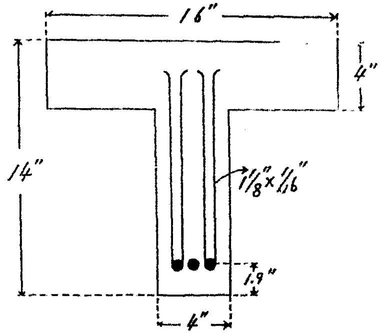
以上の計算に基き桁の断面を第六十一圖の如くなすべし。

第六十一圖



第八章　壓力、及彎曲を同時に受くるものゝ應力計算。

斷面の重心を通る軸に沿ふて壓力を受くる場合の應力計算は既に第六章に述べたり。又彎曲力率を受くるものゝ計算も前章に之れを說けり。本章に於て述べんとするものは壓力と彎曲力率とを同時にうくるものゝ應力計算なり。

第一類　鐵の斷面積全面積に比し非常に小なる場合

((第一)) 斷面に應張力を生せさる場合

第五十三節　鐵が上下にある場合。

符號は凡て從前の通りにして更に

u=斷面の中心線より下部の鐵の重心迄の距離

u'= 〃 〃 〃 〃 上部の〃 〃 〃 〃

σ=混凝土に於ける最大應壓力度

σ'=混凝土に於ける最小應壓力度

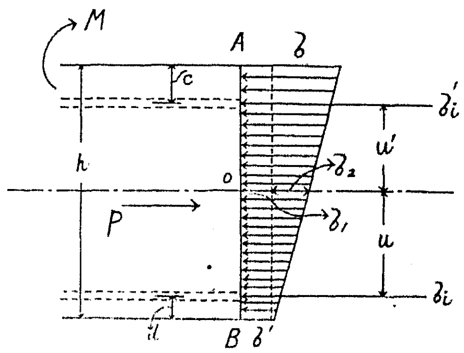
$$\sigma_1=\frac{\sigma+\sigma'}{2}$$

$$\sigma_2=\frac{\sigma-\sigma'}{2}$$

P=斷面の重心を通る軸に沿ふて働く壓力

是場合に於ては斷面に於ける應力の分布は第六十二圖に示すが如し。

第六十二圖



今其算式をつくらんに先づ原則第一により此斷面に起りたる應力とPとの和は零ならざるべからず。故に

$$P=\sigma_1 bh+\sigma_i' a'+\sigma_i a \text{ .... } (144)$$

又原則第二により此斷面に働く總ての力の或點に對する能率は零ならざるべからず。故に今其軸を斷面の上下の中心線にとる時は

$$M=\sigma_2 bh\frac{h}{6}+\sigma_i' a' u'-\sigma_i a u \text{ .... } (145)$$

然るに第六十二圖に示すが如き關係より

$$\sigma_i'=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u'}{h}\right) \text{ .... } (146)$$

$$\sigma_i=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u}{h}\right) \text{ .... } (147)$$

故に之れを(144)及び(145)に入るゝときは

$$P=\sigma_1[bh+m(a'+a)]+\sigma_2\frac{2m}{h}(a'u'-au) \text{ .... } (148)$$

$$M=m\sigma_1(a'u'-au)+\sigma_2\left\{\frac{1}{6}bh^2+2\frac{m}{h}(a'u'^2+au^2)\right\} \text{ ....} (149)$$

此(148)及び(149)の式はσ_1及びσ_2の二つを未知數となすときは二元一次方程式なり。故に是二式よりσ_1及σを算出することを得べし。即ち

$$A=bh+m(a'+a) \text{ .... } (150)$$

$$B=m(a'u'-au) \text{ .... } (151)$$

とし、又中心線に對する斷面の物量力率を

$$I_0=\frac{1}{12}bh^3+m(a'u'^2+au^2) \text{ .... } (152)$$

となすときは(148)及び(149)は次の如し。

$$P=A\sigma_1+\frac{2B}{h}\sigma_2 \text{ .... } (153)$$

$$M=B\sigma_1+\frac{2I_0}{h}\sigma_2 \text{ .... } (154)$$

故に是等よりσ_1及びσ_2を算出するときは

$$\sigma_1=\frac{I_0A-BM}{I_0A-B^2} \text{ .... } (155)$$

$$\sigma_2=\frac{h}{2}\frac{\mathrm{AM}-\mathrm{BP}}{\mathrm{I_0A}-\mathrm{B}^2}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(156)$$

σ_1 及び σ_2 を知りたる上は

$$\sigma=\sigma_1+\sigma_2\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(157)$$

$$\sigma'=\sigma_1-\sigma_2\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(158)$$

即ち混凝土に於ける最大、及最小應壓力度を知ることを得。

鐵に於ける應力度は(146)及び(147)により之れを算出することを得べし。

以上の計算は斷面に應張力を生せざる場合に於けるものなり。然らば如何なる場合に斷面に應張力を生ぜざるやを考ふるに、第六十二圖に於て、σ'が漸々減じて零となる場合が其限度にして若し更に減じてσ'が負號を帶ぶるに至るときは斷面の其側に應張力を生ずるに至るなり。故に今其應張力を生ぜざる限度を計算せんに、(158)に於て$\sigma'=0$となすときは

$$\sigma'=\sigma_1-\sigma_2=0$$

故に $\sigma_1=\sigma_2$

故に(155)及び(156)により

$$\frac{\mathrm{I_0P}-\mathrm{BM}}{\mathrm{I_0A}-\mathrm{B}^2}=\frac{h}{2}\frac{\mathrm{AM}-\mathrm{BP}}{\mathrm{I_0A}-\mathrm{B}^2}$$

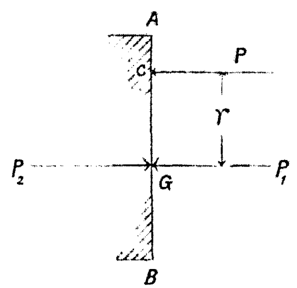
之れより

$$\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{P}}=\frac{2\mathrm{I}_0+h\mathrm{B}}{h\mathrm{A}+2\mathrm{B}}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(159)$$

即ち(159)に示せる場合が其限度なり。

抑も一の斷面に應壓力が等布せられず第六十二圖に示すが如く分布せらるゝは、其斷面の重心に壓力が働き更に其斷面に彎曲力率が働くによるものにして、換言すれば其壓力が斷面の重心を外れて働くが故なり。即ち第六十三圖に於て、GをABなる斷面の重心とし、若しPなる壓力がGに働かずしてCの如き點に働くときは、圖の如く更にGに相反對する方向に各Pに等しく且つ平行なる力P_1及びP_2を添ふるも全體の均勢には何等の影響を生ずることなし。然るときは是等の力は要するに斷面の重心に働くP_1なる壓力、及びPとP_2とが構成する偶力即ち$\mathrm{P}r=\mathrm{M}$なる彎曲力率より成るものと見做すことを得べし。故に(159)の式に示す$\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{P}}$なる値は$\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{P}}=\frac{\mathrm{P}r}{\mathrm{P}}=r$にして畢竟Pの位置と斷面の重心Gとの距離を表示するものなり。若し是距離rが大なるときは$\mathrm{P}r=\mathrm{M}$なるを以て彎曲力率も大になり、隨て之れにより斷面の一方に生ずる應張力度が重心に働くP_1なる壓力より生ず應壓力度より大になるときは斷面の一方に應張力を生ずるに至るなり。若し普通の等質材料よりなるものにして、其斷

第六十三圖

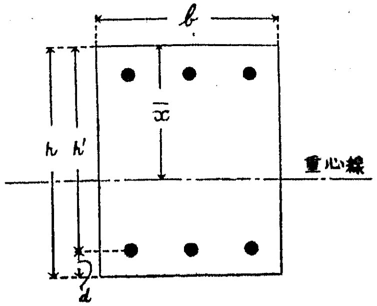


面が長方形なるときは一方に應張力を生ぜざる限度は$\frac{h}{6}$なるは既に知る所なれども、鐵筋混凝土にして鐵が上下にあるときは其限度の側心半徑は(159)に示すが如き値なり。故に

$$\frac{M}{P} \gtreqless \frac{2I_0+Bh}{Ah+2B}$$

のときは斷面に應張力を生ぜざるが故本節の諸式は上の如き場合にのみ適用し得べきものと知るべし。

第六十四圖



又斷面の重心は等質のものにして長方形なるときは$\frac{h}{2}$の線にありと雖も、上下に鐵を有する鐵筋混凝土の長方形なる斷面にありては其位置は下の式に示すが如し。

$$\bar{x}=\frac{\frac{bh^2}{2}+ma'c+mah'}{bh+m(a'+a)} \qquad \text{(160)}$$

第五十四節　斷面が等勢なる場合の應力計算。

此場合にありては前節に於て

$$a'=a \quad c=d \quad u'=u$$

となすときは其算式を得べし。

即ち　$P=\sigma_1 bh$

$+(\sigma'_\iota+\sigma_\iota)a$ ……(161)

$$M=\sigma_2 bh\frac{h}{6}+(\sigma_\iota'-\sigma_\iota)au \qquad \text{(162)}$$

$$\sigma_\iota'=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u}{h}\right) \qquad \text{(163)}$$

$$\sigma_\iota=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u}{h}\right) \qquad \text{(164)}$$

$$P=\sigma_1[bh+2ma]=\sigma_1 A \qquad \text{(165)}$$

$$M=\sigma_2\left[\frac{1}{6}bh^2+\frac{4mau^2}{h}\right]=\frac{2}{h}\sigma_2 I_0 \qquad \text{(166)}$$

$$A=bh+2ma \qquad \text{(167)}$$

$$I_0=\frac{1}{12}bh^2+2mau^2 \qquad \text{(168)}$$

又　$B=0$　なり

隨て(155)及び(156)に相當する式は次の如し。(直に(165)及び(166)より算出するも同様なり)

$$\sigma_1=\frac{P}{A}=\frac{P}{bh+2ma} \qquad \text{(169)}$$

$$\sigma_2=\frac{h}{2}\frac{M}{I_0} \qquad \text{(170)}$$

(157)及び(158)は變化なし。

又是等の式を適用し得べき範圍は(159)よりして

$$\frac{M}{P} \gtreqless \frac{2I_0}{hA} \qquad \text{(171)}$$

又斷面の重心は(160)より

$$\bar{x}=\frac{h}{2} \qquad \text{(172)}$$

第五十五節　鐵が一方にのみある場合の應力計算。

(第一) a' のみある場合。

此場合に於ては第五十三節に於て $a=0$ となすべし。即ち

$$P=\sigma_1 bh+\sigma'_t a' \quad \cdots\cdots (173)$$

$$M=\sigma_2 bh\frac{h}{6}+\sigma_t' a'u' \quad \cdots\cdots (174)$$

(146)は其儘にして(148)以下は下の如くなるべし。

$$P=\sigma_1(bh+ma')+\frac{2ma'u'}{h}\sigma_2 \quad \cdots\cdots (175)$$

$$M=m\sigma_1 a'u'+\sigma_2\left[\frac{1}{6}bh^2+\frac{2ma'u'^2}{h}\right] \quad \cdots\cdots (176)$$

$$A=bh+ma' \quad \cdots\cdots (177)$$

$$B=ma'u' \quad \cdots\cdots (178)$$

$$I_0=\frac{1}{12}bh^3+ma'u'^2 \quad \cdots\cdots (179)$$

(153) (154) (155) (156) (157) (158) (159) 等は其儘にして(160)は次の如し。

$$\bar{x}=\frac{\frac{bh^2}{2}+ma'c}{bh+ma'} \quad \cdots\cdots (180)$$

(第二) a のみある場合。

此場合に於ては第五十三節につき $a'=0$ となすときは其算式を得べし。即ち

$$P=\sigma_1 bh+\sigma a \quad \cdots\cdots (181)$$

$$M=\sigma_2 bh\frac{h}{6}-\sigma_t au \quad \cdots\cdots (182)$$

(147)は其儘にして(148)以下は下の如し。

$$P=\sigma_1[bh+ma]-\frac{2mau}{h}\sigma_2 \quad \cdots\cdots (183)$$

$$M=-mau\sigma_1+\sigma_2\left[\frac{1}{6}bh^2+\frac{2mau^2}{h}\right] \quad \cdots\cdots (184)$$

$$A=bh+ma \quad \cdots\cdots (185)$$

$$B=-mau \quad \cdots\cdots (186)$$

$$I_0=\frac{1}{12}bh^3+mau^2 \quad \cdots\cdots (187)$$

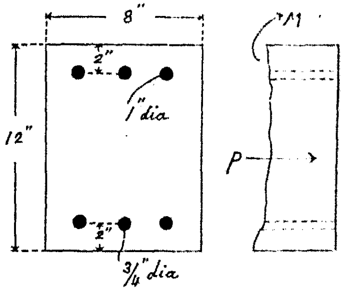
(153)乃至(159)は其儘にして(160)は下の如し

$$\bar{x}=\frac{\frac{bh^2}{2}+mah'}{bh+ma} \quad \cdots\cdots (188)$$

第五十六節　例題。

(第一)第六十五圖に示すが如き斷面の重心に三萬六千封度の壓力、及び其斷面に七萬吋封度の彎曲力率が圖の如く働くとき、混凝土及鐵に於ける應力度を求む。但し m は十五とす。

第六十五圖



先づ第一に是斷面に應張力を生ずるや否やを檢せざるべからず。即ち(159)により $\frac{M}{P}\leqq\frac{2I_0+hB}{hA+2B}$ なるや否やを

計算せざるべからず。

問題により

$b=8''$　　　$a'=3\times 0.4418=1.33^{□''}$

$h=12''$　　　$a=3\times 0.7854=2.36^{□''}$

$m=15$　　　$u'=u=4''$

$P=36000^{\#}$

$M=70000''^{\#}$

なるを以て(152)により

$$I_0=\frac{1}{12}bh^3+m(a'u'^2+au^2)$$

$$=\frac{1}{12}\times 8\times 12^3+15\times(1.33\times 4^2+2.36\times 4^2)=2137.6$$

(150)により

$$A=bh+m(a'+a)$$

$$=8\times 12+15\times(1.33+2.36)=151.35$$

(151)により

$$B=m(a'u'-au)$$

$$=15\times(1.33\times 4-2.36\times 4)=-61.8$$

$$\frac{M}{P}=\frac{70000}{36000}=1.95''$$

$$\frac{2I_0+hB}{hA+2B}=\frac{2\times 2137.6-12\times 61.8}{12\times 151.35-2\times 61.8}$$

$$=\frac{3533.6}{1692.6}=2.09''$$

即ち $\frac{M}{P}(=1.95)<\frac{2I_0+hB}{hA+2B}(=2.09)$ なるを以て、斷面には應張力を生ぜざるを知る故に(155)により

$$\sigma_1=\frac{I_0P-BM}{I_0A-B^2}$$

$$=\frac{2137.6\times 36000+61.8\times 70000}{2137.6\times 151.35-61.8^2}$$

$$=\frac{81279600}{319706.52}=254.24^{\#}/_{□''}$$

(156)により

$$\sigma_2=\frac{h}{2}\,\frac{AM-BP}{I_0A-B^2}$$

$$=\frac{151.35\times 70000+61.8\times 36000}{319706.52}=240.59^{\#}/_{□''}$$

故に(157)及び(158)により

$$\sigma=\sigma_1+\sigma_2=254.24+240.59=494.83^{\#}/_{□''}$$

$$\sigma'=\sigma_1-\sigma_2=254.24-240.59=13.65^{\#}/_{□''}$$

又鐵條に於ける應力度は(146)及び(147)により

$$\sigma_t'=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u'}{h}\right)$$

$$=15\times\left(254.24+240.59\times\frac{2\times 4}{12}\right)=6219.3^{\#}/_{□''}$$

$$\sigma_t=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u}{h}\right)$$

$$=15\times\left(254.24-24.59\times\frac{2\times 4}{12}\right)=1407.75^{\#}/_{□''}$$

(第二)幅八吋、厚八吋の柱あり。各邊より一吋の處に徑半吋の鐵條四本等勢に配置せられあり。第六十六圖

に示すが如く其斷面の中心より一吋の處に一萬二千封度の壓力をうくるとき、混凝土に於ける最大應力度を求む。但し m を十五とす。

$$P=12000^{\#}$$

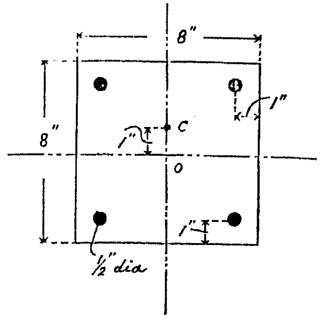
$$M=Pr=12000\times1=12000^{\prime\prime\#}$$

$$b=h=8^{\prime\prime}$$

$$a=2\times0.196=0.39^{\square\prime\prime}$$

$$u=3^{\prime\prime}$$

第六十六圖



是斷面は等勢なるが故五十四節の(167)により

$$A=bh+2ma$$

$$=8\times8+2\times15\times0.39=75.7^{\square\prime\prime}$$

(168)により

$$I_0=\frac{1}{12}bh^3+2mau^2$$

$$=\frac{1}{12}\times8\times8^3+2\times15\times0.39\times3^2=446.63$$

故に(171)により

$$\frac{M}{P}=r=1^{\prime\prime}$$

$$\frac{2I_0}{hA}=\frac{2\times446.63}{75.7\times8}=1.48^{\prime\prime}$$

即ち　$\frac{M}{P}(=1)<\frac{2I_0}{hA}(=1.48)$

なるが故此斷面には應張力を生ぜざるを知る。

故に直に(169)により

$$\sigma_1=\frac{P}{A}=\frac{12000}{75.70}=158.52^{\#}/_{\square^{\prime\prime}}$$

(170)により　$\sigma_2=\frac{h}{2}\frac{M}{I_0}=\frac{8}{2}\times\frac{12000}{446.63}=107.71^{\#}/_{\square^{\prime\prime}}$

故に最大應力度は(157)により

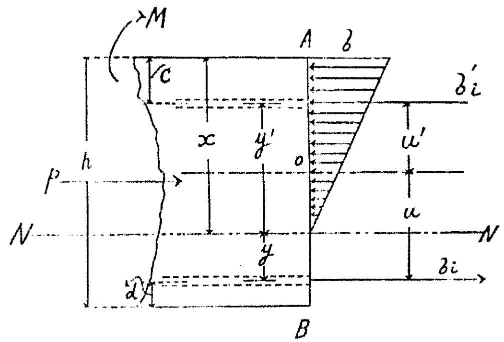
$$\sigma=\sigma_1+\sigma_2=158.52+107.71=266.23^{\#}/_{\square^{\prime\prime}}$$

((第二))　斷面に應張力を生ずる場合。

第五十七節　鐵が上下にある場合。

是場合は $\frac{M}{P}>\frac{2I_0+Bh}{Ah+2B}$ のときにして應力の分布は第六十七圖に示すが如し。

第六十七圖



符號は凡て從來と同樣のものを用ふるときは原則第一により

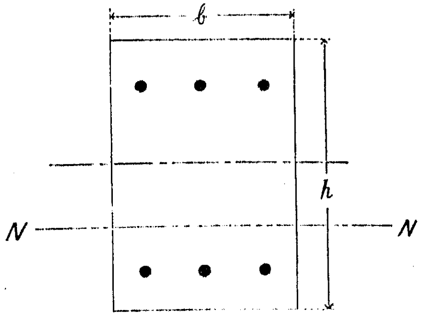
$$P=\frac{1}{2}\sigma xb+\sigma_i'a'-\sigma_i a\text{......(189)}$$

又斷面の中心線に對する軸につき能率をとるときは原則第二により

$$M=\frac{1}{2}\sigma xb\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+\sigma_i'a'u'+\sigma_i au\text{..................(190)}$$

然るに(36)及び(37)の如く

第六十八圖



$$\sigma_i' = m\sigma\frac{y'}{x} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(191)$$

$$\sigma_i = m\sigma\frac{y}{x} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(192)$$

なるを以て之の關係を(189)及び(190)に入るゝときは

$$P = \frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b + m(a'y' - ay)\right]$$

$$= \frac{\sigma}{x}S \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(193)$$

$$M = \frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{1}{2}h - \frac{1}{3}x\right) + m(a'y'u' + ayu)\right]$$

$$= \frac{\sigma}{x}I' \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(194)$$

上の式に於てSは有効斷面の中軸に對する靜力率を示し、I'は有効斷面が同斷面の中心線に對する物量力率を示す。

上の(193)及び(194)より下の式を得。

$$PI' = MS \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(195)$$

此式はxにつき三次方程式なり。故にxに適宜の數を與へ是式に入れて其適否を檢するときは容易にxの値を知ることを得べし。かくして中軸の位置を知りたる上はy及びy'を(44)及び(45)により計算し、(193)若しくは(194)によりσ即ち混凝土に於ける最大應壓力度を知ることを得。

次に鐵の應力度は(191)及び(192)により知ることを得。

第五十八節 壓力及其働く位置が與へられたる場合。

若し前節に於けるが如く斷面の重心に働くP、及び其斷面に働くMに換ふるに、單に重心を外れて働くP、及び其位置が與へられたる場合には、(160)により斷面の重心の位置を知り、其點とPの働く點との距離、即ち側心半徑rを算出し$Pr=M$となし、與へられたるPと共に前節に適用すべし。然れども或は下に述ぶるが如く直に計算する方反て便利なることあり。

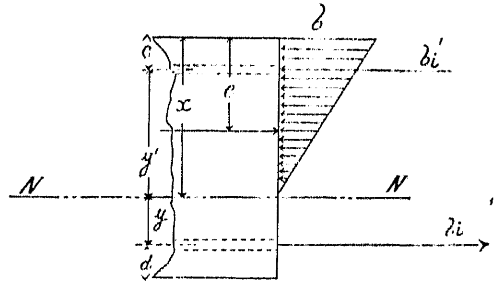
即ち前節の(189)は其儘にして

$$P = \frac{1}{2}\sigma xb + \sigma_i'a' - \sigma_i a \cdots(196)$$

能率は中軸にとるときは

$$P(x-e) = \frac{1}{3}\sigma x^2b + \sigma_i'a'y' + \sigma_i ay \cdots(197)$$

第六十九圖



之れに(191)(192)の關係を入るゝときは

$$\mathrm{P}=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}bx^2+m(a'y'-ay)\right]=\frac{\sigma}{x}\mathrm{S}\ \ldots\ldots\ldots\ldots(198)$$

$$\mathrm{P}(x-e)=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{3}bx^3+m(a'y'^2+ay^2)\right]=\frac{\sigma}{x}\mathrm{I}\ldots\ldots\ldots(199)$$

此二式より

$$\frac{\mathrm{P}}{\mathrm{S}}=\frac{\mathrm{P}(x-e)}{\mathrm{I}}$$

即ち $\mathrm{I}=(x-e)\mathrm{S}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(200)$

此式も亦 x につき三次方程式なるが故、第五十七節に述べたるが如き方法によりて之れを算出し、其他は凡て前節同樣の手數を行ふべし。

第五十九節　斷面等勢なる場合。

斷面等勢にして應張力を生ずる場合は第五十四節に述べたるが如く

$$\frac{\mathrm{M}}{\mathrm{P}}>\frac{2\mathrm{I}_0}{h\mathrm{A}}$$

のときなり。而して之れに用ふる算式は第五十七節及び第五十八節につき $a'=a,\ u'=u,\ c=d$ となせば之れを得べし。即ち

$$\mathrm{P}=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b+ma(y'-y)\right]=\frac{\sigma}{x}\mathrm{S}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(201)$$

$$\mathrm{M}=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+mau(y'+y)\right]$$

$$=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+2mau^2\right]=\frac{\sigma}{x}\mathrm{I}'\ldots\ \ldots(202)$$

其他は第五十七節と異なる所なし。

又第五十八節の如く P、及び其位置が與へられたるときは(198)は同じく(201)の如くなり、(199)に當る式は下の如し。

$$\mathrm{P}(x-e)=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{3}bx^3+ma(y'^2+y^2)\right]=\frac{\sigma}{x}\mathrm{I}\ \ldots\ldots\ldots\ldots(203)$$

(200)の式は其儘にして、他は異なるところなし。

第六十節　鐵が應張力を生ずる側にのみある場合。

之の場合は $\dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{P}}>\dfrac{2\mathrm{I}_0+\mathrm{B}h}{\mathrm{A}h+2\mathrm{B}}$ のときに適用すべきものにして、第五十七節及び第五十八節に於て $a'=0$ となすときは其算式を得べし。即ち

$$\mathrm{P}=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b-may\right]=\frac{\sigma}{x}\mathrm{S}\ \ldots\ldots\ldots\ \ldots\ldots\ \ldots(204)$$

$$\mathrm{M}=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+mauy\right]=\frac{\sigma}{x}\mathrm{I}'\ldots\ \ldots(205)$$

其他の式は異なることなし。

又第五十八節の如き場合に於ては、(198)の式は同じく(204)の如くなり、(199)に當る式は下の如し。

$$\mathrm{P}(x-e)=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{3}bx^3+may^2\right]=\frac{\sigma}{x}\mathrm{I}\ldots\ \ldots\ \ldots\ldots(206)$$

其他は異なるところなし。

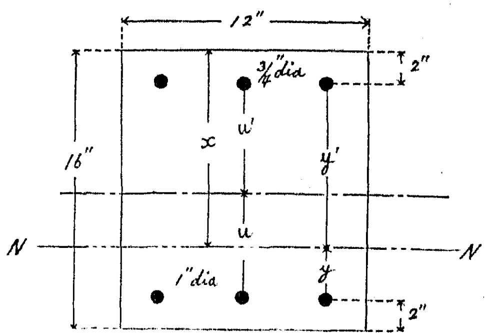
第六十一節　例題。

(第一)幅十二吋、厚十六吋にして鐵條が第七十圖に示

すが如く配置せられたる斷面が、其重心に一萬五千封度の壓力、及び其斷面に九萬吋封度の彎曲力率を受くるとき、混凝土及び鐵に於ける應力度を求む。但し m を十二とす。

問題より

第七十圖



$a'=3\times0.4418=1.33\square''$

$a=3\times0.7854=2.36\square''$

$b=12''$

$h=16''$

$c=d=2''$

$m=12$

$u=u'=6''$

$$y'=x-c=x-2$$

$$y=h'-x=14-x$$

第一に是斷面に應張力を生ずるや否やを檢せざるべからず。故に(150)により

$$A=bh+m(a'+a)$$

$$=12\times16+12\times(1.33+2.36)$$

$$=192+44.28=236.28$$

(151)により　$B=m(a'u'-au)$

$$=12\times(1.33\times6-2.36\times6)$$

$$=-74.16$$

(152)により　$I_0=\frac{1}{12}bh^3+m(a'u'^2+au^2)$

$$=\frac{1}{12}\times12\times16^3+12\times(1.33\times6^2+2.36\times6^2)$$

$$=4096+1594.08=5690.08$$

(159)により

$$\frac{2I_0+hB}{hA+2B}=\frac{2\times5690.08-16\times74.16}{16\times236.28-2\times74.16}=2.81''$$

然るに　$\frac{M}{P}=\frac{90000}{15000}=6''$

故に　$\frac{M}{P}(=6)>\frac{2I_1+hB}{hA+2B}(=2.8'')$

即ち是斷面には應張力を生ずるを知りたるを以て、第五十七節により計算せざるべからず。故に(193)により

$$S=\frac{1}{2}x^2b+m(a'y'-ay)$$

$$=\frac{1}{2}x^2\times12+12\times\{1.33\times(x-2)-2.36\times(14-x)\}$$

$$=6x^2+47.88x-428.4$$

又(194)により

$$I'=\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+m(a'y'u'+ayu)$$

$$=\frac{1}{2}x^2\times12\times\left(\frac{16}{2}-\frac{x}{3}\right)+12\times\{1.33\times(x-2)\times6+2.36\times(14-x)\times6\}=-2x^3+48x^2-74.16x+2187.36$$

(195)により

$$PI'=MS$$

$$15000\times(-2x^3+48x^2-74.16x+2187.36)$$

$$=90000\times(6x^2+47.88x-428.4)$$

之れを書換ふれば

$$x^3-6x^2+180.72x-2378.88=0$$

今 $x=10$ と假定するときは

$$10^3-6\times10^2+180.72\times10-2378.88=-171.68$$

故に x は 10 より大ならざるべからず。故に $x=11$ と假定するときは

$$11^3-6\times11^3+180.72\times11-2378.88=+214.04$$

故に x は 11 より小ならざるべからず。故に今 $x=10.45$ と假定するときは

$$10.45^3-6\times10.45^2+180.72\times10.45-2378.88=-3.85$$

かくの如く -3.85 は殆んど 0 に近きを以て

$$x=10.45$$

となす。(尚ほ精密に x の値を出すことを得べしと雖も單位以下二位より小なる所は實用上必要なきを以て略せり) x の値を知りたるを以て

$$S=6\times10.45^2+47.88x-428.4=727.24$$

之れを(193)に入るゝときは

$$15000=\frac{\sigma}{10.45}\times727.24$$

是れより　$$\sigma=\frac{15000\times10.45}{727.24}=215.54^{\#}/_{\square''}$$

$$y'=x-2=10.45-2=8.45''$$

$$y=14-x=14-10.45=3.55''$$

故に(191)により

$$\sigma_t'=m\sigma\frac{y'}{x}=12\times215.54\times\frac{8.45}{10.45}=2091.46^{\#}/_{\square''}$$

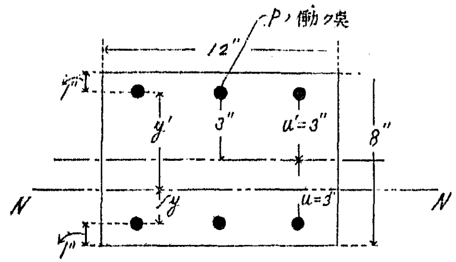
(192)により

$$\sigma_t=m\sigma\frac{y}{x}=12\times215.54\times\frac{3.55}{10.45}=926.51^{\#}/_{\square''}$$

(第二)幅十二吋、厚八吋の斷面に鐵條が圖の如く配置せられ、其中心を距ること三吋のところに(第七十一圖八千封度の壓力をうくるとき、混凝土及び鐵に於ける應力度を求む。但し m を十五とす。

問題により

第七十一圖



$b=12''$

$h=8''$

$a'=a=3\times0.3068=0.92^{\square''}$

$m=15$

$u=u'=3''$

$c=1''$　　$c=d=1''$

$$y'=x-1$$

$$y=7-x$$

第一に此斷面に應張力を生ずるや否やを檢せざるべからず。而して此斷面は對稱なるが故(167)により

$$A = lh + 2ma = 12\times 8 + 2\times 15\times 0.92$$

$$= 96 + 27.6 = 123.6^{□''}$$

(168) により

$$I_0 = \frac{1}{12}bh^3 + 2mau^2$$

$$= \frac{1}{12}\times 12\times 8^3 + 2\times 15\times 0.92\times 3^2$$

$$= 512 + 248.4 = 760.4$$

故に (171) により

$$\frac{2I_0}{hA} = \frac{2\times 760.4}{8\times 123.6} = 1.54''$$

此斷面は等勢なる故重心と中心とは相一致す。而して問題より

$$\frac{M}{P} = r = 3''$$

故に　$$\frac{M}{P}(=3) > \frac{2I_0}{hA}(=1.54)$$

て此斷面には應張力を生ずるを知りたるが故、第五十九節を適用せざるべからず。故に (201) により

$$S = \frac{1}{2}x^2 b + ma(y' - y)$$

$$= \frac{1}{2}x^2\times 12 + 15\times 0{,}92\{(x-1) - (7-x)\}$$

$$= 6x^2 + 27.6x - 110.4$$

(203) により

$$I = \frac{1}{3}bx^3 + ma(y'^2 + y^2)$$

$$= \frac{1}{3}\times 12x^3 + 15\times 0.92\times\{(x-1)^2 + (7-x)^2\}$$

$$= 4x^3 + 27.6x^2 - 220.8x + 690$$

(200) により

$$I = (x-e)S$$

$$4x^3 + 27.6x - 220.8x + 690$$

$$= (x-1)(6x^2 + 27.6x - 110.4)$$

之れを書換ふれば

$$x^3 - 3x^2 + 41.4x - 289.8 = 0$$

之れより例題第一に於けるが如き方法により x の値を算出するときは

$$x = 5.35''$$

故に

$$S = 6\times 5.35^2 + 27.6\times 5.35 - 110.4 = 208.98$$

(201) により

$$P = \frac{\sigma}{x}S$$

$$8000 = \frac{\sigma}{5.35}\times 208.980$$

之れより　$$\sigma = \frac{8000\times 5.35}{208.98} = 204.8^{\#}/_{□''}$$

$$y' = x - 1 = 5.35 - 1 = 4.35''$$

$$y = 7 - x = 7 - 5.35 = 1.65$$

故に鐵に於ける應力度は

$$\sigma_i'=m\sigma\frac{y'}{x}$$

$$=15\times204.8\times\frac{4.35}{5.35}=2497.78^{\#}/_{\square''}$$

$$\sigma_i=m\sigma\frac{y}{x}=15\times204.8\times\frac{1.65}{5.35}=938.09^{\#}/_{\square''}$$

第二類　鐵の斷面積大なる場合。

(第一)　斷面に應張力を生せざる場合。

鐵の斷面積大なる場合には第五十三節以降の如く、混凝土の斷面積と全斷面積と同一視し、且つ鐵の斷面自身が其重心を通る軸に對する物量力率を無視することと能はず。故に斯の如き場合には第六十二節以降に述ぶるところにより計算せざるべからず。

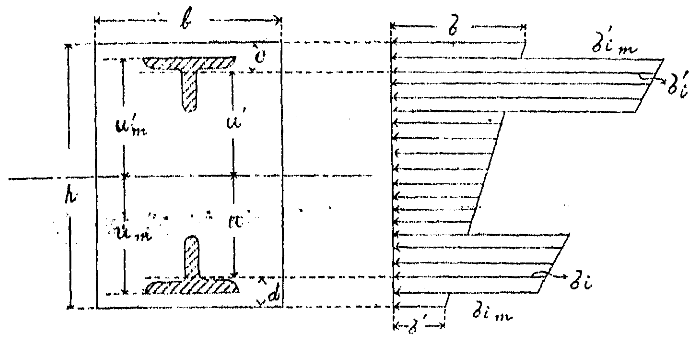
第六十二節　鐵が上下にある場合。

此場合に於ける應力の分布は第七十二圖に示すが如きものにして、第五十三節の 144 に當る式は下の如し。(第五十三節參照)

$$P=\sigma_1bh-\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u'}{h}\right)a'-\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u}{h}\right)a$$
$$+\sigma_i'a'+\sigma_ia \quad\cdots\cdots\cdots(207)$$

又(145)に相當する式は若し

第七十二圖



z=中心線より鐵の或點迄の距離

t=中心線よりzの距離にある鐵の幅

となすときは第五十三節の(146)(147)の關係により

$$M=\sigma_2bh\frac{h}{6}+\int\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2z}{h}\right)tdzz$$
$$+\int\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2z}{h}\right)tdzz$$
$$+\int m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2z}{h}\right)tdzz$$
$$-\int m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2z}{h}\right)tdzz\cdots\cdots\cdots(208)$$

而して(207)に(146)(147)と同樣なる關係

$$\sigma_i'=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u'}{h}\right)\cdots\cdots\cdots(209)$$

$$\sigma_i=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u}{h}\right)\cdots\cdots\cdots(210)$$

を入るゝときは

$$P=\sigma_1[bh+(m-1)(a'+a)]$$

$$+\sigma_2\frac{2(m-1)}{h}(a'u'-au)\dots\dots(211)$$

となり、(208)を計算すれば

$$M=\sigma_2 bh\frac{h}{6}-\left\{\sigma_1 a'u'+\sigma_2\frac{2}{h}(a'u'^2+i_{a'})\right\}$$

$$+\left\{\sigma_1 au-\sigma_2\frac{2}{h}(au^2+i_a)\right\}$$

$$+m\left\{\sigma_1 a'u'+\sigma_2\frac{2}{h}(a'u'^2+i_a)\right\}$$

$$-m\left\{\sigma_1 au-\sigma_2\frac{2}{h}(au^2+i_a)\right\}$$

となり、尙ほ之れを書直ほせば

$$M=\sigma_1(m-1)(a'u'-au)$$

$$+\sigma_2\left[\frac{bh^2}{6}+\frac{2(m-1)}{h}(a'u'^2+au^2+i_{a'}+i_a)\right]\dots\dots(212)$$

今

$$A=bh+(m-1)(a'+a)\dots\dots(213)$$

$$I_0=\frac{bh^3}{12}+(m-1)(a'u'^2+au^2+i_{a'}+i_a)\dots\dots(214)$$

$$B=(m-1)(a'u'-au)\dots\dots(215)$$

となすときは(211)及び(212)は下の如し。

$$P=A\sigma_1+\frac{2}{h}B\sigma_2\dots\dots(216)$$

$$M=B\sigma_1+\frac{2}{h}I_0\sigma_2\dots\dots(217)$$

之れ等より σ_1 及び σ_2 を出すときは

$$\sigma_1=\frac{PI_0-BM}{AI_0-B^2}\dots\dots(218)$$

$$\sigma_2=\frac{h}{2}\times\frac{AM-BP}{AI_0-B^2}\dots\dots(219)$$

故に第五十三節に於けるが如く

$$\sigma=\sigma_1+\sigma_2\dots\dots(220)$$

$$\sigma'=\sigma_1-\sigma_2\dots\dots(221)$$

而して鐵の平均應力度は(209)及び(210)によりて算出することを得べく、若し

u'_m＝中心線より a' の最遠端までの距離

u_m＝中心線より a の最遠端までの距離

となすときは上部の鐵に於ける最大應力度は

$$\sigma'_{im}=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u'_m}{h}\right)\dots\dots(222)$$

又下部の鐵に於ける最小應力度は

$$\sigma_{im}=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u_m}{h}\right)\dots\dots(223)$$

而して斷面に應張力を生ぜざる限度は

$$\sigma'=\sigma_1-\sigma_2=0$$

のときにして第五十三節に於けるが如く

$$\frac{M}{P}=\frac{2I_0+hB}{hA+2B}\dots\dots(224)$$

なるが故本節を適用し得べき範圍は

$$\frac{M}{P}\leqq\frac{2I_0+hB}{hA+2B}$$

と知るべし。

若しP及びMにかゝるにP及び其位置が與へられたるときは、其重心を距る距離が(224)より小なる場合にのみ適用するものと知るべく、其断面の重心の位置は

$$\bar{x}=\frac{\frac{bh^2}{2}+(m-1)a'c+(m-1)ah'}{bh+(m-1)(a'+a)}\quad\cdots\cdots(225)$$

によりて算出すべし。

第六十三節　断面等勢なる場合。

此場合にありては第六十二節の諸式中に於て $'=a$ $c=d,\ u'=u,\ u'_m=u_m$ となすときは其算式を得べし。即ち

$$A=bh+2(m-1)a\quad\cdots\cdots(226)$$

$$I_0=\frac{bh^3}{12}+2(m-1)(au^2+i_a)\quad\cdots\cdots(227)$$

$$B=0$$

故に

$$P=A\sigma_1\quad\cdots\cdots(228)$$

$$M=\frac{2}{h}I_0\sigma_2\quad\cdots\cdots(229)$$

随て

$$\sigma_1=\frac{P}{A}\quad\cdots\cdots(230)$$

$$\sigma_2=\frac{Mh}{2I_0}\quad\cdots\cdots(231)$$

$$\sigma_i'=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u}{h}\right)\quad\cdots\cdots(232)$$

$$\sigma_i=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u}{h}\right)\quad\cdots\cdots(233)$$

$$\sigma_i{}'_m=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u_m}{h}\right)\quad\cdots\cdots(234)$$

$$\sigma_{im}=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u_m}{h}\right)\quad\cdots\cdots(235)$$

而して本節を適用し得べき範圍は

$$\frac{M}{P}\leqq\frac{2I_0}{hA}\quad\cdots\cdots(236)$$

にして断面の重心は其中心と一致す。

第六十四節　鐵が一方にのみある場合。

(第一) a' のみある場合。

是場合に於ては第六十二節の諸式中にて $a=0$ となすときは其算式を得べし。即ち

$$A=bh+(m-1)a'\quad\cdots\cdots(237)$$

$$I_0=\frac{bh^3}{12}+(m-1)(a'u'^2+i_{a'})\quad\cdots\cdots(238)$$

$$B=(m-1)a'u'\quad\cdots\cdots(239)$$

而して(216)乃至(224)の式は變化なく、(225)の式は次の如し。

$$\bar{x}=\frac{\frac{bh^2}{2}+(m-1)a'c}{bh+(m-1)a'}$$

(第二) a のみある場合。

此場合に於ては第六十二節の諸式に於て $a'=0$ となすときは其算式を得べし。即ち

$$A=bh+(m-1)a\quad\cdots\cdots(240)$$

$$I_0=\frac{bh^3}{12}+(m-1)(au^2+i_a)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(241)$$

$$B=-(m-1)au\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(242)$$

而して(216)乃至(224)に至る式は變化なく、重心の位置は下の式によりて知るべし。

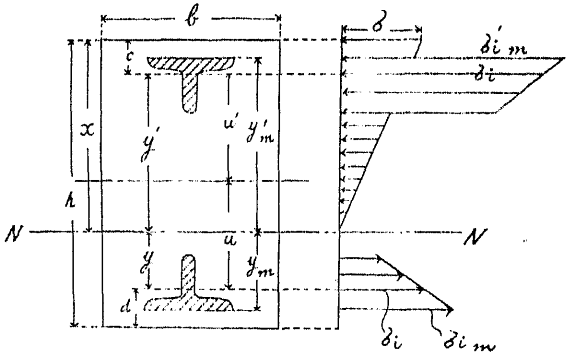
$$\bar{x}=\frac{\dfrac{bh^2}{2}+(m-1)ah'}{bh+(m-1)a}$$

(第二) 斷面に應張力を生ずる場合。

第六十五節　鐵が上下にある場合。

之れは $\dfrac{M}{P}>\dfrac{2I_0+hB}{hA+2B}$ のときにして應力の分布は第七十三圖に示すが如し。

第七十三圖



第五十七節の(189)に相當する式は

$$P=\frac{1}{2}\sigma xb-\sigma\frac{y'}{x}a'+\sigma_i'a'-\sigma_i a\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(243)$$

又(190)に相當する式は若し

z',z＝中軸より鐵の或る點までの距離

t',t＝中軸より z の距離にある鐵の幅

となすときは

$$M=\frac{1}{2}\sigma xb\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)$$

$$-\int\frac{\sigma z'}{x}t'd'z'z'+m\int\frac{\sigma z'}{x}t'd'z'z'+m\int\frac{\sigma z}{x}tdzz\ldots\ldots(244)$$

又(243)に　$\sigma_i'=m\sigma\dfrac{y'}{x}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(245)$

$$\sigma_i=m\sigma\frac{y}{x}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(246)$$

を入るゝときは

$$P=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b+(m-1)a'y'-may\right]$$

$$=\frac{\sigma}{x}S\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(247)$$

又(244)は次の如くなるべし。

$$M=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+(m-1)(a'u'y'+i_{a'})\right.$$

$$\left.+m(auy+i_a)\right]=\frac{\sigma}{x}I'\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(248)$$

此二つの式より

$$PI'=MS\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(249)$$

此の式は x の三次方程式なるが故第五十七節にのべたるが如き方法により x の値を算出することを得べく、

隨て混凝土の最大應力度σ、幷びに鐵の平均應力度σ_i'及びσ_iを算出することは第五十七節と異なるところなく、鐵に於ける最大應力度は次の式による。

$$\sigma_{i'm}=m\sigma\frac{y'_m}{x}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(250)$$

$$\sigma_{im}=m\sigma\frac{y'_m}{x}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(251)$$

若し第五十八節に述べたるが如くP及びMに換ふるにP及び其働く位置が與へられたるときは、(247)は其儘にして(248)に換ふるに次の式を以てす。(第五十八節參照)

$$P(x-e)=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{3}bx^3+(m-1)(a'y'^2+i_{a'})+m(ay^2+i_a)\right]$$

$$=\frac{\sigma}{x}I\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(252)$$

隨て(247)と(252)とより

$$I=(x-e)S\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(253)$$

此式もxの三次方程式にしてxを求むる方法其他はすべて第五十七節及び第五十八節にのべたるものと異なるところなし。

第六十六節　斷面等勢なる場合。

此場合に於ては第六十五節の諸式中に於て$a'=a$, $c=d$, $u'=u$となすときは其算式を得べし。即ち(247)及び(248)に相當する式は下の如くなり、

$$P=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b+(m-1)ay'-may\right]$$

$$=\frac{\sigma}{x}S\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(254)$$

$$M=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+(m-1)(auy'+i_a)\right.$$

$$\left.+mauy+i_a\right]$$

$$=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)-(auy'+i_a)+2m(au^2+i_a)\right]$$

$$=\frac{\sigma}{x}I'\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(255)$$

其他は異なるところなし。

若しP及Mにかふるに P及び其位置が與へられたるときは、(254)は其儘にして(252)に當る式は

$$P(x-e)=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{3}x^3b+a\{(m-1)y'^2+my^2\}+(2m-1)i_a\right]$$

$$=\frac{\sigma}{x}I\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(256)$$

其他は先に述べたるところと異なることなし。本節を適用し得べき範圍は

$$\frac{M}{P}>\frac{2I_0}{hA}$$

のときと知るべし。

第六十七節　鐵が應張力を生ずる側にのみある場合。

此場合に於ては第六十五節につき$a'=0$となすときは

其算式を得べし。即ち

$$P=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b-may\right]=\frac{\sigma}{x}S \quad \cdots\cdots(257)$$

$$M=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+m(amy+i_a)\right]$$

$$=\frac{\sigma}{x}I' \quad \cdots\cdots(258)$$

其他は變化なし。

又PびMに換ふるにP及び其働く位置が與へられたる場合には、(257)は其儘にして(258)にかふるに

$$P(x-e)=\frac{\sigma}{x}\left[\frac{1}{3}x^3b+m(ay^2+i_a)\right]=\frac{\sigma}{x}I \quad \cdots\cdots(259)$$

を以てし、其他は第六十五節にのべたると異なるところなし。

本節を適用し得べき範圍は

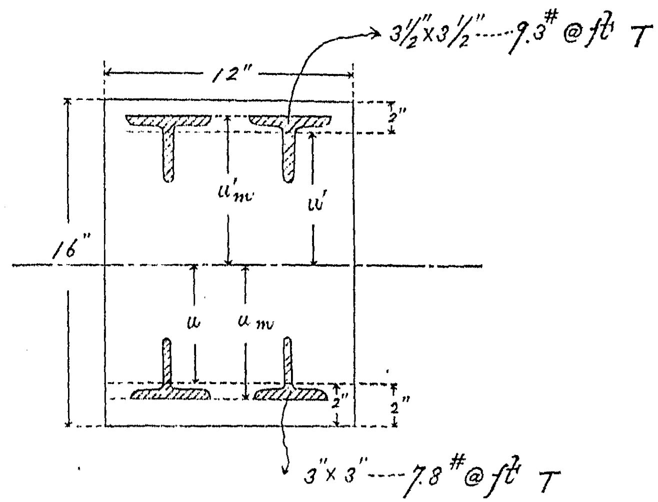
$$\frac{M}{P}>\frac{2I_0+hB}{hA+2B}$$

と知るべし。

第六十八節　例題。

(第一)第七十圖に示すが如き斷面が六萬封度の壓力、及び十二萬吋封度の彎曲力率を受くるとき、混凝土及び鐵における應力度を求む。但し m を十五とす。

第七十四圖



問題より　$b=12''$

$h=16''$

$c=d=2''$

$a'=2\times2.74=5.48''''$

$a=2\times2.27=4.54''''$

上部のTの「フランジ」より其重心迄の距離 $=0.99''$

下部　〃　〃　〃　〃　$=0.88''$

$$u'=u=\frac{h}{2}-2=8-2=6''$$

$u'_m=u'+0.99=6.99''$

$u_m=u+0.88=6.88$

$P=60000^{\#}$

$$M=120000''^{\#}$$

又鐵の斷面表より

$$i_a'=2\times3.1=6.2$$

$$i_a=2\times1.81=3.62$$

又圖に於ける關係より

$$y'=x-2$$

$$y=14-x$$

第一に此斷面に應張力を生ずるや否やを檢せざるべからず。故に(213)により

$$A=bh+(m-1)(a'+a)$$

$$=12\times16+(15-1)(5.48+4.54)$$

$$=192+140.28=332.28^{\square''}$$

(214)により

$$I_0=\frac{bh^3}{12}+(m-1)(a'u'^2+au^2+i_a'+i_a)$$

$$=\frac{12\times16^3}{12}+(15-1)(5.48\times6^2+4.54\times6^2+6.2+3.62)$$

$$=4096+5187.56=9283.56$$

(215)により

$$B=(m-1)(a'u'-au)$$

$$=(15-1)(5.48\times6-4.54\times6)$$

$$=78.96$$

故に(224)により

$$\frac{2I_0+hB}{hA+2B}=\frac{2\times9283.56+16\times78.96}{16\times332.28+2\times78.96}=3.62$$

然るに $\frac{M}{P}=\frac{120000}{60000}=2''$

即ち $\frac{M}{P}>\frac{2I_0+hB}{hA+2B}$

なるを以て、此斷面には應張力を生ぜざるを知りたるが故、第六十二節を適用す。故に(218)により

$$\sigma_1=\frac{PI_0-BM}{AI_0-B^2}$$

$$=\frac{60000\times9283.56-78.96\times120000}{332.28\times9283.56-78.96^2}$$

$$=\frac{547538400}{3078506.85}=177.86^{\#}/_{\square''}$$

(219)により

$$\sigma_2=\frac{h}{2}\times\frac{AM-BP}{I_0A-B^2}$$

$$=\frac{16}{2}\times\frac{332.28\times120000-78.96\times60000}{3078506.85}$$

$$=\frac{281088000}{3078506.85}=91.31^{\#}/_{\square''}$$

故に(220)及び(221)により

$$\sigma=\sigma_1+\sigma_2=177.86+91.31=269.17^{\#}/_{\square''}$$

$$\sigma'=\sigma_1-\sigma_2=17786-91.31=86.55^{\#}/_{\square''}$$

故に鐵に於ける平均應力度は(209)及び(210)により

$$\sigma_1'=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u'}{h}\right)$$

$$=15\times\left(177.86+91.31\times\frac{2\times6}{16}\right)=3695.1^{\#}/_{\square''}$$

$$\sigma_t=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u}{h}\right)$$

$$=15\times\left(177.86-91.31\times\frac{2\times6}{16}\right)=1640.7^{\#}/_{\square''}$$

又上部の鐵に於ける最大應力度は(222)により

$$\sigma_{im}=m\left(\sigma_1+\sigma_2\frac{2u'_m}{h}\right)$$

$$=15\times\left(177.86+91.31\times\frac{2\times6.99}{16}\right)=3859.5^{\#}/_{\square''}$$

又下部の鐵に於ける最小應力度は(223)により

$$\sigma_{tm}=m\left(\sigma_1-\sigma_2\frac{2u_m}{h}\right)$$

$$=15\times\left(177.86-91.31\times\frac{2\times6.88}{16}\right)=1489.95^{\#}/_{\square''}$$

(第二)例題第一と同一斷面に働く壓力、及彎曲力率が夫々二萬五千封度、及び二十萬吋封度なるとき、混凝土及び鐵に於ける應力度を求む。

例題第一により

$$\frac{2\mathrm{I}_0+h\mathrm{B}}{h\mathrm{A}+2\mathrm{B}}=3.62''$$

然るに $\dfrac{\mathrm{M}}{\mathrm{P}}=\dfrac{200000}{25000}=8''$

なるを以て是斷面には應張力を生ずるを知るが故、第六十五節を適用せざるべからず。

(247)により

$$\mathrm{S}=\frac{1}{2}x^2b+(m-1)a'y'-may$$

$$=\frac{1}{2}x^2\times12+(15-1)\times5.48\times(x-2)-15\times4.54\times(14$$

$$-x)=6x^2-144.82x-1106.84$$

(248)により

$$\mathrm{I}'=\frac{1}{2}x^2b\left(\frac{h}{2}-\frac{x}{3}\right)+(m-1)(a'u'y'+i_{a'})+m(auy+i_a)$$

$$=\frac{1}{2}x^3\times12\times\left(\frac{16}{2}-\frac{x}{3}\right)+(15-1)\times\{5.48\times6\times(x-2)+6.2\}$$

$$+15\times\{4.54\times6\times(14-x)+3.62\}$$

$$=-2x^3+48x^2+51.72x+4940.86$$

故に(249)により

$$\mathrm{PI}'=\mathrm{MS}$$

$$25000\times(-2x^3+48x^2+51.72x+4940.86)$$

$$=200000\times(6x^2+144.82x-1106.84)$$

即ち $x^3+553.42x-6897.84=0$

今 $x=10$ と假定するときは

$$10^3+553.42\times10-6897.84=-363.64$$

なるを以て、x は 10 より大ならざるべからず。故に $x=11$ と假定するときは

$$11^3+553.42\times11-6897.84=+520.78$$

なるを以て、x は 11 より小ならざるべからず。故に $x=10.42$ となすときは

$$10.42^3+553.42\times10.42-6897.84=-0.3$$

殆ど適合するを以て

$$x=10.42''$$

とす。然るときは

$$y'=x-2=10.42-2=8.42''$$

$$y=14-x=14-10.42=3.58''$$

$$y'_m=y'+0.99=8.42+0.99=9.41''$$

$$y_m=y+0.88=3.58+0.88=4.46''$$

x を知りたる故

$$S=6\times10.42^2+144.82\times10.42-1106.84=1053.66$$

故に(247)により

$$P=\frac{\sigma}{x}S$$

$$25000=\frac{\sigma\times1053.66}{10.42}$$

是れより

$$\sigma=\frac{25000\times10.42}{1053.66}=247.23^{\#}/_{\square''}$$

鐵の平均應力度は(245)及び(246)により

$$\sigma_t'=m\sigma\frac{y'}{x}$$

$$=15\times247.23\times\frac{8.42}{10.42}=2996.66^{\#}/_{\square''}$$

$$\sigma_t=m\sigma\frac{y}{x}$$

$$=15\times247.23\times\frac{3.58}{10.42}=1274.11^{\#}/_{\square''}$$

又鐵に於ける最大應力度は(250)及び(251)により

$$\sigma_{tm}'=m\sigma\frac{y'_m}{x}$$

$$=15\times247.23\times\frac{9.41}{10.42}=3348.99^{\#}/_{\square''}$$

$$\sigma_{tm}=m\sigma\frac{y_m}{x}$$

$$=15\times247.23\times\frac{4.46}{10.42}=1588.2^{\#}/_{\square''}$$