

科技用書

鋼筋混凝土設計手冊

Reinforced Concrete Design Handbook

Working Stress Method

(ACI Code)

陳樹良 譯

王友增 校

國立成功大學土木工程系

大行出版社印行



中華民國七十一年九月 日二版
中華民國六十二年九月 日初版
書名：鋼筋混凝土設計手冊
著作者：陳樹良譯·王友增校
發行人：裴 振 九
出版者：大 行 出 版 社
社址：台南市體育路41巷26號
電話：6 1 3 6 8 5 號
本社免費郵政劃撥帳號南字第32936號
本社登記證字第：行政院新聞局
局版台業字第0395號
總經銷：成大書局有限公司
台南市體育路41巷26號
電話：6 5 1 9 1 6 號
特 價：新 台 幣 一 五 五 元
編 號：C 0 0 0 2 - 0 0 0 8 1
同業友好·敬請愛護

科技用書

鋼筋混凝土設計手冊

Reinforced Concrete

Design Handbook

Working Stress Method

(ACI Code)

陳樹良 譯

王友增 校

國立成功大學土木系

大行出版社印行

譯 序

本委員會受此重任編著有關鋼筋混凝土之設計手冊，乃因鑒於全美各地現有無數關於各種鋼筋混凝土使用之法規與條件；在這些法規裡包括許多種不同的靜荷重與動荷重在不同的情況下的使用法，因而造成一般設計過程中需有各種不同之應力組合。

本委員會編著本書最主要目的之一，乃為提供在一般設計時能涵蓋較大範圍之單位應力之圖表，其二，則為減少受彎矩與軸荷重同時作用時，設計幹件之繁瑣與困難，使簡化成與設計一般撓性幹件相同之簡單形式。

本書初版發行後，法規及實際工作上都有許多變更，因之促成本書改訂之必要。新版係依照美國混凝土協會之工作應力設計條例而編定。新版中之改革如下：

1. 將已有之表，擴展為適用於較高之混凝土及鋼筋應力。
2. 依法規之存廢，剔除不當之斷面。
3. 列入柱，底腳，及變位之新材料。

本書之編纂，承前編舊版之 317 委員會鼎力協助，及奧圖，史提賓尼克先生與威廉，勞萊士先生提供之寶貴意見，得以順利完成，謹此敬致由衷之謝忱。

符號與縮寫

- a — 係數，用於 $A_s = \frac{M}{ad}$ 及 $A_s = \frac{NE}{ad}$ 。
- a_f — 同 a ，但僅用於 T 形斷面之翅部。
- a_w — 同 a ，但僅用於 T 形斷面之軀部
- A — 方形底腳之寬度 (in)
- A_g — 混凝土斷面總面積
- A_s — 梁或柱所用鋼筋面積
- A_{s1} — 柱之縱向鋼筋面積
- A_s' — 撓性幹件之抗壓鋼筋面積，或四面有鋼筋之柱其相當之鋼筋面積
- A_s'' — 四面有鋼筋之柱其修正後之鋼筋面積
- A_{sf} — T 形梁翅部受壓力部份之抗張鋼筋面積
- A_{sw} — T 形梁軀部平衡壓力所用之抗張鋼筋面積
- A_v — 軀部之鋼筋面積
- A_{s1} — 柱之縱向鋼筋，平行於柱之壓力與張力面
- A_{s2} — 柱兩側之縱向鋼筋
- b — 矩型梁之寬度， T 形梁之翅寬，或柱之直徑
- b' — T 形梁軀部寬，用於撓性計算時。
- B — $\sin x + \cos x$ ；用於軀部鋼筋之連接，或變位之設計係數
- c — 係數，用於 $A_s' = \frac{M - KF}{cd}$ 及 $A_s' = \frac{NE - KF}{cd}$ 及條形鋼筋尺寸
- C — 撓性計算時壓縮應力之合力； $\frac{Fa'}{F'b}$ ，設計係數，用於在範圍Ⅱ之柱之設計，壓力控制時。
- C' — $\frac{12}{0.7 mgf_c'} r$ ，設計係數用於在範圍Ⅲ (f_c' 以 ksi 表示) 內矩形有方鋼箍之柱之設計
 ；或 $\frac{12}{0.102 mgf_c'} r$ ，設計係數用於在範圍Ⅲ內矩形或圓形有螺旋鋼箍之柱之設計
- C_1 — 係數用於決定不變形 T 型斷面之轉動慣量。
- C_2 — $\frac{R_T}{R_R}$ ，係數用於決定變形 T 型斷面之變位
- d — 撓性幹件之有效深度
- d' — 自外側表面至抗壓鋼筋之距離

d'' — 自混凝土斷面中心線至抗張鋼筋之距離

D — $\frac{bt^2}{S}$ ，設計係數用於在範圍Ⅱ內之柱，或鋼筋直徑

D' — $\frac{M_b' - M_o'}{P_b'}$ ，設計係數用於在範圍Ⅲ內之柱。

D_s — 在有螺旋形鋼箍之柱，由縱向鋼筋之中心至鋼箍圈之直徑

D_1 — 不同大小之成束鋼筋，各鋼筋之直徑

D_2

e — 由抗張鋼筋軸量起之偏心距（吋）

e_a — 柱之設計中對 P_a 之最大允許偏心距

e_b — 柱之設計中對 P_b 之最大允許偏心距

E — 由抗張鋼筋軸量起之偏心距（呎）

E_c — 混凝土之彈性係數

E_s — 鋼筋之彈性係數

f_a — 軸荷重除以柱之面積， A_g

f_c — 外表面之抗壓應力

f_c' — 混凝土之極限抗壓應力

f_s — 抗張鋼筋或柱之鋼筋之應力

f_s' — 撓性幹件內抗壓鋼筋之應力

f_v — 軀部鋼筋之應力

f_v — 鋼筋之極限應力

F — $\frac{bd^2}{12,000}$ ，用於決定混凝土斷面之抵抗力矩

F_a — $0.34(1 + p_g m) f_c'$ ，用於柱之設計

F_b — $0.45 f_c'$ ，容許彎曲應力

F_f — 同 F 但用於 T 型斷面之翅部

F_w — 同 F 但用於 T 型斷面之軀部

g — 通過鋼筋中心線鋼筋排列所成之圓圈之直徑 (gt)，或柱內兩相對鋼筋之距離 (gt)，與柱之尺寸 (t) 之比值。

G — $\frac{P_a}{F_a bt}$ ，設計係數用於在範圍Ⅱ內之柱

h — 真實之不受支撐之柱之長度

h' — 柱之有效長度

i — $\frac{1}{1 - \frac{jd}{e}}$ ，用於彎矩與軸荷重作用之斷面

i_f — 同 i 但僅用於 T 型斷面之翅部

i_w — 同 i 但僅用於 T 型斷面之軀部

I — 轉動慣量

j — 抗壓與抗張應力的合力之間的距離 (jd) 與有效深度之比

K — $\frac{1}{2} f_c j k$, 用於撓性計算中, 或 $\frac{A_{s2}}{A_{s1}}$, 柱之設計而四面有鋼筋時

K_f — 同 K 但僅用於 T 型斷面之翅部

K_w — 同 K 但僅用於 T 型斷面之軀部

L — 跨度長, 重疊之接合長度, 或埋入深度

m — $np + (2n - 1)p'$, 用於撓性計算 k 值之決定, 或 $\frac{f_y}{0.85 f_c}$, 用於柱之設計

M — 外在力矩 (呎噸或吋噸)

M_r — 混凝土應力之抵抗力矩

M_b — 柱之設計中與 P_b 相關之力矩

M_o — 柱之斷面為純粹之撓性時之允許力矩

M_{oe} — 相當之純彎矩用於在張力控制, 範圍 III 內柱之設計

M_s — $F_b S$, 柱之設計

$M' = \frac{M}{f_c' t A_g}$, 柱之作用力線圖之橫軸

n — 鋼之彈性係數 (E_s) 與混凝土之彈性係數 (E_c) 之比值

N — 外力或外載荷重 (噸); 或鋼環之數目

$N' = \frac{N}{f_c' A_g}$

NA — 中和軸

p — 柱或梁中抗壓鋼筋面積與混凝土有效面積之比值

p_g — 垂直鋼筋面積與總面積 A_g 之比

p_1 — 柱中鋼筋面積 (A_{s1}) 與總面積 (A_g) 之比

p_2 — 柱中鋼筋面積 (A_{s2}) 與總面積 (A_g) 之比

p_v' — 柱中相當之鋼筋面積 (A_s') 與總面積 (A_g) 之比

p_v'' — 柱中修正之鋼筋面積 (A_s'') 與總面積 (A_g) 之比

p_s — 螺旋形鋼筋體積與總體積之比

P — 軸荷重(噸)

P' — $\frac{P}{f_c' A_g}$, 柱之作用力線圖之豎軸

P_a — $0.85 A_g (0.25 + 0.34 p_g m) f_c'$ 用於有方鋼籠之柱, 或 $A_g (0.25 + 0.34 p_g m) f_c'$ 用於螺旋形鋼籠之柱

P_0 — 即 P 值, 較低時允許偏心距由張力控制, 較高時由壓力控制

q — $n p + (2n - 1) p' \frac{d'}{d}$, 用以決定 k 值

r — 柱之混凝土總面積之旋轉半徑

r' — 在一平面及一柱之一端其柱之 ΣK 與地板之 ΣK 之比值

R — 旋轉半徑, 或變位之設計係數

s — 鋼環之間距(吋)

S — 剪力圖之底邊長(呎), 或混凝土及鋼筋之斷面係數, 不變形斷面之柱

S' — $\frac{S}{bt}$ 用於矩形方鋼籠或螺旋鋼籠之柱, 或 $\frac{S}{A_g}$ 用於圓形螺旋籠之柱

t — 柱之全部寬度, 翅之深度, 或撓性幹件之總深度

T — 抗張應力之合力

u — 握裹應力

v — 剪應力

v' — 軀部之剪應力

v_c — 混凝土之允許剪應力

V — 總剪力

w — 均佈荷重

W — 撓性幹件上之集中荷重

x — 抗張鋼筋與軀部鋼筋所成之角度

y — 外表面至翅部應力合力之距離(gt) 與翅深(t) 之比值

z — 外表面至抗壓應力合力之距離(zkd) 與距離 kd 之比值

z' — 外表面至抗壓應力合力(T 型斷面軀部之應力在內)之距離($z'kd$) 與距離 kd 之比值

δ — 變形梁內其外側表面之伸長

Δ — 梁之變位

ρ — 梁變形後之曲率半徑

Σo — 鋼筋表面積之和

目錄表

撓性幹件之設計

頁數

1. 矩形斷面，純彎矩作用	13
2. 矩形斷面，純彎矩作用——抗壓鋼筋	13
3. <i>T</i> 形斷面，純彎矩作用——軀部應力不計	15
4. <i>T</i> 形斷面，純彎矩作用——計及軀部應力，抗壓鋼筋	16
5. 矩形斷面，彎矩與軸荷重同時作用，抗壓鋼筋	17
6. <i>T</i> 形斷面，彎矩與軸荷重同時作用，軀部應力不計	18
7. <i>T</i> 形斷面，彎矩與軸荷重同時作用，計及軀部應力，抗壓鋼筋	19
8. 矩形斷面，彎矩與軸張力間作用——抗壓鋼筋	20

撓性幹件分析

9. 矩形斷面，純彎矩作用	23
10. 矩形斷面，純彎矩作用——抗壓鋼筋	23
11. <i>T</i> 形斷面，純彎矩作用——不計軀部應力	24
12. <i>T</i> 形斷面，純彎矩作用——計及軀部應力	25
13. <i>T</i> 形斷面，純彎矩作用——計及軀部應力，抗壓鋼筋	25
14. 矩形斷面，彎矩與軸荷重同時作用	27
15. 矩形斷面，彎矩與軸荷重同時作用——抗壓鋼筋	28
16. <i>T</i> 形斷面，彎矩與軸荷重同時作用，軀部應力不計	29
17. <i>T</i> 形斷面，彎矩與軸荷重同時作用，計及軀部應力	30
18. <i>T</i> 形斷面，彎矩與軸荷重同時作用，計及軀部應力——抗壓鋼筋	31
19. 矩形斷面，彎矩與軸荷重（張力）同時作用	32
20. 矩形斷面，彎矩與軸荷重（張力）同時作用——抗壓鋼筋	33

鋼環之設計

21. 垂直鋼環——三角形剪力圖	35
22. 垂直鋼環——梯形與三角形重疊之剪力圖	37
23. 傾斜鋼環——三角形剪力圖	38

變 位

24. 矩形梁受均佈荷重時之變位，不變形截面	39
25. 矩形梁中端受集中荷重作用時之變位，不變形截面	41
26. T 形斷面受均佈荷重時之變位，不變形截面	41
27. 連續梁之變位，變形截面及不變形截面皆存在時	43
28. T 形斷面受均佈荷重時之變位	45
29. T 形斷面受均佈荷重之長期變位	47

柱之設計

30. 矩形有方鋼籠之柱，壓力控制範圍， $e < e_a$ (範圍 I)	53
31. 矩形有方鋼籠之柱，壓力控制範圍， $e_a < e < e_b$ (範圍 II)	54
32. 矩形有方鋼籠之柱，張力控制範圍， $e > e_b$ (範圍 III)	55
33. 矩形有方鋼籠之柱，張力控制範圍， $e > e_b$ (範圍 III) 一成束縱向鋼筋	56
34. 矩形有方鋼籠之柱，四面有鋼筋，壓力控制範圍 $e < e_a$ (範圍 I)	57
35. 矩形有方鋼籠之柱，四面有鋼筋，壓力控制範圍， $e_a < e < e_b$ (範圍 II)	59
36. 矩形有方鋼籠之柱，四面有鋼筋，張力控制範圍， $e > e_b$ (範圍 III)	61
37. 圓形有螺旋籠圈之柱，兩方向有力矩，壓力控制範圍，(範圍 II)	63
38. 方形有螺旋籠圈之柱，兩方向有力矩，壓力控制範圍，(範圍 II)	64
39. 矩形有方鋼籠之柱，兩方向有力矩，壓力控制範圍，(範圍 I)	66
40. 矩形有方鋼籠之柱，兩方向有力矩，壓力控制範圍，(範圍 II)	68
41. 矩形有方鋼籠之柱，兩方向有力矩，張力控制範圍，(範圍 III)	72
42. 矩形有方鋼籠之柱，不對稱鋼筋，偏心距大	75
43. 承受壓力幹件，因長度而引起之應力減低	76

方形柱腳之設計

44. 方形柱腳之設計	78
-------------	----

樁腳之設計

45. 樁腳之設計	79
-----------	----

表 與 圖

1. 矩形斷面之係數值： K, k, j, p	81
2. 矩形斷面每呎寬(板)之抵抗力矩	82
3a 每呎寬斷面(板)內鋼筋之面積與周邊長	85
3b 鋼筋之性質	85
4. 係數(F)用於矩形及 T 形斷面之抵抗力矩	86

5a 不同組合之鋼筋面積與周邊長	87
5b 成束鋼筋之性質	88
5c 不同組合鋼筋之 $\frac{\Sigma o}{D}$ 值	89
5d 成束鋼筋之 $\frac{\Sigma o}{D}$ 值	89
6a 不同組合之鋼筋時最小之軀部寬度	90
6b 不同組合之成束鋼筋，最小之軀部寬度	91
7. 係數 (c) 用於矩形及 T 形斷面之抗壓鋼筋	92
8. 係數 (a 及 K)，用於 T 形斷面者	94
9. 係數 (j 及 y)，用於 T 形斷面者	96
10a 係數 (i) 用於受彎矩與軸荷重作用下之撓性幹件	97
10b 係數 (D') 用於受彎矩與軸荷重作用下之不對稱柱	98
10c 係數 ($\frac{P_b}{f_c' A_g}$) 用於受彎矩與軸荷重作用下之不對稱柱	98
11. 係數 (k) 用於有不同數量之抗張鋼筋或抗壓鋼筋之矩形斷面	99
12. 係數 (z) 用於表示矩形斷面內壓縮應力合力之位置	100
13. 係數 (j) 用於有或無抗壓鋼筋之矩形斷面	100
14a 張力鋼筋之允許握裹應力	101
14b 壓力鋼筋之允許握裹應力	101
14c 重疊之接合長度及埋入深度，以吋計	102
15. 垂直有鈎之鋼環之最小埋入深度	103
16. 係數，用於軀部之斜鋼筋	103
17. 鋼環之間距 (附圖)	104
18. 混凝土之彈性係數 (附圖)	105
19. 係數 (R_R) 用於矩形梁 (附圖)	106
20. 係數 (C_1) 用於 T 形斷面之轉動慣量 (附圖)	106
21. 係數 (C_2) 用於 T 形斷面之變位 (附圖)	107
22a 變位圖，不變形截面 (附圖)	108
22b 變位圖，變形截面 (附圖)	108
22c 變位圖，(附圖)	109
23. 有方鋼箍之柱：設計係數 (G)	110
24. 有方鋼箍之柱：鋼筋之荷重	110
25. 有方鋼箍之柱：總斷面上之荷重	111
26. 有方鋼箍之柱：設計係數 (e_a/t ， $P_b/f_c' A_g$ ， CD ， D')	112
27. 螺旋箍圈柱：設計係數 (G)	118
28. 螺旋箍圈柱：鋼筋之荷重	118
29. 螺旋箍圈柱：總斷面上之荷重	118
30. 圓形螺旋箍圈柱：設計係數 (e_a/t ， $P_b/f_c' A_g$ ， CD ， D')	120
31. 方形螺旋箍圈柱：設計係數 (e_a/t ， $P_b/f_c' A_g$ ， CD ， D')	126
32. 係數 (S') 用於矩形方鋼箍柱	132
33. 承受壓力幹件因長度引起之應力減低 (附圖)	132
34. 矩形方鋼箍柱，四面有鋼筋，係數 (D')	133
35. 作用力線圖，矩形方鋼箍柱	136

36. 作用力線圖，矩形螺旋箍圈柱	160
37. 作用力線圖，圓形螺旋箍圈柱	184
38. 螺旋箍圈柱，鋼筋之最大數目	208
39. 螺旋箍圈之百分比及重量	209
40a 圓形螺旋箍圈柱，螺旋箍圈之大小及間距	210
40b 方形螺旋箍圈柱，螺旋箍圈之大小及間距	211
41. 方形柱腳	212
42. 樁基腳	214
43. 末端固定梁之力矩（呎噸）	218
44. 斷面之性質	220
45a 各種材料之重量表	222
45b 兩方向托梁*，相當之樓板厚度，以吋計	222
46. 焊接鋼絲網之型式——雙向之組織	223
47. 焊接鋼絲網之型式——單向之組織	224
48. 焊接鋼絲網組織之斷面積	225

*譯者註：係指托住樓板之梁（joist）。

摘要與公式之起源

A1 撓性幹件——矩形斷面之設計	226
A2 撓性幹件——不計軀部壓力之T形斷面之設計	229
B1 撓性幹件——矩形斷面之分析	231
B2 撓性幹件——不計軀部壓力時T形斷面之分析	233
B3 撓性幹件——應力之決定	233
C 握裹應力	234
D 鋼環	235
E1 梁之變位	236
E2 梁之中端受均佈荷重作用下之變位	237
E3 梁之中端受集中荷重作用下之變位	239
F1 柱，矩形方鋼箍柱，兩面有鋼筋，一方向有力矩， M_y	240
F2 柱，矩形螺旋箍圈柱，一方向有力矩， M_y	244
F3 柱，圓形螺旋箍圈柱，一方向有力矩， M_y	245
F4 柱，矩形方鋼箍柱，四面有鋼筋，一方向有力矩	245
F5 柱，矩形方鋼箍柱，四面有鋼筋，兩方向有力矩	248
F6 柱，矩形方鋼箍柱，不對稱鋼筋，大偏心距	251

附 錄

房屋構架力矩之決定	255
-----------	-----

撓性幹件之設計

受純彎矩作用或彎矩與軸荷重全時作用時

一有鋼筋之板受純彎矩作用時其厚度之決定可由表 2 查得。在工作應力及 n 值已知時可由表 2 查出其有效厚度。(參考例 1)。表 2 亦可應用於受彎矩與軸荷重同時作用時之板。

矩形梁於受上述作用力時其尺寸大小可由表 1 及表 4 查出。由表 1 查 K ，計算 F^* 值，帶入表 4 可決定 b 及 d 值(參考例 1)。

例 1 可視為一最基本之例題，僅決定板及梁之尺寸，有關鋼筋之決定容後詳述。

在一雙重鋼筋之樑內，抗張鋼筋及抗壓鋼筋之決定由 $A_s'^{**} = \frac{M - KF}{cd}$ 及 $A_s^+ = \frac{M}{ad}$ 算式導出。由於混凝土承受外力有其極限，超出極限後之外在力矩須由抗壓鋼筋 A_s' 承受。 c 值係由表 7 查出一係由 ACI 318-63 號規範第 1102 (c) 節所規定。矩形梁之 a 值由表 1 查得；表列 a 值係根據在一般工作應力作用時 j 之平均值而列出。一般單層或雙重鋼筋之梁採用 a 值演算結果遠較採用 $j = \frac{7}{8}$ 時為準確。在雙重鋼筋梁(即有抗壓鋼筋時)之設計， A_s 值只為一近似值，即如例 2 腳註所示。

若軀部所受應力不計，則在 T 型斷面受純彎矩作用下之設計大致與矩型梁之設計相同，惟一不全是 K 值與 a 值係由表 8 查得而非表 1 (參考例 3)。

若計及 T 形斷面軀部所受應力，則不論抗壓鋼筋有無需要，在軀部及翅部之應力分開考慮時，其設計步驟仍與矩形梁相同(參考例 4)。設計軀部時 K ， a ， F 諸值查表 1 及表 4；設計翅部時 K ， a 值查表 8。

撓性幹件之設計，對於只受純彎矩作用與受彎矩與軸荷重全時作用因而使大部份斷面上所受應力為張力時，其設計在基本上並無不同。原用於純彎矩作用設計之彎矩 M (呎噸)在此由 NE 代替， N (噸)表斷面上受之軸荷重，而 E (呎)表張力之合力與相當之偏心負荷 N 之間之距離。

* 參考 227 頁，公式 8。

** 參考 228 頁，公式 9。

† 參考 226 頁，公式 4。

例如純彎矩作用時 $A_s = \frac{M}{ad}$ ，在受複合彎矩與軸力作用時 $A_s^* = \frac{NE}{adi}$ ，式中 $i = \frac{1}{1 - \frac{jd}{e}}$ ；因之只需略作代換，所有應用於受純彎矩作用之公式都可引用到彎矩與軸荷重

同時作用的情況下。而 a 值之決定可由幹件之斷面形狀為矩形或 T 形而分別由表 1 或表 8 查得。 i 值可查表 10a，例 5 至例 8 係詳述一幹件受彎矩與軸荷重（偏心距極大）時之設計步驟。

當偏心距較小時，須採用受偏心荷重柱之設計法（參考例 30 ~ 例 41），對不對稱之柱當偏心距大時，須採用表 10b 而設計步驟如例 42 所述。

例 1 矩形斷面，純彎矩作用

一矩形斷面受一彎矩 M 之作用，求不需抗壓鋼筋時混凝土之最小斷面。(a) 板之斷面，(b) 梁之斷面。

已知：

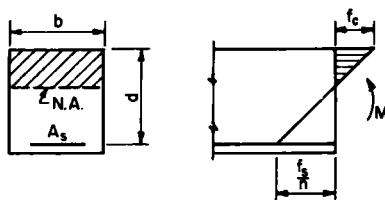
$$f_v = 60,000 \text{ psi} ; f'_c = 4,000 \text{ psi} ;$$

$$n = 8.0 ;$$

$$f_s = 24,000 \text{ psi} ; f_c = 1,800 \text{ psi} ;$$

$$M = 35.8 \text{ ft.kips.}$$

例 1 圖



(1) 板 (M 為單位寬度所受之力矩)。由表 2，由 $24,000/8.0/1,800$ ：可得 $d = 11$ 吋 (抵抗力矩 = 35.7 ft.kips)

(2) 梁 (M 為梁上之力矩)。由表 1，由 $24,000/8.0/1,800$ ：可得 $K = 295$ ；

$$\text{則 } \frac{M}{K} = \frac{35.8}{295} = 0.121 = F$$

由表 4，取 $b \times d = 8 \times 13 \frac{1}{2} \text{ in}$ ($F = 0.122$)

例 2 矩形斷面，純彎矩作用——有抗壓鋼筋時。

一矩形斷面彎矩 M 作用，求 (a) 不需抗壓鋼筋 A_s' 時混凝土斷面是否適當？(b) 需 A_s' 時；(c) 抗壓鋼筋 A_s 。

已知：

$$f_v = 60,000 \text{ psi} ; f'_c = 3,000 \text{ psi} ;$$

$$n = 9.2 ;$$

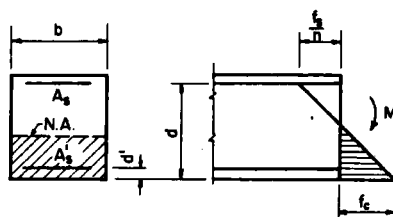
$$f_s = 24,000 \text{ psi} ; f_c = 1,350 \text{ psi} ;$$

$$b = 13.5 \text{ in} ; d = 26 \text{ in} ;$$

$$d' = 2 \text{ in} ;$$

$$M = 210 \text{ ft.kips} ; V = 42.6 \text{ kips.}$$

例 2 圖



*參考 226 頁，公式 5。

(1)由表 1，由 $24,000/9.2/1.350$ 可得 $K = 204$

由表 4， $b \times d = 13.5 \times 26$ 可得 $F = 0.760$ ，則

$$M = 210$$

$$KF = 204 \times 0.760 = 155$$

$$M - KF = 55$$

($M - KF$) 為正值時需採用抗壓鋼筋，因此一超出之力矩無法由混凝土負擔。

(2)依 AIC 規範 1102 (c) 節規定：

由表 7，由 $24,000/9.2/1.350$ 及 $\frac{d'}{d} = 0.77$ 可得 $c = 1.40$ ；

$$\text{則 } A_s^* = \frac{M - KF}{c d} = \frac{55}{1.4 \times 26} = 1.51 \text{ sq.in.}$$

(3)由表 1，由 $f_s = 24,000$ ，可得 $a = 1.76$ ；則

$$A_s^{**} = \frac{M}{a d} = \frac{210}{1.76 \times 26.0} = 4.59 \text{ sq.in.}^\dagger$$

(4)覆核握裹應力：

$$\frac{1,000 V}{7/8 d} = \frac{42,600}{7/8 \times 26} = 1,873$$

由表 5 a 選擇上層鋼筋，覆核鋼筋面積，計算握裹應力，與由表 14 a 查出允許握裹應力比較。

由表 5 a，選用 4 根 10 號平鋼筋， $A_s = 5.08 \text{ sq.in.}$ $\Sigma_o = 16.0$ 計算握裹應力：

$$u = \frac{1,000 V}{\Sigma_o 7/8 d} = \frac{1,873}{16} = 117 \text{ psi.}$$

由表 14 a，允許握裹應力 $u = 147 \text{ psi}$ ，故可選用 4 根 10 號平鋼筋（上層）。

另法：由 $\Sigma_o = \frac{1,000 V}{7/8 u d}$ ，式中 $u = \frac{3.4 \sqrt{f_c'} }{D}$

$$\Sigma_o = \frac{1,000 V}{3.4 \sqrt{f_c'} j d} = \frac{42,600}{3.4 \times \sqrt{3,000} \times 7/8 \times 26} = 10.06$$

由表 5 a 選用上層鋼筋與表 5 c 中 $\frac{\Sigma_o}{D}$ 值比較。

* 參考 228 頁，公式 9。

** 參考 226 頁，公式 4。

† 由 j 導出之 $a = 1.76$ 值可用於只有抗張鋼筋時梁之設計，由之計算出之 A_s 值只是近似值，但在多種情況下都是足夠的。然而在較厚的梁且有相當多的抗壓鋼筋時，較確之 A_s 值可依下述步驟求得：

由表 1，由 $24,000/9.2/1.350$ 求 p

於是用於平衡混凝土所受力之抗張鋼筋為

$$p b d = 0.0096 \times 13.5 \times 26.0 = 3.37 \text{ sq.in.}$$

而用於平衡抗壓鋼筋之抗張鋼筋為

$$\frac{(M - KF) 12,000}{f_s (d - d')} = \frac{55 \times 12,000}{24,000 \times 24} = 1.14 \text{ sq.in.}$$

總抗張鋼筋， $A_s = 4.51 \text{ sq.in.}$

由表 5 a , 取 4 根 10 號鋼筋 , $A_s = 5.08 \text{ sq.in.}$.

由表 5 c , $\frac{\Sigma_o}{D} = 12.57$, 較之所需 $\frac{\Sigma_o}{D} = 10.06$ 為大 , 故可選用 4 根 10 號鋼筋 (上層) 。

(5) 使用成束之鋼筋 , 覆核其握裹應力

由表 5 a , 採用三根 8 號鋼筋兩束 , $A_s = 4.74 \text{ sq.in.}$; 及由表 5 b , $\Sigma_o = 2 \times 7.9 = 15.8$; 計算握裹應力 :

$$u = \frac{1000 V}{\Sigma_o 7/8 d} = \frac{1,873}{15.8} = 119 \text{ psi}$$

由表 14 a , 允許握裹應力 $u = 147 \text{ psi}$, 故可取用三根 8 號鋼筋兩束。

另法 : 由表 5 a , 採用三根 8 號鋼筋兩束 , $A_s = 4.74$; 由表 5 d , $\frac{\Sigma_o}{D} = 2 \times 7.9 =$

$15.8 > 10.06$, 故可使用上述兩束鋼筋。

例 3 T 形斷面 , 純彎矩作用——軀部應力不計。

一 T 形斷面變彎矩 M 作用 , 求 (a) 不需抗壓鋼筋時混凝土斷面是否適當 ; (b) 抗張鋼筋 , A_s 。 翅部以下壓力不計。

例 3 圖

已知 :

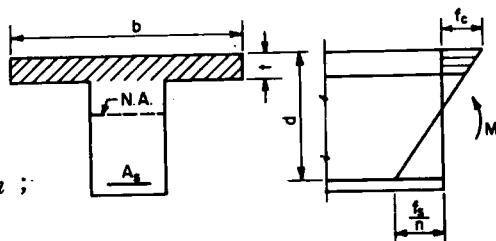
$$f_y = 40,000 \text{ psi} ; f'_c = 3,000 \text{ psi} ;$$

$$n = 9.2 ;$$

$$f_s = 20,000 \text{ psi} ; f_c = 1,350 \text{ psi} ;$$

$$b = 34 \text{ in.} ; d = 19 \text{ in.} ; t = 3 \text{ in.} ;$$

$$M = 72.0 \text{ ft.kips.}$$



(1) 由表 8 , 由 $20,000/9.2/1.350$ 及 $\frac{t}{d} = 0.16$ 得 $K = 15.8$ 。

由表 4 , 由 $b \times d = 34.0 \times 19.0$ 得 $F = 1.02$; 則

$$M = 72$$

$$KF = 158 \times 1.02 = 161$$

$$M - KF = -89$$

($M - KF$) 為負值時 , 不需抗壓鋼筋。

(2) 由表 8 , 由 $f_s = 20,000$ 及 $\frac{t}{d} = 0.16$ 得 $a = 1.54$; 於是

$$A_s = \frac{M}{ad} = \frac{72.0}{1.54 \times 19.0} = 2.46 \text{ sq.in.}$$

此法可適用於較高應力之鋼筋如 $f_y = 60,000 \text{ psi}$. 及 $f_s = 24,000 \text{ psi}$. 然 f_c 值須改用 $f_c = 0.45 f'_c$ 。