0.15$, $\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_{mx}f_{bx}}{(1 - \frac{f_a}{F'_e})F_{bx}} + \frac{C_{my}f_{by}}{(1 - \frac{f_a}{F'_e})F_{by}} \leq 1$; $\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{f_{bx}}{F_{bx}} + \frac{f_{by}}{F_{by}} \leq 1$

$G_{inelastic} = \frac{\sum (EI/L)_{col}}{\sum (EI/L)_{beam}} = G_{elastic} \tau_a$; $\tau_a = \frac{E_t}{E} = \frac{F_{cr,inelastic}}{F_{cr,elastic}}$ (LSD); $\tau_a = \frac{E_t}{E} = \frac{F_a}{F'_e}$ (ASD)

$M_r = (F_y - F_r)S_x$; $X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{EGJA/2}$, $X_2 = 4 \frac{C_w}{I_y} [S_x/(GJ)]^2$

$L_p = \frac{80r_y}{\sqrt{F_y}}$, $L_r = \frac{r_y X_1}{(F_y - F_r)} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2(F_y - F_r)^2}}$;

$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p$, $M_n = \frac{C_b S_x X_1 \sqrt{2}}{L_b/r_y} \sqrt{1 + \frac{X_1^2 X_2}{2(L_b/r_y)^2}} \leq M_p$

For $\frac{KL}{r} \leq C_c$; $F_a = \frac{\left[1 - \frac{(KL/r)^2}{2C_c^2} \right] F_y}{\frac{5}{3} + \frac{3(KL/r)}{8C_c} - \frac{(KL/r)^3}{8C_c^3}}$; For $\frac{KL}{r} > C_c$ $F_a = \frac{12\pi^2 E}{23(KL/r)^2}$

$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{F_y}{E}}$; For $\lambda_c \leq 1.5$, $F_{cr} = (0.658^{\lambda_c^2}) F_y$; For $\lambda_c > 1.5$, $F_{cr} = \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y$

$J = \sum_{i=1}^n \frac{b_i t_i^3}{3}$; $C_w = \frac{I_f h^2}{2}$