

参 考 篇

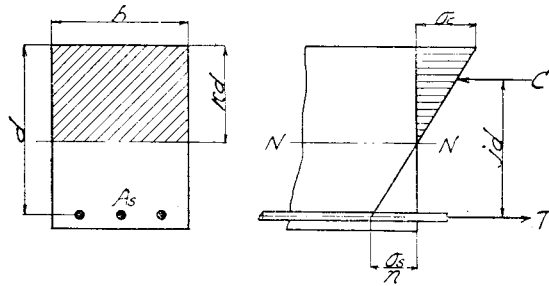
鉄筋コンクリートの断面設計及應力計算

凡 例

C—C	断面の中心を通る線
G—G	断面の重心を通る線
N—N	断面の中立軸

[A] 弯曲率のみを変える場合

[A]-(1) 単鉄筋矩形断面



(1a) 断面及鉄筋量

σ_c 及 σ_s を假定したる場合

$$d = C_1 \sqrt{\frac{M}{b}} \text{-----}(1)$$

$$C_1 = \frac{\sigma_s + n\sigma_c}{n\sigma_c} \sqrt{\frac{6n}{3\sigma_s + 2n\sigma_c}} \text{-----}(2)$$

$$A_s = C_2 \sqrt{M \cdot b} \text{-----}(3)$$

$$C_2 = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \sqrt{\frac{6n}{3\sigma_s + 2n\sigma_c}} \text{-----}(4)$$

M は巾 b に對する弯曲率

(1b) 應 力

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \text{-----}(5)$$

$$k = \sqrt{2n\rho + (n\rho)^2} - n\rho \text{-----}(6)$$

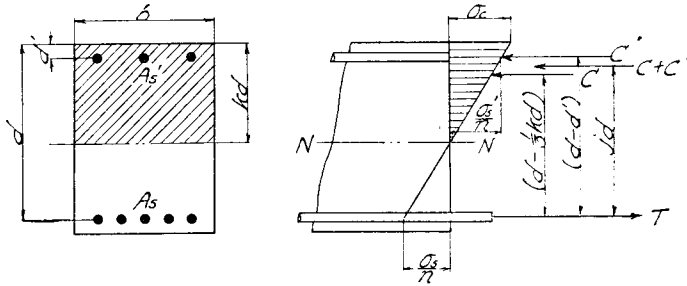
$$j = 1 - \frac{k}{3} \text{-----}(7)$$

$$\sigma_c = \frac{2M}{kjbd^2} \text{-----}(8)$$

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c(1-k)}{k} \text{-----}(9)$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s jd} \left(= \frac{M}{\rho jd^2} \right) \text{-----}(10)$$

[A]-(2) 複鐵筋矩形断面



(2a) 断面及鐵筋量

σ_c , σ_s 及 $\frac{A_s'}{A_s}$ を假定した3場合

$$d = C_3 \sqrt{\frac{M}{b}} \text{-----(11)}$$

$$C_3 = \sqrt{\frac{1}{\frac{\sigma_c k}{2} \left[\left(1 - \frac{k}{3}\right) + \frac{A_s'}{A_s} \cdot \frac{(k - \frac{d'}{3})}{(1-k)} - \frac{A_s'}{A_s} (k - \frac{d'}{3}) \right]}} \text{-----(12)}$$

$$k = \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} \text{-----(13)}$$

σ_c , σ_s , b 及 d を假定した3場合

$$\rho = \frac{\frac{M}{bd^2} + \frac{\sigma_c k}{2} \left(\frac{k}{3} - \frac{d'}{d} \right)}{\sigma_s \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \text{-----(14)}$$

$$\rho' = \frac{\frac{M}{bd^2} - \frac{\sigma_c k}{2} \left(1 - \frac{k}{3}\right)}{\frac{n\sigma_c}{k} \left(1 - \frac{d'}{d}\right) \left(k - \frac{d'}{d}\right)} \text{-----(15)}$$

(2b) 應 力

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \text{-----(16)}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{bd} \text{-----(17)}$$

$$k = \sqrt{2n(\rho + \rho' \frac{d'}{d}) + n^2(\rho + \rho')^2} - n(\rho + \rho') \text{-----(18)}$$

$$j = \frac{k^2 \left(1 - \frac{k}{3}\right) + 2n\rho' \left(k - \frac{d'}{d}\right) \left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{k^2 + 2n\rho' \left(k - \frac{d'}{d}\right)} \left[= 1 - \frac{d'}{d} + \frac{k^2}{2n\rho' \left(k - \frac{d'}{d}\right)} \left(\frac{d'}{d} - \frac{k}{3}\right) \right] \text{-----(19)}$$

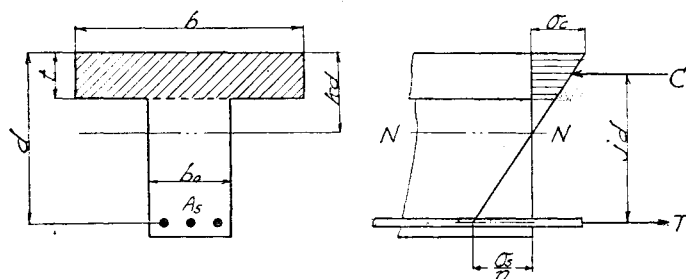
$$\sigma_c = \frac{M}{bd^2 L_c} \text{-----(20)}$$

$$L_c = \frac{k}{2} \left(1 - \frac{k}{3}\right) + \frac{n\rho' \left(k - \frac{d'}{d}\right) \left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{k} \text{-----(21)}$$

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c \left(1 - k\right)}{k} \text{-----(22)}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \left(= \frac{M}{\rho j b d^2} \right) \text{-----(23)}$$

[A]-(3) 單鐵筋T形断面



(3a) 断面及鐵筋量

σ_c, σ_s 及 $\frac{t}{d}$ を假定したる場合

$$d = C_4 \sqrt{\frac{M}{\sigma}} \text{-----(24)}$$

$$C = \sqrt{\frac{\sigma_c \left(\frac{t}{d}\right) \left[1 - \left(\frac{t}{d}\right) + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d}\right)^2\right] - \frac{\sigma_s \left(\frac{t}{d}\right)^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d}\right)\right]}{\sigma_c \left(\frac{t}{d}\right) \left[1 - \left(\frac{t}{d}\right) + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d}\right)^2\right] - \frac{\sigma_s \left(\frac{t}{d}\right)^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d}\right)\right]}} \text{-----(25)}$$

$$p = \frac{\sigma_c}{\sigma_s} \left[\left(\frac{t}{d}\right) - \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d}\right)^2 \right] - \frac{1}{2n} \left(\frac{t}{d}\right)^2 \text{-----(26)}$$

(3b) 應 力

$$p = \frac{A_s}{bd} \text{-----(27)}$$

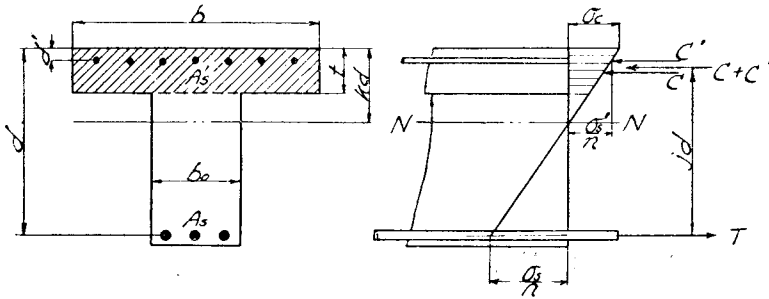
$$k = \frac{np + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d}\right)^2}{np + \left(\frac{t}{d}\right)} \text{-----(28)}$$

$$j = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d}\right) \left[\frac{3k - 2\left(\frac{t}{d}\right)}{2k - \left(\frac{t}{d}\right)} \right] \text{-----(29)}$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \left(= \frac{M}{p j b d^2} \right) \text{-----(30)}$$

$$\sigma_c = \frac{k}{n(1-k)} \sigma_s \text{-----(31)}$$

[A]-(4) 複鐵筋T形断面



(4b) 應力

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \text{-----(32)}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{bd} \text{-----(33)}$$

$$k = \frac{n\rho + \frac{1}{2}\left(\frac{d'}{d}\right)^2 + n\rho'\left(\frac{d'}{d}\right)}{n\rho + \left(\frac{d'}{d}\right) + n\rho'} \text{-----(34)}$$

$$j = \frac{\frac{d'}{d}\left(\frac{d'}{d}\right)\left(2k - \frac{d'}{d}\right) - \left(\frac{d'}{d}\right)^2\left(k - \frac{2}{3}\frac{d'}{d}\right) + 2n\rho(1-k)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{2n\rho(1-k)} \text{-----(35)}$$

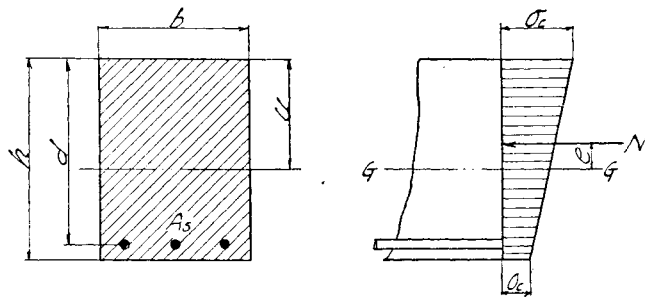
$$\sigma_s = \frac{M}{A_s j d} \left(= \frac{M}{\rho j b d^2} \right) \text{-----(36)}$$

$$\sigma_c = \frac{k}{n(1-k)} \sigma_s \text{-----(37)}$$

[B] 弯曲率及軸力又は偏心軸力を受くる場合

[B]-(1) 単鉄筋矩形断面

(1b.) 偏心距離小にして σ' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$u = \frac{\frac{bh^2}{2} + nAsd}{bh + nAs} \text{----- (38)}$$

$$A_i = bh + nAs \text{----- (39)}$$

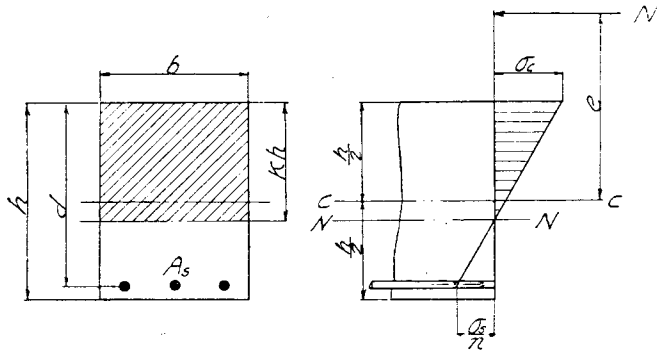
$$I_i = \frac{b}{3} [u^3 + (h-u)^3] + nAs(d-u)^2 \text{----- (40)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{Ne}{I_i} u \text{----- (41)}$$

$$\sigma'_c = \frac{N}{A_i} - \frac{Ne}{I_i} (h-u) \text{----- (42)}$$

但し σ'_c (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(1b₂) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$\rho = \frac{A_s}{bh} \text{-----(43)}$$

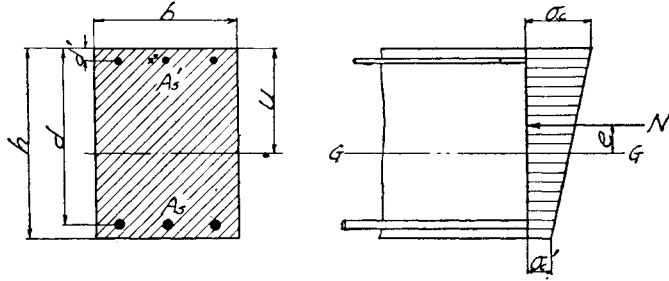
$$k^3 + 3\left(\frac{e}{h} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6np\left(\frac{e}{h} + \frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right)k - 6np\frac{d}{h}\left(\frac{e}{h} + \frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right) = 0 \text{-----(44)}$$

$$c = \frac{Ne}{bh^2} \frac{1}{\frac{k}{2}\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right) + \frac{np}{k}\left(\frac{d}{h} - k\right)\left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right)} \text{-----(45)}$$

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c\left(\frac{d}{h} - k\right)}{k} \text{-----(46)}$$

[B]-(2) 複鉄筋矩形断面

(2b) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$u = \frac{\frac{b}{2}h^2 + nA_s d + nA_s' d'}{bh + n(A_s + A_s')} \text{-----(47)}$$

$$A_i = bh + n(A_s + A_s') \text{-----(48)}$$

$$I_i = \frac{b}{3} [u^3 + (h-u)^3] + nA_s (d-u)^2 + nA_s' (u-d')^2 \text{-----(49)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{N \cdot e}{I_i} \cdot u \text{-----(50)}$$

$$\sigma_c' = \frac{N}{A_i} - \frac{N \cdot e}{I_i} (h-u) \text{-----(51)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

対稱鉄筋の場合

$$u = \frac{h}{2} \text{-----(52)}$$

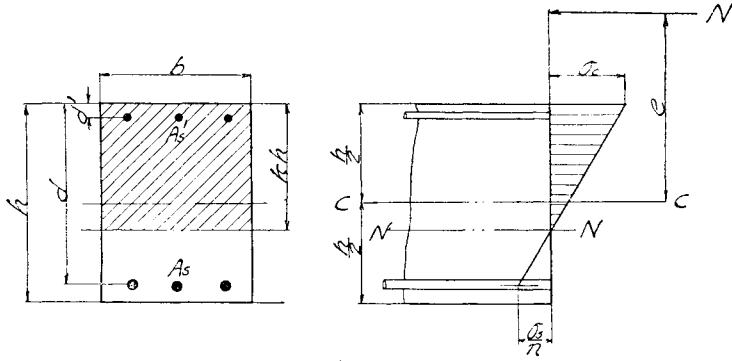
$$A_i = bh + 2nA_s \text{-----(53)}$$

$$I_i = \frac{bh^3}{12} + 2nA_s (\frac{h}{2} - d')^2 \text{-----(54)}$$

$$\left. \begin{matrix} \sigma_c \\ \sigma_c' \end{matrix} \right\} = \frac{N}{A_i} \pm \frac{N \cdot e}{I_i} \cdot \frac{h}{2} \text{-----(55)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(2b₂) 偏心距離大にしてσ' (張應力の場合) > 1/5 σ_{ca} の場合



$$\rho = \frac{A_s}{bh} \text{-----(56)}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{bh} \text{-----(57)}$$

$$k^3 + 3\left(\frac{e}{h} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6n\left[\rho\left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right) + \rho'\left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right)\right]k - 6n\left[\rho\left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right)\frac{d'}{h} + \rho'\left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right)\frac{d'}{h}\right] = 0 \text{-----(58)}$$

$$\sigma_c = \frac{N_e}{bh^2} \cdot \frac{1}{\frac{k}{2}\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right) + \frac{n\rho'}{k}\left(k - \frac{d'}{h}\right)\left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}\right) + \frac{n\rho}{k}\left(\frac{d'}{h} - k\right)\left(\frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right)} \text{-----(59)}$$

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c}{k}\left(\frac{d'}{h} - k\right) \text{-----(60)}$$

対称鉄筋の場合

$$\rho = \frac{A_s}{bh} \text{-----(61)}$$

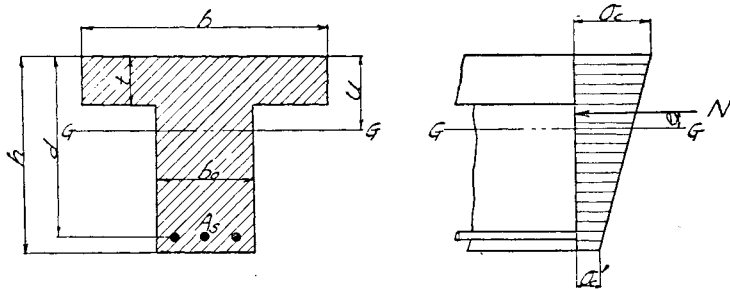
$$k^3 + 3\left(\frac{e}{h} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 12n\rho\frac{e}{h}k - 6n\rho\left[\frac{e}{h} + \frac{1}{2}\left(1 - \frac{2d'}{h}\right)^2\right] = 0 \text{-----(62)}$$

$$\sigma_c = \frac{N_e}{bh^2} \cdot \frac{1}{\frac{k}{2}\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right) + \frac{2n\rho}{k}\left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}\right)^2} \text{-----(63)}$$

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c}{k}\left(\frac{d'}{h} - k\right) \text{-----(64)}$$

[B]-(3) 単鉄筋 T 形断面

(3b) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$u = \frac{\frac{bt^2}{2} + \frac{b_0}{2}(h-t)(h+t) + nA_s d}{bt + b_0(h-t) + nA_s} \text{-----(65)}$$

$$A_i = bt + b_0(h-t) + nA_s \text{-----(66)}$$

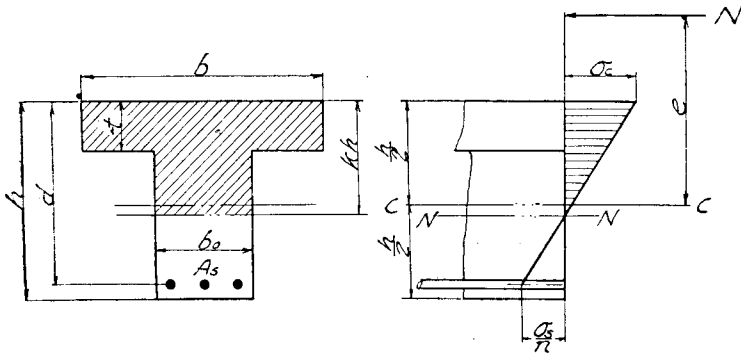
$$I_i = \frac{b_0}{3} [u^3 + (h-u)^3] + t(b-b_0) \left[\left(u - \frac{t}{2}\right)^2 + \frac{t^2}{12} \right] + nA_s(d-u)^2 \text{-----(67)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{Ne}{I_i} u \text{-----(68)}$$

$$\sigma_c' = \frac{N}{A_i} - \frac{Ne}{I_i} (h-u) \text{-----(69)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(3b) 偏心距離大にして σ'_s (張應力の場合) $> \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$\rho = \frac{A_s}{bh} \text{-----(70)}$$

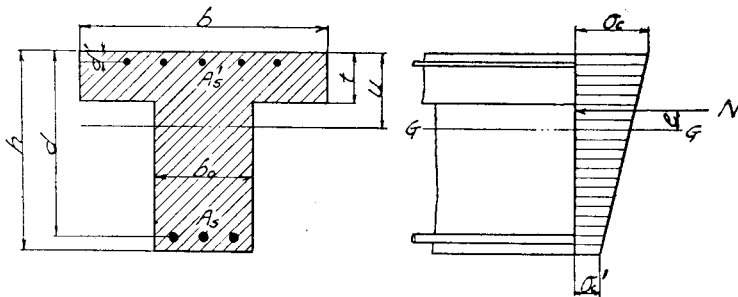
$$e/h = \frac{(\frac{1}{2} - \frac{\kappa}{3})\kappa^2 - (1 - \frac{b_0}{b})(\kappa - \frac{t}{h})^2(\frac{1}{2} - \frac{\kappa}{3} - \frac{2}{3}\frac{t}{h}) + 2n\rho(\frac{d}{h} - \kappa)(\frac{d}{h} - t)}{\kappa^2 - (1 - \frac{b_0}{b})(\kappa - \frac{t}{h})^2 - 2n\rho(\frac{d}{h} - \kappa)} \text{-----(71)}$$

$$c_c = \frac{N}{bh} \cdot \frac{2\kappa}{\kappa^2 - (1 - \frac{b_0}{b})(\kappa - \frac{t}{h})^2 - 2n\rho(\frac{d}{h} - \kappa)} \text{-----(72)}$$

$$\sigma'_s = n\sigma_c \frac{\frac{d}{h} - \kappa}{\kappa} \text{-----(73)}$$

[B]-4) 複鉄筋丁形断面

(4b) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$u = \frac{\frac{bt^2}{2} + \frac{b_0}{2}(h-t)(h+t) + n_s(A_s d + A_s' d')}{bt + b_0(h-t) + n(A_s + A_s')} \quad \text{----- (74)}$$

$$A_i = bt + b_0(h-t) + n(A_s + A_s') \quad \text{----- (75)}$$

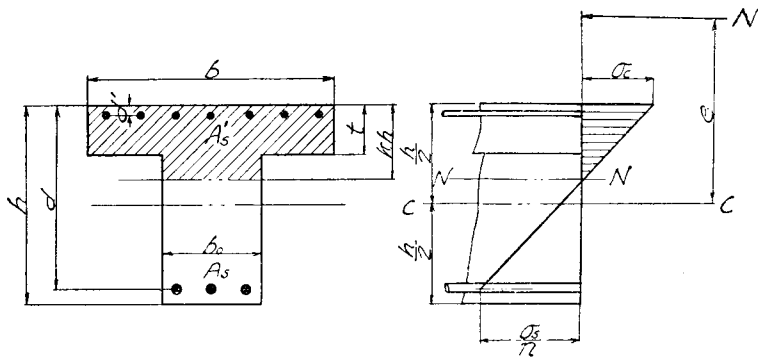
$$I_i = \frac{b_0}{3} [u^3 + (h-u)^3] + t(b-b_0) \left[\left(u - \frac{t}{2}\right)^2 + \frac{t^2}{12} \right] + nA_s(d-u)^2 + nA_s'(u-d')^2 \quad \text{----- (76)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{Ne}{I_i} \cdot u \quad \text{----- (77)}$$

$$\sigma_c' = \frac{N}{A_i} - \frac{Ne}{I_i} (h-u) \quad \text{----- (78)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限りに式を使用し得るものとす。

(4b₂) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合



$$\rho = \frac{A_s}{bh} \text{-----(79)}$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{bh} \text{-----(80)}$$

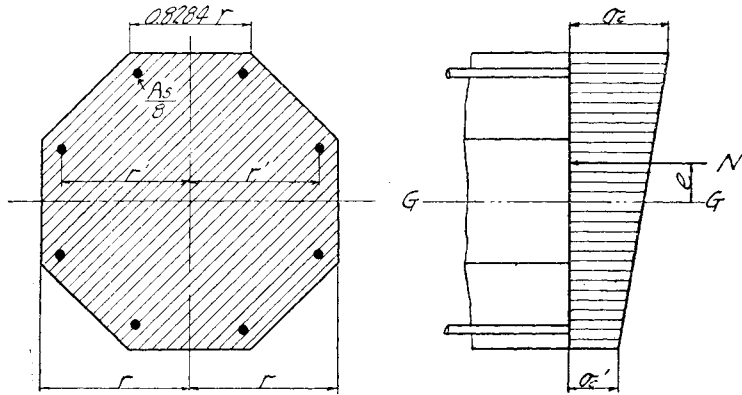
$$\frac{e}{h} = \frac{(\frac{1}{2} - \frac{\kappa}{3})\kappa^2 (1 - \frac{\xi_0}{h})(\kappa - \frac{\xi}{h})^2 (\frac{1}{2} - \frac{\kappa}{3} - \frac{2}{3}\frac{\xi}{h}) + 2n\rho'(\kappa - \frac{d'}{h})(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}) + 2n\rho(\frac{d'}{h} - \kappa)(\frac{d'}{h} - \frac{1}{2})}{\kappa^2 - (1 - \frac{\xi_0}{h})(\kappa - \frac{\xi}{h})^2 + 2n\rho'(\kappa - \frac{d'}{h}) - 2n\rho(\frac{d'}{h} - \kappa)} \text{-----(81)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{bh} \cdot \frac{2\kappa}{\kappa^2 - (1 - \frac{\xi_0}{h})(\kappa - \frac{\xi}{h})^2 + 2n\rho'(\kappa - \frac{d'}{h}) - 2n\rho(\frac{d'}{h} - \kappa)} \text{-----(82)}$$

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{\frac{d'}{h} - \kappa}{\kappa} \text{-----(83)}$$

[B]-(5) 八角形断面

(5 b.) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合

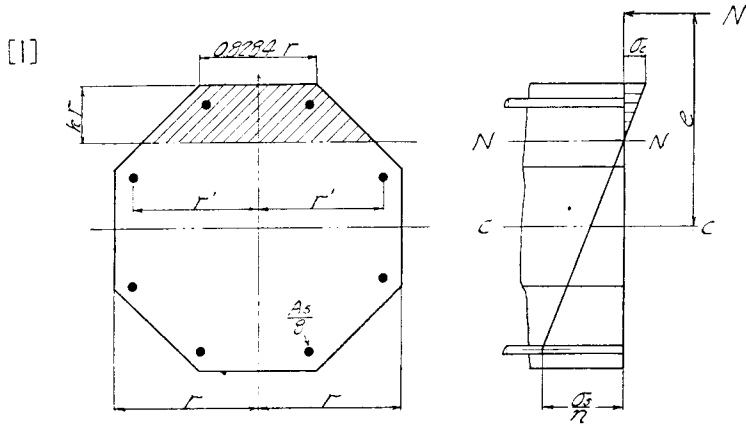


$$\rho = \frac{A_s}{3.3137 r^2} \quad \text{--- (84)}$$

$$\left. \begin{matrix} \sigma_c \\ \sigma_c' \end{matrix} \right\} = \frac{N}{r^2} \left[\frac{1}{3.3137(1+np)} \pm \frac{e}{0.8750 + 1.9411np(f)^2} \right] \quad \text{--- (85)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(5_{b2}) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{3}\sigma_{ca}$ の場合

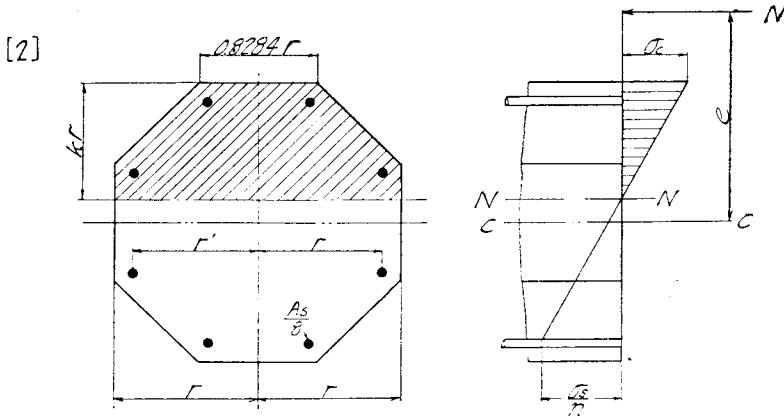


$$p = \frac{A_s}{3.3137 r^2} \quad \text{----- (86)}$$

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2(k + 1.2426) - k^3(\frac{k}{2} + 0.4142) + 5.8234rp(\frac{r'}{r})^2}{k^2(k + 1.2426) - 9.9411rp(1 - k)} \quad \text{----- (87)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2(\frac{k}{2} + 0.4142) - 3.3137rp(1 - k)} \quad \text{----- (88)}$$

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{1 - k + \frac{r'}{r}}{k} \quad \text{----- (89)}$$



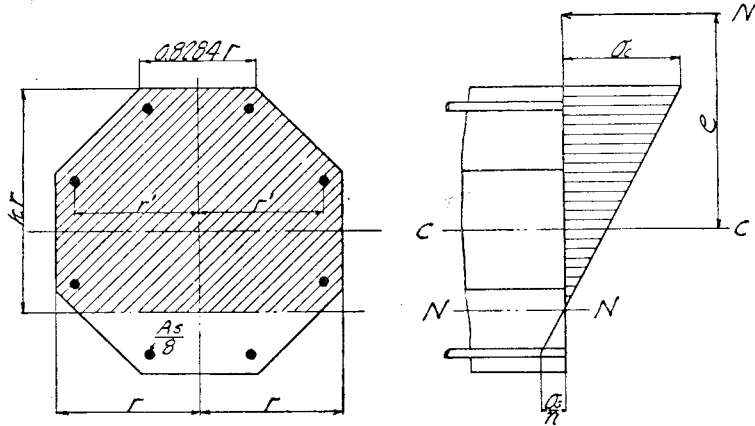
$$\rho = \frac{A_s}{3.3137 r^2} \text{-----(90)}$$

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2 - 0.3333k^3 - 0.0066 - 0.2761(k - 0.1953) + 1941np(f')^2}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 3.3137np(1-k)} \text{-----(91)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 3.3137np(1-k)} \text{-----(92)}$$

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{1-k+f'}{k} \text{-----(93)}$$

[3]



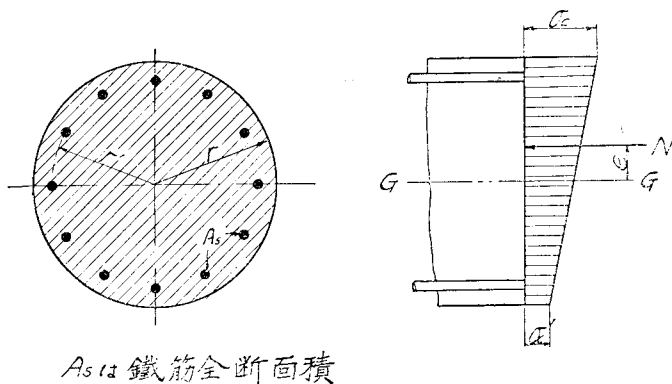
$$\rho = \frac{A_s}{3.3137 r^2} \text{-----(94)}$$

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2 - \frac{1}{3}k^3 - 0.0066 - 0.2761(k - 0.1953) - \frac{1}{6}(k - 1.4142)^3(0.5858 - k) + 1941np(f')^2}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - \frac{1}{3}(k - 1.4142)^3 - 3.3137np(1-k)} \text{-----(95)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 0.3333(k - 1.4142)^3 - 3.3137np(1-k)} \text{-----(96)}$$

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{1-k+f'}{k} \text{-----(97)}$$

[B]-(6) 圓形断面

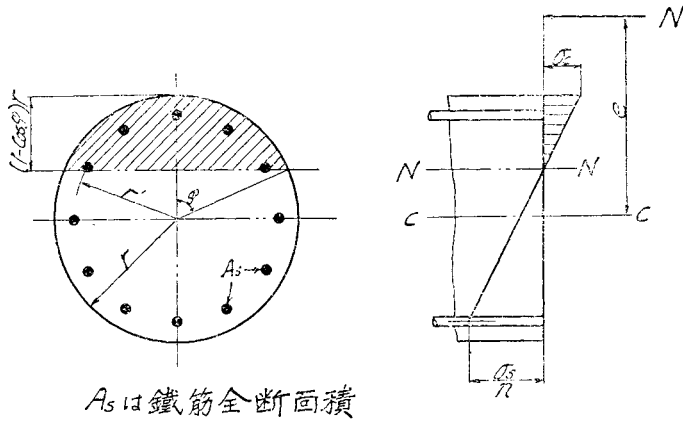
(6 b₁) 偏心距離小にして σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合

$$\rho = \frac{A_s}{\pi r^2} \quad \text{----- (88)}$$

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_c'} = \frac{N}{\pi r^2} \left[\frac{1}{(1 + \pi \rho)} \pm \frac{e}{1 + 2\pi \rho \left(\frac{r}{f}\right)^2} \cdot \frac{e}{r} \right] \quad \text{----- (89)}$$

但し σ_c' (張應力の場合) $< \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合に限り上式を使用し得るものとす。

(6b₂) 偏心距離大にして σ_c' (張應力の場合) $> \frac{1}{5} \sigma_{c2}$ の場合



$$\rho = \frac{A_s}{\pi r^2} \text{-----(100)}$$

$$\frac{e}{r} = \frac{\frac{\varphi}{3} - \sin \varphi \cos \varphi \left(\frac{r}{3} - \frac{1}{6} \cos^2 \varphi \right) + \frac{1}{2} n \pi \rho (F')^2}{\frac{\sin^2 \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi - n \pi \rho \cos \varphi} \text{-----(101)}$$

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{1 - \cos \varphi}{\frac{\sin^2 \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi - n \pi \rho \cos \varphi} \text{-----(102)}$$

$$\sigma_s = n \sigma_c \frac{F' + \cos \varphi}{1 - \cos \varphi} \text{-----(103)}$$

[A] 彎曲率のみを受くる場合

之は普通の桁の断面の計算に使用せらるゝ式である。

[A]—(1) 単鉄筋矩形断面

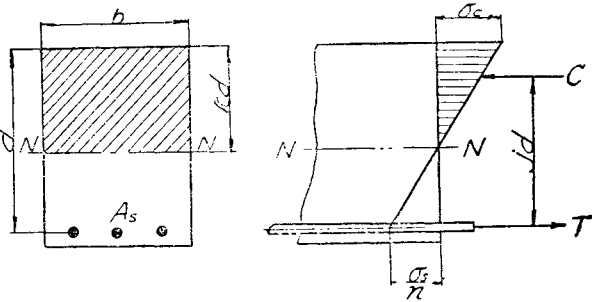
『註』 下記の計算は一々断つてはないが總て左右對稱なる断面に就ての計算式である。

先づ應力を求める算式 (16) から出して見る (第一圖参照)。鐵筋比は

$$p = \frac{A_s}{bd} \dots \dots \dots (5)$$

(6) 式は中立軸の位置を與ふるものであるが、之は第一圖の應力分布圖より (示方書第七十條應力の計算参照)

$$\frac{\sigma_c}{\frac{\sigma_s}{n}} = \frac{kd}{d(1-k)} \dots (1)$$



第一圖

の關係を得、且つ断面の全壓應力と全張應力は相等しかるべき條件より

$$C = \frac{1}{2} kdb\sigma_c = T = \sigma_s A_s = pbd\sigma_s$$

の關係を得、之より

$$k^2 - 2n(1-k)p = 0$$

なる k に關する二次方程式を得る。之を解けば

$$k = \sqrt{2np + (np)^2} - np \dots \dots \dots (6)$$

を得るのである。

次に壓應力の合力 C の作用點は上端より $\frac{kd}{3}$ の位置にあるから、 C と T の距離は $jd = d - \frac{kd}{3}$ 、従つて (7) 式を得る (第一表参照)。

斯くて k 及 j を知ると次に外力による彎曲率と、断面の應力による抵抗力率とを相等しと置いて

$$M = Cjd = \frac{1}{2} kdb\sigma_c jd \dots \dots \dots (7)$$

従つて (8) 式を得る。

$$M = Tjd = A_s \sigma_s jd \dots \dots \dots (8)$$

従つて (10) 式を得る。

第 一 表

ρ	k	j	ρ	k	j	ρ	k	j	ρ	k	j
0.0010	0.159	0.947	0.0060	0.344	0.885	0.0110	0.433	0.856	0.0160	0.493	0.836
0.0011	0.166	0.945	0.0061	0.346	0.885	0.0111	0.434	0.855	0.0161	0.494	0.835
0.0012	0.173	0.943	0.0062	0.348	0.884	0.0112	0.436	0.855	0.0162	0.495	0.835
0.0013	0.179	0.940	0.0063	0.350	0.883	0.0113	0.437	0.854	0.0163	0.496	0.835
0.0014	0.185	0.938	0.0064	0.353	0.883	0.0114	0.438	0.854	0.0164	0.497	0.834
0.0015	0.191	0.936	0.0065	0.355	0.882	0.0115	0.440	0.853	0.0165	0.498	0.834
0.0016	0.196	0.935	0.0066	0.357	0.881	0.0116	0.441	0.853	0.0166	0.499	0.834
0.0017	0.202	0.933	0.0067	0.359	0.880	0.0117	0.442	0.852	0.0167	0.500	0.833
0.0018	0.207	0.931	0.0068	0.361	0.880	0.0118	0.444	0.852	0.0168	0.501	0.833
0.0019	0.212	0.929	0.0069	0.363	0.879	0.0119	0.445	0.852	0.0169	0.502	0.833
0.0020	0.217	0.928	0.0070	0.365	0.878	0.0120	0.446	0.851	0.0170	0.503	0.832
0.0021	0.222	0.926	0.0071	0.367	0.878	0.0121	0.447	0.851	0.0171	0.504	0.832
0.0022	0.226	0.925	0.0072	0.369	0.877	0.0122	0.449	0.850	0.0172	0.505	0.832
0.0023	0.230	0.923	0.0073	0.371	0.876	0.0123	0.450	0.850	0.0173	0.506	0.831
0.0024	0.235	0.922	0.0074	0.373	0.876	0.0124	0.452	0.849	0.0174	0.507	0.831
0.0025	0.239	0.920	0.0075	0.375	0.875	0.0125	0.453	0.849	0.0175	0.508	0.831
0.0026	0.243	0.919	0.0076	0.377	0.874	0.0126	0.454	0.849	0.0176	0.509	0.830
0.0027	0.247	0.918	0.0077	0.379	0.874	0.0127	0.455	0.848	0.0177	0.510	0.830
0.0028	0.251	0.916	0.0078	0.381	0.873	0.0128	0.457	0.848	0.0178	0.511	0.830
0.0029	0.255	0.915	0.0079	0.383	0.873	0.0129	0.458	0.847	0.0179	0.512	0.829
0.0030	0.258	0.914	0.0080	0.384	0.872	0.0130	0.459	0.847	0.0180	0.513	0.829
0.0031	0.262	0.913	0.0081	0.386	0.871	0.0131	0.461	0.847	0.0181	0.514	0.829
0.0032	0.266	0.912	0.0082	0.388	0.871	0.0132	0.462	0.846	0.0182	0.515	0.828
0.0033	0.269	0.910	0.0083	0.390	0.870	0.0133	0.463	0.846	0.0183	0.516	0.828
0.0034	0.272	0.909	0.0084	0.392	0.870	0.0134	0.464	0.845	0.0184	0.517	0.828
0.0035	0.276	0.908	0.0085	0.393	0.869	0.0135	0.465	0.845	0.0185	0.518	0.828
0.0036	0.279	0.907	0.0086	0.395	0.868	0.0136	0.467	0.845	0.0186	0.518	0.827
0.0037	0.282	0.906	0.0087	0.397	0.868	0.0137	0.468	0.844	0.0187	0.519	0.827
0.0038	0.285	0.905	0.0088	0.399	0.867	0.0138	0.469	0.844	0.0188	0.520	0.827
0.0039	0.289	0.904	0.0089	0.400	0.867	0.0139	0.470	0.843	0.0189	0.521	0.826
0.0040	0.292	0.903	0.0090	0.402	0.866	0.0140	0.471	0.843	0.0190	0.522	0.826
0.0041	0.295	0.902	0.0091	0.404	0.866	0.0141	0.472	0.843	0.0191	0.523	0.826
0.0042	0.298	0.901	0.0092	0.405	0.865	0.0142	0.474	0.842	0.0192	0.524	0.825
0.0043	0.300	0.900	0.0093	0.407	0.864	0.0143	0.475	0.842	0.0193	0.525	0.825
0.0044	0.303	0.899	0.0094	0.408	0.864	0.0144	0.476	0.841	0.0194	0.526	0.825
0.0045	0.306	0.898	0.0095	0.410	0.863	0.0145	0.477	0.841	0.0195	0.526	0.825
0.0046	0.309	0.897	0.0096	0.412	0.863	0.0146	0.478	0.841	0.0196	0.527	0.824
0.0047	0.312	0.896	0.0097	0.413	0.862	0.0147	0.479	0.840	0.0197	0.528	0.824
0.0048	0.314	0.895	0.0098	0.415	0.862	0.0148	0.480	0.840	0.0198	0.529	0.824
0.0049	0.317	0.894	0.0099	0.416	0.861	0.0149	0.481	0.840	0.0199	0.530	0.823
0.0050	0.320	0.894	0.0100	0.418	0.861	0.0150	0.483	0.839	0.0200	0.531	0.823
0.0051	0.322	0.893	0.0101	0.419	0.860	0.0151	0.484	0.839	0.0201	0.532	0.823
0.0052	0.325	0.892	0.0102	0.421	0.860	0.0152	0.485	0.838	0.0202	0.532	0.823
0.0053	0.327	0.891	0.0103	0.423	0.859	0.0153	0.486	0.838	0.0203	0.533	0.822
0.0054	0.330	0.890	0.0104	0.424	0.859	0.0154	0.487	0.838	0.0204	0.534	0.822
0.0055	0.332	0.889	0.0105	0.425	0.858	0.0155	0.488	0.837	0.0205	0.535	0.822
0.0056	0.334	0.889	0.0106	0.427	0.858	0.0156	0.489	0.837	0.0206	0.536	0.821
0.0057	0.337	0.888	0.0107	0.428	0.857	0.0157	0.490	0.837	0.0207	0.537	0.821
0.0058	0.339	0.887	0.0108	0.430	0.857	0.0158	0.491	0.836	0.0208	0.537	0.821
0.0059	0.341	0.886	0.0109	0.431	0.856	0.0159	0.492	0.836	0.0209	0.538	0.821

第 二 表

σ_c (kg/cm^2)	$\sigma_s = 1000 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_s = 1050 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_s = 1100 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_s = 1150 \text{ kg/cm}^2$		$\sigma_s = 1200 \text{ kg/cm}^2$	
	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2
20	0.686	0.00158	0.697	0.00148	0.709	0.00138	0.720	0.00130	0.732	0.00122
21	0.657	0.00165	0.669	0.00154	0.680	0.00144	0.691	0.00136	0.702	0.00128
22	0.632	0.00173	0.643	0.00161	0.653	0.00151	0.664	0.00142	0.674	0.00133
23	0.609	0.00182	0.619	0.00168	0.629	0.00157	0.639	0.00148	0.649	0.00139
24	0.588	0.00187	0.597	0.00174	0.607	0.00163	0.616	0.00153	0.625	0.00144
25	0.568	0.00194	0.577	0.00181	0.586	0.00169	0.595	0.00159	0.604	0.00150
26	0.550	0.00201	0.559	0.00187	0.567	0.00176	0.576	0.00165	0.584	0.00155
27	0.533	0.00208	0.542	0.00194	0.550	0.00182	0.558	0.00171	0.566	0.00161
28	0.518	0.00214	0.526	0.00200	0.533	0.00188	0.541	0.00176	0.549	0.00166
29	0.503	0.00221	0.511	0.00207	0.518	0.00194	0.526	0.00182	0.533	0.00171
30	0.489	0.00228	0.497	0.00213	0.504	0.00200	0.511	0.00188	0.519	0.00177
31	0.477	0.00235	0.484	0.00219	0.491	0.00206	0.498	0.00193	0.505	0.00182
32	0.465	0.00241	0.472	0.00226	0.479	0.00212	0.485	0.00199	0.492	0.00187
33	0.454	0.00248	0.461	0.00232	0.464	0.00217	0.470	0.00204	0.477	0.00193
34	0.443	0.00254	0.449	0.00238	0.456	0.00223	0.462	0.00210	0.468	0.00198
35	0.433	0.00261	0.439	0.00244	0.445	0.00229	0.451	0.00215	0.457	0.00203
36	0.424	0.00267	0.430	0.00250	0.435	0.00235	0.441	0.00221	0.447	0.00208
37	0.415	0.00274	0.421	0.00256	0.426	0.00240	0.432	0.00226	0.437	0.00213
38	0.406	0.00280	0.412	0.00262	0.417	0.00246	0.423	0.00231	0.428	0.00218
39	0.398	0.00287	0.403	0.00268	0.409	0.00252	0.414	0.00237	0.419	0.00223
40	0.390	0.00293	0.396	0.00274	0.401	0.00257	0.406	0.00242	0.411	0.00228
41	0.383	0.00299	0.388	0.00280	0.393	0.00263	0.398	0.00247	0.403	0.00233
42	0.376	0.00305	0.381	0.00286	0.386	0.00268	0.390	0.00252	0.395	0.00238
43	0.369	0.00311	0.374	0.00292	0.379	0.00274	0.384	0.00258	0.388	0.00243
44	0.363	0.00318	0.368	0.00297	0.371	0.00279	0.375	0.00263	0.380	0.00248
45	0.357	0.00324	0.361	0.00303	0.366	0.00285	0.370	0.00268	0.374	0.00253
46	0.351	0.00330	0.355	0.00309	0.360	0.00290	0.364	0.00273	0.368	0.00258
47	0.345	0.00336	0.350	0.00315	0.354	0.00295	0.358	0.00278	0.362	0.00262
48	0.340	0.00342	0.344	0.00320	0.348	0.00301	0.352	0.00283	0.356	0.00267
49	0.335	0.00348	0.339	0.00326	0.343	0.00306	0.347	0.00288	0.351	0.00272
50	0.330	0.00354	0.334	0.00331	0.338	0.00311	0.341	0.00293	0.345	0.00277
51	0.325	0.00359	0.329	0.00337	0.333	0.00316	0.337	0.00298	0.340	0.00281
52	0.321	0.00365	0.324	0.00342	0.328	0.00322	0.332	0.00303	0.335	0.00286
53	0.317	0.00371	0.321	0.00348	0.325	0.00327	0.328	0.00308	0.332	0.00291
54	0.312	0.00377	0.316	0.00353	0.319	0.00332	0.322	0.00313	0.326	0.00295
55	0.308	0.00383	0.311	0.00359	0.315	0.00337	0.317	0.00318	0.321	0.00300
56	0.304	0.00388	0.307	0.00364	0.311	0.00342	0.314	0.00322	0.317	0.00305
57	0.300	0.00394	0.303	0.00369	0.307	0.00347	0.310	0.00327	0.313	0.00309
58	0.296	0.00400	0.300	0.00375	0.303	0.00352	0.306	0.00332	0.309	0.00314
59	0.293	0.00405	0.296	0.00380	0.299	0.00357	0.302	0.00337	0.305	0.00318
60	0.289	0.00411	0.292	0.00385	0.295	0.00362	0.298	0.00342	0.301	0.00323
61	0.286	0.00417	0.289	0.00391	0.292	0.00367	0.295	0.00346	0.298	0.00327
62	0.282	0.00422	0.285	0.00396	0.288	0.00372	0.291	0.00351	0.294	0.00332
63	0.279	0.00428	0.282	0.00401	0.285	0.00377	0.288	0.00356	0.291	0.00336
64	0.276	0.00433	0.279	0.00406	0.282	0.00382	0.285	0.00360	0.287	0.00341
65	0.273	0.00438	0.276	0.00411	0.279	0.00387	0.281	0.00365	0.284	0.00345

(9) 式は σ_c と σ_s の関係を示すもので (イ) 式より求むる事が出来る。

扨て断面及鉄筋量を設計する場合に使用する算式 (1a) は許容応力を先づ假定する (第十七章参照)。さすれば中立軸の位置 k 及これに相應する j は (イ) 式より

$$k = \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} \dots\dots\dots (ニ)$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = \frac{2n\sigma_c + 3\sigma_s}{3(n\sigma_c + \sigma_s)} \dots\dots\dots (ニ')$$

の關係で決定せられる。

然るに (ロ) 及 (ハ) 式を等しと置いて

$$\sigma_c k = 2\sigma_s p$$

の關係を得るから、假定した應力を丁度その断面に生ぜしむべき鉄筋量 p は上式に (ニ) 式を代入し

$$p = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \cdot \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} \dots\dots\dots (ホ)$$

で得られるし、斯かる鉄筋量 (平衡鉄筋量とも云ふ) を有する場合の断面の寸法 b 及 d は、(8) 式に (ニ) 及 (ニ') 式を挿入して

$$\sigma_c = \frac{2M}{\frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} \cdot \frac{2n\sigma_c + 3\sigma_s}{3(n\sigma_c + \sigma_s)} b d^2}$$

$$\therefore d = \frac{n\sigma_c + \sigma_s}{n\sigma_c} \sqrt{\frac{6n}{(2n\sigma_c + 3\sigma_s)}} \sqrt{\frac{M}{b}} \dots\dots\dots (1) \text{ 及 } (2)$$

を得る。これは即ち (1) 及 (2) 式であつて、許容應力 σ_c kg/cm², σ_s kg/cm² を假定し且つ $n = 15$ と置き、幅 b 當りの彎曲率 M を知れば (b が m 單位の時は M も $kg \cdot m$ 單位, b が cm の時は M も $kg \cdot cm$ 單位で置く) 桁又は版の所要有效高さ d を直ちに cm 單位にて求める事が出来るのである (第二表参照)。

次に鉄筋量 A_s は (5) 式の p 及 d に (ホ), (1) 及 (2) 式の關係を入れ

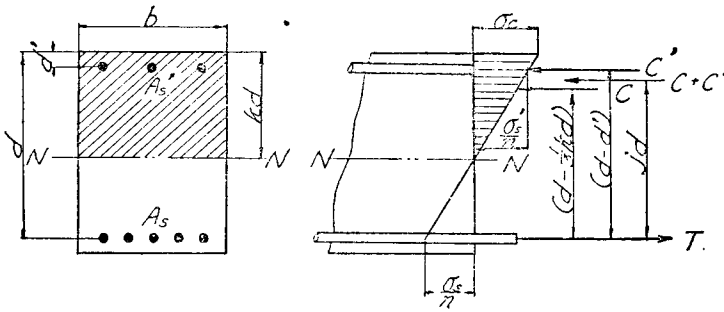
$$A_s = \frac{\sigma_c}{2\sigma_s} \sqrt{\frac{6n}{(2n\sigma_c + 3\sigma_s)}} \sqrt{M b} \dots\dots\dots (3) \text{ 及 } (4)$$

にて求められる。茲に M は幅 b 當りの彎曲率で、單位は M は $kg \cdot cm$, b は cm , σ_c 及 σ_s は kg/cm^2 にすれば直ちに所要鉄筋量 A_s を cm^2 の單位にて得る事が出来る (第二表参照)。

[A]-(2) 複鉄筋矩形断面

[A]-(1) と同様に應力を求める算式 (2b) から出す。

鉄筋比は抗張 (16) 式, 抗壓 (17) 式



第二圖

次に應力分布圖より

$$\frac{\sigma_c}{\frac{\sigma_s}{n}} = \frac{kd}{d - kd} \dots\dots\dots (イ)$$

$$\frac{\sigma_c}{\frac{\sigma_s'}{n}} = \frac{kd}{kd - d'} \dots\dots\dots (へ)$$

(イ) 式より (13) 式及 (22) 式を得る。(へ) 式より σ_s' の値を得られるが、之は許容應力を決して超過する事がないから計算するに及ばない。

次に [A]-(1) と同様に

$$T = C + C'$$

即ち

$$\sigma_s A_s = \frac{1}{2} k b d \sigma_c + \sigma_s' A_s'$$

上式と (イ) 及 (へ) 兩式を組合せ $\sigma_c, \sigma_s, \sigma_s'$ を消去すれば

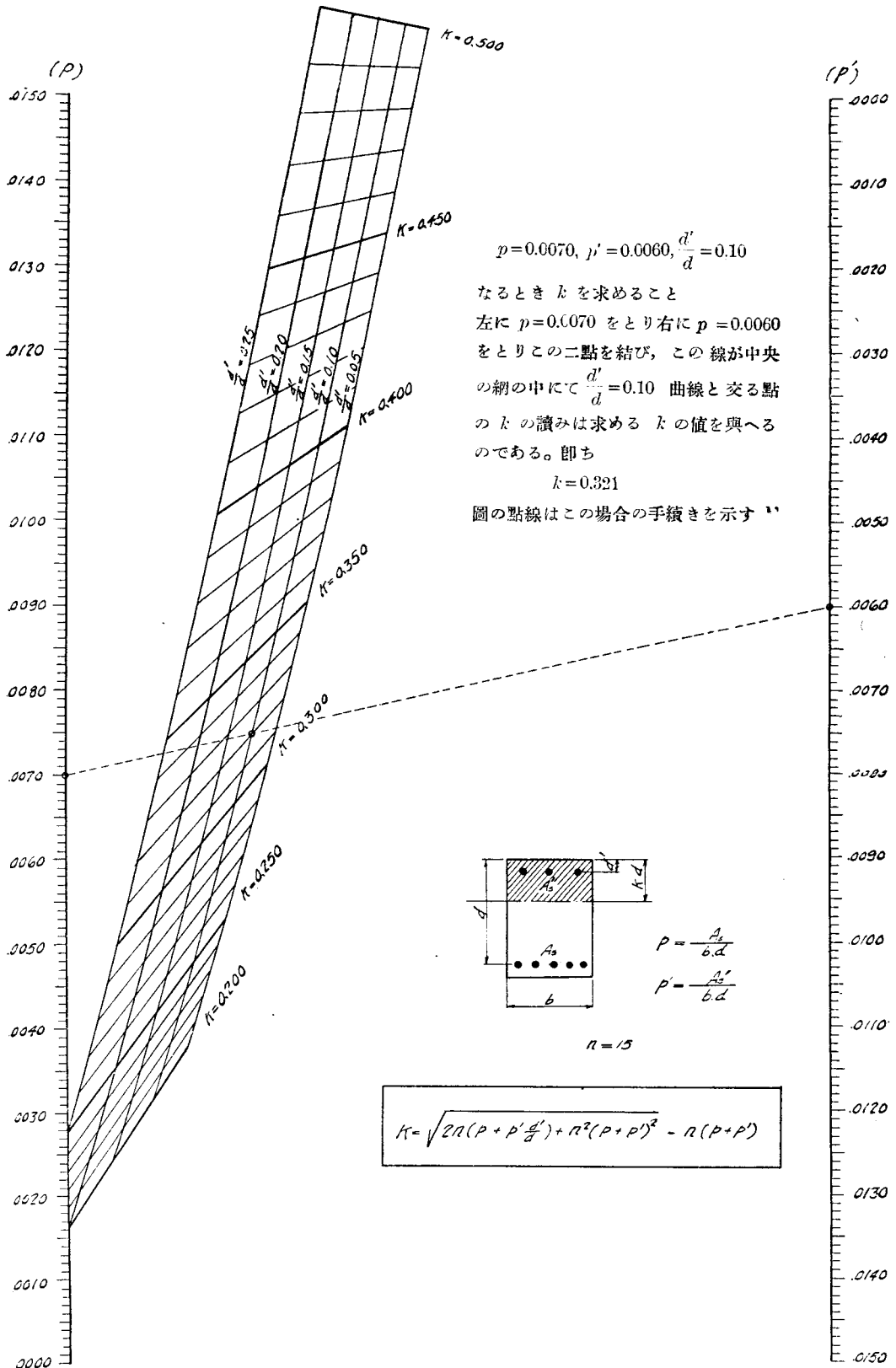
$$k^3 + 2n(p + p')k - 2n(p + p')\frac{d'}{d} = 0 \dots\dots\dots (ト)$$

之を解いて (18) 式の中立軸の位置を得る。

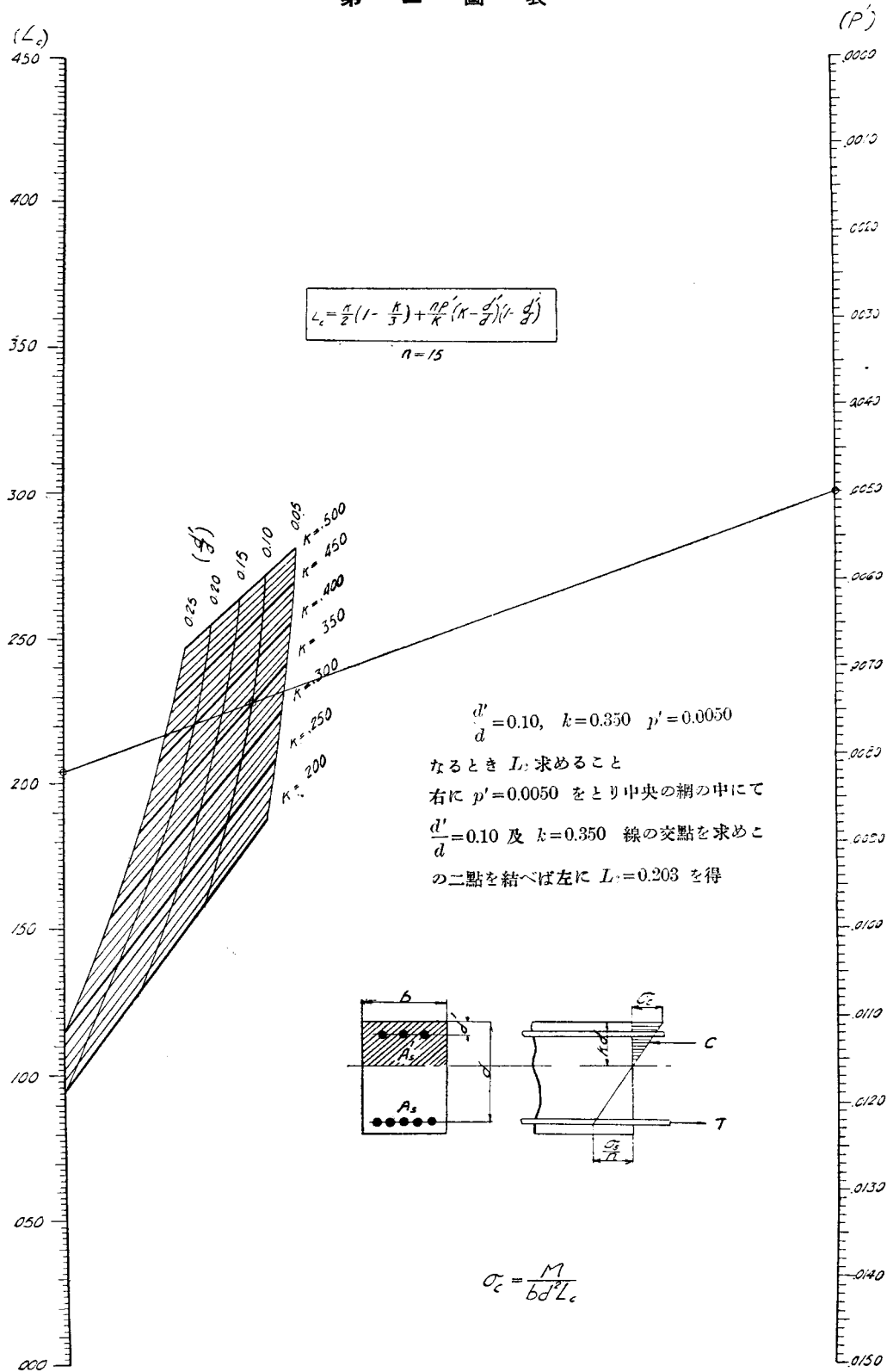
$$k = \sqrt[3]{2n(p + p')\frac{d'}{d} + n^2(p + p')^2 - n(p + p')} \dots\dots\dots (18)$$

(18) 式の計算は面倒の様であるが、之はノモグラムに依ると、 $p, p', \frac{d'}{d}$ の任意の比に對して直ちに k を求める事が出来る (第一圖表参照)。

第一圖表



第二圖表



次に j は、抗張鉄筋の中心に関して断面応力の抵抗力率 M_R を次の如く二通りに表す

$$M_R = C \left(d - \frac{1}{3}kd \right) + C'(d - d') = \frac{1}{2}\sigma_c kdb \left(d - \frac{k}{2} \right) + \sigma_s' A_s' (d - d') \dots\dots\dots (チ)$$

$$M_R = (C + C')jd = \left(\frac{1}{2}\sigma_c kdb + \sigma_s' A_s' \right)jd \dots\dots\dots (チ')$$

の關係を得、この兩式の M_R を等しとおき且つ (へ) 式の σ_s' を代入せば

$$j = \frac{\frac{1}{2}\sigma_c kdb \left(1 - \frac{k}{3} \right) + n\sigma_c \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} p'bd \left(1 - \frac{d'}{d} \right)}{\frac{1}{2}\sigma_c kbd + n\sigma_c \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} p'bd} = \frac{k^2 \left(1 - \frac{k}{3} \right) + 2np' \left(k - \frac{d'}{d} \right) \left(1 - \frac{d'}{d} \right)}{k^2 + 2np' \left(k - \frac{d'}{d} \right)} \dots\dots\dots (19)$$

尙ほ之に (ト) 式の p' を代入せば

$$j = \left(1 - \frac{d'}{d} \right) + \frac{k^2 \left(\frac{d'}{d} - \frac{k}{3} \right)}{2np \left(1 - k \right)} \dots\dots\dots (19')$$

を得る。上記 (19) 及 (19') 式は非常に面倒であるが、之は彎曲應力を求むる場合には必要でない [(20) 及 (22) 式を用ふればよい]、然し剪應力を求むる場合には必要なのであるが、此の場合にも $j = 1 - \frac{k}{3}$ と置いて簡単に且つ安全側に j を出してもよいのである。

次に (20) 及 (21) 式による σ_c は (チ) 式を變化し M_R を外力による彎曲率 M に等しと置けば直ちに求められる。即ち (チ) 式に (へ) 式及 (17) 式を代入せば

$$M = \frac{1}{2}\sigma_c kbd \left(d - \frac{kd}{3} \right) + n\sigma_c \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} p'bd(d - d')$$

$$\sigma_c = \frac{M}{bd^2} \frac{1}{\frac{k}{2} \left(1 - \frac{k}{3} \right) + \frac{np' \left(k - \frac{d'}{d} \right) \left(1 - \frac{d'}{d} \right)}{k}} \dots\dots\dots (20) \text{ 及 } (21)$$

(21) 式もノモグラムで計算すると簡単である (第二圖表参照)。

抗張鉄筋の應力 σ_s は前述の (22) 式で求むればよい。

扱て断面及鉄筋量を設計する場合に使用する算式 (2a) であるが、先づ (20) 及 (21) 式より p' を求めると

$$p' = \frac{\frac{M}{bd^2} - \frac{1}{2} k \sigma_c \left(1 - \frac{k}{3}\right)}{\frac{n \sigma_c}{k} \left(k - \frac{d'}{d}\right) \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \dots\dots\dots (15)$$

次に (1) 式の p' を (15) 式に代入すると

$$p = \frac{\frac{M}{bd^2} - \frac{\sigma_c}{2} k \left(\frac{d'}{d} - \frac{k}{3}\right)}{\frac{n \sigma_c}{k} (1 - k) \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \dots\dots\dots (16)$$

を得る。之に (1) 式より求められる次の (13) 式

$$k = \frac{n \sigma_c}{n \sigma_c + \sigma_s} \dots\dots\dots (13)$$

の關係を入れると

$$p = \frac{\frac{M}{bd^2} + \frac{\sigma_c}{2} k \left(\frac{k}{3} - \frac{d'}{d}\right)}{\sigma_s \left(1 - \frac{d'}{d}\right)} \dots\dots\dots (14)$$

を得る。

上記の p, p' は σ_c, σ_s, b 及 d が與へられて居る場合、之等の断面形に於て σ_c, σ_s の丁度與へられた應力を出すに必要な抗張、抗壓の鉄筋比である。

次に p 及 p' が與へられて居つて b 及 d が未知の場合、 σ_c 及 σ_s が與へられて居れば断面形 b と d の間に一關係を導く事が出来る。之が (11) 式及 (12) 式である。即ち (15) 式及 (1) 式より

$$\frac{p'}{p} = \frac{A_s'}{A_s} = \frac{\frac{M}{bd^2} - \frac{\sigma_c}{2} k \left(1 - \frac{k}{3}\right) (1 - k)}{\frac{M}{bd^2} - \frac{\sigma_c}{2} k \left(\frac{d'}{d} - \frac{k}{3}\right) \left(k - \frac{d'}{d}\right)}$$

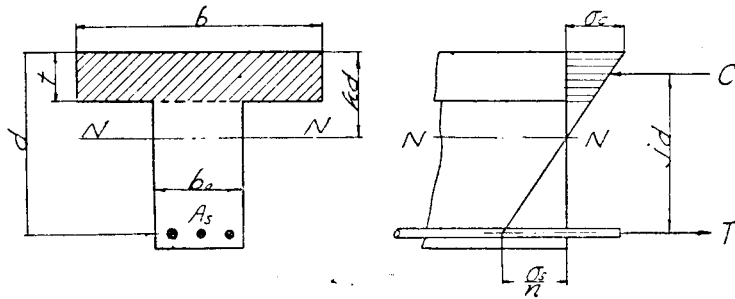
を得、之を變化して

$$d = \sqrt{\frac{1}{\sigma_c k \left[\left(1 - \frac{k}{3}\right) + \frac{A_s' \left(k - \frac{d'}{d}\right) \left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{\left(1 - k\right) - \frac{A_s' \left(k - \frac{d'}{d}\right)}{A_s} \right]} \right]} \sqrt{\frac{M}{b}} \dots\dots (11) \text{ 及 } (12)$$

を求むる事が出来る、此の計算もノモグラムに依れば簡単に結果が求められる。 M, b, d, σ_c 等の単位については(1)及(2)式の場合と同様の注意が必要である。

[A]-(3) 単鉄筋T形断面

先づ應力を求むる算式(3b)から出す。



第三圖

$$p = \frac{A_s}{bd} \dots\dots\dots(27)$$

茲に b は T 形断面の計算に假定する抗壓突縁幅である。第三圖の應力分布圖より

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_s} = \frac{kd}{d - kd} \dots\dots\dots(1)$$

故に

$$\sigma_c = \frac{k}{n(1-k)} \sigma_s \dots\dots\dots(31)$$

次に第三圖に示す如くコンクリートの壓應力の合成力 C を考ふるに、腹部に於ける僅少のコンクリートの壓應力を無視すれば

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

全張應力 T は

$$T = A_s \sigma_s = pbd \frac{(1-k)}{k} n \sigma_c$$

従つて $C=T$ と置けば、中立軸の位置 k を得る。

$$k = \frac{np + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right)^2}{np + \left(\frac{t}{d} \right)} \dots\dots\dots(28)$$

但し上式による kd が t よりも小なる場合には、計算は T 形断面としてでなく、矩形断面として行はねばならぬ。従つて [A]-(1) に戻るべきである事を忘れてはならぬ。(28) 式もノモグラムに依ると簡単に求め得る (第三圖表参照)。

次に C の作用點は應力梯形の重心であるから、断面上端より

$$\frac{t}{3} \frac{\sigma_c + 2\sigma_s \frac{kd-t}{kd}}{\sigma_c + \sigma_s \frac{kd-t}{kd}}$$

の位置にある。従つて

$$jd = d - \frac{t}{3} \frac{\sigma_c \left[1 + \frac{2(kd-t)}{kd} \right]}{\sigma_c \left[1 + \frac{kd-t}{kd} \right]} = d - \frac{t}{3} \frac{3kd-2t}{2kd-t}$$

即ち

$$j = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right) \frac{3k - 2 \left(\frac{t}{d} \right)}{2k - \left(\frac{t}{d} \right)} \dots \dots \dots (29)$$

上式に (28) の k を代入して

$$j = \frac{6 - 6 \left(\frac{t}{d} \right) + 2 \left(\frac{t}{d} \right)^2 + \frac{1}{2np} \left(\frac{t}{d} \right)^3}{6 - 3 \left(\frac{t}{d} \right)} \dots \dots \dots (29')$$

をすれば (第四圖表参照) σ_s は直ちに次式にて求め得る。

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s jd} \left(= \frac{M}{p j b d^2} \right) \dots \dots \dots (30)$$

σ_s は前述の (31) 式により求むる事が出来る。

扱て断面及鉄筋量を設計する場合に使用する算式 (3a) を求めて見やう。

先づ (31) 式より與へられた σ_c, σ_s に應ずる中立軸の位置

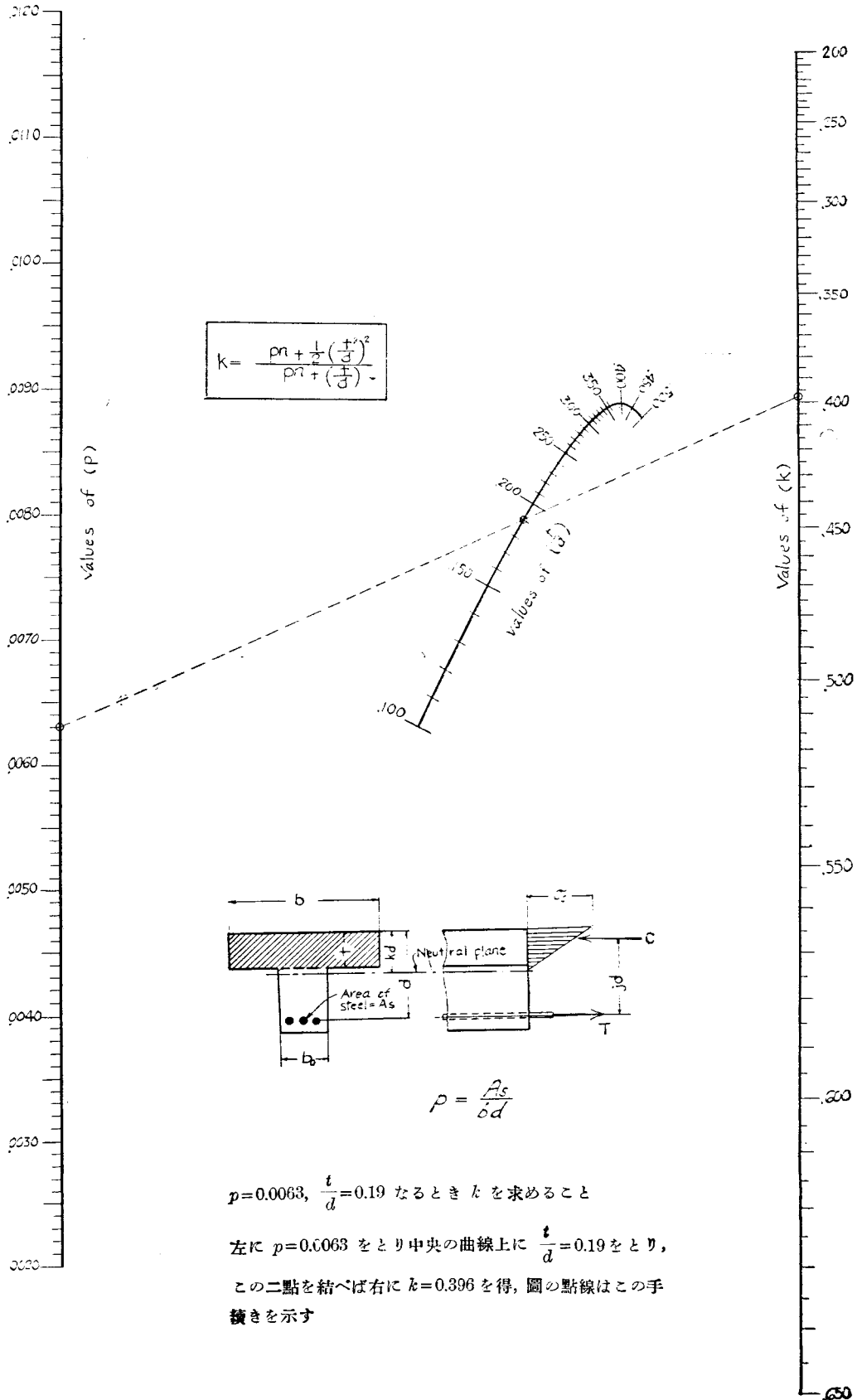
$$k = \frac{n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s}$$

を出し、之と (28) 式により所要鉄筋量

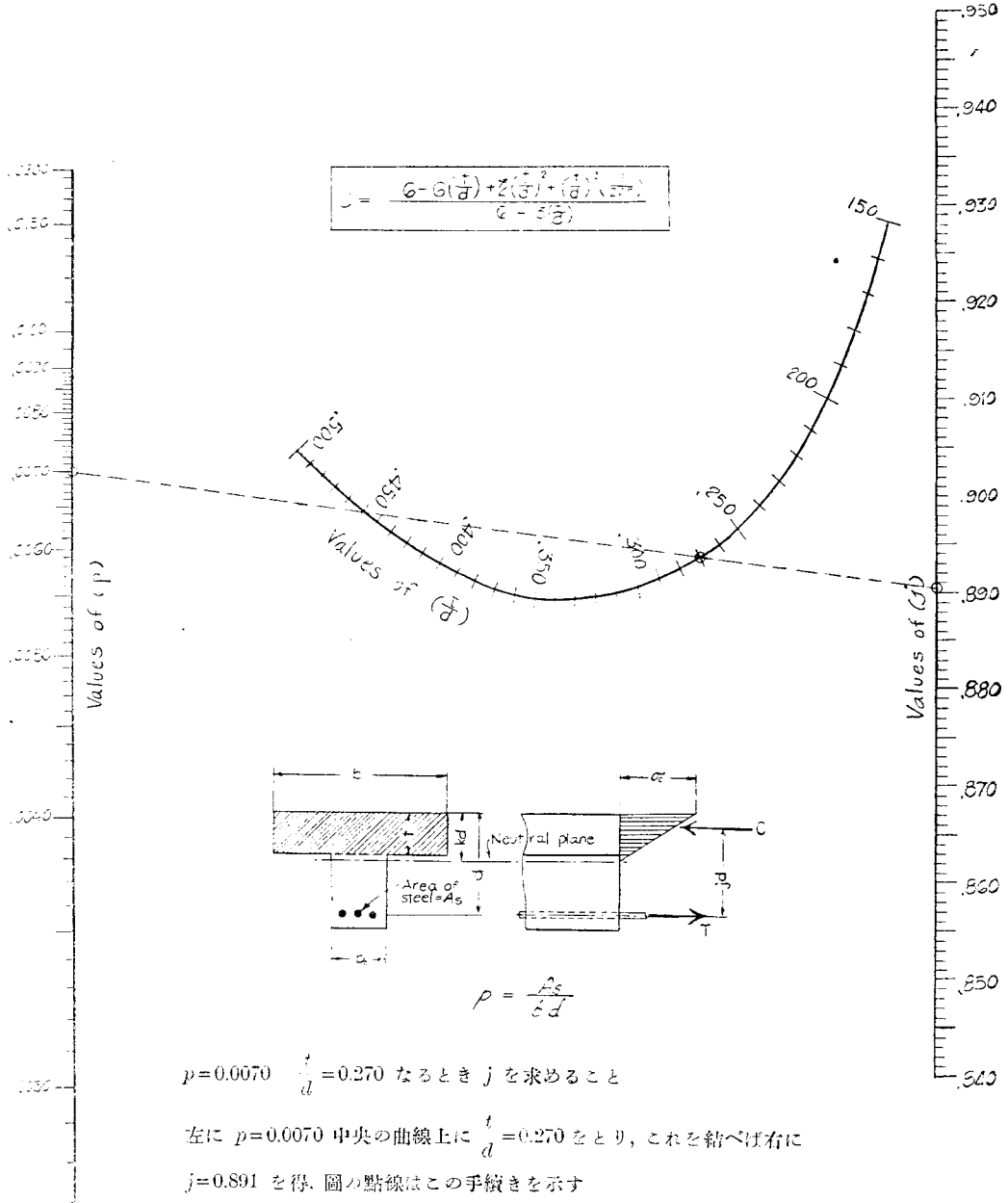
$$p = \frac{\sigma_c}{\sigma_s} \left(\frac{t}{d} \right) \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right) \right] - \frac{1}{2n} \left(\frac{t}{d} \right)^2 \dots \dots \dots (26)$$

を得る。

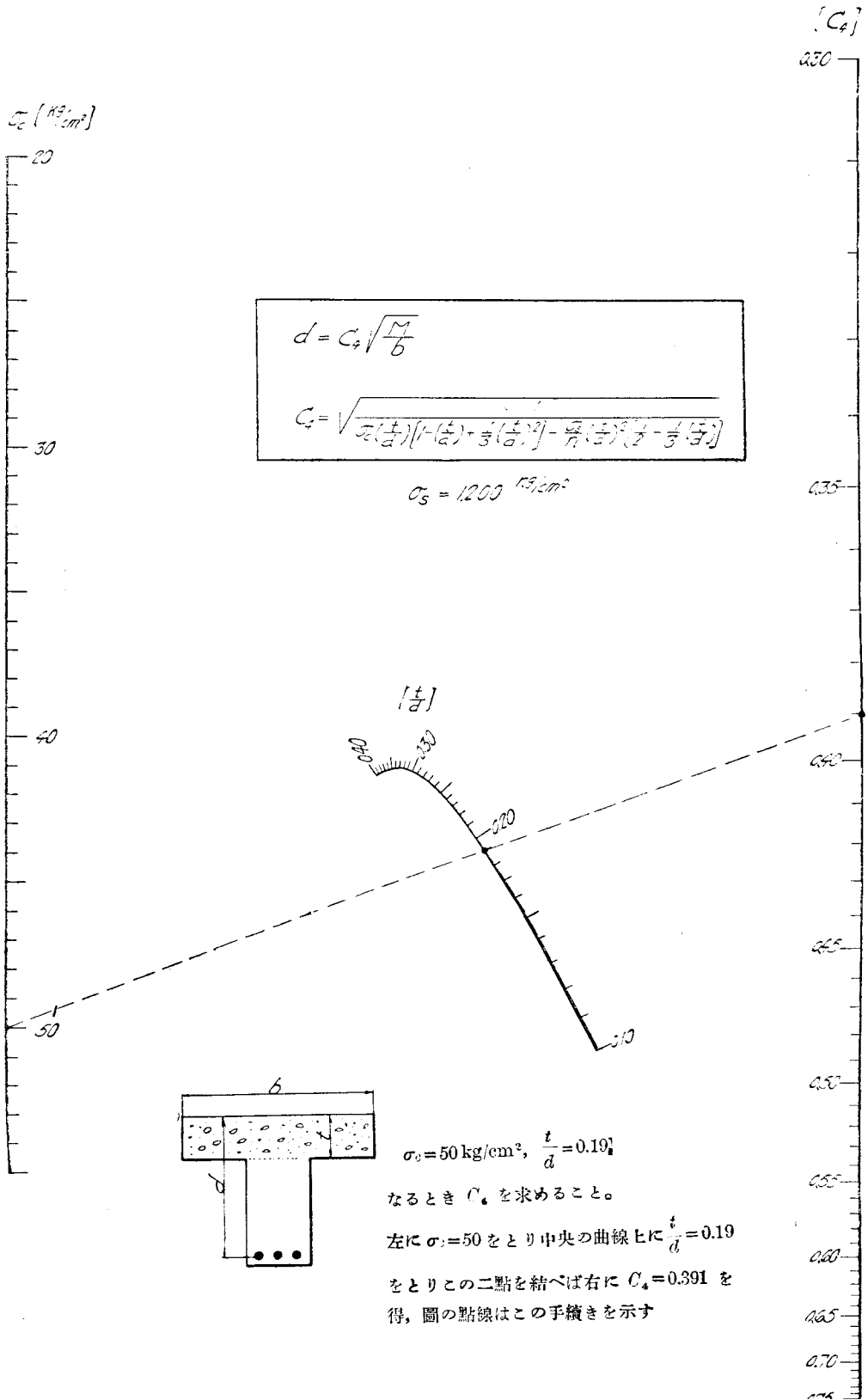
第 三 圖 表



第四圖表



第五圖表



次に (20) 式に (31) 式の k を代入し

$$j = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right) \frac{\frac{3n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} - 2 \left(\frac{t}{d} \right)}{\frac{2n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} - \left(\frac{t}{d} \right)} \dots \dots \dots (ネ)$$

を得、之を (30) 式に代入し且つ σ_c, σ_s の関係を満足せしむる (26) 式の p を用ひて (30) 式を書き換ふれば

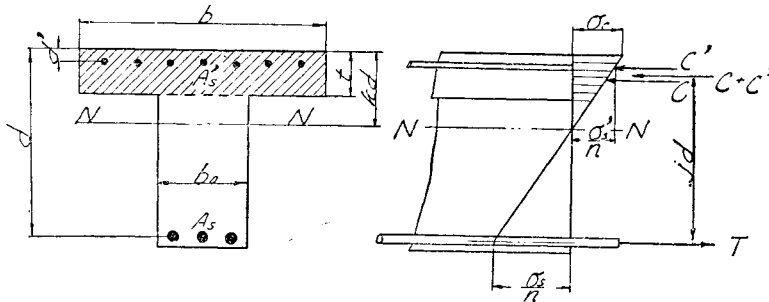
$$\frac{M}{bd^2} = \sigma_s j p = \sigma_s \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right) \frac{\frac{3n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} - 2 \frac{t}{d}}{\frac{2n\sigma_c}{n\sigma_c + \sigma_s} - \frac{t}{d}} \right] \left[\frac{\sigma_c}{\sigma_s} \left(\frac{t}{d} \right) \left[1 - \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right) \right] - \frac{1}{2n} \left(\frac{t}{d} \right)^2 \right]$$

之を整理して

$$d = \sqrt{\frac{1}{\sigma_c \left(\frac{t}{d} \right) \left[1 - \left(\frac{t}{d} \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right)^2 \right] - \frac{\sigma_s}{n} \left(\frac{t}{d} \right)^2 \left[\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \left(\frac{t}{d} \right) \right]} \sqrt{\frac{M}{b}} \dots (24) \text{及} (25)$$

M, b, σ_c, σ_s 及 d 等の単位は (1) 及 (2) 式の場合と同様である。この関係をノモグラムにすれば 第五圖表 の如くである。

[A]—(4) 複鉄筋 T 形断面



第四圖

之は餘り複雑であつて断面の設計を色々の條件に合ふ様に簡單に行ふわけには行かない故に断面は既に定まつたものとして應力の計算式 (4') のみを求めて見る。

$$p = \frac{A_s}{bd} \dots \dots \dots (32)$$

$$p' = \frac{A_s'}{bd} \dots \dots \dots (33)$$

應力分布圖より

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_s} = \frac{kd}{d - kd} \dots \dots \dots (イ)$$

故に

$$\sigma_s = \frac{1-k}{k} n \sigma_c$$

$$\sigma_c = \frac{k}{n(1-k)} \sigma_s \dots \dots \dots (37)$$

又第四圖の應力分布圖より

$$\frac{\sigma_c}{\frac{\sigma_s'}{n}} = \frac{k d}{k d - d'} \dots \dots \dots (\text{ヌ})$$

故に

$$\sigma_s' = \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} n \sigma_c$$

前述の如く

$$T = C + C'$$

茲に T, C, C' は (イ), (ヌ) 式等を用ひ

$$T = A_s \sigma_s = p b d \frac{(1-k)}{k} n \sigma_c$$

$$C = \sigma_c b t \left(1 - \frac{t}{2 k d} \right)$$

$$C' = A_s' \sigma_s' = p' b d \frac{k - \frac{d'}{d}}{k} n \sigma_c$$

故に前式に之等を代入し整理すれば

$$k \left[n p + n p' + \left(\frac{t}{d} \right) \right] = n p + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right)^2 + n p' \left(\frac{d'}{d} \right)$$

即ち中立軸の位置 k は

$$k = \frac{n p + \frac{1}{2} \left(\frac{t}{d} \right) + n p' \left(\frac{d'}{d} \right)}{n p + \left(\frac{t}{d} \right) + n p'} \dots \dots \dots (31)$$

更に $j d$ は前述 [A]-(2) の (チ) 及 (チ') 式を用ひて行ふ方法と同様にして

$$j d = \frac{C \left[d - \frac{t}{3} \frac{3 k d - 2 t}{2 k d - t} \right] + C' (d - d')}{C + C'}$$

之に前の C 及 C' を代入し整理すれば

$$j = \frac{\left(\frac{t}{d}\right)\left[2k - \left(\frac{t}{d}\right) - \left(\frac{t}{d}\right)k + \frac{2}{3}\left(\frac{t}{d}\right)^2\right] + 2np'\left(k - \frac{d'}{d}\right)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{\left(\frac{t}{d}\right)\left[2k - \left(\frac{t}{d}\right)\right] + 2np'\left(k - \frac{d'}{d}\right)}$$

更に (34) 式の p' を代入せば

$$j = \frac{\frac{d'}{d}\left(\frac{t}{d}\right)\left(2k - \frac{t}{d}\right) - \left(\frac{t}{d}\right)^2\left(k - \frac{2}{3}\frac{t}{d}\right) + 2np\left(1 - k\right)\left(1 - \frac{d'}{d}\right)}{2np(1 - k)} \dots\dots\dots (35)$$

従つて應力は

$$\sigma_s = \frac{M}{Asjd} \left(= \frac{M}{pjb d^2} \right) \dots\dots\dots (36)$$

σ_c は前述の (37) 式にて求むる事が出来る。(34) 及 (35) 式は甚だ複雑であるが、ノモグラムに依れば簡単に之を求むる事が出来る。

[B] 彎曲率及軸力又は偏心軸力を受くる場合

示方書本文第九十二條『帶鐵筋柱』第九十三條『螺旋筋柱』及第九十四條『中心軸荷重を受くる長柱』は柱の有効断面の重心點に軸力が作用する場合の計算である。斯かる場合を中心軸荷重を受けた柱の計算と稱する。

然るに構造物の部材中には中心軸力（重心點に働く軸力）のみならず彎曲率を受くる場合や、軸力が部材断面の重心點より一方に偏して作用する場合等がある。之が第九十五條『偏心軸荷重又は彎曲率を受くる柱』の場合で、之等を總稱して偏心軸荷重を受けた柱の計算と稱する。

勿論上記の二つの載荷状態は、孰れも柱に限つた事でなく桁に就ても言はれる處であつて、嚴密の意味で構造物部材の應力状態を検討すれば、殆んど總ての鉄筋コンクリート構造物は、中心軸荷重のみ（第九十二條乃至第九十四條、普通の柱の計算）或は彎曲率のみ（參考篇 [A] 普通の桁の計算）を受くるには非ずして、多かれ少なかれ中心軸荷重と彎曲率若くは偏心軸荷重（第九十五條、參考篇 [B]）を受けて居ると言ひ得るのである。然し普通の柱の計算や普通の桁の計算は非常に簡單であるに反し、今茲に導かんとする [B] の計算は一般に面倒であるから、設計計算に當つては當然 [B] の計算に依るべきを、普通の柱若くは桁の場合の計算のみにしてつて多少の曖昧さは不問に附して了ふ事が多い。勿論斯かる簡略計算法で充分の場合もあるが、拱とかラーメンの柱等では [B] の計算を是非とも行ひたい場合が多い。且つ現今の發達した外力の計算方法並に圖表乃至ノモグラム等に依る部材断面算の計

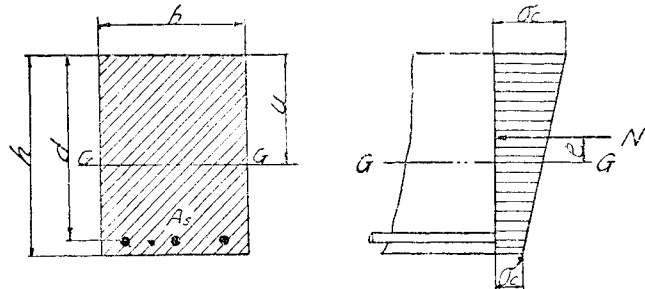
簡單化は、容易に [B] の計算を行ひ易からしめて居る。従つて示方書参考篇に [B] の計算式を比較的餘計に掲げた次第である。此の計算式は未だ諸外國の書籍にも見出されぬのが多いが之等は今回の示方書編纂に當つて作成され且つノモグラム等に依つて實用化されたものである。

尙ほ一言すべき事は、下記の計算も [A] と同様に左右對稱なる斷面に就て計算せるもので、偏心軸荷重の作用點は此の對稱軸上にある場合である。且つ計算式には中心軸（重心點に働く軸力）と彎曲率 M の代りに外力は總て偏心軸力 N と偏心距離 e で與へられて居る。之は既に知られたる如く前者の場合が後者を以つて直ちに示し得るからで、勿論 $M=N \cdot e$ である。

[B]-(1) 單鐵筋矩形斷面

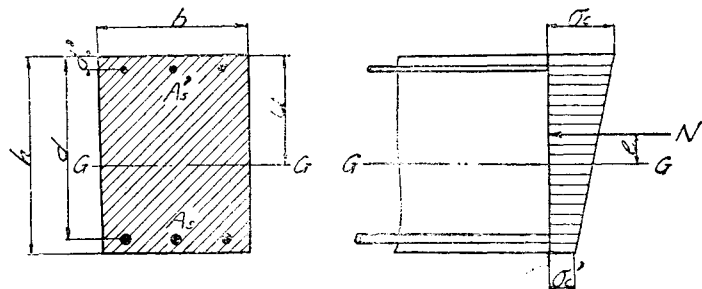
[B]-(2) 複鐵筋矩形斷面

[B]-(1) と [B]-(2) は同時に導いた方が便利であるから、同時に説明しやう。先ず $(1\epsilon_1)$ 及 $(2\epsilon_2)$ はコンクリート斷面に張應力の起らぬ場合、若くは張應力が起つても其の大きさが小さく(第九十五條, (2)に依り許容軸壓應力の $\frac{1}{5}$ 以下), 従つて斷面の計算にコンクリートの抗張部分を無視する必要がない場合で、コンクリートの全斷面を有效として計算すればよいのである。



第五圖

第五圖は第七圖より抗壓鐵筋 A_s だけを除いたものに過ぎぬから、第七圖の場合の算式を求め、その式に $A_s' = 0$ と置けば宜敷い。従つて第七圖に於て、先づ斷面の重心線的位置 u を決定すべく抗壓突縁上端に關し



第七圖

斷面の一次率を求めて見る。すると全有效斷面をコンクリート斷面に換算した値即ち等値斷

面 A_i は

$$A_i = bh + nA_s + nA'_s$$

で之が重心點に集つて居ると考へた場合の一次率は

$$uA_i = u(bh + nA_s + nA'_s)$$

で、その外に一次率として $(bh\frac{h}{2} + nA_s d + nA'_s d')$ と考へられるから、此の兩者を等しと置いて、次の如く u の値を得る。

$$u = \frac{\frac{bh^2}{2} + nA_s d + nA'_s d'}{bh + n(A_s + A'_s)} \dots\dots\dots (47)$$

前述の如く等値斷面積 A_i は

$$A_i = bh + n(A_s + A'_s) \dots\dots\dots (48)$$

此の A の重心線 $G-G$ に関する斷面二次率は

$$\begin{aligned} I &= \frac{bu^3}{3} + \frac{b(h-u)^3}{3} + nA_s(d-u)^3 + nA'_s(u-d')^2 \\ &= \frac{b}{3} [u^3 + (h-u)^3] + nA_s(d-u)^2 + nA'_s(u-d')^2 \dots\dots\dots (49) \end{aligned}$$

従つて第九十五條示方書 (12) 式より

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{Ne}{I_i} u \dots\dots\dots (50)$$

$$\sigma'_c = \frac{N}{A_i} - \frac{Ne}{I_i} (h-u) \dots\dots\dots (51)$$

(1b₁) の單鐵筋の場合は上記 (47), (48), (49) 式に $A'_s=0$ と置いて (38), (39), (40) 式を得、之等の A , I_i を (41) 及 (42) 式に代入して σ_c 及 σ'_c を求むる事が出来る。

(2b₁) の對稱鐵筋の場合は $A_s=A'_s$, $d'=h-d$ なる條件を、(47), (48), (49) 式に入れて (52), (53), (54) 式を得る事が出来る。

上記の計算で注意すべき事は、(42), (51), (55) 式等で求めた σ'_c が、張應力となつた場合、許容軸壓應力 (第七十三條 (1) 式) の 1/5 を超過しないか否かを一應調べて見る事である。若し超過した場合には改めて (1b₂), (2b₂) の計算式に依らねばならない。

次に $\sigma'_c > \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合、即ち (1'2), (2b₂) 式の場合を求めて見る。此の場合にはコンクリートの抗張部分は全部之を無視して了ふのであるが(参考圖参照)、今之を無視せざる場合の等値斷面重心線より偏心軸力 N までの距離を考へて見ると、之は前述せる處と同様にして $M = N \cdot e_1$ で計算する事が出来る。 e_1 が解れば e (斷面中心線 $C-C$ より偏心軸力迄の距離)

も解かる。従つて部材中心線を基準として N の位置は決定される。故に次に N と中立軸 $N-N$ との距離 e_0 さへ何等かの方法により求むることが出来れば、 N の位置から逆に中立軸の位置が決定されるのである。即ち断面の應力の計算が出来事になる。

参考圖より断面全應力は $\int \sigma dA$, 中立軸 $N-N$ に關する應力の力率の總和は $\int \sigma y dA$ 故に之を外力と等しと置けば

$$N = \int \sigma dA = \int \frac{\sigma}{y} y dA$$

$$N e_0 = \int \sigma y dA = \int \frac{\sigma}{y} y^2 dA$$

を得る。茲に σ/y は應力の分布が直線的變化をなすものと假定するから常數であるし、 $\int y dA$ は有效断面の一次率 G_{N-N} , $\int y^2 dA$ は有效断面の二次率 I_{N-N} であるから、上記は

$$N = \frac{\sigma}{y} \int y^2 dA = \frac{\sigma}{y} G_{N-N}$$

$$N e_0 = \frac{\sigma}{y} \int y^2 dA = \frac{\sigma}{y} I_{N-N}$$

となる。従つて此の兩式より

$$e_0 = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} \dots \dots \dots (ル)$$

又應力は

$$\sigma = \frac{N}{G_{N-N}} y \dots \dots \dots (オ)$$

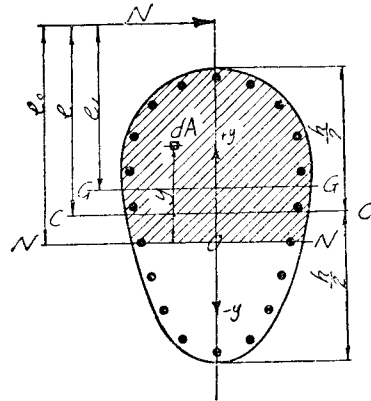
にて求める事が出来る。

今之を**第六圖**及**第八圖**の場合に應用して見やう。但し單鐵筋と複鐵筋の場合であるから(1b₁), (2b₁) の時と同様に**第八圖** (2b₂) の複鐵筋の場合についてのみ計算すれば單鐵筋の場合は之に $A_s' = 0$ とおいて求むる事が出来る。さて**第八圖**に於て

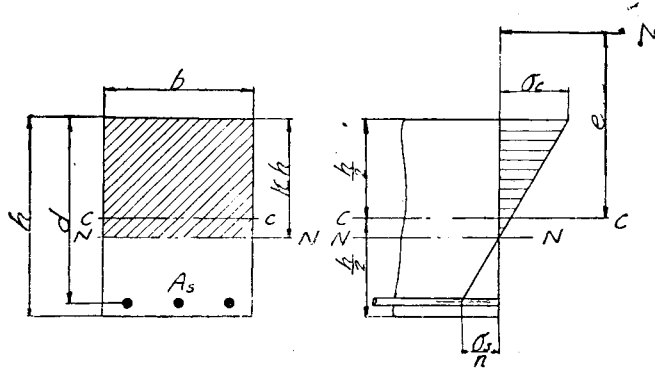
$$p = \frac{A_s}{bh} \dots \dots \dots (56)$$

$$p' = \frac{A_s'}{bh} \dots \dots \dots (57)$$

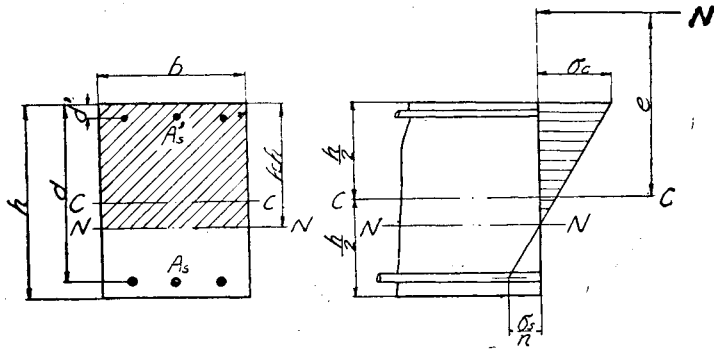
(ル) 式の G_{N-N} , I_{N-N} は



参考圖



第六圖



第八圖

$$G_{N-N} = bkh \frac{kh}{2} + nA_s'(kh - d') - nA_s(d - kh)$$

$$I_{N-N} = \frac{b(kh)^3}{3} + nA_s'(kh - d')^2 + nA_s(d - kh)^2$$

故に (n) 式より

$$e_0 = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} = \frac{bl^3 \frac{k^3}{3} + bl^3 \left[n\bar{p}' \left(k - \frac{d'}{h} \right)^2 + np \left(\frac{d}{h} - k \right)^2 \right]}{bl^2 \frac{k^2}{2} + bh^2 \left[np' \left(k - \frac{d'}{h} \right) - n_I \left(\frac{d}{h} - k \right) \right]}$$

茲に e_0 は中立軸より軸力 N までの距離であるが、次に断面中心線より軸力 N 迄の距離 e を求めて見ると

$$e = e_0 + \left(\frac{h}{2} - kh \right)$$

である。

故に之に上の e_0 を代入し整理すれば

$$\frac{e}{h} = \frac{-\frac{k^3}{6} + \frac{k^2}{4} + np' \left(k - \frac{d'}{h}\right) \left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}\right) + np \left(\frac{d}{h} - k\right) \left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right)}{\frac{k^2}{2} + np' \left(k - \frac{d'}{h}\right) - np \left(\frac{d}{h} - k\right)} \dots (7)$$

之を更に整理すれば未知数 k に関する三次方程式を得る。茲に e は勿論外力の計算から求めた既知数である。即ち (7) 式より

$$k^3 + 3\left(\frac{e}{h} - \frac{1}{2}\right)k^2 + 6n \left[p \left(\frac{e}{h} + \frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right) + p' \left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right) \right] k - 6n \left[p \left(\frac{e}{h} + \frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right) \frac{d}{h} + p' \left(\frac{e}{h} + \frac{d'}{h} - \frac{1}{2}\right) \frac{d'}{h} \right] = 0 \dots (53)$$

之を解いて中立軸の位置 k を求むる事が出来る。之が中立軸を求むる一般の方法である。尚ほ上記の算法は稍々面倒であるから外に試算法に依り k を求むる算式がある。稍方法が違ふから茲には述べないが其の方法に依れば圖表又はノモグラムを使用して k を求める事が出来る。尚ほ之等の外に圖式解法に依つて**第八圖**の計算を行ふ事も出来る。

應力 σ_c は (オ) 式に前述の G_{N-N} 及び $y = kh$ を代入して

$$\begin{aligned} \sigma_c &= \frac{Nkh}{\frac{bk^2h^2}{2} + nA_s'(kh - d') - nA_s(d - kh)} \\ &= \frac{N}{bh} \frac{k}{\frac{1}{2}k^2 + np' \left(k - \frac{d'}{h}\right) - np \left(\frac{d}{h} - k\right)} \dots \dots \dots (カ) \end{aligned}$$

即ち (カ) 式で求められるが、又 (カ) 式の兩邊を (7) 式の兩邊で割つて

$$\sigma_c = \frac{Ne}{bh^2} \frac{1}{\frac{k}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right) + \frac{np'}{k} \left(k - \frac{d'}{h}\right) \left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}\right) + \frac{np}{k} \left(\frac{d}{h} - k\right) \left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right)} \dots \dots \dots (59)$$

(59) 式からでも σ_c 求める事が出来る。

σ_c が分れば**第八圖**應力分布圖より抗張鐵筋の應力 σ_s は

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c}{k} \left(\frac{d}{h} - k\right) \dots \dots \dots (60)$$

對稱鐵筋の場合は $A_s = A_s'$, $d' = h - d$ 即ち $\frac{d'}{h} = 1 - \frac{d}{h}$ なる條件を (56) 乃至 (60) 式に入れて (61) 乃至 (64) 式を求める事が出来る。尚ほ (62) 式の代りに (7) 式に $p' = p$,

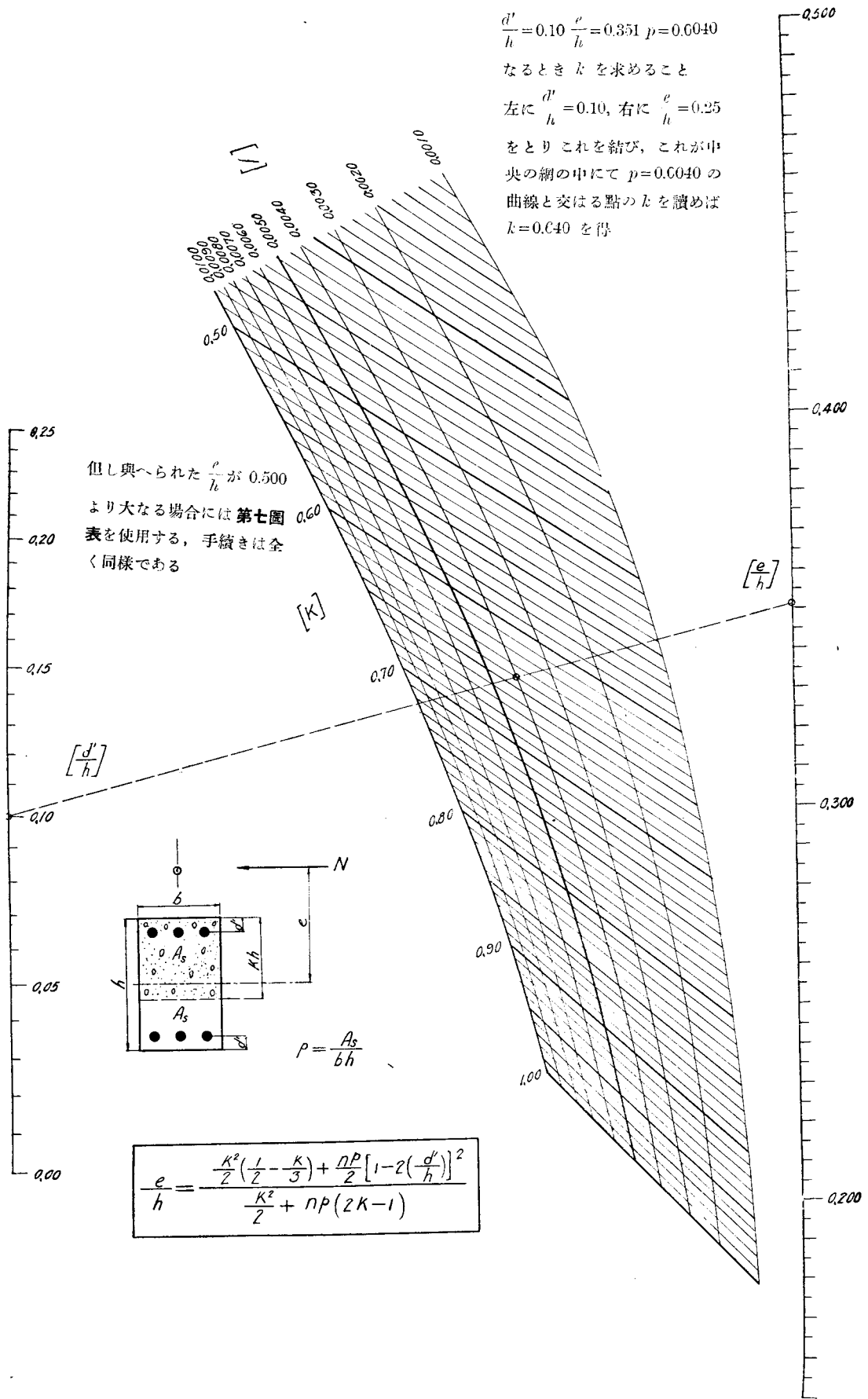
第六圖表

$$\frac{d'}{h} = 0.10 \quad \frac{e}{h} = 0.351 \quad p = 0.0040$$

なるとき k を求めること

左に $\frac{d'}{h} = 0.10$, 右に $\frac{e}{h} = 0.25$

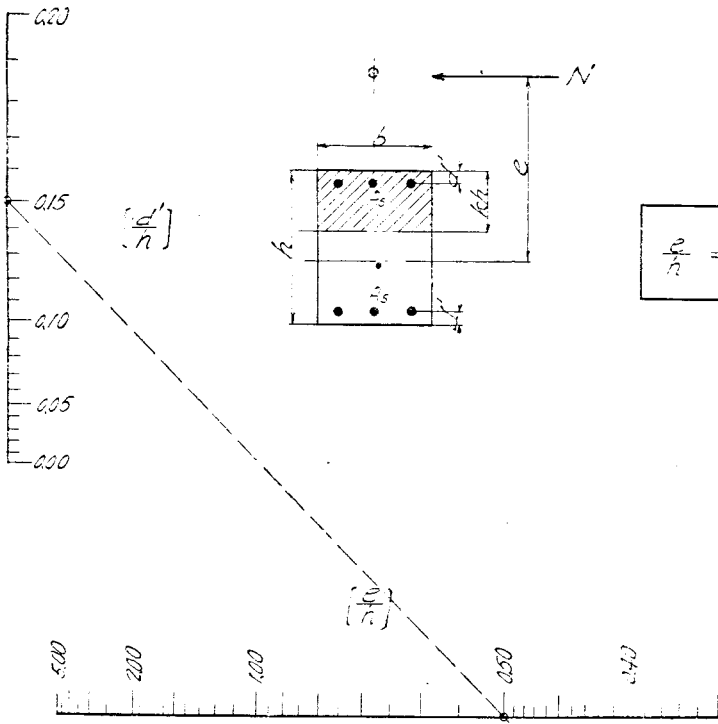
をとりこれを結び、これが中央の網の中にて $p = 0.0040$ の曲線と交はる點の k を讀めば $k = 0.640$ を得



但し與へられた $\frac{e}{h}$ が 0.500
より大なる場合には **第七圖**
表を使用する、手続きは全
く同様である

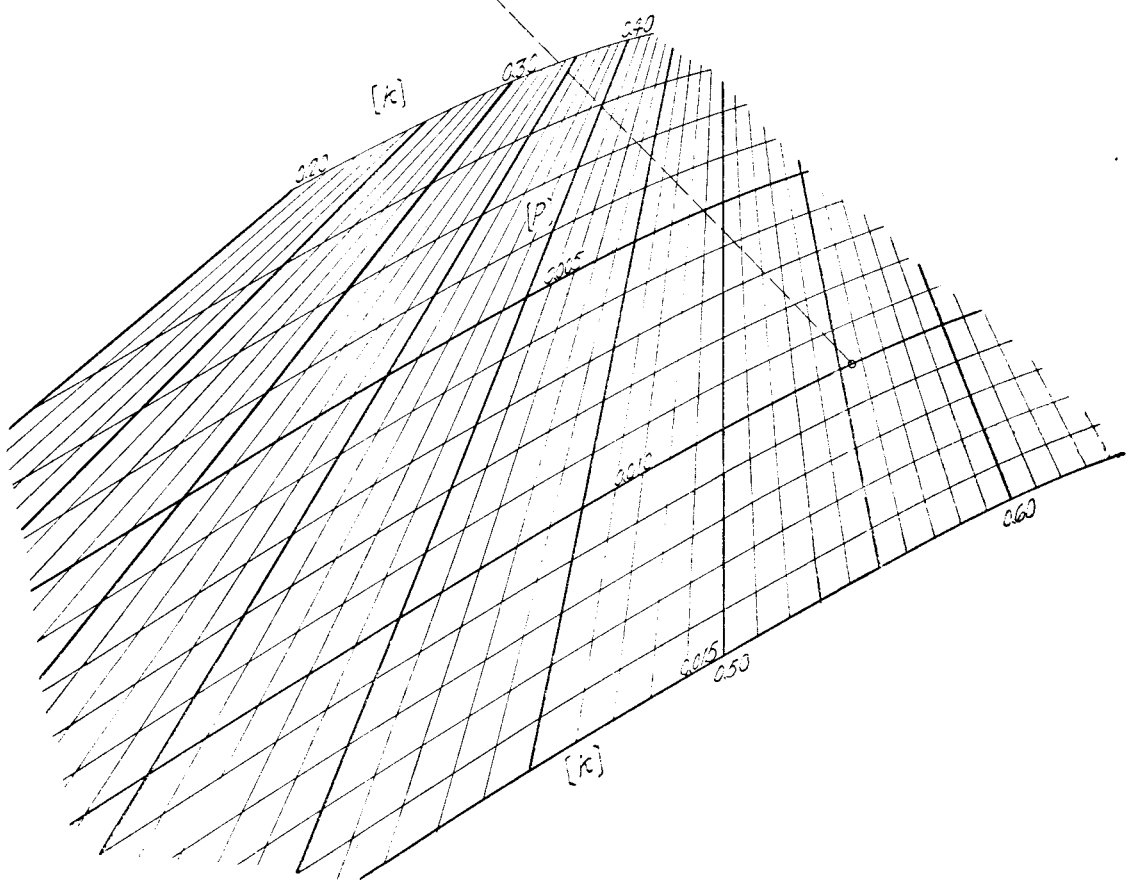
$$\frac{e}{h} = \frac{\frac{K^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{K}{3} \right) + \frac{n p}{2} \left[1 - 2 \left(\frac{d'}{h} \right) \right]^2}{\frac{K^2}{2} + n p (2K - 1)}$$

第七圖表



$$\frac{e}{n} = \frac{\frac{k^2+1}{2}(\frac{c}{n} - \frac{f}{n}) + \frac{np}{2}[1 - 2(\frac{d'}{n})]^2}{\frac{k^2}{2} + np(2k-1)}$$

$$\rho = \frac{A_s}{5n}$$



$\frac{d}{h} = 1 - \frac{d'}{h}$ と置いて之を整理すれば

$$\frac{e}{h} = \frac{\frac{k^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3} \right) + \frac{np}{2} \left[1 - 2 \left(\frac{d'}{h} \right) \right]^2}{\frac{k^2}{2} + np(2k-1)}$$

を得る。此の式を用ふれば k の値をノモグラムにより得る事が出来る(第六及七圖表参照)。又(63)式の代りに(カ)式に上と同様に置いて

$$\sigma_c = \frac{N}{bh} \frac{k}{\frac{1}{2}k^2 + np(2k-1)}$$

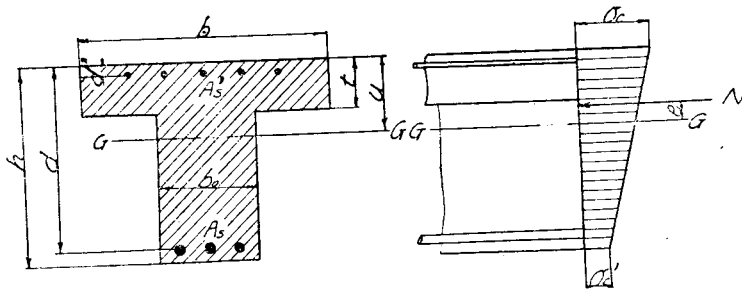
の式を得、之より應力を計算する事も出来る。

次に(1b₂)の單鐵筋の場合は(56)乃至(60)式に $A_s' = 0$ 、即ち $p' = 0$ と置いて、直ちに(43)乃至(46)式を得る。(1b₂)も可成り複雑であつて中立軸の位置 k は(44)の三次方程式を解いて求むるのであるが、之にも茲には述べぬが別の算法に依り應力を求むる算式及び圖式解法がある。

[B]-(3) 單鐵筋 T 形 斷 面

[B]-(4) 複鐵筋 T 形 斷 面

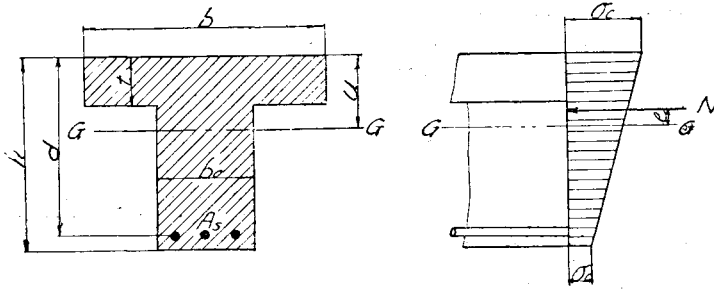
[B]-(1) 及 [B]-(2) の場合と同様に先づ複鐵筋の算式(4b₁)を求める事にする(第十一圖参照)。



第九圖

突縁上端に關し断面一次率を求め之より重心線の位置 u を得る。

$$u = \frac{\frac{bt^2}{2} + \frac{b_0}{2}(h-t)(h+t) + n(A_s d + A_s' d')}{bt + b_0(h-t) + n(A_s + A_s')} \dots \dots \dots (74)$$



第十一圖

等値断面積 A_i は

$$A_i = bt + b_0(h - t) + n(A_s + A_s') \dots\dots\dots(75)$$

I_i の重心線 $G-G$ に関する断面二次率は

$$I_i = \frac{b_0 h^3}{12} + b_0 h \left(\frac{h}{2} - u \right)^2 + (b - b_0) \frac{t^3}{12} + (b - b_0) t \left(u - \frac{t}{2} \right)^2 + n A_s (d - u)^2 + n A_s' (u - d')^2$$

之を變化して

$$I_i = \frac{b_0}{3} \left[u^3 + (h - u)^3 \right] + t(b - b_0) \left[\frac{t^2}{12} + \left(u - \frac{t}{2} \right)^2 \right] + n A_s (d - u)^2 + n A_s' (u - d')^2 \dots\dots\dots(76)$$

従つて第九十五條，示方書(12)式に上記 A_i 及 I_i の値を代入し

$$\sigma_c = \frac{N}{A_i} + \frac{N e}{I_i} u \dots\dots\dots(77)$$

$$\sigma_c' = \frac{N}{A_i} - \frac{N e}{I_i} (h - u) \dots\dots\dots(78)$$

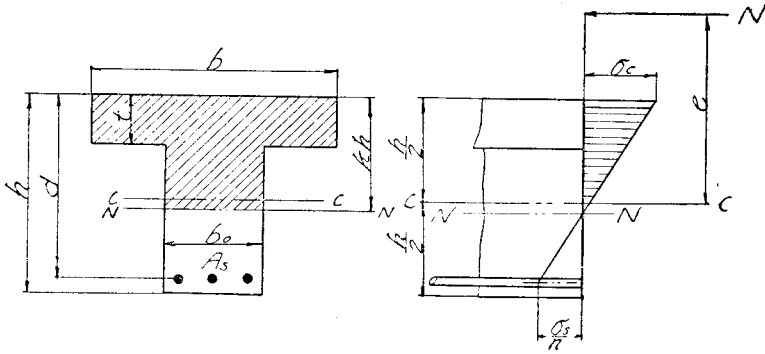
にて應力を得る。

(3b₁) の単鉄筋の場合は，上記(74)乃至(78)式に $A_s' = 0$ と置いて(65)乃至(69)式を求むる事が出来る。

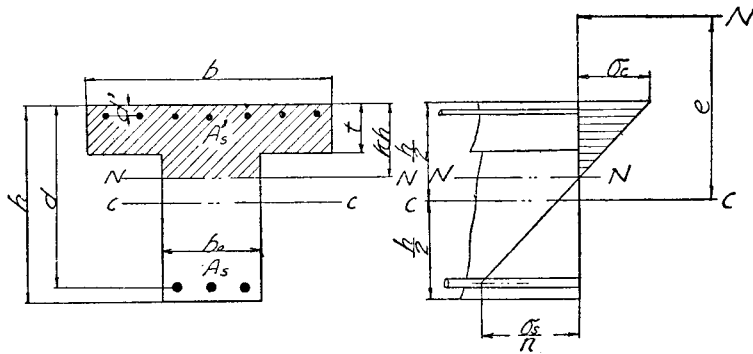
上記の計算で注意すべき事は(69)，(78)式等で求めた σ_c' が，張應力となつた場合，許容軸壓應力(第七十三條(1)式)の1/5を超過しないか否かを一應調べて見る事である。若し超過した場合には改めて(3b₂)，(4b₂)の算式に依らねばならない。

次に $\sigma_c' > \frac{1}{5} \sigma_{ca}'$ の場合，即ち(3b₂)，(4b₂)の場合を行つて見る。此の場合にも[B]-(1)[E]-(2)に述べた(ル)及(オ)式を用ひ，且つ先づ複鉄筋の場合から求めて見る。

第十二圖にて



第十圖



第十二圖

$$p = \frac{A_s}{bh} \dots \dots \dots (79)$$

$$p' = \frac{A_s'}{bh} \dots \dots \dots (80)$$

(ル) 式の G_{N-N} I_{N-N} は

$$G_{N-N} = b_0 kh \frac{kh}{2} + (b - b_0)t \left(kh - \frac{t}{2} \right) + n A_s' (kh - d') - n A_s (d - kh)$$

$$I_{N-N} = \frac{b_0 (kh)^3}{3} + (b - b_0) \frac{t^3}{12} + (b - b_0)t \left(kh - \frac{t}{2} \right)^2 + n A_s' (kh - d')^2 + n A_s (d - kh)^2$$

故に (ル) 式より

$$e_0 = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} = \frac{\frac{b_0 k^3 h^3}{3} + (b - b_0) \left[\frac{t^3}{12} + t \left(kh - \frac{t}{2} \right)^2 \right] + n A_s' (kh - d')^2 + n A_s (d - kh)^2}{\frac{b_0 k^2 h^2}{2} + (b - b_0)t \left(kh - \frac{t}{2} \right) + n A_s' (kh - d') - n A_s (d - kh)}$$

然るに断面中心線より軸力 N 迄の距離 e は

$$e = e_0 + \left(\frac{h}{2} - kh\right)$$

であるから、之に上の e_0 を代入して

$$\frac{e}{h} = \frac{\frac{b_0}{3b}k^3 + \left(\frac{t}{h}\right)\left(\frac{b-b_0}{b}\right)\left[\frac{1}{12}\left(\frac{t}{h}\right)^2 + \left\{k - \frac{1}{2}\left(\frac{t}{h}\right)\right\}^2\right] + np'\left(k - \frac{d'}{h}\right)^2 + np\left(\frac{d}{h} - k\right)^2}{\frac{b_0}{2b}k^2 + \left(\frac{b-b_0}{b}\right)\frac{t}{h}\left(k - \frac{1}{2}\frac{t}{h}\right) + np'\left(k - \frac{d'}{h}\right) - np\left(\frac{d}{h} - k\right) + \left(\frac{1}{2} - k\right)}$$

之を整理すれば

$$\frac{e}{h} = \frac{\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3}\right)k^2 - \left(1 - \frac{b_0}{b}\right)\left(k - \frac{t}{h}\right)^2\left(\frac{1}{2} - \frac{k}{3} - \frac{2}{3}\frac{t}{h}\right)}{k^2 - \left(1 - \frac{b_0}{b}\right)\left(k - \frac{t}{h}\right)^2 + 2np'\left(k - \frac{d'}{h}\right) + 2np'\left(k - \frac{d'}{h}\right)\left(\frac{1}{2} - \frac{d'}{h}\right) + 2np\left(\frac{d}{h} - k\right)\left(\frac{d}{h} - \frac{1}{2}\right) - 2np\left(\frac{d}{h} - k\right)} \dots\dots (S1)$$

之より試算法によつて中立軸の位置 k を求める事が出来る。勿論之は甚だ面倒であるから一般には圖式解法に依つて中立軸の位置を求める方法に依る様である。

次に應力 σ_c は (オ) 式に前述の G_{N-N} 及び $y = kh$ を代入して

$$\sigma_c = \frac{N}{bh} \frac{2k}{k^2 - \left(1 - \frac{b_0}{b}\right)\left(k - \frac{t}{h}\right)^2 + 2np'\left(k - \frac{d'}{h}\right) - 2np\left(\frac{d}{h} - k\right)} \dots\dots (S2)$$

σ_c が解かれれば應力分布圖より

$$\sigma_s = \frac{n\sigma_c}{k} \left(\frac{d}{h} - k\right) \dots\dots (S3)$$

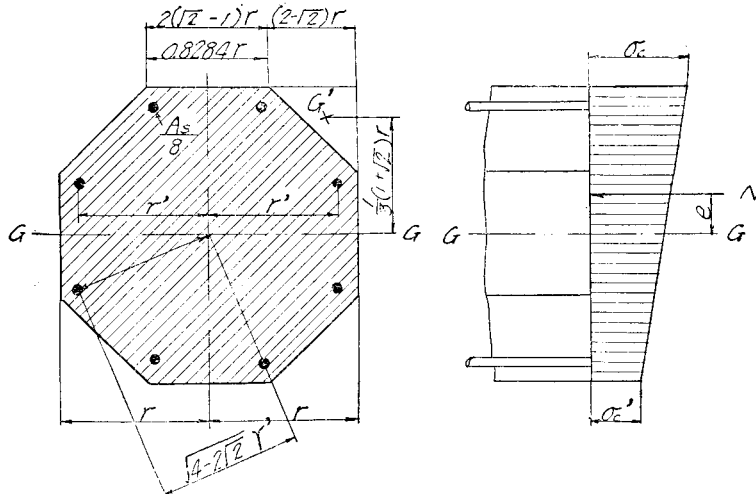
次に (3b₂) の單鉄筋の場合は (79) 乃至 (83) 式に $A_s' = 0$ 即ち $p' = 0$ と置いて、直ちに (70) 乃至 (73) 式を得る。これも可成り複雑であつて、本式の外には圖式解法に依る外方法はない。

[B]-(5) 八角形断面

八角形断面は正八角形で各頂角に同じ鉄筋が各一本宛ある場合の算式のみを茲に導いて居

る。此の場合も全コンクリート断面を有効とする(5b₁)の場合と抗張部分を無視して(5b₂)の場合とがある。

先づ(5b₁)より求める。此の場合重心の位置は断面の中心線と一致する。等値断面積 A_i は第十三圖より



第十三圖

$$A_i = 4r^2 - 4 \frac{(2 - \sqrt{2})^2 r^2}{2} + nA_s$$

$$= 3.3137r^2 + 3.3137r^2 np = 3.3137(1 + np)r^2 \dots\dots\dots (\text{㊦})$$

茲に

$$p = \frac{A_s}{3.3137r^2} \dots\dots\dots (84)$$

次に重心線に関する断面二次率 I_i は

$$I_i = \frac{2r(2r)^3}{12} - 4 \left[\frac{(2 - \sqrt{2})r(2 - \sqrt{2})^3 r^3}{36} + \frac{1}{2} (2 - \sqrt{2})^2 r^2 \left\{ \frac{1}{3} (1 + \sqrt{2})r \right\}^2 \right]$$

$$+ \frac{nA_s}{2} (\sqrt{4 - 2\sqrt{2}}r')^2$$

之を整理すれば

$$I_i = r \left[0.8758 + 1.9411 np \left(\frac{r'}{r} \right)^2 \right] \dots\dots\dots (\text{㊧})$$

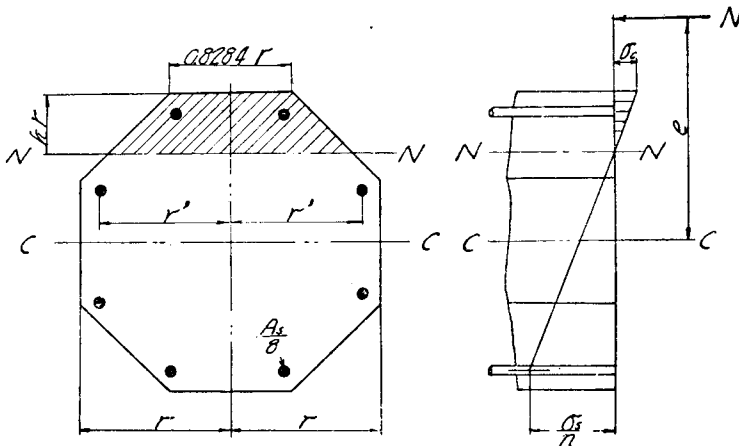
従つて第九十五條、示方書(12)式の A_i 及 I_i に(㊦)及(㊧)式の値を代入し、且つ $y=r$ と置き

$$\left. \begin{matrix} \sigma_c \\ \sigma_c' \end{matrix} \right\} = \frac{N}{r} \left[\frac{1}{3.3137(1+np)} \pm \frac{\frac{e}{r}}{0.8758 + 1.9411np \left(\frac{r'}{r} \right)^2} \right] \dots\dots\dots (S5)$$

を得る。但し $\sigma_c' < \frac{1}{5}\sigma_{ca}$ の条件が成立するか否かを一應確かめて見る必要がある。茲に σ_{ca} はコンクリート許容軸壓應力(第七十三條(1)式参照)である。

次に $\sigma_c' > \frac{1}{5}\sigma_{ca}$ の場合は、コンクリート抗張部分を見捨てる(5₂)の算式に依らねばならぬが、此の場合は中立軸の位置如何に依つて算式が三通りになつて居る。

先づ(1)は第十四圖の場合で $k=0$ 乃至 0.5858 の範圍である。此の場合(ル)式を作つて見ると



第十四圖

$$G_{N-N} = 0.8284rk \frac{kr}{2} + 2 \frac{k^2 r}{2} \frac{kr}{3} + nA_s(1-k)r$$

$$I_{N-N} = \frac{0.8284r(kr)^3}{3} + 2 \frac{kr(kr)^3}{12} + \frac{nA_s(4-2\sqrt{2})r^2}{2} + nA_s(1-k)^2r^2$$

故に(ル)式に之を代入し且つ整理すれば

$$e = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} = \frac{r \left[\frac{k^4}{6} + \frac{0.8284k^3}{3} \right] + npr \left[1.9411 \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + 3.3137(1-k)^2 \right]}{r^3 \left[\frac{k^3}{3} + \frac{0.8284k^2}{2} \right] - 3.3137np(1-k)r^3}$$

然るに断面中心線より軸力 N 迄の距離 e は $e = e_0 + (1-k)r$ であるから、之に上の e_0 を代入して整理すれば

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2(k+1.2426) - k^3\left(\frac{k}{2} + 0.4142\right) + 5.8234np\left(\frac{r'}{r}\right)^2}{k^2(k+1.2426) - 9.9411np(1-k)} \dots\dots (87)$$

應力 σ_c は (オ)式に前述の G_{N-N} 及び $y=kr$ を代入して

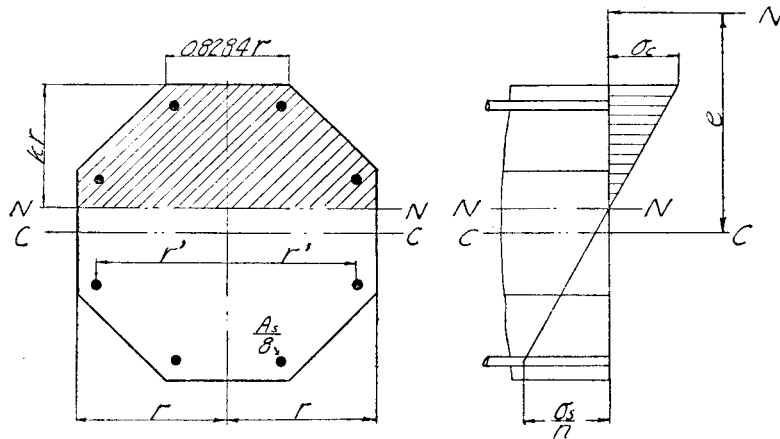
$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2\left(\frac{k}{3} + 0.4142\right) - 3.3137np(1-k)} \dots\dots (88)$$

を得る。

σ_c が解かれれば應力分布圖より抗張鉄筋の最大應力 σ_s は

$$\sigma_s = n\sigma_c \frac{1 - k + \frac{r'}{r}}{k} \dots\dots (89)$$

次に第二の場合、即ち (2) の第十五圖の場合で、 $k=0.5858$ 乃至 1.4142 の範圍である。此



第十五圖

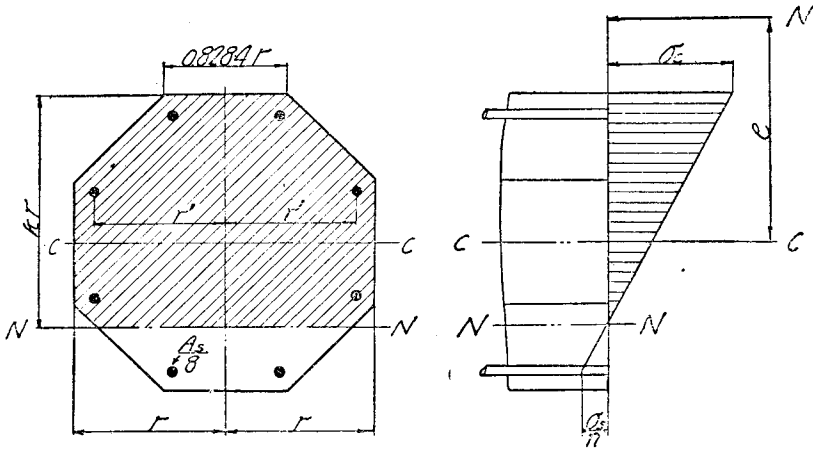
の場合 (ル) 式を作り e_0 を求め次に $e=e_0+r(1-k)$ に依つて k の位置を求むれば

$$\frac{e}{r} = \frac{k^2 - 0.3333k^3 - 0.0066 - 0.2761(k - 0.1953) + 1.9411np\left(\frac{r'}{r}\right)^2}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 3.3137np(1-k)} \dots\dots (91)$$

應力 σ_c は前と同様にして

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2} \frac{k}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 3.3137np(1-k)} \dots\dots (92)$$

次に第三の場合即ち、(3) の第十六圖の場合で、 $k=1.4142$ 乃至 2.000 の範圍である。此の場合の計算も前と同様にして



第十六圖

$$\frac{c}{r} = \frac{k^2 - \frac{1}{3}k^3 - 0.0063 - 0.2761(k - 0.1953) - \frac{1}{6}(k - 1.4142)^3}{k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - \frac{1}{3}(k - 1.4142)^3} \cdot \frac{(0.5858 - k) + 1.9411np \left(\frac{r'}{r}\right)^2}{-3.3137np(1 - k)} \dots \dots \dots (95)$$

應力 σ_c は前と同様にして

$$\sigma_c = \frac{N}{r^2 k^2 - 0.3431(k - 0.1953) - 0.3333(k - 1.4142)^3 - 3.3137np(1 - k)} \cdot k \dots \dots \dots (96)$$

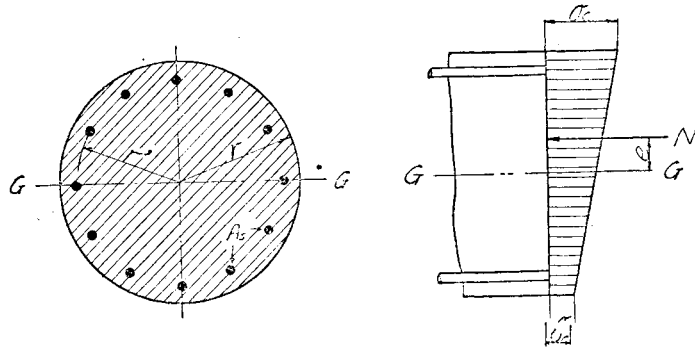
上記の諸式は一見甚だ面倒であるが、孰れもノモグラムを使用すれば簡単にその値を求める事が出来る。

[B]-(6) 圓形断面

鉄筋の数は別段に制限なく、たゞ之等が圓形の周圍に均等に分布されて居ればよい。其の全斷面積を A_s とする。

此の場合も全コンクリート断面を有効とする (6b₁) の場合と抗張部分を無視して了ふ (6b₂) の場合とがある。

先づ (6b₁) より求める。此の場合重心の位置は断面の中心線と一致する。等値斷面積 A_s は第十七圖より



第十七圖

$$p = \frac{A_s}{\pi r^2} \dots \dots \dots (98)$$

$$A_i = \pi r^2 + n A_s = \pi r^2 (1 + np) \dots \dots \dots (\text{レ})$$

重心線に関する断面二次率 I_i は

$$I_i = \frac{\pi r^4}{4} + n A_s \frac{r'^2}{2} = \pi r^4 \left[\frac{1}{4} + \frac{np}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 \right] \dots \dots \dots (\text{ソ})$$

従つて第九十五條 (12) 式の A_i 及 I_i に (レ) 及 (ソ) 式の値を代入し、且つ $y=r$ と置き

$$\left. \begin{matrix} \sigma_c \\ \sigma_c' \end{matrix} \right\} = \frac{N}{\pi r^2} \left[\frac{1}{(1+np)} \pm \frac{4}{1+2np} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 \frac{e}{r} \right] \dots \dots \dots (99)$$

を得る。但し $\sigma_c' < \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の条件が成立するか否かを一應確めて見る必要がある。茲に σ_{ca} はコンクリート許容軸壓應力 (第七十三條 (1) 式参照) である。

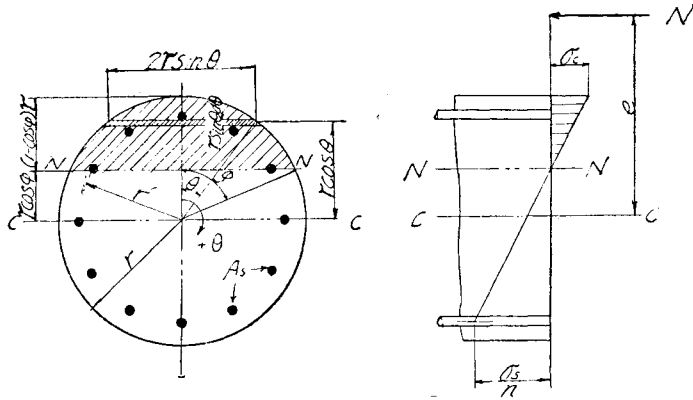
次に $\sigma_c' > \frac{1}{5} \sigma_{ca}$ の場合は、コンクリート抗張部分を無視する (G_{b2}) の算式に依らねばならぬ。第十八圖に於て計算の便宜上、中立軸の位置を極座標の角によつて示す事にする。即ち角 θ を垂直位置より始まり時計方向を正として示す事とし、この θ の或る値 φ の大きさに依り中立軸の位置を與へる事とする。算式の求め方は [B]-(1), [B]-(2) に述べた (ル) 及 (オ) 式を用ふるもので、前述せる種々の断面の場合と何等異らない。先づ鉄筋比は

$$p = \frac{A_s}{\pi r^2} \dots \dots \dots (100)$$

次に (ル) 式の G_{N-N} 及 I_{N-N} であるが、 G_{N-N} は中立軸に関する有效等値断面の一次率であるから

$$G_{N-N} = \int_0^\varphi 2r \sin \theta r \sin \theta d\theta r (\cos \theta - \cos \varphi) - n A_s r \cos \varphi$$

$$= r^3 \left[\frac{\sin \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi \right] - n \pi p r^3 \cos \varphi \dots \dots \dots (\text{ツ})$$



第十八圖

I_{N-N} は中立軸に関する有効等値断面の二次率であるから

$$\begin{aligned} I_{N-N} &= \int_0^\varphi 2r \sin \theta r \sin \theta d\theta r^2 (\cos \theta - \cos \varphi)^2 + \frac{n A_s r'^2}{2} + n A_s r^2 \cos^2 \varphi \\ &= r^4 \left[\varphi \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \varphi \right) - \sin \varphi \cos \varphi \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \varphi \right) \right] + n \pi p r^4 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \varphi \right] \\ &\dots \dots \dots (\text{ネ}) \end{aligned}$$

故に (ル) 式に之等を代入し

$$e_0 = \frac{I_{N-N}}{G_{N-N}} \frac{r^4 \left[\varphi \left(\frac{1}{4} + \cos^2 \varphi \right) - \sin \varphi \cos \varphi \left(\frac{13}{12} + \frac{1}{6} \cos^2 \varphi \right) \right] + n \pi p r^4 \left[\frac{1}{2} \left(\frac{r'}{r} \right)^2 + \cos^2 \varphi \right]}{r^3 \left[\frac{\sin \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi \right] - n \pi p r^3 \cos \varphi}$$

然るに断面中心線より軸力 N 迄の距離 e は $e = e_0 + r \cos \varphi$ であるから、之に上の e_0 を代入して整理すれば

$$\frac{e}{r} = \frac{\frac{\varphi}{4} - \sin \varphi \cos \varphi \left(\frac{5}{12} - \frac{1}{6} \cos^2 \varphi \right) + \frac{1}{2} n \pi p \left(\frac{r'}{r} \right)^2}{\frac{\sin \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi - n \pi p \cos \varphi} \dots \dots \dots (101)$$

本式より φ を計算し従つて中立軸の位置 $(1 - \cos \varphi)r$ を知る事が出来る。

應力 σ_c は (オ) 式に前述の G_{N-N} 及 $y = (1 - \cos \varphi)r$ を代入して

$$\sigma_c = \frac{N}{G_{N-N}} (1 - \cos \varphi)r$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{N}{r^3 \left[\frac{\sin \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi \right] - n \pi p r^2 \cos \varphi} r (1 - \cos \varphi) \\
 &= \frac{N}{r^2 \frac{\sin \varphi}{3} (2 + \cos^2 \varphi) - \varphi \cos \varphi - n \pi p \cos \varphi} \dots \dots \dots (102)
 \end{aligned}$$

σ_c が解かれれば應力分布圖より抗張鉄筋の最大應力は

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_s} = \frac{(1 - \cos \varphi) r}{r \cos \varphi + r'}$$

即ち

$$\sigma_s = n \sigma_c \frac{\frac{r'}{r} + \cos \varphi}{1 - \cos \varphi} \dots \dots \dots (103)$$

にて知ることが出来る。

上記の (101) 及 (102) 式の計算は甚だ面倒の様であるが、幸にしてノモグラムを使用すれば容易に結果を求める事が出来る。

以上で参考篇計算式の解説を終つたが説明中しばしばノモグラムの事を述べたが、實はノモグラムを鉄筋コンクリート断面の計算に利用するのは最近の試みで最近に於て最もその便利な計算方法である事が明かにされた處のものである。之は外國にも作られたものがあるが我國に於て最近出版される柴田直光氏著『ノモグラムに依る鉄筋コンクリートの計算』は最も徹底的に之等を苦心作成した好例であるから、之が使用を薦めたいと思ふ。

漢書	13717
購 入	宇都宮書店
	昭和7年7月20日

第 三 表

Diameter in mm	Area cm ²	Weight perm in kg	Sectional Area in cm ²																		
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
6	0.283	0.22	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	1.98	2.26	2.54	2.83	3.11	3.39	3.68	3.96	4.24	4.52	4.81	5.09	5.37	5.65
8	0.503	0.39	1.01	1.51	2.01	2.51	3.02	3.52	4.02	4.52	5.03	5.53	6.03	6.53	7.04	7.54	8.04	8.55	9.05	9.55	10.05
▲ 9	0.636	0.49	1.27	1.91	2.54	3.18	3.82	4.45	5.09	5.73	6.36	7.00	7.63	8.27	8.91	9.54	10.18	10.81	11.45	12.09	12.72
10	0.785	0.61	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85	8.64	9.42	10.21	11.00	11.78	12.57	13.35	14.14	14.92	15.71
12	1.131	0.89	2.26	3.39	4.52	5.65	6.79	7.92	9.05	10.18	11.30	12.44	13.57	14.70	15.83	16.96	18.10	19.23	20.36	21.49	22.62
14	1.540	1.20	3.09	4.62	6.16	7.70	9.24	10.78	12.32	13.86	15.40	16.94	18.48	20.02	21.56	23.10	24.64	26.18	27.72	29.26	30.80
16	2.011	1.57	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.10	20.11	22.12	24.13	26.14	28.15	30.16	32.17	34.18	36.19	38.20	40.21
18	2.545	1.99	5.00	7.63	10.18	12.72	15.27	17.81	20.36	22.92	25.45	27.99	30.54	33.09	35.63	38.17	40.72	43.26	45.80	48.35	50.89
▲ 19	2.835	2.22	5.67	8.51	11.34	14.18	17.01	19.85	22.69	25.52	28.35	31.19	34.02	36.86	39.69	42.53	45.36	48.20	51.04	53.87	56.71
20	3.142	2.46	6.28	9.42	12.57	15.71	18.85	21.99	25.13	28.27	31.42	34.56	37.70	40.84	43.99	47.12	50.27	53.41	56.55	59.69	62.83
22	3.801	2.99	7.60	11.40	15.21	19.01	22.81	26.61	30.41	34.21	38.01	41.81	45.61	49.42	53.22	57.02	60.82	64.62	68.42	72.23	76.03
24	4.524	3.55	9.05	13.57	18.10	22.62	27.14	31.67	36.19	40.72	45.24	49.76	54.29	58.81	63.33	67.86	72.39	76.91	81.43	85.95	90.49
▲ 25	4.909	3.85	9.82	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.18	49.09	54.00	58.90	63.81	68.72	73.63	78.54	83.45	88.36	93.27	98.17
26	5.309	4.16	10.62	15.93	21.24	26.55	31.86	37.17	42.47	47.78	53.09	58.40	63.71	69.02	74.33	79.64	84.95	90.26	95.57	100.88	106.19
28	6.158	4.83	12.32	18.47	24.63	30.79	36.95	43.10	49.26	55.42	61.58	67.73	73.89	80.05	86.21	92.36	98.52	104.68	110.84	116.99	123.15
30	7.069	5.54	14.14	21.21	28.27	35.34	42.41	49.49	56.55	63.62	70.69	77.75	84.82	91.89	98.96	106.03	113.10	120.17	127.23	134.30	141.37
32	8.042	6.31	16.08	24.13	32.17	40.21	48.25	56.30	64.34	72.38	80.42	88.47	96.51	104.55	112.59	120.64	128.69	136.72	144.76	152.81	160.85
▲ 34	9.079	7.12	18.16	27.24	36.32	45.40	54.49	63.57	72.63	81.71	90.79	99.87	108.95	118.03	127.11	136.19	145.27	154.35	163.43	172.50	181.58
▲ 36	10.179	7.99	20.36	30.54	40.72	50.89	61.07	71.25	81.43	91.61	101.79	111.97	122.15	132.32	142.50	152.68	162.86	173.04	183.22	193.40	203.58
▲ 38	11.341	8.90	22.69	34.02	45.36	56.71	68.05	79.39	90.73	102.07	113.41	124.75	136.09	147.43	158.78	170.12	181.46	192.80	204.14	215.49	226.82
▲ 40	12.566	9.86	25.13	37.70	50.27	62.83	75.40	87.96	100.53	113.10	125.66	138.23	150.80	163.36	175.93	188.50	201.06	213.63	226.19	238.76	251.33

▲ は示方書第二十條の標準以外の物である。

第 四 表

Diameter in mm	Circumference in cm	Circumference in cm																		
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1885	022	378	565	754	942	1131	1319	1508	1696	1885	2073	2262	2450	2639	2827	3016	3204	3393	3581	3770
2513	039	503	754	1005	1257	1508	1759	2011	2262	2513	2765	3016	3267	3519	3770	4021	4273	4524	4775	5027
2827	049	565	849	1131	1414	1696	1979	2262	2545	2827	3110	3393	3676	3959	4242	4524	4807	5090	5372	5655
3142	061	628	943	1257	1571	1885	2199	2514	2828	3142	3456	3770	4085	4399	4713	5027	5341	5656	5970	6284
3770	089	754	1131	1508	1885	2262	2639	3016	3393	3770	4147	4524	4901	5278	5655	6032	6409	6786	7163	7540
4398	120	880	1322	1759	2199	2639	3079	3519	3959	4398	4838	5278	5718	6157	6597	7037	7477	7917	8357	8796
5027	157	1005	1508	2011	2513	3016	3519	4021	4524	5027	5529	6032	6535	7037	7540	8043	8545	9048	9550	10053
5655	199	1131	1696	2262	2827	3393	3959	4524	5089	5655	6220	6786	7352	7917	8482	9048	9613	10179	10744	11310
6284	242	1194	1791	2388	2985	3581	4178	4775	5372	5969	6566	7163	7760	8357	8954	9550	10147	10744	11341	11938
6912	298	1389	2013	2639	3265	3891	4517	5143	5769	6395	7021	7647	8273	8899	9525	10151	10777	11403	12029	12656
7540	355	1508	2162	2827	3492	4157	4822	5487	6152	6817	7482	8147	8812	9477	10142	10807	11472	12137	12802	13467
8168	416	1634	2336	3042	3748	4454	5159	5865	6570	7276	7981	8687	9392	10097	10802	11507	12212	12917	13622	14327
8796	483	1759	2537	3319	4101	4884	5667	6450	7233	8016	8799	9582	10365	11148	11931	12714	13497	14280	15063	15846
9425	554	1885	2827	3770	4713	5655	6597	7540	8482	9425	10367	11310	12253	13196	14139	15082	16025	16968	17911	18854
10053	631	2011	3016	4021	5027	6032	7037	8043	9048	10053	11058	12063	13068	14073	15078	16083	17088	18093	19098	20103
10681	712	2156	3244	4273	5341	6409	7477	8545	9613	10681	11750	12819	13888	14957	16025	17094	18163	19232	20301	21370
11310	799	2262	3393	4524	5655	6786	7917	9048	10179	11310	12441	13572	14703	15834	16965	18096	19227	20358	21489	22620
11938	890	2389	3581	4775	5969	7163	8357	9550	10744	11938	13132	14326	15520	16714	17908	19102	20296	21490	22684	23878
12566	986	2513	3770	5027	6284	7540	8796	10053	11310	12566	13823	15079	16336	17592	18849	20105	21362	22618	23875	25131

▲ は示方書第二十條の標準以外のものを示す。



昭和七年一月二十七日印刷

定價金壹圓也

昭和七年一月三十一日發行

編輯兼發行者 北村嘉太郎
東京府荏原郡目黒町字三田二百〇六番地
印刷所 三秀舎
東京市神田區美土代町二丁目一番地
發行所 土木學會
東京市麴町區丸ノ内海上ビル五階

委託販賣所 シビル社
東京市神田區鍋町アーチ第三號