吉林大橋架設工事報告（其三）

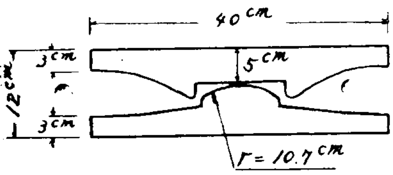
※幹事 渡部幸三郎

※會員 高繩迪德

第6章 支承部の設計

第1項 吊桁支持裝置

（1）固定端



d=圓徑　V=半徑

$R=45ld \quad \therefore r=\dfrac{R}{90l} \quad r=\dfrac{52705}{90\times55}=10{,}7cm$

桁反力=52,705（側桁分）

支持應力 $=\dfrac{52,705}{40\times55}=23.9kg/cm^2$

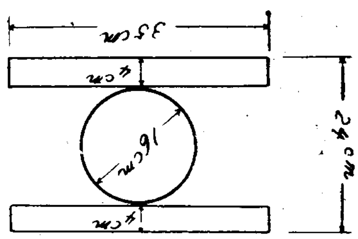
$M=\dfrac{23{,}9\times20^2}{2}=4{,}780kg\text{-}cm$

支持鈑の厚　$t\sqrt{\dfrac{6M}{b\ f}}=\sqrt{\dfrac{6\times4{,}780}{1\times1{,}200}}\doteqdot4.9\ cm\doteqdot5\ cm$

（2）可動端

桁反力=52,705kg

ローラーの長さを L 徑16cm とすれば



$l=\dfrac{R}{45d}=\dfrac{52{,}705}{45\times16}=73cm$

支持應力 $=p=\dfrac{52{,}705}{35\times73}=20.7kg/cm^2$

$M=\dfrac{20.7\times17.5^2}{2}\doteqdot3{,}170kg\text{-}cm$

支持鈑の厚　$k=\sqrt{\dfrac{6\ M}{b\ f}}=\sqrt{\dfrac{6\times3{,}170}{1{,}200}}=3.98cm\doteqdot4cm$

第2項 橋體支持裝置

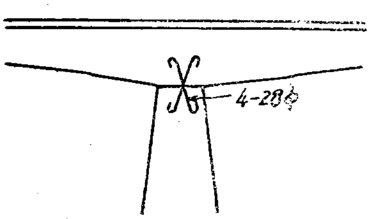
（1）固定端

$R_D=81{,}010\times2=162{,}020kg$

震度を $\dfrac{1}{20}$ とすれば

※ 吉林省土木廳工務科長

※ 同　上技士



水平力 $H=162{,}020\times 2\times \frac{1}{20}=16{,}202kg$

故に所要鐵筋量

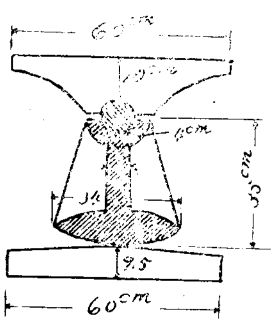
$$A_S=\frac{16{,}202}{900\times 1.5}=12.0cm^2$$

∴ $4-28\phi=24.63cm^2$ を使用す

(2) 可 動 端

(i) 支 持 鈑 の 計 算

桁反力$=219{,}560kg$(中央桁の分橋脚章參照)



支持應力 $P=\frac{219{,}560}{60\times 85}=43kg/cm^2$

$$M=\frac{43\times 30^2}{2}=19{,}350kg\text{-}cm$$

支持鈑の厚 $t=\sqrt{\frac{6M}{bf}}=\sqrt{\frac{6\times 19{,}350}{1{,}200}}=9.8cm\fallingdotseq 10cm$

$$M=\frac{43\times 26.5^2}{10}=3{,}120kg\text{-}cm$$

$$t=\sqrt{\frac{6\times 3{,}120}{1{,}200}}\fallingdotseq 4cm$$

底鈑の受ける應力は $P=\frac{219{,}560}{60\times 100}=38.2kg/cm^2$

$$M=\frac{38.2\times 30^2}{2}=17{,}190kg\text{-}cm$$

∴ 底鈑の厚 $t=\sqrt{\frac{17{,}190\times 6}{1{,}200}}=9.3cm$ ∴ $9.5cm$ とす

(ii) 鋲 の 計 算

今 Pin は Pin の頂點 S の兩側 $\frac{\pi}{4}$ 以内に於てのみ接觸するものとすれば次の關係を得べし然して σ_o=鑄鋼の支壓强度 ($1{,}800kg/cm^2$)

l=鋲の働長

V=鋲の半徑

$\delta\varphi=\sigma_o Cos\varphi$

$$V=2\int_O^{\frac{\pi}{4}} Vl\delta\varphi\ Cos\varphi\ d\varphi=1.285\sigma_o \Upsilon l \quad \text{とすれば}$$

$$\therefore\ \Upsilon=\frac{V}{1{,}285\sigma_o l}=\frac{219{,}560}{1{,}285\times 1{,}800\times 22}\fallingdotseq 4.4cm$$

∴ $d=4.4\times2=8.8cm$　　設計寸法は$9cm$とす

(iii) 「ロッカー」の計算

(1) 半徑の決定

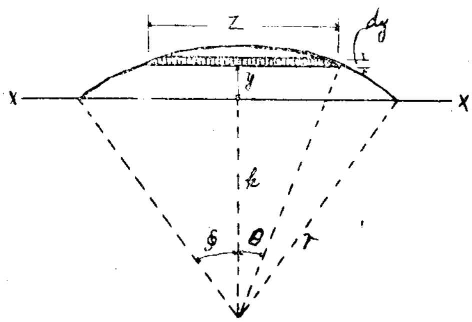
Rocker に於ては *Roller allowable bearing stress* $(45d)kg/cm^2$の$\frac{3}{4}$をとるものとす

$$\frac{3}{4}\times45dl=R$$

$$\therefore\ d=\frac{4\ R}{3\times45l}=\frac{4\times219{,}560}{135\times95}=\frac{878{,}240}{12{,}825}=68.5cm$$

$$\therefore\ r=\frac{d}{2}=\frac{68.5}{2}=34.25\fallingdotseq35cm$$

(2) 欠圓の物量力率を求むる式誘導（高綱技士作）



$$y=r\ Cos\ \theta-h$$

$$dy=-r\ Sin\ \theta d\theta$$

$$Z=2r\ Sin\theta$$

$$I_x=2\int_{\phi}^{0}Z\ dy\ y^2$$

$$=2\int_{\phi}^{0}2r\ Sin\theta(r\ Cos\theta-h)^2(-r\ Sin\ \theta)\ d\theta$$

$$=-4r^2\int_{\phi}^{0}(r\ Cos\theta-h)^2\ Sin^2\theta\ d\theta$$

$$=4r^2\int_{0}^{\phi}(r\ Cos\theta-h)^2\ Sin\theta\ d\theta$$

$$=4r^2\int_{0}^{\phi}(r^2\ Cos^2\theta-2rhcos\theta+h^2)Sin\theta d\theta$$

$$=4r^2\left[\int_{0}^{\phi}r^2Cos^2\theta\ Sin^2\theta d\theta-\int_{2}^{\phi}2hr\ Sin\theta\ Cos\theta d\theta+\int_{0}^{\phi}h^2\ Sin^2\theta d\theta\right]\cdots(1$$

然るに上式の第一項は

$$r^2\int_{0}^{\phi}Sin^2\theta\ Cos^2\theta d\theta=r^2\int_{0}^{\phi}\frac{Sin^22\theta}{4}d\theta=\frac{r^2}{4}\int_{0}^{\phi}\frac{1-Cos4\theta}{2}d\theta=\frac{r^2}{8}\int_{0}^{\phi}(1-Cos4\theta)\ d\theta$$

$$\left\{\begin{array}{l}Sin\ 2\theta=2\ Sin\theta\ Cos\theta\ \text{兩邊を自乘して}\ Sin^22\theta=4Sin^2\theta Cos^2\theta\\ Sin\ \frac{\theta}{2}\sqrt{\frac{1-Cos}{2}}\ Sin^2 2\theta=\frac{1-Cos4\theta}{2}\end{array}\right\}$$

$$=\frac{r^2}{8}\left[\theta-\frac{Sin4\theta}{4}\right]_{0}^{\phi}=\frac{r^2}{8}\left(\phi-\frac{Sin4\theta}{2}\right)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

第 2 項は

$$2\gamma h\int_0^{\phi} Sin2\theta\ Cos\theta\ d\theta=2\gamma h\int_0^{\phi}(1-Cos^2\theta)\ Cos\theta\ d\theta=2\gamma h\left[\int_0^{\phi}Cos\theta\ d\theta-\int_0^{\phi}Cos^3\theta\ d\theta\right]$$

但し $Cos3\theta=4Cos^3\theta-3Cos\theta$

$$Cos^3\theta=\frac{Cos3\theta+3Cos\theta}{4}$$

$$=2\gamma h\left[Sin\phi-\int_0^{\phi}\frac{Cos3\theta+3Cos\theta}{4}d\theta\right]$$

$$=2\gamma h\left[Sin\phi-\tfrac{1}{4}\left(\frac{Sin3\theta}{3}+3Sin\theta\right)_0^{\phi}\right]$$

$$=2\gamma h\left[Sin\phi-\frac{Sin3\phi}{12}-\tfrac{3}{4}Sin\phi\right]$$

$$=\frac{\gamma h}{2}\left(4Sin\phi-\frac{Sin3\phi}{12}-3Sin\phi\right)$$

$$=\frac{\gamma h}{2}\left(Sin\phi-\frac{Sin3\phi}{3}\right)\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$$

第 3 項は

$$h^2\int_0^{\phi}Sin^2\theta\ d\theta=h^2\int_0^{\phi}\frac{1-Cos2\theta}{2}d\theta=\frac{h^2}{2}\int_0^{\phi}(1-Cos2\theta)\,d\theta$$

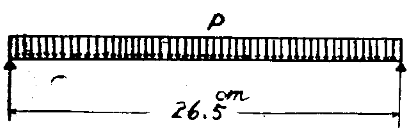
$$=\frac{h^2}{2}\left[\theta-\frac{Sin2\theta}{2}\right]_0^{\phi}=\frac{h^2}{2}\left(\phi-\frac{Sin^2\phi}{2}\right)\cdots\cdots(4)$$

Eguation (1) に (2) (3) (4) の値を夫々代入すれば

$$I_x=4\gamma^2\left[\frac{\gamma^2}{8}\left(\phi-\frac{Sin4\phi}{4}\right)-\frac{\gamma h}{2}\left(Sin\phi-\frac{Sin3\phi}{3}\right)+\frac{h^2}{2}\left(\phi-\frac{Sin2\phi}{2}\right)\right]$$

$$=2\gamma^2\left[\frac{\gamma^2}{4}\left(\phi-\frac{Sin4\phi}{4}\right)-\gamma h\left(Sin\phi-\frac{Sin3\phi}{3}\right)+h^2\left(\phi-\frac{Sin2\phi}{2}\right)\right]$$

(3) 彎曲力率及剪斷力



$$P=\frac{219{,}560}{95}=2{,}310kg/cm$$

$$M=\frac{2{,}310\times26.5^2}{8}=197{,}332kg\text{-}cm$$

$$S=\frac{2{,}310\times265}{2}=30{,}607kg$$

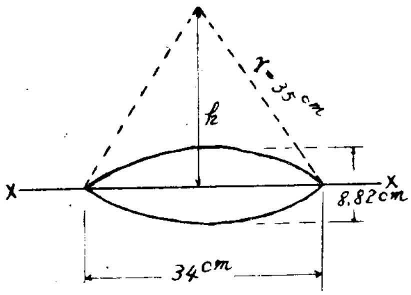
(4) 斷面及應力

$$h=\sqrt{35^2-17^2}=30.59cm$$

彎曲力率に對する安定度

$$Sin\phi=\frac{17}{35}=0.4857$$

$$\therefore\quad \phi=29°-4'=0.5073$$



$$Sin4\phi = Sin116° - 16' = Sin(90° + 21° - 16' = Cos26° - 16' = 0.8967$$

$$Sin3\phi = Sin87 - 12' = 0,9988$$

$$Sin2\phi = Sin58° - 8' = 0.8493$$

$$\therefore\ I_x = 2\times35^2 \left[\frac{35^2}{4} \left(0.5073 - \frac{0.8967}{2}\right) - 35 \times 30.59 \left(0.4857 - \frac{0.9988}{3}\right) + 30.59^2 \left(0.5073 - \frac{0.8493}{2}\right) \right] = 2450(86.70 - 163.60 + 77.29) = 956cm^4$$

$$f = \frac{M}{I} y = \frac{197332}{956} \times 4.41 \doteqdot 910kg/cm^2$$

剪斷力に對する安定度

$$A = 2\left[\frac{4}{3} h \sqrt{1.388h^2 + \frac{L^2}{4}}\right] = \frac{8\times4.41}{3}\sqrt{1.388\times4.41^2 + \frac{34}{4}} = 209cm^2$$

$$fs = \frac{S}{A} = \frac{30607}{209} \doteqdot 147kg/cm^2$$

第8章　橋　脚　の　設　計

第1項　荷　重

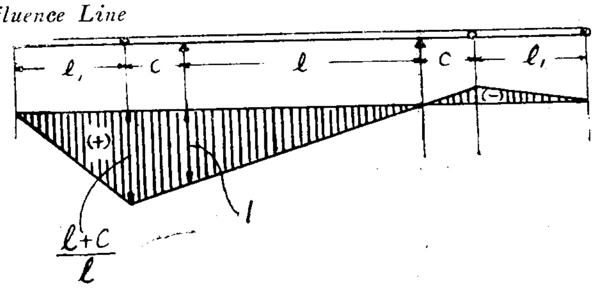
（1）　中央桁の最大反力

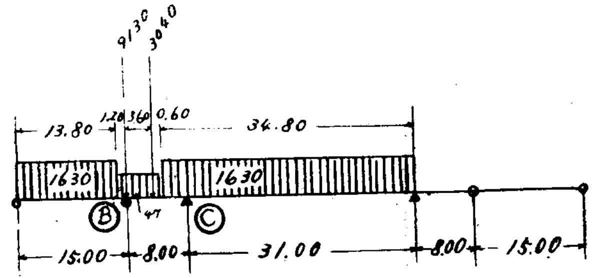
（i）　死荷重に依る反力

$$R_d = 79{,}680 \times 2 = 159{,}360kg$$

（ii）　活荷重に依る反力

R—Influence Line





$$Rb=9{,}130+\frac{1}{15}\left(\frac{1{,}630+13.8^2}{2}+47\times1.2\times14.4\right)=9{,}130+10{,}402=19{,}532kg$$

$$Rc=R_l=\frac{1}{31}\left(19{,}532\times39.0+3{,}040\times35.4+47\times4.2\times36.9+\frac{1{,}630\times34.8^2}{2}\right)$$

$$=\frac{1}{31}(761{,}748+107{,}616+6{,}294+986{,}998)=60{,}200kg$$

(iii) 最　大　反　力

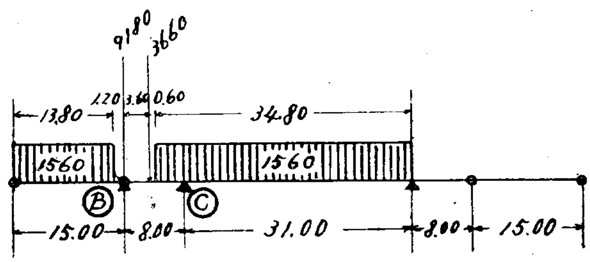
$Rmax=159{,}360+60{,}200=219{,}560kg$

（2） 側桁の最大反力

（i） 死荷重に依る反力

$Rd=81{,}010\times2=162{,}010kg$

（ii） 活荷重に依る反力



$$R_b=9{,}180+\frac{1}{15}\times\frac{1{,}560\times13.8^2}{2}=19{,}085kg$$

$$Rc=R_l=\frac{1}{31}\left(19{,}085\times39.0+3{,}060\times35.4+\frac{1{,}560\times34.8^2}{2}\right)=\frac{1}{31}(744{,}315+10{,}832$$

$$+944{,}611)=54{,}831kg$$

(iii) 最　大　反　力

$Rmax=162{,}020+54{,}831=216{,}851\doteqdot216{,}900kg$

第 2 項　井筒底部に於ける耐壓力の計算

上部構造の死荷重　$162{,}020+\frac{159{,}360}{2}=241{,}700$

同　　活荷重　$54{,}831+\frac{60{,}200}{2}=84{,}931$

橋　脚　重　量……………………………132,120

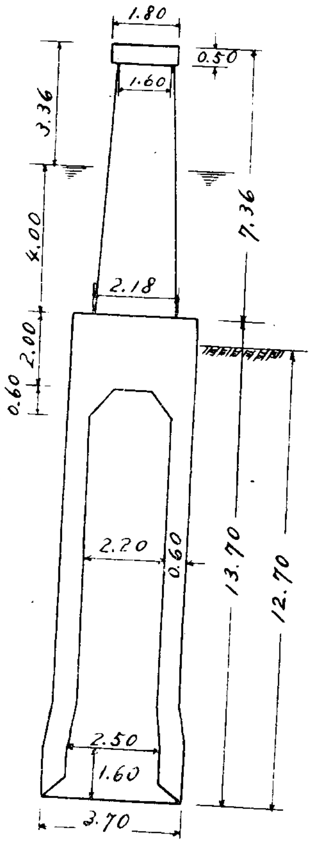
井　筒　重　量……………………………212,976

$\Sigma W\doteqdot671{,}730kg$

橋脚重量計算

頂　　部　$(0.9^2\times3.14+7.15\times1.8)\times0.5=7.71m^3$

軀　　體　$\frac{(0.8^2\times3.14+7.15\times1.6)+(1.09^2\times3.14+7.15\times2.18)}{2}\times6.80$



$= \frac{13.45+19.32}{2} \times 6.86 = 112.40m^3$

立 積 計 $=7.71+112.40=120.11m^3$

橋脚重量 $=120.11 \times 2,200=264,242 \fallingdotseq 264,240kg$

ウエル重量計算

上部床版　$1.7^2 \times 3.14 \times 2.00 \fallingdotseq 18.15$

$\frac{0.6^2}{2} \times 1.8 \times 3.14 \fallingdotseq 1.02$

軀　　體　$2.8 \times 3.14 \times 0.60 \times 11.7 \fallingdotseq 61.72$

水中コンクリート　$1.25^2 \times 3.14 \times 1.6 = 7.85$

$\Sigma = 88.74$

ウエル重量 $=88.74 \times 2,400=212,976kg$

井筒の底面積 $A=1.85^2 \times 3.14=10.75m^2$

井筒と土砂との摩擦力を $1,200kg/m^2$ とすれば

井筒表面の全摩擦力は $3.40 \times 3.14 \times 12.7 \times 1,200=162,700kg$

故に井筒底部に働く壓力强度

$$P = \frac{671,730-162,700}{10.75} \fallingdotseq 47,250kg/cm^2$$

第 3 項　地震時に於ける橋脚安定度

地震力と浮力とを考へて合力が井筒上面を切る點を求めるに

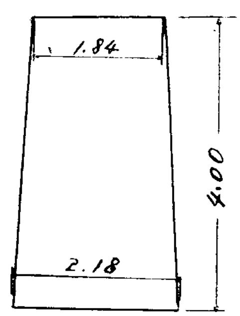
水平震度　$K = \frac{1}{20} = 0.05$

水中に於ける橋脚の體積

$$V = \frac{0.92^2 \times 3.14 + 7.15 \times 1.84 + 1.09^2 \times 3.14 + 7.15 \times 2.18}{2} \times 4.00 = 70.26m^3$$

∴　浮力 $=70.26 \times 1,000=70,260kg$

浮力は橋脚の重心に働くものと假定す



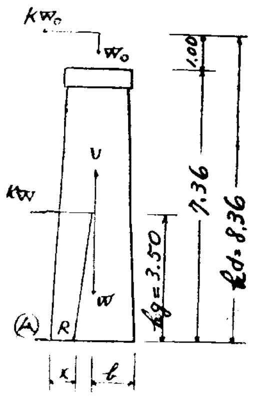
井筒上面より橋脚重心迄の高さは

$$hg = \frac{1}{3} \times \frac{2.18+2 \times 1.60}{2.18+1.60} \times 7.36 \fallingdotseq 3.50m$$

$$(W+W_{\circ}-U)x=(W+W_{\circ}-U)b-KW_{\circ}hd-KWhg+KUhg$$

$$\therefore \quad x=b-\frac{K(wdhd+Whg-Uhg)}{W+Wd-U}$$

$$=1.09-\frac{0.05(2 \times 241,700 \times 8.36+264,240 \times 3.50-70,260 \times 3.5)}{483,400+264,240-70,260}$$



$$=1.09-\frac{0.05(4,041,224+924,840-245,910)}{677,380}$$

$$=1.09-\frac{236,008}{677,380}=1.09-0.352\fallingdotseq 1.09-0.35=0.74$$

即ち合力は斷面內に入るを以て顚倒の恐なし

次に此の場合の應力を求むるに

$$\delta_c=\frac{N}{A}\pm\frac{M}{I}Y$$

軸壓力　$N=Wd+W-U$

$$=2\times 241,700+264,240-70,260$$

$$=677,380kg$$

彎曲力率 $M=K(wdhd+Whg-Uhg)$

$$=0.05(2\times 241,700\times 8.36+264,240\times 3.50-70,260\times 3.50)$$

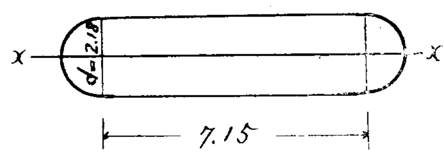
$$=236,008kg\text{-}m$$

$$I_x=0.049d^4+\frac{bd^3}{12}$$

$$=0.049\times 218^4+\frac{715\times 218^3}{12}$$

$$=110,667,998+617,297,157$$

$$=727,965,155cm^4$$



$$A=109^2\times 3.14+715\times 218$$

$$=37,306+155,870$$

$$=193,176cm^2$$

$$\therefore \delta c=\frac{677,380}{193,176}\pm\frac{23,600,800\times 109}{727,965,155}$$

$$=3.5\pm 3.5$$

$$=7.0kg/cm^2\ Or\ 0$$

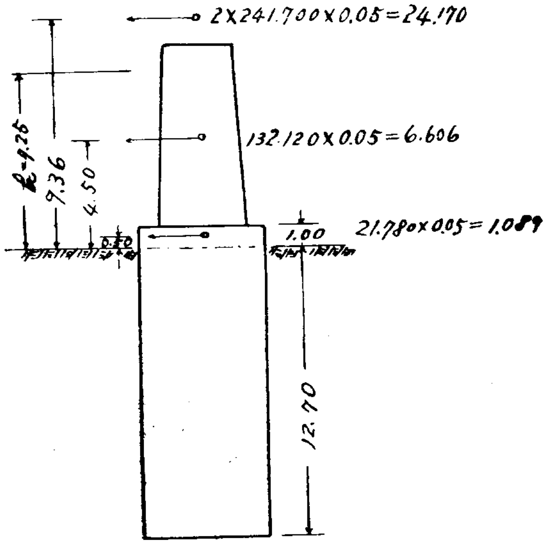
第 4 項　地震時に於ける井筒の受ける最大應力

$$h=\frac{24,170\times 9.36+6,606\times 4.50+1,089\times 0.5}{31,865}$$

$$=\frac{226,000+29,727+545}{31,865}$$

$$=\frac{256,272}{31,865}=8.05m$$

$\Sigma H=0$ なる條件により



$$H+\frac{P_2 t_2}{2}-\frac{2}{3}ft_2=0 \cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

$\Sigma M=0$なる條件により

$$H(h+t_2)+\frac{P_2 t_2}{2}\times\frac{t_2}{3}-\frac{2}{3}ft_2\times\frac{t_2}{2}=0\cdots(2)$$

(1)式を $\frac{t_2}{6}$ にて除すれば $\frac{6H}{t}+3P_2-4f$

(2)式を $\frac{t_2^2}{6}$ 〃　$\frac{6Hh}{t_2^2}+\frac{6H}{t_2}+P_2-2f$

$=0$ ⎫
　　⎬ に於て $P_0=\frac{H}{t_2}$，$N=\frac{h}{t_2}$ とおけば
$=0$ ⎭

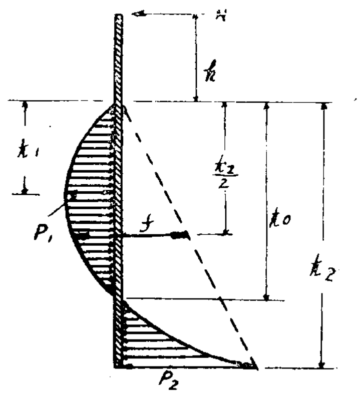
$$6P_0+3P_2-4f=0\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

$$6P_0N+6P_2-2f=0\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

(1)(2)より $P_2=P_0(6+12n)\cdots\cdots\cdots\cdots(3)$

$=2,519(6+12\times0.635)$　但し $P_0=\frac{H}{t_2}=\frac{31,865}{12.7}=2,510kg$

$=34,420kg$　　　$n=\frac{h}{t_2}=\frac{8.05}{12.7}=0.635$



井筒の幅を $\frac{2}{3}d=\frac{2}{3}\times3.40=2.27m$

單位壓力　$P_2=\frac{34,420}{2.27}=15,200kg\angle P=59,000$

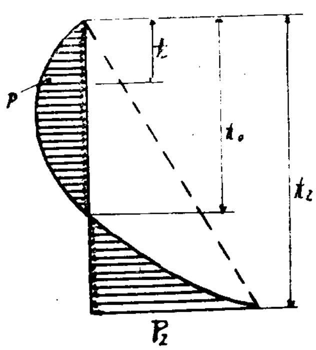
$$P=wh\frac{1+Sin\,\phi}{1-Sin\,\phi}=1,900\times12.7\times\frac{1,4226}{0.5774}=59,000kgcm^2$$

但し　$w=1,900kg$

　　　$\phi=25°$

$$f=6P_0+9P_0n=P_0(6+9n)\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

$$=2,510(6+9\times0.635)\doteqdot29,410kg$$



次に任意の深さtに於ける應壓力P_1の値を求むるには

$$P=4f\left(\frac{t}{t_2}-\frac{t^2}{t_2^2}\right)-\frac{P_2}{t_2}t$$

上式にf及P_2の値を代入し

$$P=4P_0(6+9n)\left(1-\frac{t}{t_2}\right)\frac{t}{t_2}-P_0(6+12n)\frac{t}{t_2}$$

$$=P_0\left\{18+24n-4(6+9n)\frac{t}{t_2}\right\}\frac{t}{t_2}\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

壓力反曲點迄の距離t_0は次の等式より見出すことを得

$$P_2\frac{t_o}{t_2}=4f(1-\frac{t_o}{t_2})\ \frac{t_o}{t_2}$$

$$\frac{t_o}{t_2}=\frac{4f-P_2}{4f}=\frac{6+8n}{4(2+3n)}、=\frac{3+4n}{2(2+3n)}$$

$$\therefore\ t_o=\frac{3+4n}{2(2+3n)}t_2 \cdots\cdots(6)$$

$$=\frac{3+4\times0.635}{2(2+3\times0.635)}\times12.7=\frac{5.54}{7.81}\times12.7=9.00m$$

深さt_1に於ける最大受動壓力P_1はPの値 $=\frac{t_1}{t_2}$の値を代入した

$$P_1=P_o\left(18+24n-4(6+9n)\frac{3+4n}{2(2+3n)}\right)\frac{t_1}{t_2}=P_o(9+12n)\ \frac{t_1}{t_2}\cdots\cdots(7)$$

$$=2{,}510(9+12\times0.635)\times\frac{4.50}{12.7}=41{,}750\times\frac{4.50}{12.7}=14{,}800kg$$

$$\therefore 單位壓力\quad P_1=\frac{14{,}800}{2.27}=6{,}520kg/m^2 \angle P=1{,}900\times4.50\times\frac{1{,}4226}{0{,}5774}=21{,}100kg/m^2$$

最大彎曲率を生ずる點の位置は $\Sigma H=0$なる條件より

$$H-\int_0^t 4P_1\ (\frac{x}{x_o}-\frac{x^2}{t_o{}^2})dx=0$$

$$\therefore H-\frac{2P_1}{3t_o{}^2}(3t_ot^2-2t^3)=0\cdots\cdots(8)$$

$$31{,}865-\frac{2\times14{,}800}{3\times9.0}(3\times9.00t^2-2t^3)=0$$

$$31{,}865-3{,}390t^2+244t^3=0$$

$$\therefore t=3.54m$$

重心の距離は

$$\frac{\int_0^t 4P_1\ (\frac{x}{t_o}-\frac{x^2}{t_o{}^2})\,xdx}{\int_0^t 4P_1\ (\frac{x^2}{t_o}-\frac{x^2}{t_o{}^2})\,dx}=\frac{(4t_o-3t)}{6t_o-4t}$$

$$=\frac{4\times9.0-3t}{6\times9.0-4t}=\frac{36-3t}{54-4t}\fallingdotseq0.64t\cdots\cdots(9)$$

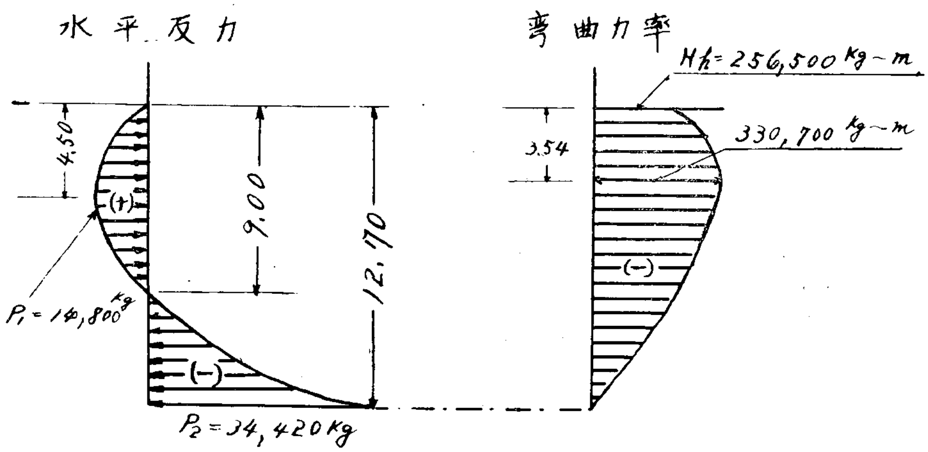
$$\therefore Mmax=H(h+t)-\frac{2P_1}{3t_o{}^2}(3t_ot^2-2t^3)\times0.36t\cdots\cdots(10)$$

$$=31{,}865\,(8.05+3.54)\ -\frac{2\times14{,}800}{3\times9.00^2}(3\times9.00\times3.54^2-2\times3.54^3)\times0.36\times3.54$$

$$=369{,}200-122(338-88.5)\times0.36\times3.54$$

$$=339{,}200-38{,}500=330{,}700kg\text{-}m$$

以上の結果を圖示すれば



考へる斷面上の軸壓力を求むれば

上部構造の死荷重	241,700
橋脚の重量	132,120

井筒の重量 { 上部床版　(18.15+1.02)+2,400=46,008
　　　　　　軀　　體　2.8×3.14×0.6(3.54+1.00−2.00)×2,400=31,858　(+

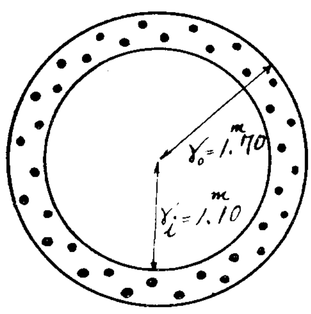
$N=451,686$

偏心率　$e=\dfrac{M}{N}=\dfrac{330,700}{451,686}=0.73 \geqq K=\dfrac{r_0^2+r_2^2}{4r_0}=\dfrac{1.7^2+1.1^2}{4\times1.7}=0.6$

中空斷面の應力を求むれば

$$\sigma c=\frac{N}{Ai}\pm\frac{M}{Ii}r_0$$

$$Ai=(r_0^2-ri^2)\pi+nAs=(170^2-110^2)\times3.14+15\times102.06=54,535cm^2$$



$$Ii=\frac{(r_0^4-ri^4)\pi}{4}+\frac{NAsrs^2}{2}=\frac{(170^4-110^4)3.14}{4}+\frac{15\times102.06(165^2+115^2)}{4}=556,180,125cm^4$$

$$\therefore \sigma c=\frac{451,686}{54,535}\pm\frac{33,070,000\times170}{556,180,125}=8.35\pm10.05$$

$$=18.40kg/cm^2\angle 45kg/cm^2$$

$$\sigma r-1.7kg/cm^2\angle\frac{45}{5}kg/cm^2$$

即ち$\sigma c'$の絶對値が許容軸壓力の$\frac{1}{3}$以下なるを以て土木學界標準示方書第95條に依り上式を用ひて差支へなし

第5項　井筒施工中井筒深さの下部$\frac{1}{3}$が釣下げられたる狀態に於て井筒の鐵筋に生ずる張力の計算

井筒下部$\frac{1}{3}$の重量

$$W=2.80\times3.14\times0.6\times\frac{13.7}{3}\times2{,}400=57{,}820kg$$

故に必要なる縱鐵筋の斷面積

$$As=\frac{W}{\sigma s}=\frac{57{,}820}{1{,}200}=48.18cm^2 \angle 使用鐵筋量=102.06cm^2$$

第6項　環條鐵筋の計算

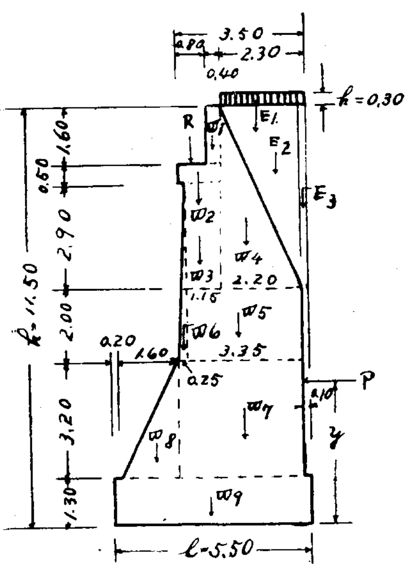
$$P=wh\frac{1-Sin\phi}{1+Sin\phi}\qquad 但し\begin{cases}w=1{,}900kg/m^3\\ \phi=25^\circ\end{cases}$$

$$M=\pm\frac{Pr^2}{4}\qquad 但し r=井筒內部半徑1.10m$$

h	$P=779k$	$M=0.3025P$	$As=\frac{M}{1200\times\frac{7}{8}\times55}=\frac{M}{57750}$	$S=\frac{100\times1.131}{As}$
m 2.00	kg/m2 1558	kg-m 471	cm2 0.8	cm 142
4.00	3116	943	1.6	70
6.00	4674	1414	2.5	45
8.00	6232	1885	3.3	34
10.00	7790	2356	4.1	27
12.70	9393	2841	4.9	23

第9章 橋 台 の 設 計

第1項 橋 台 ノ 安 定 度



（1） 橋體ヨリ加ハル荷重ガ死活荷重ナル場合

$$1m當リ死活荷重R=\frac{51{,}220}{3.25}=15.760kg/m$$

過載荷重トシテ$500kg/m^2$ヲトリ置

土高ニ換算スレバ

$$h^1=\frac{500}{1600}\doteqdot0.30m$$

息角$\phi=30^\circ$トスレバ

土壓合成力

$$P=\frac{1}{2}\frac{1-Sin\phi}{1+Sin\phi}w(h^2+2hh')$$

$$=\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{3}\times1{,}600(11.50^2+2\times11.50\times0.3)=37{,}107kg$$

$$Y=\frac{h}{3}\left(\frac{h+3h'}{h+2h'}\right)=\frac{11.50}{3}\left(\frac{11.50+3\times0.30}{11.50+2\times0.30}\right)=3.93m$$

符號	重	量	臂長	彎曲力率
R		15,760	3.00	47,280
$W1$	$0.40\times1.60\times2,200$	1,408	2.50	3,520
$W2$	$1.20\times0.50\times2,200$	1,320	2.90	3,828
$W3$	$1.15\times2.90\times2.200$	7,337	2.88	21,131
$W4$	$5.00\times2.20\times\frac{1}{2}\times2,200$	12,100	1.57	18,997
$W5$	$3.35\times2.00\times2,200$	14,740	1.78	26,237
$W6$	$0.25\times4.90\times\frac{1}{2}\times2,200$	1,348	3.53	4,758
W_7	$3.60\times3.20\times2,200$	25,344	1.90	48,154
W_8	$1.60\times3.20\times\frac{1}{2}\times2,200$	5,632	4.23	23,823
W	$5.50\times1.30\times2,200$	15,730	2.75	43,258
E	$2.30\times0.30\times1,600$	1,104	1.15	1,270
	$5.00\times2.20\times\frac{1}{2}\times1,600$	8,800	0.83	7,304
E_3	$0.10\times10.20\times1,600$	1,632	0.05	82
		(37,107)	3.93	145,831

$$\Sigma W=112,255kg \quad \Sigma M=395,473kg\text{-}m$$

$$d=\frac{\Sigma M}{\Sigma W}=\frac{395,473}{112,255}=3.52m$$

偏心巨離　$e=d-\frac{l}{2}=3.52-\frac{5.50}{2}=0,77m\angle\frac{l}{6}=0,92m$

$$P=\frac{\Sigma W}{l}(1\pm\frac{6e}{l})=\frac{112,255}{5.50}(1\pm\frac{6\times0.77}{5.50})=37,554kg/m^2 \ Or\ 3,266kg/m^2$$

次ニ基礎ニ於ケル滑動係數 $u=0.5$ ト假定スレバ

$$U\Sigma W=0.5\times112255=56128kg\geq P=37,107kg$$

（2）橋體ヨリ加ハル荷重ガ死荷重ノミノ場合

$$R=\frac{30600}{3.25}=9,415kg$$

$$P=\tfrac{1}{2}wh^2\frac{1-Sin\,\phi}{1+Sin\,\phi}=\tfrac{1}{2}\times1{,}600\times11.50^2\times\tfrac{1}{3}=35{,}270kg$$

$$Y=\frac{11.50}{3}=3.83m$$

符號	重量	臂長	彎曲力率	符號	重量	臂長	彎曲力率
K	9415	3.00	28,545	W_7	25344	1.90	48,154
W_1	1408	2.50	3,520	W_8	5632	4.23	23,823
W_2	1320	2.90	3,828	W_9	15730	2.75	43,258
W_3	7337	2·88	21,131	E_2	8800	0.83	7,304
W_4	12100	1.57	18.997	E_3	1632	0.05	82
W_5	14740	1.78	26,237	P	(35270)	3.83	135,084
W_6	1348	3.53	4,758				

$\Sigma W=104{,}806kg$ $\Sigma M=364{,}721kg\text{-}m$

$$d=\frac{\Sigma M}{\Sigma W}=\frac{364{,}721}{104{,}806}=3.48m$$

$$e=d-\frac{l}{2}=3.48-2.75=0.73m\angle\frac{l}{6}=0.92m$$

$$P=\frac{\Sigma W}{l}\left(1\pm\frac{6e}{l}\right)=\frac{104806}{5.50}\left(1\pm\frac{6\times0.73}{5.50}\right)=34{,}300\ kg/m^2\ or\ 3{,}811kg/m^2$$

$U\,\Sigma W=0.5\times104{,}806=52{,}403kg>P=35{,}270kg$

(3) 地震時ノ場合

$1m$ 當リノ死荷重ニ依ル水平荷重

$$Kr=0.05\times\frac{30{,}600\times2}{3.25}=942\ kg$$

地震時ニ於テ息角35°以下震度0.4以下ノ場合ニノミ應用シ得ルランキン氏土壓近似式

$$P_E=\frac{wh^2}{2}\left\{\frac{1-Sin\,\phi-\theta}{1\times Sin\,\phi-\theta}\right\}$$

但シ $\theta=Tan'\ K=2°52'$

$$\therefore\ \frac{1-Sin\ (30°-2°52')}{1+Sin\ (30°+2°52')}=4.35$$

$$\therefore PE=\frac{1,600\times 11.59^2}{2}\times 0.35=37,030\ kg$$

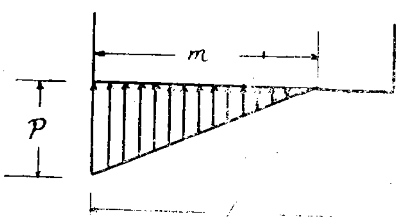
垂直荷重ニ依ル $\Sigma W=104,806kg$　$\Sigma M=229,637kg-m$　(死荷重ノミノ場合ノ ΣM ヨリ土壓ニ依ル彎曲率ヲ扣除セルモノ) 水平荷重ニ依ル彎曲力率及直壓力

符號	K. W	臂長	彎曲力率	符號	K. W	臂長	彎曲力率
R	942	11.13	10,484	W_7	1267	2.90	3,674
W_1	70	10.70	749	W_8	282	2.37	668
W_2	66	9.65	637	W_9	787	0.65	512
W_3	367	7.95	2,918	E_2	440	9.83	4,325
W_4	605	8.17	4,943	E_3	82	6.40	525
W_5	737	5.50	4,054	P	37030	3.83	141,825
W_6	67	6.13	411				

$\Sigma P=42,742kg$　$\Sigma M=175,775kg-m$

$$d=\frac{\Sigma M}{\Sigma W}=\frac{229,637+175,775}{104,806}=3.86$$

$$e=d-\frac{l}{2}=3.86-2.75=1.11m\geq\frac{l}{6}=0.92m$$



$$P=\frac{2\ \Sigma W}{m}=\frac{2\times 104,806}{4.92}=42,604\ kg/m^2$$

$$U\ \Sigma W=0.5\times 104,806=52,403kg>P=42,742kg$$