

鋼筋混凝土設計手冊

DESIGN HANDBOOK

In Accordance with the
Strength Design Method
of ACI 318-77

Volume 2—Columns

原著者：ACI 340號委員會

譯述者：吳行健



科技圖書股份有限公司

鋼筋混凝土設計手冊

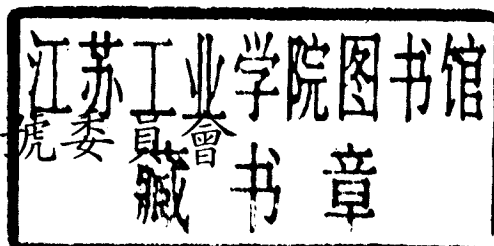
DESIGN HANDBOOK

In Accordance with the
Strength Design Method
of ACI 318-77

Volume 2-Columns

原著者：ACI 340

譯述者：吳行健



科技圖書股份有限公司

本公司經新聞局核准登記
登記證局版臺業字第1123號

書 名：鋼筋混凝土設計手冊

原著者：ACI 340號委員會

譯述者：吳 行 健

發行人：趙 國 華

發行者：科技圖書股份有限公司

臺北市復興南路1段360號7樓之3

電話：7073230・7056781

七十二年九月初版

特價新臺幣160元

導 言

ACI 設計手冊第二冊是根據“鋼筋混凝土建築規範 (ACI 318-77)”的資料對鋼筋混凝土柱的設計與分析，且提供有關工程設計用的圖表。

設計用圖表，可節省設計者在執行各種經常的，重覆的計算工作之資料。

- 柱 1—5，簡化細長比的效應。
- 柱 6—8，承受單向軸彎曲及軸向載重的柱之載重—彎矩資料。
- 柱 9—12，應用在承受雙向彎曲的柱與承受單向彎曲及軸向載重柱的軸載重—彎矩強度資料。

• 鋼筋 1—7，鋼筋的尺寸，最小容許間距，鋼筋握持長度 (development length)，搭接長度 (splice length)，最大容許螺旋中距等資料。

除設計資料外，本手冊含有如何計算各資料與設計例，以說明資料的用途。每個設計資料下面有註解說明，以及註明某例曾使用過此資料。

本手冊用文字及編號表明柱斷面如：

$$R\ 5 - 60.75$$

其中

R = 四面設有鋼筋的矩形繫柱。

5 = 混凝土的抗壓強度 $f'_c = 5\ ksi$

60 = 縱向鋼的屈服強度 $f_y = 60\ ksi$

$75 = r$ ，相對鋼筋的形心間距離與在彎曲方向內柱總斷面之比為 0.75 。

表 1 表示用圖形表明柱斷面的形式及列出具有載重—彎矩交互作用圖與其他資料。

載重—彎矩圖 (柱 7) 及表 (柱 8) 中用 (1) 軸向應力 $\phi P_n / A_g$ 代替軸重，(2) 彎矩指數 $\phi M_n / A_g h$ 以取代彎矩，(3) 對柱偏心 e/h 的比及 (4) 縱向鋼筋的總面積對柱總面積之比 ρ_g 。

因此，載重—抗彎力矩強度圖及表與柱大小載重，力矩，或鋼筋數目及大小無關。設計者可對一特殊情形決定適當設計以代替柱的大小及重和鋼筋尺寸只選幾種最佳可能的組合。

本冊欲對熟悉設計的結構工程師作為柱設計的工具而非教科書。當使用設計資料前設計者最好熟讀設計例。

設計例承受軸荷重與單軸力矩的柱斷面之設計或分析，一般步驟是：

1. 如柱尺寸未知，用軸載重—力矩強度資料 (柱 7) 選一尺寸試之。
2. 用柱 1—5 考慮柱細長效應。

表 1—附有設計資料的各柱形式之識別

選定文字		R	E	L	C	S
敘	述	四面有 鋼筋矩 形繫柱	端面上有 鋼筋矩形 繫柱	側面上有 鋼筋矩形 繫柱	圓螺旋柱 *	方形螺旋柱 *
形	象					
附有設 計資料 柱形式	f'_c , ksi	3	40	R3-40	E3-40	L3-40
	f_y , ksi	4	40	R4-40	E4-40	L4-40
		3	60	R3-60	E3-60	L3-60
		4	60	R4-60	E4-60	L4-60
		5	60	R5-60	E5-60	L5-60
		6	60	R6-60	E6-60	L6-60
		8	60	R8-60	E8-60	L8-60
					C4-60	S4-60
					C5-60	S5-60
					C6-60	S6-60
					C8-60	

*螺旋柱圖用於同剖面形式的繫柱。 f'_c 及 f_y 對強度減低因素的差異有適當調整
(見 ACI 318—77, 9.3.2 節及柱 7 及 8 註釋)

3. 用柱 6 γ 值加適當的載重力矩強度資料之已知載重及力矩，以決定鋼筋比 ρ_g 。(柱 7 表示載重力矩強度資料的圖形，柱 8 為更精確的臨界荷重—力矩強度交相作用座標表)以鋼筋比 ρ_g 計算縱向鋼筋斷面 A_{st} 。

4. 對所求鋼筋面積，選擇適當鋼筋量及尺寸組合，基於不同鋼筋尺寸價格，所需箍筋大小，易於配製及鋼筋的間距，工人的速率。鋼筋 1—7 有助於決定選擇鋼筋續接的形式，螺距等，可得最經濟的設計。

受雙向彎曲及軸載作用的矩形柱，設計例 12—17 說明如何使用二近似法中的一個或另一個，這兩方法是倒數載重法 (reciprocal load method) 與荷重等高線法 (load contour method)，敘述於柱 9—12 的註釋，這二種方法均使雙向彎矩變成近似等值單向彎矩。此力矩可用 (柱 7) 交相作用圖為單軸彎曲：

柱例 1—5 及 10—77 符合 1977 及 1971 ACI 建築規範，新規範的改變在 10.3 節。在持續的高載重下壓力強度低於 f'_c 及意外的偏心，此改變只在力矩很小 (即偏心很小) 情形下才影響設計步驟。

柱例 6 及 8 依 ACI 318—71 說明設計步驟；例 7 及 9 依 ACI 318—77，解此相同二設計問題。

符 號

A_b = 一根鋼筋的面積 (in²) 。

A_c = 螺旋鋼筋柱核心的面積，是從螺旋的直徑外側量起 (in²) 。

A_g = 柱斷面的總面積 (in²) 。

A_{sp} = 形成螺旋的鋼筋及鋼線的面積 (in²) 。

A_{st} = 柱斷面內縱向鋼筋的總面積 (in²) 。

b = 矩形柱的全部斷面尺寸 (in) 。

C_m = 與實際力矩圖有關的相當均勻力矩圖之因數 (對桿有支撐可防側傾且支承間無橫向載重 $C_m = 0.6 + 0.4 (M_{\text{小}} / M_{\text{大}})$ ，但不小於 0.4，其他情形 C_m 取 1.0) 。

d_b = 鋼筋標稱直徑 (in) 。

d_{sp} = 形成螺旋的鋼筋直徑 (in) 。

D = 呆重，或其相關內力矩及力 。

e = 材端之軸載重偏心，自抗拉鋼筋重心量起。以一般架構分析算出 (in) 。

e_x = 沿 x 軸偏心 (in) 。

e_y = 沿 y 軸偏心 (in) 。

E_c = 混凝土的彈性模數 psi (普通混凝土 E_c 可視為 $57,000 \sqrt{f'_c}$ psi) 。

E_s = 鋼筋彈性模數 psi (= 29,000,000 psi) 。

EI = 架構分析用的斷面撓曲勁度 = 受壓材料的撓曲勁度 。

f'_c = 混凝土抗壓強度 psi 或 ksi 。

f_y = 鋼筋的屈服強度 psi 或 ksi 。

h = 圓柱的直徑或矩形柱深度 (in) 。

h_{core} = 螺旋柱核心直徑 = 柱尺寸外側減保護層 (in) 。

h_e = 考慮細長之柱的有效厚度 (in) 。

I = 抵抗外施極限的載重 (factored loads) 的斷面慣性矩 (in⁴) 。

I_c = 柱總斷面的慣性矩 (in⁴) 。

I_g = 混凝土全斷面減去鋼筋斷面，對其形心軸的慣性矩 (in⁴) 。

I_{se} = 鋼筋對桿件斷面形心軸的慣性矩 (in⁴) 。

k = 壓力桿件的有效長度因數 。

K = 有關於 EI 的常數且單位與 EI 同 。

l = ACI 318-77，8.7 節的跨長 (梁或版) (in) 。

l_c = 從地板或屋頂的中心對中心的柱高 (in) 。

l_d = 握持長度 (development length) (in) 。

l_{dc} = 在抗壓部分鋼筋握持長度 (in) 。

l_u = 抗壓構材無支承長度 (in) 。

L = 活重或相關內力矩或力 。

M_c = 放大的極限力矩 (factored moment) 用以設計柱。

M_d = 呆重產生的彎矩。

M_n = 斷面的標稱彎矩強度。

M_{nox} = 對 x 軸等量單向力矩強度。

M_{noy} = 對 y 軸等量單向力矩強度。

M_u = 在斷面極限力矩 (factored moment)。

M_1 = 按傳統彈性架構分析法，抗壓構材所引起的較小的極限端彎矩，取彎成單弧 (single curvature) 為正，彎成雙弧時 (double curvature) 為負 (kip-ft)。

M_2 = 同 M_1 ，唯末端彎矩較大，永為正值 (kip-ft)。

n = 縱向鋼筋根數。

P_o = 混凝土之極限應變與抗拉鋼筋降伏 (呈平衡狀況時) 同時到達的標稱軸載重強度。

P_c = 臨界軸載重 (kips)。

P_i = 在 e_x 與 e_y 偏心處的極限軸荷重強度 (factored axial load strength) 之近似值。

P_n = 在已知偏心處標稱軸載重強度。

P_{nx} = 只在沿 y 軸上偏心 e_y 軸載重強度， x 軸為彎曲軸。

P_{ny} = 只在沿 x 軸上偏心 e_x 軸載重強度， y 軸是彎曲軸。

P_o = 偏心為零的軸載重強度，(kips)。

P_u = 已知偏心處的設計軸載重 (kips)。

r = 壓力構件斷面的螺旋半徑 (in)。

s = 鋼筋與鋼筋的中心距 (in)。

S = 螺距 (pitch of spiral)，鋼筋與鋼筋的中心距。

s_o = 鋼筋間的淨距 (in)。

w_c = 混凝土重量 (lb/ft³)

β = 雙向彎曲設計常數 = M_{nox} 與 M_{ony} 可同時作用在柱斷面的常數部份。

β_d = 最大設計呆重彎力矩與最大設計總載重彎力矩比，經常為正值。

β_1 = 當等矩形應力塊抗壓面至中立軸距之相關係數。

= 0.85，當 $f_c' \leq 4.0$ ksi

= 0.85 - 0.05 ($f_c' - 4.0$) 當 $f_c' > 4.0$ 但 ≤ 0.65 (f_c' ksi)。

γ (gamma) = 循彎曲方向，外圍鋼筋的重心距與斷面厚比。

δ (delta) = 柱的力矩擴大因數。

ξ (xi) = 無單位常數用以計算 I_g 與 I_{se} 。

ρ_g (rho) = A_{st}/A_g = 柱縱向鋼筋之比。

ϕ (phi) = 承載量折減因數見 ACI 318-77，9.3 節。

Ψ (psi) = 抗壓構材之勁度和 $\Sigma (I/I_c)$ ，與同平面該材端諸構材 $\Sigma (I/l)$ 之比。(相對柱勁度)。

目 錄

導 言

符 號

設計例

柱例 1	細長比 kl_u/r 及 kl_u/h 低于此值對有支撐防側傾之柱細長效應也許可略去	1
柱例 2	四面均有鋼筋的矩形繫柱鋼筋之選擇 (細長比高於臨界值)	4
柱例 3	如指定縱向鋼筋比 ($\rho_v \approx 0.01$) 對只有末端有鋼筋的矩形繫柱選擇斷面尺寸與鋼筋	8
柱例 4	對有反曲徑 (reverse curvature) 方螺旋柱選擇鋼筋 (細長比低於臨界值)	10
柱例 5	對單向曲徑 (單弧) (single curvature) 方螺旋柱選擇鋼筋 (細長比高於臨界值)	12
柱例 6	依據 ACI 318-71 (最小偏心 = $0.10x$ 柱厚 h) 設計受很小設計力矩的矩形繫柱	15
柱例 7	依據 ACI 318-77 一設計受很小設計力矩的矩形繫柱	19
柱例 8	依據 ACI 318-77 (最小 $e = 1$ in 支配) 設計受很小力矩的圓螺旋柱	21
柱例 9	依據 ACI 318-77 設計受很小設計力矩的圓螺旋柱	24
柱例 10	以 ACI 318-77 方程式 (10-8) 計算 $\pi^2 EI$ [其中 ACI 318-77 方程式的 $EI_{(a)}$ 大於 (10.10) 方程式的 $EI_{(b)}$]	27
柱例 11	以 ACI 318-77 方程式 (10-8) 計算 $\pi^2 EI$ [其中方程式 (10-10) 的 $EI_{(b)}$ 大於方程式 (10-9) 的 $EI_{(a)}$]	28
柱例 12	用載重倒數法與 $1/P_c$ 決定受雙向彎曲的適當方繫柱之斷面	29
柱例 13	用載重倒數法及柱 9 決定受雙向彎曲的適當方繫柱斷面尺寸	31
柱例 14	用載重等高線法及柱 11 與 12 決定雙向彎曲方繫柱的斷面	32
柱例 15	以載重倒數法及柱 10 設計受雙向彎曲之合力方柱且核算設計的合適性	34

柱例 16 以載重倒數法及柱 10 設計受雙向彎曲之合力矩形柱斷面	37
柱例 17 以載重等高線法設計受雙向彎曲矩形繫柱且核算其適切性	40

設計資料

柱 1 有支撐防側傾之柱的細長比 kl_u/r 及 kl_u/h 在表示下方細長效應 可略去	48
柱 2 有撐或無撐構架的有效長度因素 k	49
柱 3 計算撓曲勁度 ($\pi^2 EI$) 之 K_c 及 K_s 因素	
柱 3.1 對四面上有鋼筋的矩形繫柱	50
柱 3.2 二端面有鋼筋的矩形繫柱	51
柱 3.3 二側面有鋼筋的矩形繫柱	52
柱 3.4 圓螺旋柱	53
柱 3.5 方螺旋柱	54
柱 4 對矩形及圓柱裂縫斷面所計算 EI 內 $[(E_c I_g)/2.5] \times 10^{-5}$ 之值	
柱 4.1 $f_c' = 3$ ksi	55
柱 4.2 $f_c' = 4$ ksi	56
柱 4.3 $f_c' = 5$ ksi	57
柱 4.4 $f_c' = 6$ ksi	58
柱 4.5 $f_c' = 8$ ksi	59
柱 5 力矩擴大係數項 δ/C_m	
柱 5.1 對矩形繫柱 $f_c' = 3$ ksi	60
柱 5.2 對矩形繫柱 $f_c' = 4$ ksi	60
柱 5.3 對矩形繫柱 $f_c' = 5$ ksi	61
柱 5.4 對矩形繫柱 $f_c' = 6$ ksi	61
柱 5.5 對矩形繫柱 $f_c' = 8$ ksi	62
柱 5.6 對圓螺旋柱 $f_c' = 3$ ksi	62
柱 5.7 對圓螺旋柱 $f_c' = 4$ ksi	63
柱 5.8 對圓螺旋柱 $f_c' = 5$ ksi	63
柱 5.9 對圓螺旋柱 $f_c' = 6$ ksi	64
柱 5.10 對圓螺旋柱 $f_c' = 8$ ksi	64
柱 5.11 對方螺旋柱 $f_c' = 3$ ksi	65
柱 5.12 對方螺旋柱 $f_c' = 4$ ksi	65
柱 5.13 對方螺旋柱 $f_c' = 5$ ksi	66
柱 5.14 對方螺旋柱 $f_c' = 6$ ksi	66

柱 5.15 對方螺旋柱 $f_c' = 8$ ksi	67
柱 6 柱斷面之 γ 值	
柱 6.1 對 # 3 與 # 4 箍筋或螺旋筋	68
柱 6.2 對 # 5 箍筋或螺旋筋	69
柱 7 載重 - 力矩強度交互作用圖	
柱 7.1.1 對 R3-40.45 柱	70
柱 7.1.2 對 R3-40.60 柱	70
柱 7.1.3 對 R3-40.75 柱	71
柱 7.1.4 對 R3-40.90 柱	71
柱 7.2.1 對 R4-40.45 柱	72
柱 7.2.2 對 R4-40.60 柱	72
柱 7.2.3 對 R4-40.75 柱	73
柱 7.2.4 對 R4-40.90 柱	73
柱 7.3.1 對 R3-60.45 柱	74
柱 7.3.2 對 R3-60.60 柱	74
柱 7.3.3 對 R3-60.75 柱	75
柱 7.3.4 對 R3-60.90 柱	75
柱 7.4.1 對 R4-60.45 柱	76
柱 7.4.2 對 R4-60.60 柱	76
柱 7.4.3 對 R4-60.75 柱	77
柱 7.4.4 對 R4-60.90 柱	77
柱 7.5.1 對 R5-60.45 柱	78
柱 7.5.2 對 R5-60.60 柱	78
柱 7.5.3 對 R5-60.75 柱	79
柱 7.5.4 對 R5-60.90 柱	79
柱 7.6.1 對 R6-60.45 柱	80
柱 7.6.2 對 R6-60.60 柱	80
柱 7.6.3 對 R6-60.75 柱	81
柱 7.6.4 對 R6-60.90 柱	81
柱 7.7.1 對 R8-60.45 柱	82
柱 7.7.2 對 R8-60.60 柱	82
柱 7.7.3 對 R8-60.75 柱	83
柱 7.7.4 對 R8-60.90 柱	83
柱 7.8.1 對 E 3-40.45 柱	84
柱 7.8.2 對 E 3-40.60 柱	84

柱 7.8.3	對 E3-40.75 柱	85
柱 7.8.4	對 E3-40.90 柱	85
柱 7.9.1	對 E4-40.45 柱	86
柱 7.9.2	對 E4-40.60 柱	86
柱 7.9.3	對 E4-40.75 柱	87
柱 7.9.4	對 E4-40.90 柱	87
柱 7.10.1	對 E3-60.45 柱	88
柱 7.10.2	對 E3-60.60 柱	88
柱 7.10.3	對 E3-60.75 柱	89
柱 7.10.4	對 E3-60.90 柱	89
柱 7.11.1	對 E4-60.45 柱	90
柱 7.11.2	對 E4-60.60 柱	90
柱 7.11.3	對 E4-60.75 柱	91
柱 7.11.4	對 E4-60.90 柱	91
柱 7.12.1	對 E5-60.45 柱	92
柱 7.12.2	對 E5-60.60 柱	92
柱 7.12.3	對 E5-60.75 柱	93
柱 7.12.4	對 E5-60.90 柱	93
柱 7.13.1	對 E6-60.45 柱	94
柱 7.13.2	對 E6-60.60 柱	94
柱 7.13.3	對 E6-60.75 柱	95
柱 7.13.4	對 E6-60.90 柱	95
柱 7.14.1	對 E8-60.45 柱	96
柱 7.14.2	對 E8-60.60 柱	96
柱 7.14.3	對 E8-60.75 柱	97
柱 7.14.4	對 E8-60.90 柱	97
柱 7.15.1	對 L3-40.45 柱	98
柱 7.15.2	對 L3-40.60 柱	98
柱 7.15.3	對 L3-40.75 柱	99
柱 7.15.4	對 L3-40.90 柱	99
柱 7.16.1	對 L4-40.45 柱	100
柱 7.16.2	對 L4-40.60 柱	100
柱 7.16.3	對 L4-40.75 柱	101
柱 7.16.4	對 L4-40.90 柱	101
柱 7.17.1	對 L3-60.45 柱	102

柱 7.17.2	對 L3-60.60 柱	102
柱 7.17.3	對 L3-60.75 柱	103
柱 7.17.4	對 L3-60.90 柱	103
柱 7.18.1	對 L4-60.45 柱	104
柱 7.18.2	對 L4-60.60 柱	104
柱 7.18.3	對 L4-60.75 柱	105
柱 7.18.4	對 L4-60.90 柱	105
柱 7.19.1	對 L5-60.45 柱	106
柱 7.19.2	對 L5-60.60 柱	106
柱 7.19.3	對 L5-60.75 柱	107
柱 7.19.4	對 L5-60.90 柱	107
柱 7.20.1	對 L6-60.45 柱	108
柱 7.20.2	對 L6-60.60 柱	108
柱 7.20.3	對 L6-60.75 柱	109
柱 7.20.4	對 L6-60.90 柱	109
柱 7.21.1	對 L8-60.45 柱	110
柱 7.21.2	對 L8-60.60 柱	110
柱 7.21.3	對 L8-60.75 柱	111
柱 7.21.4	對 L8-60.90 柱	111
柱 7.22.1	對 C4-60.45 柱	112
柱 7.22.2	對 C4-60.60 柱	112
柱 7.22.3	對 C4-60.75 柱	113
柱 7.22.4	對 C4-60.90 柱	113
柱 7.23.1	對 C5-60.45 柱	114
柱 7.23.2	對 C5-60.60 柱	114
柱 7.23.3	對 C5-60.75 柱	115
柱 7.23.4	對 C5-60.90 柱	115
柱 7.24.1	對 C6-60.45 柱	116
柱 7.24.2	對 C6-60.60 柱	116
柱 7.24.3	對 C6-60.75 柱	117
柱 7.24.4	對 C6-60.90 柱	117
柱 7.25.1	對 C8-60.45 柱	118
柱 7.25.2	對 C8-60.60 柱	118
柱 7.25.3	對 C8-60.75 柱	119
柱 7.25.4	對 C8-60.90 柱	119

柱 7.26.1	對 S4-60.45 柱	120
柱 7.26.2	對 S4-60.60 柱	120
柱 7.26.3	對 S4-60.75 柱	121
柱 7.26.4	對 S4-60.90 柱	121
柱 7.27.1	對 S5-60.45 柱	122
柱 7.27.2	對 S5-60.60 柱	122
柱 7.27.3	對 S5-60.75 柱	123
柱 7.27.4	對 S5-60.90 柱	123
柱 7.28.1	對 S6-60.45 柱	124
柱 7.28.2	對 S6-60.60 柱	124
柱 7.28.3	對 S6-60.75 柱	125
柱 7.28.4	對 S6-60.90 柱	125
柱 8	極限軸載重及力矩的基本限度 (設計載重及力矩強度)	
柱 8.1	對 R3-40 柱	126
柱 8.2	對 R4-40 柱	127
柱 8.3	對 R3-60 柱	128
柱 8.4	對 R4-60 柱	129
柱 8.5	對 R5-60 柱	130
柱 8.6	對 R6-60 柱	131
柱 8.7	對 R8-60 柱	132
柱 8.8	對 E3-40 柱	133
柱 8.9	對 E4-40 柱	134
柱 8.10	對 E3-60 柱	135
柱 8.11	對 E4-60 柱	136
柱 8.12	對 E5-60 柱	137
柱 8.13	對 E6-60 柱	138
柱 8.14	對 E8-60 柱	139
柱 8.15	對 L3-60 柱	140
柱 8.16	對 L4-60 柱	141
柱 8.17	對 L3-60 柱	142
柱 8.18	對 L4-60 柱	143
柱 8.19	對 L5-60 柱	144
柱 8.20	對 L6-60 柱	145
柱 8.21	對 L8-60 柱	146
柱 8.22	對 C4-60 柱	147

柱 8.23	對 C5-60 柱	148
柱 8.24	對 C6-60 柱	149
柱 8.25	對 C8-60 柱	150
柱 8.26	對 S4-60 柱	151
柱 8.27	對 S5-60 柱	152
柱 8.28	對 S6-60 柱	153
柱 9	對雙向彎曲 (P_i/A_g 為 P_{nx}/A_g , P_{ny}/A_g , P_o/A_g) 的函數載重 方程式之解	154
柱 10	雙向彎曲 (P_i/P_o 為 P_{nx}/P_o 與 P_{ny}/P_o) 的函數載重方程式之解	155
柱 11	雙向彎曲設計常數 β	
柱 11.1	矩形柱每面有兩根鋼筋	156
柱 11.2	矩形柱每面有三根鋼筋	156
柱 11.3	矩形柱每面有四根或四根以上的鋼筋	157
柱 11.4	矩形柱兩對面每面有三、四、五根鋼筋	157
柱 12	雙軸力矩關係	158
鋼筋 1.1	鋼筋標稱尺寸	159
鋼筋 1.2	不同根數鋼筋的面積 A_s 吋 ²	159
鋼筋 2	矩形繫柱每面容有 n 根不同鋼筋的 b 最低尺寸	160
鋼筋 3	四面有相等根數鋼筋的方柱內，可納入最多的鋼筋根數 n_{max}	
鋼筋 3.1.1	用支承拼接	161
鋼筋 3.1.2	用支承拼接	162
鋼筋 3.1.3	用支承拼接	163
鋼筋 3.1.4	用支承拼接	164
鋼筋 3.2.1	用垂直搭接	165
鋼筋 3.2.2	用垂直搭接	166
鋼筋 3.2.3	用垂直搭接	167
鋼筋 3.2.4	用垂直搭接	168
鋼筋 3.3.1	用相切搭接	169
鋼筋 3.3.2	用相切搭接	170
鋼筋 3.3.3	用相切搭接	171
鋼筋 3.3.4	用相切搭接	172
鋼筋 4	柱內排成圓形的最多鋼筋根數 n_{max}	
鋼筋 4.1.1	用支承拼接	173
鋼筋 4.1.2	用支承拼接	174

鋼筋 4.1.3	用支承拼接	175
鋼筋 4.1.4	用支承拼接	176
鋼筋 4.2.1	用垂直搭接	177
鋼筋 4.2.2	用垂直搭接	178
鋼筋 4.2.3	用垂直搭接	179
鋼筋 4.2.4	用垂直搭接	180
鋼筋 4.3.1	用相切搭接	181
鋼筋 4.3.2	用相切搭接	182
鋼筋 4.3.3	用相切搭接	183
鋼筋 4.3.4	用相切搭接	184
鋼筋 5	基本鋼筋握持長度 l_d 吋，與最低搭接，吋	
鋼筋 5.1	受壓鋼筋	185
鋼筋 5.2	張力鋼筋	186
鋼筋 6.1	3 ksi 混凝土最小基脚厚度，最小接合筋搭接長度，傳遞壓力 于柱及基脚間最小接合筋長度	187
鋼筋 6.2	與主柱鋼筋續接的傳壓之接合筋尺寸	188
鋼筋 7.1	圓螺旋柱最大容許螺距 s	189
鋼筋 7.2	方螺旋柱最大容許螺距 s	190
鋼筋 7.3	不同的螺尺寸與柱尺寸所留間隔數	191

註 釋

柱斷面設計資料的註釋	197
選擇柱鋼筋設計資料的註釋	208

柱例 1 對四面均有鋼筋的矩形繫柱選擇鋼筋（細長比低於臨界值）

對四面均有鋼筋的矩形繫柱選擇鋼筋

已知：荷重

軸向荷重因數 $P_u = 560$ kips

力矩因數 $M_u = 3920$ kip-in.

材料

鋼筋的屈服強度 $f_c' = 4$ ksi

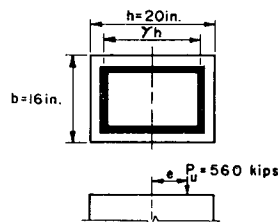
混凝土的壓力強度 $f_y = 60$ ksi

骨材最大標稱尺寸 1 in.

設計情況

柱無支撐長度 $l_u = 10$ ft

柱有支撐防側傾



規範 條文	程序	計算	參照手冊
	步驟 1 — 決定柱斷面尺寸	已知： $h = 20$ in. $b = 16$ in.	
10.11.4.1	步驟 2 — 核驗細長比 kl_u/h 是否小於臨界值，若小於則細長效應可略去。	在這個例子，已知 $M_1 = 39.20$ kip-in， M_2 未知，然而對矩形柱而言， $kl_u/h < 6.6$ 時，所有 M_1/M_2 細長可略去。柱有支撐防側傾： $k = 1.0$	柱 1
10.11.5.1	否則以 δ 擴大力矩 M_u ，則需考慮細長效應（見例 2，第二步驟）。		
10.11.4.1	A) 計算 M_1/M_2 ，讀出臨界值 kl_u/h 。		
10.11.2.1	B) 計算 kl_u/h 與臨界值比較，決定是否考慮細長效應。		
10.11.4.1	步驟 3 — 用交相作用圖的變數已知值決定鋼筋比 ρ_g ，且計算所需的縱斷面積 A_{st} 。	已知： $l_u = 10$ ft = 120 in. $\frac{kl_u}{h} = \frac{(1.0)(120)}{20} = 6.0$ < 6.6 $\therefore$ 故細長效應可略去	
9.3.2(c) 10.2.7	A) 計算 $\frac{P_u}{A_g}$ B) 計算 $\frac{M_u}{A_g h}$	已知： $P_u = 560$ kips $M_u = 3920$ kip-in. $h = 20$ in. $b = 16$ in. $\therefore A_g = b \times h = 20 \times 16 = 320$ in. ² $\frac{P_u}{A_g} = \frac{560}{320} = 1.75$ ksi $\frac{M_u}{A_g h} = \frac{3920}{320 \times 20} = 0.61$ ksi	

規範 條文	程序	計算	參照手冊																				
	C) 估計 $\gamma \approx \frac{h-5}{h}$ D) 決定適當交相互作用圖 E) 由 P_u/A_g ($\leq \phi P_n/A_g$) 與 $M_u/A_g h$ ($\leq \phi M_n/A_g h$) 讀出 ρ_g F) 由 $A_{st} = \rho_g \cdot A_g$ 計算所需的 A_{st}	$\gamma \approx \frac{20-5}{20} = 0.75$ 一四面均有鋼筋的矩形繫柱， $f'_c = 4 \text{ ksi}$ $f_y = 60 \text{ ksi}$ 且估計 $r = 0.75$ 用 R 4-60.75 因從步驟 3 A 得 $P_u/A_g h = 1.75$ ， 由步驟 3 B 得 $M_u/A_g h = 0.6$ $\rho_R = 0.040$ 所需 $A_{st} = 0.040 \times 320 \text{ in.}^2 = 12.8 \text{ in.}^2$	柱 7.4.3 (R4-60.75)																				
10.9.2	步驟 4 — 選擇適當的鋼筋 A) 假設試驗鋼筋量	<table border="1"> <thead> <tr> <th>4 (2/face)</th><th>8 (3/face)</th><th>12 (4/face)</th><th>16 (5/face)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>#18</td><td>#14</td><td>#10</td><td>#9</td></tr> <tr> <td>16.00</td><td>18.00</td><td>15.24</td><td>16.00</td></tr> <tr> <td>0.050</td><td>0.056</td><td>0.048</td><td>0.050</td></tr> <tr> <td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td></tr> </tbody> </table>	4 (2/face)	8 (3/face)	12 (4/face)	16 (5/face)	#18	#14	#10	#9	16.00	18.00	15.24	16.00	0.050	0.056	0.048	0.050	OK	OK	OK	OK	鋼筋 1.2
4 (2/face)	8 (3/face)	12 (4/face)	16 (5/face)																				
#18	#14	#10	#9																				
16.00	18.00	15.24	16.00																				
0.050	0.056	0.048	0.050																				
OK	OK	OK	OK																				
10.9.1	B) 決定 A_{st} 最小尺寸 列出 A_{st} 計算 $\rho_g = A_{st}/A_g$ 檢驗 $0.01 \leq \rho_g \leq 0.08$	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>#4</td><td>#4</td><td>#3</td><td>#3</td></tr> <tr> <td>0.69</td><td>0.72</td><td>0.75</td><td>0.76</td></tr> </tbody> </table>	#4	#4	#3	#3	0.69	0.72	0.75	0.76													
#4	#4	#3	#3																				
0.69	0.72	0.75	0.76																				
7.10.5.1	C) 列出箍筋尺寸 D) 細加區分， r_i 若需要，重複 3 E	(r 中 8, 12 及 16 根在步驟 3 E 很接近步驟所估計 0.75，但若 4 根是適當選擇， ρ_g 應對 $r = 0.60$ 及 $r = 0.75$ 以插補法求之)	鋼筋 6.1																				
7.6.3 7.6.4	E) 檢驗鋼筋沿最小面可否容納用 一支承拼接	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>OK</td><td>OK</td><td>OK</td><td>NO</td></tr> </tbody> </table>	OK	OK	OK	NO	鋼筋 2																
OK	OK	OK	NO																				
12.15.2.1	一垂直搭接	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>不許可</td><td>不許可</td><td>NO</td><td>NO</td></tr> </tbody> </table>	不許可	不許可	NO	NO	鋼筋 2																
不許可	不許可	NO	NO																				
12.15.2.1	一相切搭接	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>不許可</td><td>不許可</td><td>NO</td><td>NO</td></tr> </tbody> </table>	不許可	不許可	NO	NO	鋼筋 2																
不許可	不許可	NO	NO																				
7.10.5.2	F) 決定箍筋最小間距 — 16 倍縱向鋼筋直徑，in. — 48 倍箍筋直徑，in. — 柱最小尺寸，in.	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>36.1</td><td>27.1</td><td>20.3</td><td></td></tr> <tr> <td>24.0</td><td>24.0</td><td>18.0</td><td></td></tr> <tr> <td>16</td><td>16</td><td>16</td><td></td></tr> </tbody> </table>	36.1	27.1	20.3		24.0	24.0	18.0		16	16	16		鋼筋 1.1								
36.1	27.1	20.3																					
24.0	24.0	18.0																					
16	16	16																					
7.8 7.9 7.10	G) 考慮特別設計資料 H) 選擇最佳鋼筋	本例省略 (優先選擇)																					