

鋼筋混凝土設計圖解

(附公式)

駱繼綱編

龍門聯合書局印行

鋼筋混凝土設計圖解

(附公式)

江苏工业学院图书馆
藏书章

龍門聯合書局

鋼筋混凝土設計圖解



版權所有 翻印必究

編者 駱繼綱

出版 幼芝

上海河南中路三〇〇弄三號

電話 三〇七七

龍門聯局

上海河南中路三〇〇弄三號

電話 一七四

安寺支店

最園路二三一號

三二六八六

龍門聯合書局各地分局

京分局 東安門大街82號

琉璃廠103號

西單福壽商場6號

中山路368號

漢一路3號

太原街40號

天津分局 羅斯福路308號

西安分局 東大街431號

陝西街 太平路57號

杭州分銷處 204號

杭州分銷處 202號

長沙分銷處 36號

台灣分銷處 台北衡陽路12號

基本定價拾陸元正 外埠酌加郵運費

一九四九年二月初版

一九五〇年十二月三版

序

混凝土之見稱於世，約僅百年，而其爲用至博；寢假奪木石等建築材料之席而代之。舉其優點，約有三端：木雖韌而易朽，石雖堅而質脆，各有偏蔽，未愜匠心；鋼筋混凝土則兼具二者之長，一也。近代建築形式，與曩者異趣，層樓矗起，長橋若虹，跨徑增長，承力愈重，棟樑之材有所不能任，五丁之石有所不能勝者，莫不仰給混凝土以代之，二也。十圍之木，摩崖之石，既艱於謀致，而轉輸之費，又復倍蓰；混凝土裝貯纖小，購運皆便，及營造既成，混然如一體，無斧砌之痕，饒天衣之美，三也。至其體物塑形，洪纖鉅細，無施不可，猶其小焉者。混凝土既具此三長，宜其見重於世，用途宏通，方興未艾也。

然混凝土工程之設計，因包含變數過多，其計算方法向極繁瑣，習用者爲「切試法」(Cut and Try Method)，先之以預擬，繼之以覆覈，反復推算，始獲定議，曠費時力，深爲從事者所苦。駱君繼綱，嶽奇士也，早歲留學英倫，研習工程，即思藉圖解方法，簡化混凝土設計及覆核手續；於是廣諮博訪良師益友，教勗兼隆，君則耗竭思智，鋏而不舍，積以歲年，編爲是篇，洵能不負所期。舉凡設計過程中各項應力之計算，樑柱之尺寸，鋼筋之面積與分佈等，皆能於一舉手之勞，求得答案；而其誤差甚者不過百分之一，亦爲實用所許；其有益於工程界，良非淺鮮。推其原，則爲 Nomograph 之應用，益之以恢奇變化，舉混凝土工程之各種應用，囊括無遺，允稱力作。書成問序於余，爲說混凝土致用之廣，與此書應時之效，以弁其端。

中華民國三十七年松江趙祖康序於上海市工務局

自序

吾國一切永久性之工程建築，由於鋼鐵事業之幼稚，大多採用鋼筋混凝土建造，如橋梁，房屋等，比比皆是。而鋼筋混凝土各種公式之計算，至為繁複。亦有將公式繪成曲線圖或製成簡數表，俾按已知之條件，以檢得所求之數值。但因公式內之變數恆在三個以上，致圖表之應用，甚感不便，有時竟迫使吾人仍用公式，輾轉計算，久久始能獲得解答。本人早年負笈英國，即有鑒於斯，擬編著圖解法，期其一舉手之勞，即可求得結果，俾所求設計及複核工作，俱行簡化，並承吾師英國工程師協會會長貝爾(H. Beare)先生，指示方針，供給資料，乃從事搜集，着手編著。返國以後，服務滇緬鐵路，實際負責橋涵之設計施工，尤感是項工作之迫切需要，想海內工程人士，亦有同感也。經數年來之繼續編集，已初具規模。前年赴美，與美國鋼筋混凝土學會同人多次研討，並以已編部份相示，咸認其具有重大價值，寄與無限鼓勵，復承美國紐約鐵路公司橋梁工程司葛福(E. F. Gifford)先生介紹參考書籍。去歲返國，供職浙贛鐵路，每於公暇，繼續整理，增添資料，務求一切鋼筋混凝土工程所有設計應用之公式，俱能包括無遺；惟以是道範圍至廣，情形各異，而編者公務較忙，時間有限，淺陋之處，在所不免，尚祈海內先進正之是幸。

本書係按照鋼筋混凝土斷面所受外力情況之不同而分為三篇，並首先簡述理論及公式之演算，嗣即逐一繪製圖解；使各種繁複公式，藉此種圖解，能於頃刻間得其解答，既能經濟時間，復可得相當準確之題解，此編者之旨也。

吾國工程界所用之度量衡，現規定採用公制單位，而英美書籍均以英制計，致實際應用時，彼此換算，不僅繁複費時，抑且易生錯誤，設計時無不引以為苦。本書一律採用公制單位，以符規定。書末並附單位換算諸表，藉供參考。

關於專門名詞之翻譯，吾國尚無統一規定以資遵照，編者僅就普通名詞，“人云亦云”譯出而已；誠恐讀者不易熟識，特附譯名對照表於書末，以備檢閱。

駱繼綱識於浙贛鐵路尖山江橋工處

民國三十六年十二月

通 例

1. 本書首述鋼筋混凝土計算所用各項公式之來源及相互關係，然後逐一製成圖解，以供應用。
2. 各圖解之使用法，分別舉例，詳述於各圖解之首頁；然其大要，不外將鋼筋混凝土各計算公式中之每個變數，分別繪於直線(或曲線)上，製成圖解；應用時僅以直尺連結已知兩點，使成一直線，則此直線與第三變數之衡度尺上相交之點，即為所求第三變數之數值。手續簡捷準確，既無公式計算之數字繁複，亦無查表求鄰數間插入值之費事，同時并可免除誤差之發生。故圖解在應用上之價值，實不能忽視。
3. 各圖解之精確度，均經數度詳細校核，其誤差僅在1%左右，最大者亦未超出2%，故在實際應用上，已無問題。
4. 各圖解中均示例題，俾易明瞭，不僅使初學者對於鋼筋混凝土之學習及計算，能收事半功倍之效，即一般土木工程師之於設計及複核工作上亦有莫大之幫助。
5. 各圖解均已畫線示其使用步驟，惟各圖前頁之計算實例則於圖上未全繪出，讀者試自繪線核對，以資練習。
6. 書內圖解除編者自製者外，大部資料係採自柴田直光著之“ノモグラムに依る鐵筋コンクリートの計算”，經編者複核後，分類重編，並參考歐美書籍，增加資料，以求完善。
7. 本書各圖解一律採用公制單位，適合我國工程界之應用。
8. 書後並附各項常用之有關數值及單位換算諸表，藉資參照，俾使讀者於應用時，倍覺方便。

鋼筋混凝土常用符號表

- b —— 橫寬; 或 T 形桁之翼緣寬
 d —— 桁之有效高 (自壓縮面至抗拉鋼筋重心間之距離)
 h —— 桁之總高
 A_s —— 鋼筋之總截面積
 p —— 鋼筋截面積與鋼筋以上混凝土面積之比率 = $\frac{A_s}{bd}$
 A_s' —— 對側鋼筋中抗壓鋼筋之總截面積
 p' —— 對側鋼筋中抗壓鋼筋之鋼筋比 = $\frac{A_s'}{bd}$
 E_s —— 鋼筋之彈性係數
 E_c —— 混凝土之最初彈性係數
 n —— $\frac{E_s}{E_c}$, 彈性係數之比率
 f_s —— 鋼筋單位面積之抗拉應力
 f_c —— 混凝土極邊纖維單位面積之抗壓應力
 f_c' —— 混凝土經 28 日試驗後之極限抗壓強度
 ϵ_s —— 鋼筋每單位長之應變
 ϵ_c —— 混凝土極邊纖維單位長之應變
 k —— 自中立軸線至極邊纖維之距離與有效深度 d 之比率
 j —— 自鋼筋至抗壓應力重心之距離與有效深度 d 之比率
 z —— 自極邊纖維至抗壓應力重心之距離
 C —— 混凝土之總抗壓力
 C' —— 鋼筋之抗壓力
 T —— 鋼筋之抗拉力
 Δ —— 橫向抗壓應力之總數
 e —— 偏心距
 M —— 截面之抵抗力矩
 v —— 單位剪應力
 V —— 總剪力
 Σo —— 定截面內各鋼筋周長之總和
 u —— 單位附着應力
 b —— T 形桁底面之寬
 t —— T 形桁翼緣之厚

目 次

第一篇 單受彎曲力矩之斷面(桁)

第一章 矩形斷面

	頁
第一節 單側鋼筋矩形斷面	
1. 應力之計算.....	(1)
2. 斷面及鋼筋量.....	(2)
第二節 對側鋼筋矩形斷面	
1. 應力之計算.....	(3)
2. 斷面及鋼筋量.....	(4)
第三節 四側鋼筋矩形斷面	
1. 應力之計算.....	(5)

第二章 T 形斷面

第一節 單側鋼筋 T 形斷面	
1. 應力之計算.....	(7)
2. 斷面及鋼筋量.....	(8)
第二節 對側鋼筋 T 形斷面	
1. 應力之計算.....	(9)

第三章 特種斷面

1. 圓形斷面.....	(11)
2. 八角形斷面.....	(12)
3. 中空圓筒斷面.....	(13)
4. 脊梁斷面.....	(14)

第二篇 單受軸壓力之斷面(柱)

1. 帶箍鋼筋柱.....	(17)
2. 螺旋筋柱.....	(17)
3. 長柱.....	(18)

第三篇 同時承受彎曲力矩及軸壓力之斷面(柱)

第一章 矩形斷面

第一節 單側鋼筋矩形斷面

第二節 對側鋼筋矩形斷面

頁

- | | |
|----------------------|------|
| 1. 斷面內無拉應力時..... | (19) |
| 2. 斷面之一部分發生拉應力時..... | (20) |
| (a) 應力之計算..... | (20) |
| (b) 斷面及鋼筋量..... | (22) |
| (c) 斷面之決定..... | (23) |

第三節 四側鋼筋矩形斷面

- | | |
|---------------|------|
| 1. 應力之計算..... | (24) |
|---------------|------|

第二章 特種斷面

第一節 圓形斷面

- | | |
|---------------------|------|
| 1. 斷面內無拉應力時..... | (25) |
| 2. 斷面之一部發生拉應力時..... | (26) |

第二節 中空圓筒斷面

- | | |
|---------------------|------|
| 1. 斷面內無拉應力時..... | (26) |
| 2. 斷面之一部發生拉應力時..... | (27) |

圖解目次

	圖解	共計幅數
鋼筋量之基本關係·····	1~3	3
單受彎曲力矩之斷面		
單側鋼筋矩形斷面·····	4~15	12
對側鋼筋矩形斷面·····	16~36	21
四側鋼筋矩形斷面·····	37	1
單側鋼筋 T 形斷面·····	38~49	12
對側鋼筋 T 形斷面·····	50~51	2
圓形及八角形斷面·····	52	1
中空圓筒斷面·····	53	1
脊梁斷面·····	54~55	2
單受軸壓力之斷面·····	56~59	4
同時承受彎曲力矩及軸壓力之斷面		
對側鋼筋矩形斷面·····	60~78	19
四側鋼筋矩形斷面·····	79	1
圓形及八角形斷面·····	80~94	15
中空圓筒斷面·····	95~96	2
剪力關係·····	97~104	8
參考圖解(彎曲力矩之計算)·····	105~109	5
 附 錄		
鋼筋混凝土設計及施工應注意之要項		
鋼筋混凝土之許用應力表		
桁之係數表		
單位寬度矩形桁之強度表		
鋼筋斷面積, 周長及重量表		
圓鋼筋面羣積表		
方鋼筋羣面積表		
混凝土每一立方公尺材料表		
公制英制單位換算表		
中英文譯名對照表		

第一篇 單受彎曲力矩之斷面

第一章 矩形斷面

第一節 單側鋼筋矩形斷面

1. 應力之計算

由第 1 圖可知: $\frac{f_s}{nf_c} = \frac{d-kd}{kd} = \frac{1-k}{k}$ (1)

上式表示中立軸比 k 與應力 f_s, f_c 間之關係, 變化之可得下述三式:

$$f_s = nf_c \frac{1-k}{k} \dots\dots\dots (2)$$

$$f_c = \frac{k}{n(1-k)} f_s \dots\dots\dots (3)$$

$$k = \frac{nf_c}{nf_c + f_s} \dots\dots\dots (4)$$

又由力之平衡條件知: $f_s A_s = \frac{1}{2} f_c b k d$

以(2)式之右側, 代入上式之 f_s , 並令 $A_s = p b d$, 則得 k 之值為:

$$k = \sqrt{2np + (np)^2} - np \dots\dots\dots (5)$$

但 $j d = d - \frac{k d}{3}$, 即 $j = 1 - \frac{k}{3}$ (6)

對抗拉鋼筋中心所得之應力力矩為:

$$M = C j d = \frac{1}{2} f_c k j b d^2$$

於是: $f_c = \frac{2M}{k j b d^2} \dots\dots\dots (7)$

對抗壓側之應力重心點所得之應力力矩為:

$$M = T j d = f_s A_s j d = f_s p j b d^2$$

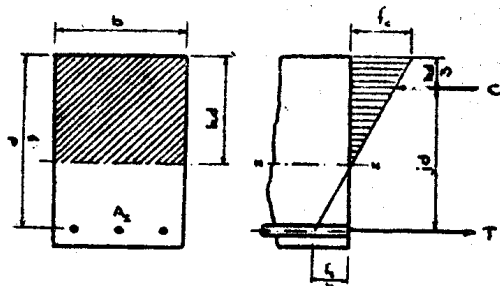
於是: $f_s = \frac{M}{A_s j d} = \frac{M}{p j b d^2} \dots\dots\dots (8)$

如斷面之尺寸及外力之彎曲力矩為已知, 則由(7)(8)兩式可以求得 f_c 及

f_s 之值。

第4圖解至第7圖解即表示此等關係，其用法詳述於各圖首頁，茲不贅及。

以上所述為應力計算之通常方法，茲為簡單迅速以求出應力起見，特另製第8圖解。



第1圖。

因 k, j 均為 p 之函數，故(7)(8)兩式可以書成：

$$\left. \begin{aligned} f_c &= F_1(p) \frac{M}{bd^2} \\ f_s &= F_2(p) \frac{M}{bd^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

第8圖解即將此兩式同時予以圖解，雖稍欠理論根據，然其結果與真值頗為近似，在實際應用上已無問題。

平板梁之計算，恆令 $b = 100 \text{ cm}$ ，由是更形簡單化，乃製成第9圖解。

2. 斷面及鋼筋量。

由(4)式及(5)式消去 k ，則得 p 之值為：

$$p = \frac{n f_c^2}{2 f_s (f_s + n f_c)} \dots\dots\dots (10)$$

(10)式所示之值，稱為平衡鋼筋比。

以(4)式代入(6)式中之 k ，簡化之可得：

$$j = \frac{2n f_c + 3f_s}{3(n f_c + f_s)} \dots\dots\dots (11)$$

以(4)式及(11)式代入(7)式中之 k 及 j ，化簡之則得 d 之值為：

$$d = C_1 \sqrt{\frac{M}{b}} \dots\dots\dots (12)$$

其中：

$$C_1 = \frac{n f_c + f_s}{f_s} \sqrt{\frac{b}{n(2f_c + 3f_s)}} \dots\dots\dots (13)$$

此時之 d 為“對已知之 M 及規定之應力 f_c, f_s ”所需之有效高度也。其鋼筋量為： $A_s = pbd$ ，如以(10)式之 p 及(12)式之 d 代入此式，則可得：

$$A_s = C_2 \sqrt{Mb} \dots\dots\dots (14)$$

其中：

$$C_2 = \frac{f_c}{2f_s} \sqrt{\frac{6n}{2n f_c + 3f_s}} \dots\dots\dots (15)$$

上述各式簡言之即：在已知之 M 及 b 之情形下，欲使應力之值達到規定之 f_c 及 f_s 時，所需之 d 及 A_s 兩值，可由(12)及(14)兩式分別求出。

茲令 f_c, f_s 為計算時所求得之應力 (Calculated Stress)

f_{ca}, f_{sa} 為規定之最高許用應力 (Allowable Stress)

通常設計，在已知 M 及 b 時，恆使 f_c, f_s 不超過此最高之許用應力，即：

$$f_c \leq f_{ca} \quad f_s \leq f_{sa}$$

惟各實例認可之 f_c, f_s 數值，因牽涉問題頗多，故常令：

$$f_c = f_{ca} \quad \text{及} \quad f_s = f_{sa} = 1200 \text{ kg/cm}^2$$

第 10 圖解表示公式(12)及(14)之關係。

實際問題中有先假定 A_s 者，亦有先假定 d 者，此時 f_c 及 f_s 兩者之中必先使一數為定值，然後再求其第二數之值。

此等決定斷面及鋼筋量之問題，可由第 10~15 圖解以解之。

第二節 對側鋼筋矩形斷面

1. 應力之計算

於第 2 圖中令： C 為混凝土中之總抗壓應力， C' 為抗壓鋼筋之總壓應力， T 為抗拉鋼筋之總拉應力，則由平衡條件可得次式：

$$T = C + C'$$

但 $T = A_s f_s$

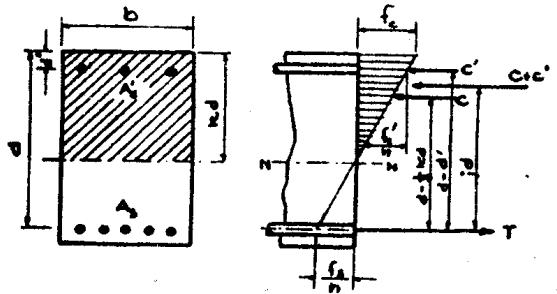
$$C = \frac{1}{2} f_c b k d, \quad C' = A_s' f_s'$$

由是：

$$A_s f_s = \frac{1}{2} f_c b k d + A_s' f_s' \quad (16)$$

$$\text{又知, } f_s = n f_c \frac{1-k}{k} \dots\dots\dots (17)$$

$$\text{及 } f_s' = n f_c \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} \dots\dots\dots (18)$$



第 2 圖。

以(17),(18)兩式代入(16)式後，可得

$$k^2 - 2np(1-k) + 2np'(k - \frac{d'}{d}) = 0 \dots\dots\dots (19)$$

$$\text{解之則有: } k = \sqrt{2n(p + p' \frac{d'}{d}) + n^2(p + p')^2} - n(p + p') \dots\dots\dots (20)$$

由(20)式可以求出中立軸比 k 之值，而 k 為 p, p' 及 $\frac{d'}{d}$ 之函數，故特製

成第 16 圖解以代其解。

其次，對抗拉鋼筋中心點，使外力及內應力之力矩相等，則可得：

$$\begin{aligned} M &= C\left(d - \frac{kd}{3}\right) + C'(d - d') \\ &= \frac{1}{2}f_c bkd^2\left(1 - \frac{k}{3}\right) + p'bd^2 n f_c \frac{1}{k}\left(k - \frac{d'}{d}\right)\left(1 - \frac{d'}{d}\right) \end{aligned}$$

解出 f_c ，得：
$$f_c = \frac{M}{L_c b d^2} \dots\dots\dots (21)$$

其中
$$L_c = \frac{k}{2}\left(1 - \frac{k}{3}\right) + \frac{np'}{k}\left(k - \frac{d'}{d}\right)\left(1 - \frac{d'}{d}\right) \dots\dots\dots (22)$$

如斷面之尺寸，鋼筋量及 M 為已知時，則可由(21)式以求 f_c ，並由(17)式以求 f_s ；此項計算手續，可由第 16~18 諸圖解代替之。

又由：
$$M = T \cdot jd = f_s A_s jd$$

得：
$$f_s = \frac{M}{A_s jd} = \frac{M}{p j b d^2} \dots\dots\dots (23)$$

由(23)式即可直接求得 f_s 之值，此時 j 之值，可由下式求得：

$$j = \left(1 - \frac{d'}{d}\right) - \frac{k^2}{2np(1-k)}\left(\frac{k}{3} - \frac{d'}{d}\right) \dots\dots\dots (24)$$

第 19 圖解即為求(24)式中 j 值之用。

以上所述為計算應力 f_c 、 f_s 之正常方法，但通常計算平板梁時，恆定其上下側鋼筋量之比 $\frac{A_s'}{A_s}$ 為一特定數值如 $\frac{1}{4}$ ， $\frac{1}{2}$ ，1 等，在此諸情況下，則可另採種種簡便方法，如第 21~25 諸圖解所示，既極便利又切實用。（諸圖解所得之值均微含誤差，約為真值之 1%，於實用上已無妨礙。）

2. 斷面及鋼筋量

由(21)、(22)兩式得：
$$p' = \frac{k \frac{M}{bd^2} - \frac{1}{2} f_c \left(1 - \frac{k}{3}\right) k}{n f_c \left(k - \frac{d'}{d}\right) \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \dots\dots\dots (25)$$

復由(23)、(24)兩式得：
$$p = \frac{\frac{M}{bd^2} + \frac{f_s k}{2} \left(\frac{k}{3} - \frac{d'}{d}\right)}{f_s \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \dots\dots\dots (26)$$

以(26)式除(25)式，且令 $\frac{p'}{p} = n$ ，並解出 $\frac{M}{bd^2}$ ，得：

$$\frac{M}{bd^2} = \frac{f_c k}{2} \left[\left(1 - \frac{k}{3}\right) + \frac{u_o \left(k - \frac{d'}{d}\right) \left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{(1-k) - u_o \left(k - \frac{d'}{d}\right)} \right] \dots\dots\dots (27)$$

自上式中解 d , 則得:

$$d = C_3 \sqrt{\frac{M}{b}} \dots\dots\dots (28)$$

其中 $C_3 = \left\{ \frac{f_c k}{2} \left[\left(1 - \frac{k}{3}\right) + \frac{u_o \left(k - \frac{d'}{d}\right) \left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{(1-k) - u_o \left(k - \frac{d'}{d}\right)} \right] \right\}^{-\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (29)$

$$k = \frac{n f_s}{n f_s + f_c} \dots\dots\dots (30)$$

當 M , $\frac{p'}{p}$, $\frac{d'}{d}$, f_c 及 f_s 為已知時, 即可利用(28)式以求出有效高 d 之值, 據此遂製成第 26, 27 兩圖解。至於實例對 f_c , f_s 應採何值一問題, 則可仿前述單側鋼筋之假定而令 $f_c = f_{cu}$, 及 $f_s = f_{su} = 1200 \text{ kg/cm}^2$ 亦無大礙。

第 28, 29, 30 三圖解專供在 $\frac{d'}{d}$ 為某特定值時求 d 及 A_s 兩邊之用。(誤差約在 1% 左右)。

若 d 為已知而欲決定鋼筋量時, 可用 (25), (26) 兩式以求 p' 及 p 之值 (第 31~33 圖解)。

各圖解之使用法, 均詳於各圖首頁之說明, 讀者可自參閱之。

第三節 四側鋼筋矩形斷面

1. 應力之計算

僅受彎曲力矩之矩形斷面, 周圍均置鋼筋時, 其一般之解法如下:

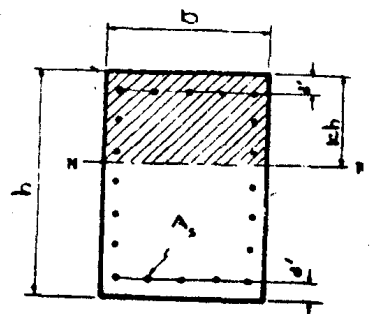
於第三圖中, b 為寬度, h 為梁之總高度, A_s 為總鋼筋量, $N-N'$ 為中立軸,

則其有效斷面對中立軸所作之旋轉力矩

G_{N-N} 為:

$$G_{N-N} = \frac{1}{2} b (k h)^2 - n A_s \left(\frac{h}{2} - k h \right) = 0$$

因 $A_s = p b d$, 故自上式解 p 可得:



第 3 圖。

$$p = \frac{k^2}{n(1-2k)} \dots \dots \dots (31)$$

由是可知中立軸比 k 僅為鋼筋比 p 之函數。茲令 I 為斷面有效部份之轉動慣量 (Moment of Inertia), M 為彎曲力矩 (Bending Moment), f 為距中立軸 y 處之應力, 則:

$$f = \frac{M}{I} y$$

y 之值對於 f_c 為 kh , 對於 f_s 為 $(h - kh - d')$ 。

$$\text{由是: } \frac{f_s}{n f_c} = \frac{h - kh - d'}{kh}$$

$$\text{故 } \beta = \frac{f_s}{f_c} = \frac{n}{k} \left(1 - k - \frac{d'}{h} \right) \dots \dots \dots (32)$$

上式之 β 為 f_s 與 f_c 之比例值。至於有效斷面之轉動慣量 I , 如欲求其正確數值, 殊為麻煩, 茲示其近似值如下:

$$I = \frac{b}{3} (kh)^3 + \frac{nA_s}{12} \cdot \frac{h(h-2d')^2}{(b+h)} + \frac{nA_s b}{(b+h)} \left(\frac{h}{2} + d' \right)^2 + nA_s \left(\frac{h}{2} - kh \right)^2$$

以 $p h b$ 代替上式中之 A_s , 化簡之得:

$$I = b h^3 \left[\frac{k^3}{3} + n p \frac{3b+h}{12(b+h)} \left(1 - 2 \frac{d'}{h} \right)^2 + n p \left(\frac{1}{2} - k \right)^2 \right]$$

以(31)式代入上式之 p , 則:

$$I = b h^3 \left[\frac{k^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3} \right) + \frac{k^2}{1-2k} \cdot \frac{3b+h}{12(b+h)} \left(1 - 2 \frac{d'}{h} \right)^2 \right]$$

由是可得 f_c 之值為:

$$f_c = \frac{M}{I} kh = \frac{M}{L_c b h} \dots \dots \dots (33)$$

$$\text{其中 } L_c = \frac{k}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3} \right) + \frac{k}{1-2k} \cdot \frac{3b+h}{12(b+h)} \left(1 - 2 \frac{d'}{h} \right)^2 \dots \dots \dots (34)$$

總之, 若鋼筋比 p 為已知時, 則可由(31)式以求 k , 復以此 k 代入(34)式可得 L_c , 然後應用(33)式即能求出 f_c 之值矣。第 37 圖解即合併(31), (32), (34)三式而製成者, 惟須注意, 所用之 I 為近似值, 但誤差甚小。

第二章 T 形斷面

第一節 單側鋼筋 T 形斷面

1. 應力之計算

T 形斷面之計算，常將梁軀 (Stem) 內之抗壓力予以省略，茲為完備起見，更進而將梁軀內之抗壓力，一併計算，製成第 43 圖解。

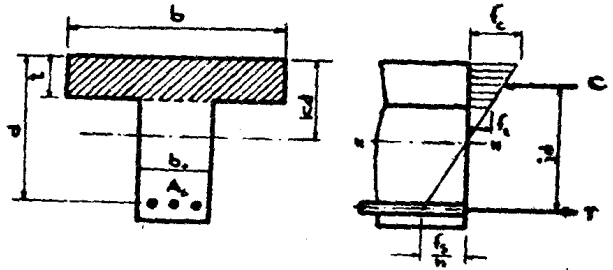
由第 4 圖知：

$$\frac{f_s}{nf_c} = \frac{1-k}{k}$$

於是得：

$$f_s = nf_c \frac{1-k}{k}$$

$$\text{及 } f_c = f_s \frac{k}{n(1-k)}$$



第 4 圖。

翼緣 (Flange) 混凝土中之總壓力 C 為：

$$C = \frac{1}{2} \left\{ f_c + f_c \left(\frac{kd-t}{kd} \right) \right\} bt = f_c bt \left(1 - \frac{t}{2kd} \right)$$

而抗拉鋼筋內之總拉應力 T 為： $T = f_s A_s$

$$\text{但 } T = C, \text{ 故： } f_c bt \left(1 - \frac{t}{2kd} \right) = f_s A_s \dots\dots\dots (35)$$

以 $A_s = pbd$ 代入上式，得：

$$f_c \frac{t}{d} \left(1 - \frac{t}{2kd} \right) = f_s p = nf_c \frac{1-k}{k} \cdot p$$

$$\text{解 } k, \text{ 得： } k = \frac{np + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right)^2}{np + \left(\frac{t}{d} \right)} \dots\dots\dots (36)$$

利用梯形重心公式，則 C 與 T 間之距離 jd 為：

$$jd = d - \frac{t}{3} \cdot \frac{3kd - 2t}{2kd - t}$$

以 (36) 式中之 k 代入上式，並解出 j ，則：

$$j = \frac{6 - 6\left(\frac{t}{d}\right) + 2\left(\frac{t}{d}\right)^2 + \frac{\left(\frac{t}{d}\right)^3}{2np}}{6 - 3\left(\frac{t}{d}\right)} \dots\dots\dots (37)$$