

## 鐵筋混凝土柱ト其價額曲線

(Concrete and Constructional Engineering. March, 1915.)

今記者ハ鐵筋混凝土柱ニ於テ使用セラレタル鐵筋ノ量ニ關シ其ノ價額ノ變化ヲ示ス方程式ヲ記述セントス而シテ其ノ計算ノ根元ヲナス原理ニ付キテハ英國建築學會委員會及其他多クノ著名ナル大家ノ說ニ據ルモノトス計算ニ用フル符號モ二三ヲ除ク外ハ凡テ前記委員會ノ一九一一年ノ第二報告中ニ記載セル處ノモノニ據ル

$$m = \frac{E_s}{E_c} = \text{彈率比} \quad m = 15 \text{ト探ル}$$

$$m' = m - 1 = 14$$

$$a = \text{壓力ヲ受クル鋼ノ面積(平方吋)}$$

$$A_c = \text{壓力ヲ受クル混凝土ノ斷面積(平方吋)}$$

$$A_c' = \text{同上(平方呎)}$$

$$\rho = \text{鋼ト混凝土トノ面積ノ比} = \frac{a}{A_c}$$

$$V = \text{總價額}$$

$$W = \text{柱ニ働ク荷重(封度)}$$

$$c = \text{混凝土ニ於ケル許容作用應壓力(一平方吋ニツキ封度)}$$

$$t = \text{鋼ニ於ケル許容作用應張力(一平方吋ニツキ封度)}$$

$$a = \text{矩形柱 (Rectangular column) ノ一邊ノ長サ(呎)}$$

$\theta a =$ 同上他ノ一邊ノ長サ(呎)

$$\text{故} = A'_c = \theta a^2 \quad \theta' = \frac{1+\theta}{\sqrt{\theta}}$$

$S =$ 鋼一はんどれ、どウゝとノ現場ニ於ケル價額

$Y =$ 型板一平方碼ノ現場ニ於ケル價額

$Q =$ 混凝土一立方呎ノ現場ニ於ケル價額

$$B = [1 + m'\rho]^c$$

$S Y Q =$ 關スル單位ハ弗シ、りんぐ等隨意ナレトモ凡テ此ノ三者ニ對シ同一ノモノナラサル可  
 ラス圓形型板及圓柱ハ正方形或ハ矩形ノ者ニ比較シテ使用セラルノ事稀ナンハ茲ニハ後者ニ付  
 キ説明ス  
 前記報告書第一七頁ニ次ノ式ヲ載セタリ

$$W = c [A_c + (m-1)Yc]$$

此ハ  $cA_c [1 + m'\rho]$  ト書換ヘ得ヘク又次ノ如ク甚タ簡單ナル形トナス事ヲ得

$$W = 144A_c B \quad \dots \dots \dots (1)$$

上式中  $B = [1 + m'\rho]^c$  及  $\rho = \frac{B-c}{m'c}$  ニシテ  $c = 600 \text{ lbs/ft}^2$  ト採ル

$$A'_c = \frac{W}{144B} = \theta a^2$$

單位ノ高ヲ有スル混凝土柱ノ總價額ハ混凝土ト鋼ト型板トノ價額ノ和ニ等シ今鋼一立方呎ノ重量ハ四三五はんどれどようといとニシテ單位高ノ柱ニ要スル鋼ノ重量ハ $4.35\rho A_c$ ナルヘク從ツテ其ノ價額ハ $4.35A_c\rho S$ ナル故ニ

$$T_c = A_c'Q + 4.35\rho A_c'S + (2a + 2ab) \frac{Y}{9} \dots \dots \dots (2)$$

$A_c'$   $\rho$  及  $a$  ヲ  $B$  ノ項ニテ置換フレン

$$T_c = \frac{WQ}{144B} + 4.35 \frac{WS}{144B} - \frac{B-c}{m'c} + \frac{1}{54} Y \sqrt{\frac{W}{B}} \left( \frac{1+\theta}{\sqrt{\theta}} \right) \dots \dots \dots (3)$$

此ノ $T_c$ ヲ $B$ ニツキ微分スレン

$$D(T_c) = \frac{WQ}{144} \left( -\frac{1}{B^2} \right) + \frac{4.35WS}{144m'B^2} + \frac{\theta}{54} \frac{\sqrt{W}}{2} \times \left( -\frac{1}{B^{\frac{3}{2}}} \right) Y \dots \dots \dots (4)$$

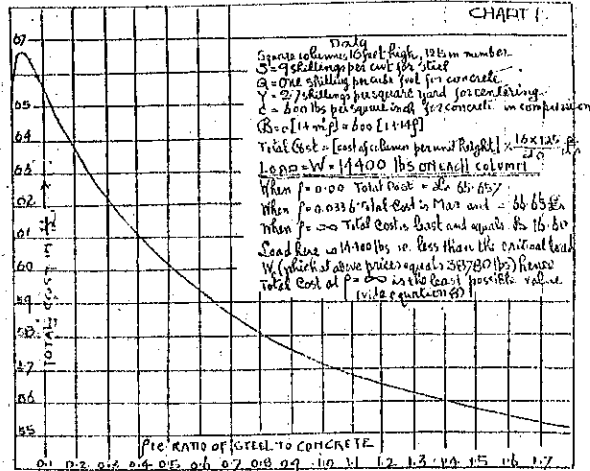
$T_c$ ヲシテ極大或ハ極小ナラシムヘキ $B$ ノ値ヲ定ムル爲メニハ(3)式ノ右邊ヲ零ニ等シト置キテ $B$ ニ付キ之ヲ解カサル可ラス其ノ結果トシテ次ノ式ヲ得

$$B = \frac{9}{16} \left( \frac{0.31S-Q}{Y} \right)^2 \frac{W}{(1+\theta)^2} \dots \dots \dots (5)$$

θ=1即チ正方形柱ノ場合ニハ

$$B = 0.14 \left( \frac{0.31S-Q}{Y} \right)^2 W$$

茲ニ最モ注目ス可キハ○ナル時ノ $T_c$ ノ値ハ○ノ時ヨリ大ナルニ在リ  
 例ニ此例ニテハ $P=90,000$ #トナシ他ハ前例ノ通りトナス然ルトキハ計算ニヨリ $\rho=0.588$ ヲ



第一圖

$T_c$ ヲ極大ナラシムヘキ $P$ ヲ $P_c$ トナシ $B = [1 + \frac{m}{c} \rho] c$ ヲ置換フレハ

$$P_c = \left[ \frac{9(0.315 - Q)^2 W \theta}{16 \left( \frac{Y}{14c} \right) (1 + \theta^2) - c} \right] \dots (6)$$

(5)式ハ $T_c$ ニ於ケル $\rho$ ノ變化ノ結果ヲ研究スルニ必要ナル凡テノ事項ヲ與フト雖モ $T_c$ ニ於ケル $P$ ノ變化ヲモ亦考フルニ非サレハ充分ナリト云フヲ得ス此ノ事項ハ下記ノ實例ニ付キ説明スル方便ナルヘシ

例一 今一二五本ノ正方形柱有リトシ(即チ $\theta = 1$ )各柱ニテ $W = 14,400$ #  $c = 600$ #/ft  $S = 9$ #/cuft  $Q = 1$ #/ft  $Y = 2.7$ #/cuft (即チ金額ノ單位ハシ。りんぐ)トス

此等ヲ(3)式ニ代入スレハ

$$T_c = \$100 \left( 0.466 - \frac{1796}{B} + \frac{12}{\sqrt{B}} \right) \dots (7)$$

$\rho$  (但  $\rho = \frac{B-c}{m/c}$ ) ノ種々ナル値ニ相當スル總價額ハ第一圖ニ

アリ

(5)式ヨリ $\rho_c = 0.0336$ ナルヲ知ル第一圖モ亦同一ノ結果ヲ示セ

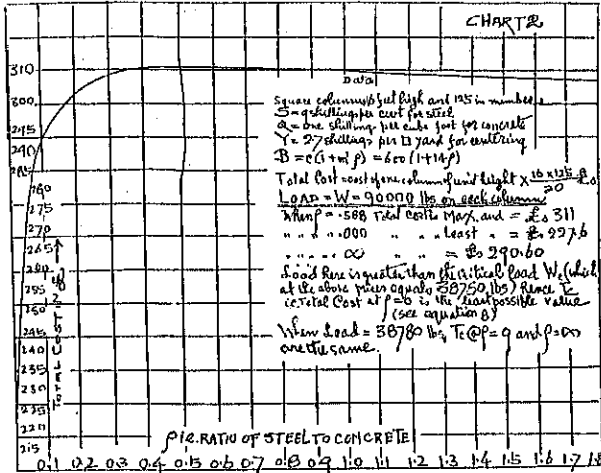


圖 二 第

得第二圖ニテモ亦同結果ヲ示ス  
 $T_0$  ト  $P$  トノ關係ハ第二圖ニ示スカ如シ茲ニテハ  $\phi$  ナル時ノ  $T_0$  ハ  $\phi$  8 ナル時ノ  $T_0$  ヨリモ小ナル  
 事ニ注意セサル可ラス此事タル頗ル重要ナル結果ヲ與フル者ニシテ即チ  $S$   $Q$  及  $Y$  ノ或値ニ對シ  
 $\phi$  8 ナル時ニ於テモ或ハ  $\phi$  8 ナル時ニ於テモ全ク同様ナル値ヲ  $T_0$  ニ與フル  $W$  ノ一ツノ値存在  
 セサル可ラス而シテ此ノ値ハ  $\phi$  8 ノ時ノ (3) 式ト  $\phi$  8 ノ時ノ (3) 式トヲ等シト置キテ得ラル可シ  
 此ノ  $W$  ヲ  $W_0$  トスレハ即チ

$$W_0 = \frac{64Y^2c(1+\theta)^2}{9(0.31S-Q)^2\theta} \dots \dots \dots (3)$$

此ノ式ニ  $S$   $Q$  及  $Y$  ノ値ヲ入ルレハ  $W_0 = 38,780 \#$  即チ約一七  
 噸三分ノ一ナリ故ニ一ツノ柱ニ來ル荷重カ  $W_0$  ニ依リテ與ヘ  
 ラレタル量ヨリ少ナル場合ニハ此柱ノ最小ナル價額ハ  $\phi$  8  
 ナル時ニ得ラル可シ(此理ハ鋼柱ニモ應用シ得可シ)同様ニ荷  
 重カ  $W_0$  ヨリモ大ナル場合ニハ最小價額ハ  $\phi$  8 ナル時ニ得  
 ラル  
 第一圖第二圖ニ示ス曲線ハ上述ノ事ヲ表ハスモノナリ  
 結論 (1) 等シキ抵抗力ヲ有スル柱ノ總價額ハ鐵筋ノ比ニ依  
 リテ異リ鐵筋ノ比カ  $\frac{9}{16} \frac{(0.31S-Q)^2}{Y} \left( \frac{W\theta}{1+\theta^2} - c \right) + 14c$  ( $S$  ハ鋼  
 一はんどれど  $c$  といと價額  $Q$  ハ混凝土一立方呎ノ價額  
 $Y$  ハ型板一平方碼ノ價額)ナル式ニヨリ與ヘラレタル値ニ等  
 シキ時ニ極大ナリ

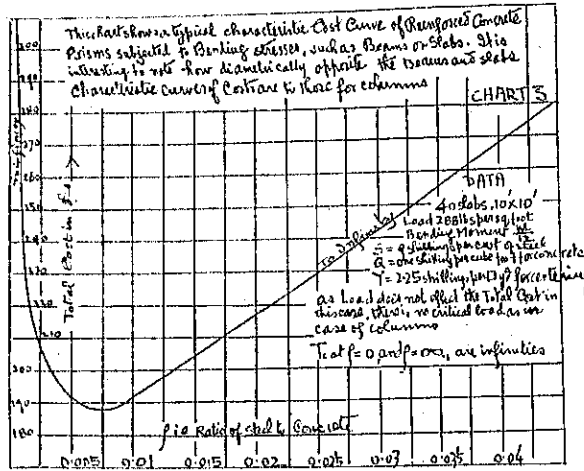


圖 三 第

凡テノ價額ハ現場ニテ仕上後ノモノナラサル可ラス且ツ其ノ單位ハ同一ナラサル可ラス即チSカシニりんぐナラハQ及Yモ亦シニりんぐナラサル可ラス若シ柱カ矩形ナレハθハ柱ノ邊ノ比ニシテ正方形ノ場合ハ1ナリCハ一平方吋ニツキ封度ニテ示サル、混凝土ノ應壓力ニシテ通常六〇〇封度トス

(2) Wノ價(即チ柱一本ノ受クル荷重)カ

$$\frac{64}{9} \frac{Y^2}{(0.318 - Q)^2} \frac{(1 + \theta^2)}{\theta}$$

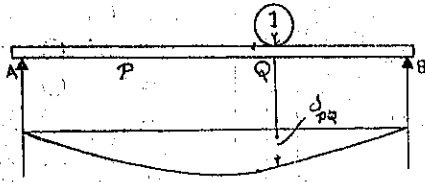
ナル式ニテ與ヘラル、値ヨリモ少ナル場合ノT。ヨリ大ナリ(勿論0ト8トノ間ニ於テハ極大トナル)同様ニWカ前記ノ式ヨリ大ナル時ニハT。ハ〇〇ナル時ニ

- 最小ナリ正方形柱ニシテSカ9%、Qカ1%、Yカ2.7%ナル時ニナルトキハ〇〇ナルトキニモ〇〇ナルトキニモ全く同様ナルT。ヲ與フルWハ三八七八〇封度ナリ
- (3) 前述ノ如キ條件ノ下ニ於テ計算ハ真ノ結果ヲ與フト雖モ下記ノ二事實ハ看過ス可キモノニ非サルナリ
- 即チ(a) 全クノ鋼柱(即チ〇〇ナル場合)ニ比シ混凝土ハ勝レタル耐火性ヲ有ス(b) 鐵筋ヲ有セサル柱(即チ〇〇)ハ場所ヲ要スル事大ナリ
- (4) Wノ小ナル値ニ對シテハT。ノ極大ト極小トノ差大ナラスト雖モW大トナルニ從ヒ其ノ差激増ス
- (5) 螺旋鐵筋混凝土柱(Hooped reinforced concrete column)ノ場合ニハCノ價増加スルカタメ前記ノ如ク六〇〇封度トナサ、ルヲ常トス

(6) 前記ノ結果ハ嘗テ記者カ鐵筋混凝土椽並ヒニ版 (slab) ノ價額曲線ニ於テ得タル者ト大差アルヲ見ル (Concrete & Constructional Engineering, No. 2, vol. IX, 參照) 其ノ場合ニ於テハ  $\rho$  ニ對スル  $\delta$  曲線ハ鐵筋ノ或ル比ニ對シ極小値ヲ與フル事第三圖ニ示スルカ如シ (完)

### 椽ノ撓度ニ對スル影響線

(Concrete and Constructional Engineering, August, 1915.)



構造物ノ設計ニ於テ影響線 (Influence Line) ヲ用フル方法ハ不規則ナル荷重ノ爲メニ起ル單椽ノ撓度ヲ發見スルニ甚タ有效ナリ第一圖ニ於テ或一點例ヘハ  $P$  ニ於ケル撓度ノ影響線トハ他ノ點例ヘハ  $Q$  ノ如キ點ニ單位荷重アル時  $P$  點ニ於テ  $\delta_{PQ}$  ノ撓度ヲ起ス如キ縦距 (Ordinate) ノ  $Q$  ヲ動カシタル場合ノ軌跡ナリ

まっくすうゑるノ相互撓度ノ規則 (Maxwell's Law of Reciprocal Deflections)

次ニ述フル理論ノ中此ノ規則ヲ必要トスル所アレハ今豫メ此ノ規則ヲ證明セントス先ツ此ノ規則ハ如何ナルモノナリヤト云フニ單位荷重來ル時  $Q$  點ニ於ケル撓度ノ爲メニ生スル  $P$  點ニ於ケル撓度ハ  $P$  ニ單位荷重來ル時  $Q$  點ニ於ケル撓度ニ等シト云フカ即是レナリ之レヲ證スル爲メニ今第二圖ノ如ク  $A, B$  ナル單椽ヲ取リ其ノ徑間ヲ  $l$  トシ  $Q$  ニ於テ  $W$  ナル荷重アル時  $P$  ニ於ケル撓度ヲ示セハ

$$\delta_P = \frac{W}{6EI} \left\{ (1 - a)^2 b^3 - a(1 - a)(2 - a)^2 a \dots \dots \dots \right\} \quad (1)$$