

# 鋼結構設計詳解

(附歷年高考及技師檢覈考題)

J. C. 麥科馬克 原著

詹 春 芳 譯著

曉園出版社  
世界圖書出版公司

---

## 前 言

研習理工的同學，都有一種認識，那就是：一本書的習題往往是該書的精華所在，藉著習題的印證，才能對書中的原理原則澈底的吸收與瞭解。

有鑒於此，晚園出版社特地聘請了許多在本科上具有相當研究與成就的人士，精心出版了一系列的題解叢書，為各該科目的研習，作一番介紹與鋪路的工作。

一個問題的解答方法，常因思維的角度而異。晚園題解叢書，毫無疑問的都是經過一番精微的思考與分析而得。其目的在提供對各該科目研讀時的參考與比較；而對於一般的自修者，則有啓發與提示的作用。希望讀者能藉著這一系列題解叢書的幫助，而在本身的學問進程上有更上層樓的成就。

钢结构设计详解

J.G. 麦科马克 原著

詹春芳 译著

\*

晓园出版社出版

世界图书出版公司重印

北京朝阳门内大街137号

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1994年11月第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1994年11月第一次印刷 印张: 13

印数: 0001—450 字数: 31万字

ISBN: 7-5062-1985-9/TU·9

定价: 16.80元 (WB9405/14)

世界图书出版公司已向台湾晓园出版社购得重印权

限国内发行

# McCormac鋼結構設計詳解

## (目 錄)

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第一章 鋼結構設計的介紹.....  | 0   |
| 第二章 結構鋼的性質.....    | 0   |
| 第三章 張力桿件.....      | 1   |
| 第四章 壓力桿件簡介.....    | 27  |
| 第五章 壓力桿件的設計.....   | 39  |
| 第六章 梁的設計.....      | 69  |
| 第七章 梁的設計(續).....   | 99  |
| 第八章 彎曲和軸向應力.....   | 129 |
| 第九章 螺栓結合.....      | 153 |
| 第十章 鉚釘結合之歷史註記..... | 181 |
| 第十一章 焊接結合.....     | 195 |
| 第十二章 建築物之結合.....   | 223 |

---

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第十五章 合成式設計·····    | 233 |
| 第十六章 組合梁和鉸梁·····   | 247 |
| 第二十一章 塑性分析·····    | 257 |
| 第二十二章 塑性分析及設計····· | 295 |
| 歷年高考及技師檢覈考題·····   | 339 |

### 第三章 張力桿件

3-1 到 3-4 計算每一桿件的淨面積。

3-1 一角鋼  $L 6 \times 4 \times 3/4$ ，每肢有單排  $3/4$  吋的螺栓。

圖 開孔孔徑： $\frac{3}{4} + \frac{1}{8} = \frac{7}{8}$

$$A_n = 6.94 - (2) \left( \frac{7}{8} \right) \left( \frac{3}{4} \right) = 5.63 \text{ in}^2$$

3-2 一對角鋼  $L 8 \times 6 \times \frac{3}{4}$ ，長肢有雙排  $\frac{7}{8}$  吋的螺栓而短肢有單排螺栓。

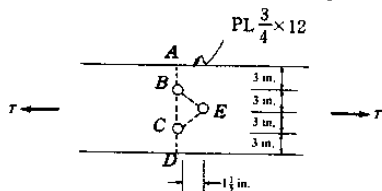
圖 開孔孔徑： $\frac{7}{8} + \frac{1}{8} = 1$

$$A_n = 19.9 - (6) (1.00) \left( \frac{3}{4} \right) = 15.40 \text{ in}^2$$

3-3 一  $W 27 \times 84$  斷面，每一翼板有兩個開孔和腰板也有兩個開孔，所有開孔用於  $\frac{3}{4}$  吋螺栓。

圖  $A_n = 24.8 - (4) \left( 1 \frac{1}{8} \right) (0.64) - (2) \left( 1 \frac{1}{8} \right) (0.460)$   
 $= 20.88 \text{ in}^2$

3-4  $PL \frac{3}{4} \times 12$  的板鋼如附圖所示，開孔用於  $\frac{3}{4}$  吋的螺栓。



## 解 淨 寬

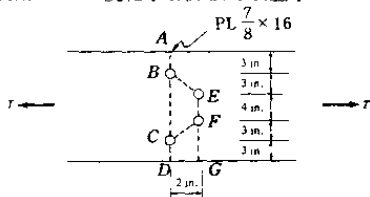
$$ABCD = 12.00 - (2) \left( \frac{7}{8} \right) = 10.25 \text{ in}$$

$$ABECD = 12.00 - (3) \left( \frac{7}{8} \right) + (2) \frac{(1.5)^2}{(4)(3)}$$

$$= 9.75 \text{ in} \leftarrow$$

$$\therefore A_n = (9.75) \left( \frac{3}{4} \right) = 7.31 \text{ in}^2$$

3-5 附圖所示鋁鋼容許張應力為 20 ksi，鋁鋼尺寸為  $\frac{7}{8} \times 16$  開孔用於 1 吋的螺栓，利用 AISC 規範求容許張力載重？



解 開孔孔徑： $1 + \frac{1}{8} = 1 \frac{1}{8}$

## 淨 寬

$$ABCD = 16.00 - (2) \left( 1 \frac{1}{8} \right) = 13.75 \text{ in}$$

$$ABEFG = 16.00 - (3) \left( 1 \frac{1}{8} \right) + \frac{(2)^2}{(4)(3)} = 12.96 \text{ in}$$

$$ABEFGD = 16.00 - (4) \left( 1 \frac{1}{8} \right) + (2) \frac{(2)^2}{(4)(3)}$$

$$= 12.17 \text{ in} \leftarrow$$

$$A_n = (12.17) \left( \frac{7}{8} \right) = 10.65 \text{ in}^2$$

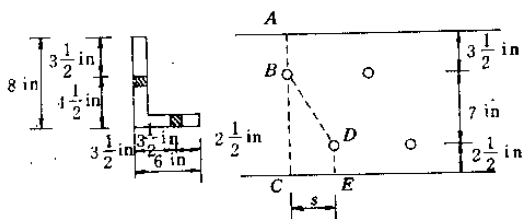
$$\text{容許張力 } T = (20)(10.65) = 213 \text{ k}$$

3-6 附圖所示一鋁鋼及  $\frac{7}{8}$  吋螺栓開孔，若要求計算淨面積時任一斷面僅減兩



列的最小間距為何？

解 開孔位置按 AISC 規定，如下圖所示：



淨寬

$$ABC = 13.00 - (1)(1.00) = 12.00 \text{ in}$$

$$ABDE = 13.00 - (2)(1.00) + \frac{s^2}{(4)(7)}$$

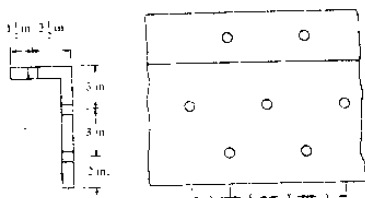
$$= 11.00 + \frac{s^2}{28}$$

使二式相等

$$12.00 = 11.00 + \frac{s^2}{28}$$

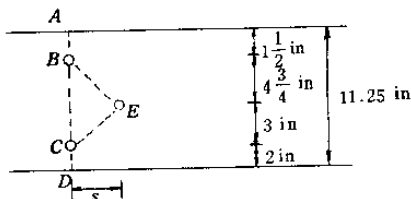
得  $s = 5.29 \text{ in}$

3-9 如對圖所示的角鋼  $L 8 \times 4 \times \frac{3}{4}$ ， $\frac{7}{8}$  吋的螺栓在長肢上用兩排，短邊上用一排。若計算淨面積時只減去兩個開孔，試求交錯開孔的最小間距？



淨寬

$$ABCD = 11.25 - (2)(1.00) = 9.25 \text{ in}$$



$$ABECD = 11.25 - (3)(1.00) + \frac{s^2}{(4)(4.75)} + \frac{s^2}{(4)(3)}$$

$$= 8.25 + 0.136 s^2$$

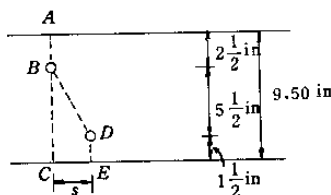
使二式相等

$$9.25 = 8.25 + 0.136 s^2$$

得  $s = 2.71 \text{ in}$

3-10 一角鋼  $L 6 \times 4 \times \frac{1}{2}$ ，兩肢用單排的  $\frac{3}{4}$  吋螺栓，開孔位置依 AISC 規範一般規定。若計算淨面積時只減去  $1\frac{1}{2}$  個開孔，求最小間距  $s$  為多少？

解 該角鋼展開後，如下圖所示：



淨寬

$$ABC = 9.50 - (1.5)\left(\frac{7}{8}\right) = 8.19 \text{ in}$$

$$ABDE = 9.50 - (2)\left(\frac{7}{8}\right) + \frac{s^2}{(4)(5.5)}$$

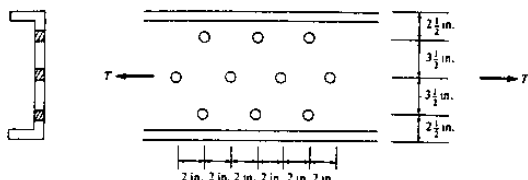
$$= 7.75 + \frac{s^2}{22}$$

使二式相等

$$8.19 = 7.75 + \frac{s^2}{22}$$

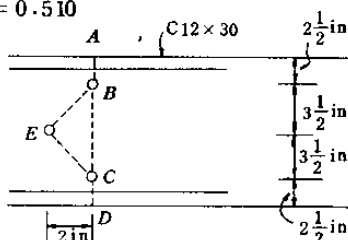
得  $s = 3.11 \text{ in}$

3-11 槽型鋼 C 12 × 30 如附圖所示，開孔都用於 1 吋的螺栓，以 AISC 規範決定有效淨面積？



解 查表得  $A = 8.82$

$t_s = 0.510$



淨面積

$$ABCD = 8.82 - (2) \left(1 \frac{1}{8}\right) (0.510) = 7.67 \text{ in}^2$$

$$\begin{aligned} ABECD &= 8.82 - (3) \left(1 \frac{1}{8}\right) (0.510) \\ &\quad + (2) \frac{(2)^2}{(4)(3.5)} (0.510) \\ &= 7.39 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

有效淨面積

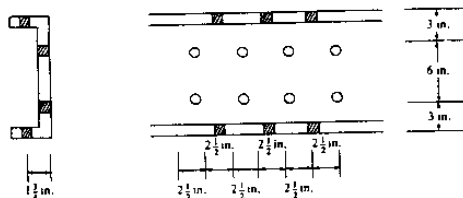
由課本表 3-1 查得：

$C_t = 0.85$

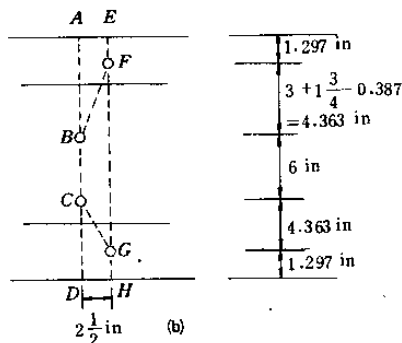
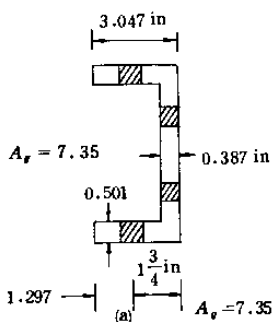
$$\therefore A_e = C_t A_n = (0.85) (7.39) = 6.28 \text{ in}^2$$

3-12 如附圖所示 C 12 × 25 斷面，開孔為  $\frac{3}{4}$  吋螺栓所用，利用 AISC 規範決

定有效淨面積？



解 查表得之各尺寸標於圖(a)  
展開後之各尺寸列於圖(b)



可能的臨界斷面如下：

$$ABCD = 7.35 - (2) \left( \frac{7}{8} \right) (0.387) = 6.67 \text{ in}^2$$

$$EFGH = 7.35 - (2) \left( \frac{7}{8} \right) (0.501) = 6.47 \text{ in}^2$$

$$\begin{aligned} EFBCD &= 7.35 - (1) \left( \frac{7}{8} \right) (0.501) - (2) \left( \frac{7}{8} \right) (0.387) \\ &\quad + \frac{(2.5)^2}{(4)(4.363)} \left( \frac{0.387 + 0.501}{2} \right) \\ &= 6.39 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$EFBCGH = 7.35 - (2) \left( \frac{7}{8} \right) (0.501) - (2) \left( \frac{7}{8} \right) (0.387)$$

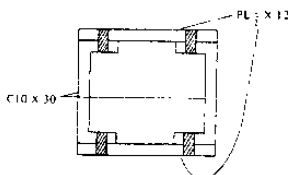
$$+ (2) \frac{(2.5)^2}{(4)(4.363)} \left( \frac{0.387 + 0.501}{2} \right) \\ = 6.11 \text{ in}^2 \leftarrow$$

$$\therefore A_n = 6.11 \text{ in}^2$$

又因整個斷面的各肢均以扣件接合以傳遞應力，符合課本表 3-1(a) 類情況

$$\therefore A_e = A_n = 6.11 \text{ in}^2$$

3-13 如附圖所示的組合斷面，開孔為  $\frac{7}{8}$  吋鉚釘所用，假設一排至少三個鉚釘，以 AISC 規範計算有效淨面積。



解 查表得 C 10 × 30 s ( $A = 8.82$  每個槽型鋼,  $t_f = 0.436$ )

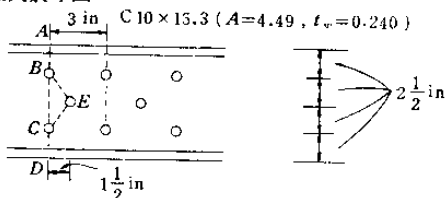
$$A_g = (2)(8.82) + (2)\left(\frac{1}{2}\right)(12) = 29.64 \text{ in}^2$$

$$A_n = 29.64 - (4)(1.00)\left(\frac{1}{2} + 0.436\right) = 25.90 \text{ in}^2$$

$$A_e = C_u A_n = (0.85)(25.90) = 22.02 \text{ in}^2$$

-14 —C 10 × 15.3 斷面以三排  $\frac{7}{8}$  吋螺栓結合於腰部，行距  $2\frac{1}{2}$  吋，間距 3 吋。若中間一排開孔交錯排列於外側的兩排開孔，一排至少有三個開孔，以 AISC 規範求此槽型鋼的有效淨面積。

解 查表所得數據列於下圖：



淨面積

$$ABCD = 4.49 - (2)(1.00)(0.240) = 4.01 \text{ in}^2$$

$$ABECD = 4.49 - (3)(1.00)(0.240) + (2) \frac{(1.5)^2}{(4)(2.5)} (0.240) \\ = 3.88 \text{ in}^2 \leftarrow$$

有效淨面積

本題屬於課本表 3-1(e)類情況  $C_t = 0.85$

$$\therefore A_e = C_t A_n = (0.85)(3.88) = 3.30 \text{ in}^2$$

3-15 以 A 36 鋼及參考 AISC 規範重作問題 3-5。

解 參見習題 3-5：

$$A_g = \left(\frac{7}{8}\right)(16) = 14.00 \text{ in}^2$$

$$A_e = A_n = 10.65 \text{ in}^2 \leftarrow [\text{表 3-1(b)}]$$

但做為接合板，有效淨面積不得大於：

$$\max A_e = 0.85 A_g = 0.85(14) = 11.90 \text{ in}^2$$

容許張力

$$T = 0.60 F_y A_g = (0.60)(36)(14.00) = 302.4 \text{ k} \leftarrow$$

$$\text{或 } T = 0.50 F_u A_e = (0.50)(58)(10.65) = 308.9 \text{ k}$$

$$\therefore T = 302.4 \text{ k}$$

3-16 一 W 10 × 60 斷面，每一翼板上有兩排  $\frac{7}{8}$  吋的螺栓（每排有 4 個），採

用 A 36 鋼及 AISC 規範求其容許張力載重。

解 查表得 W 10 × 60 之數據如下：

$$(A_g = 17.6, d = 10.22, b_f = 10.08, t_f = 0.68)$$

$$A_n = 17.6 - (4)(1.00)(0.680) = 14.88 \text{ in}^2$$

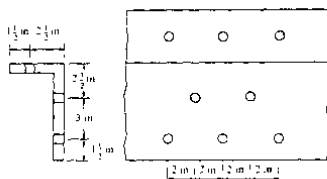
$$C_t = 0.90 \quad (\text{因 } b_f > \frac{2}{3}d)$$

$$T = 0.60 F_y A_g = (0.60)(36)(17.6) = 380.2 \text{ k} \leftarrow$$

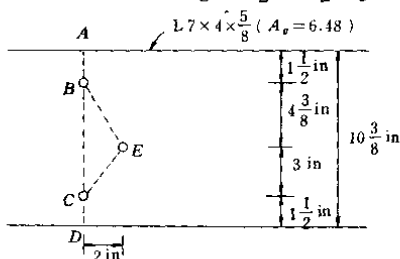
$$\text{或 } T = 0.50 F_u C_t A_n = (0.50)(58)(0.90)(14.88) \\ = 388.4 \text{ k}$$

$$\therefore T = 380.2 \text{ k}$$

- 3-17 如附圖所示一單角鋼張力桿件 ( $7 \times 4 \times \frac{5}{8}$ ), 長肢有兩排, 短肢有一排的  $\frac{3}{4}$  吋螺栓的開孔, 採用 A 242 鋼料  $F_u = 50$  ksi 與 AISC 規範, 求此桿件的容許張力載重?



解 展開後尺寸如下圖：(其中  $4 \frac{3}{8} = 2 \frac{1}{2} + 2 \frac{1}{2} - \frac{5}{8}$ )



淨寬

$$ABCD = 10.375 - (2) \left( \frac{7}{8} \right) = 8.625 \text{ in}$$

$$ABECD = 10.375 - (3) \left( \frac{7}{8} \right) + \frac{(2)^2}{(4)(4.375)} + \frac{(2)^2}{(4)(3)} = 8.312 \text{ in}$$

有效淨面積

∵ 整個斷面各肢均以扣件接合

∴ 符合表 3-1 (a) 類情況

$$\therefore A_e = A_n = (8.312) \left( \frac{5}{8} \right) = 5.19 \text{ in}^2$$

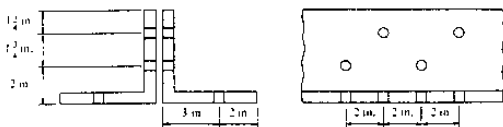
容許張力載重

$$T = 0.60 F_u A_n = (0.60) (50) (6.48) = 194.4 \text{ k}$$

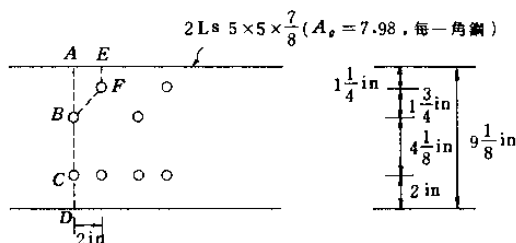
或  $T = 0.50 F_u A_g = (0.50) (70) (5.19) = 181.6 \text{ k}$

$$\therefore T = 181.6 \text{ k}$$

3-18 如附圖所示一雙角鋼 ( $2L_s 5 \times 5 \times \frac{7}{8}$ ) 張力桿件,  $\frac{3}{4}$  吋螺栓開孔, 開孔位置依鋼手冊一般的規定。若採用 A 441 鋼料和 AISI 規範, 求最大容許張力載重?



解



淨寬

$$ABCD = 9.125 - (2) \left( \frac{7}{8} \right) = 7.375 \text{ in}$$

$$EFBCD = 9.125 - (3) \left( \frac{7}{8} \right) + \frac{(2)^2}{(4)(1.75)} = 7.071 \text{ in} \leftarrow$$

有效淨面積

∵ 整個斷面各肢均以扣件接合, 以傳遞應力

$$\therefore A_e = A_n = (2) (7.071) \left( \frac{7}{8} \right) = 12.37 \text{ in}^2$$

容許張力載重

$$T = 0.60 F_u A_e = (0.60) (46) (2 \times 7.98) = 440.5 \text{ k}$$

或  $T = 0.50 F_u A_g = (0.50) (67) (12.37) = 414.4 \text{ k} \leftarrow$

$$\therefore T = 414.4 \text{ k}$$

- 3-19 一桿件長 25 呎，假設每一翼上有兩個 1 吋螺栓的開孔，採用 A 36 鋼料和 AISC 規範，選擇 W 12 的最輕合適斷面以承受 400 k 的張力載重。假設  $C_t = 0.9$ 。

$$\text{解} \quad \min A_g = \frac{T}{0.60 F_y} = \frac{400}{(0.60)(36)} = 18.52 \text{ in}^2 \leftarrow$$

查表 W 12 先假設  $t_f = 0.605 \text{ in}$

$$\begin{aligned} \min A_g &= \frac{T}{0.50 F_u C_t} + A_h \\ &= \frac{400}{(0.50)(58)(0.90)} + (4)\left(1\frac{1}{8}\right)(0.605) \\ &= 18.05 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

試用 W 12  $\times$  65 ( $A_g = 19.1$ ,  $t_f = 0.605$ ,  $r_y = 3.02$ )

$$T = (0.60)(36)(19.1) = 412.6 \text{ k} > 400 \text{ k (OK)}$$

$$A_n = (0.90)(19.1 - 4 \times 1\frac{1}{8} \times 0.605) = 14.74 \text{ in}^2$$

$$T = (0.50)(58)(14.74) = 427.5 \text{ k} > 400 \text{ k (OK)}$$

$$\frac{\ell}{r} = \frac{12 \times 25}{3.02} = 99.3 < 240 \text{ (OK)}$$

$\therefore$  採用 W 12  $\times$  65

- 3-20 以 A 441 鋼料重作問題 3-19。

解 假設  $F_y = 50 \text{ ksi}$

$$\min A_g = \frac{T}{0.60 F_y} = \frac{400}{(0.60)(50)} = 13.33 \text{ in}^2$$

查表，由 W 12 假設  $t_f = 0.575$

$$\begin{aligned} \min A_g &= \frac{T}{0.50 F_u C_t} + A_h \\ &= \frac{400}{(0.50)(70)(0.90)} + (4)\left(1\frac{1}{8}\right)(0.575) \\ &= 15.29 \text{ in}^2 \leftarrow \end{aligned}$$

試用 W 12  $\times$  53 ( $A_g = 15.6$ ,  $t_f = 0.575$ ,  $r_y = 2.48$ ,  $F_y = 50$ )

$$T = (0.60)(50)(15.6) = 468 \text{ k} > 400 \text{ k (OK)}$$