

IX 門 扉 類

57 スルース ゲート(引揚扉)

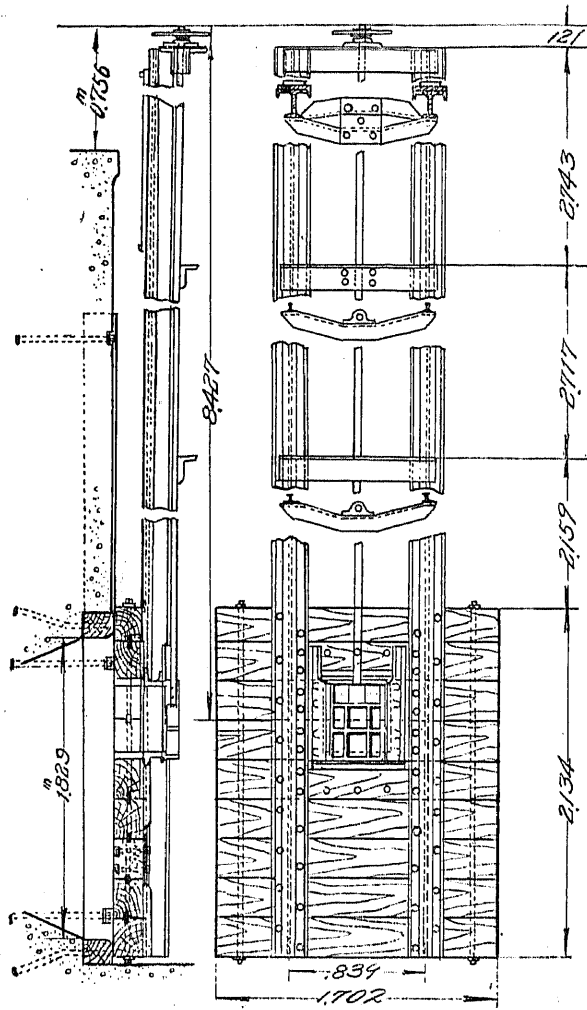
(1) 概 要 スルース ゲートとは上下に開閉し得る矩形板状の水門であつて、形状及操作の簡易なると、逆水壓に對する抵抗力の大きなるのを特徴とする。

(2) 種類及用途

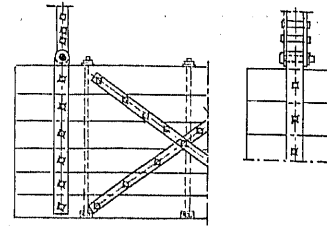
1° 滑動門扉

扉體を支持する石工若は混凝土の側壁又は堰柱に設けたる堅溝中の戸當り金物に扉體が直接々々支持され、開閉は滑動に依るものである。従つて水壓に因る摩擦抵抗の大となるを免れぬ。此の爲大さも制限され、幅4m、高3m以下なるを普通とし、小型低水壓水門扉として用ひられる。

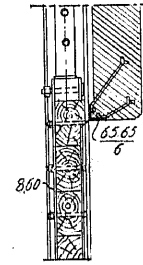
2° ローラー附門扉
扉體と堅溝戸當り金物



128 圖 木造スルースゲート



129 圖 A 木造扉板



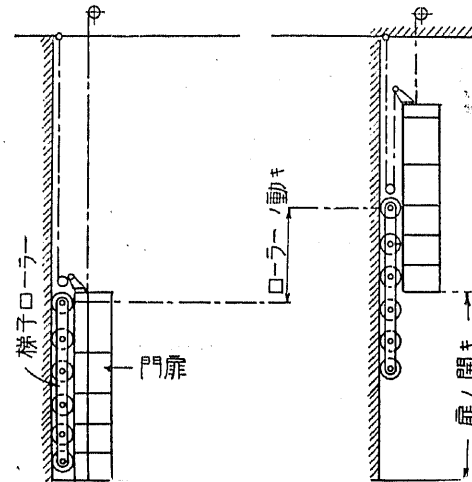
同 B



a b c d

同 圖 C 扉板の継目

との間にローラーを挿入して水壓に因る摩擦抵抗を軽減し、門扉の開閉を容易ならしめたもので、大型の高水壓を受ける水門扉として用ひられる。之を次の三種類に分ける。



130 圖 ストローゲートの動き方

a) 固定ローラー附門扉 扉體に少數の車輪又は大形ローラーを装置したるものである。

b) 梯子ローラー附門扉 扉體と堅溝戸當り金物との間に梯子ローラーを挿入したるもので、梯子ローラーの上端に在る滑車にワイヤロープ(又は鎖)を掛け、ロープの一端は扉に、他端は堰柱上に取付けてある。故に昇扉の場合は扉

の開き高の半分だけ梯子ローラーが上昇する。此の扉を發明者 Stoney 氏の名を冠しストニー ゲートと呼んで居る。幅 5 m 以上 30 m 以下、高 4 m 以上(9 m 以上の場合は、門扉を二段とする)の大型高水壓を受くる門扉として廣く用ひられる。

e) 無限ローラー附門扉(キヤタピラー ゲート) 扉體を稍々前方に傾斜して門扉の閉塞に便ならしめ、其の兩端に無限ローラー鎖(キヤタピラー)を裝備したるもので、特に高堰堤の排水門扉の如き高水壓を受くるものに用ひられる。

(3) 設計及計算

1° 設計上の注意 滑動門扉は用途に依り木造、鑄鐵又は鋼鐵造等があるが、開閉頻繁でない場合には、戸當り金物が鑄着いて過大の摩擦抵抗を生ずる虞があるから滑動面の戸當り金物は必ず砲金又は青銅を使用する。

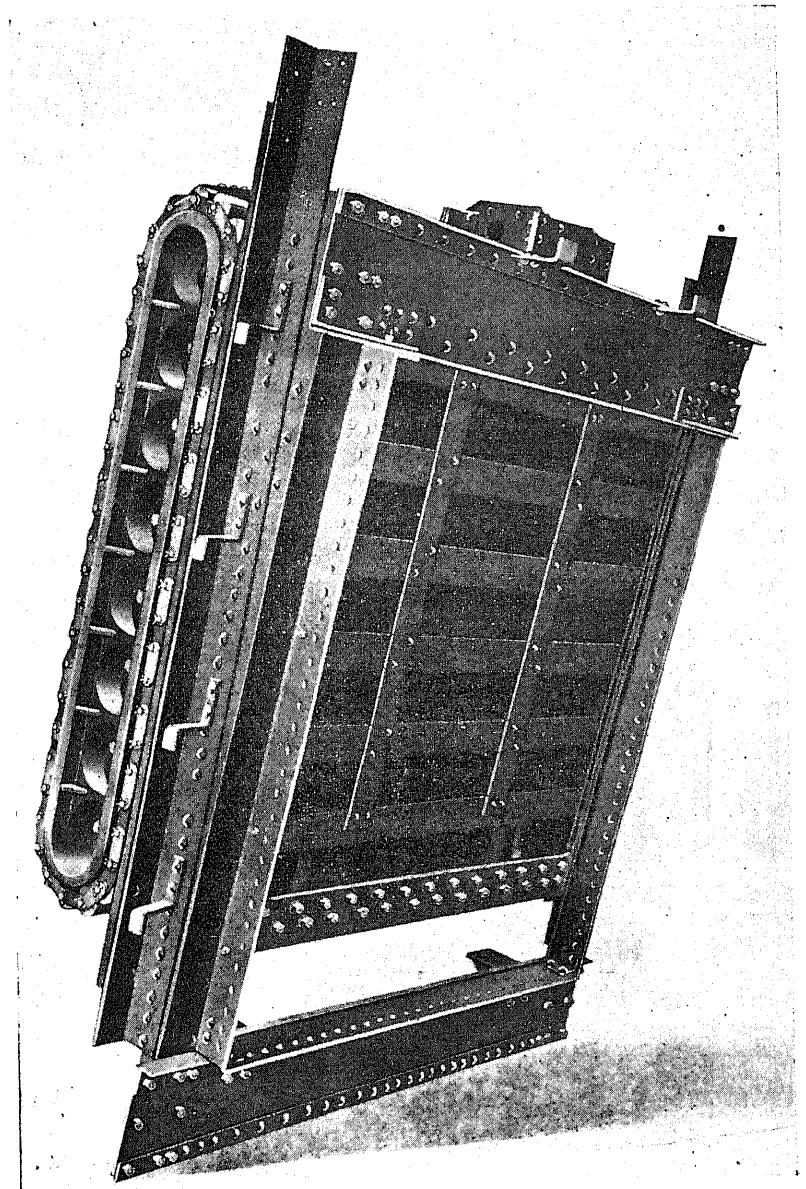
ローラー又は車輪附門扉の大型のものは水壓抵抗を減ずる爲、ローラーの軸承をボール軸承とすることがある。

131 圖に示す如く、門扉閉塞の場合車輪又はローラーの面が戸當り金物の中に落ち込む様に、戸當り金物に深さ 2 cm 位の凹みを付けて置くと水密を完全に爲し得るのみならず、門扉を開ける場合扉體が少し上方に動いた場合豫め何れか 2 個のローラーは必ず戸當り金物面上を滑り凹みに入らぬ様に其の間隔を定めて置けば、扉體は滑動に依つて動くから、摩擦少く引揚が容易である。此種の門扉を Sernit ゲートと云つて居る。

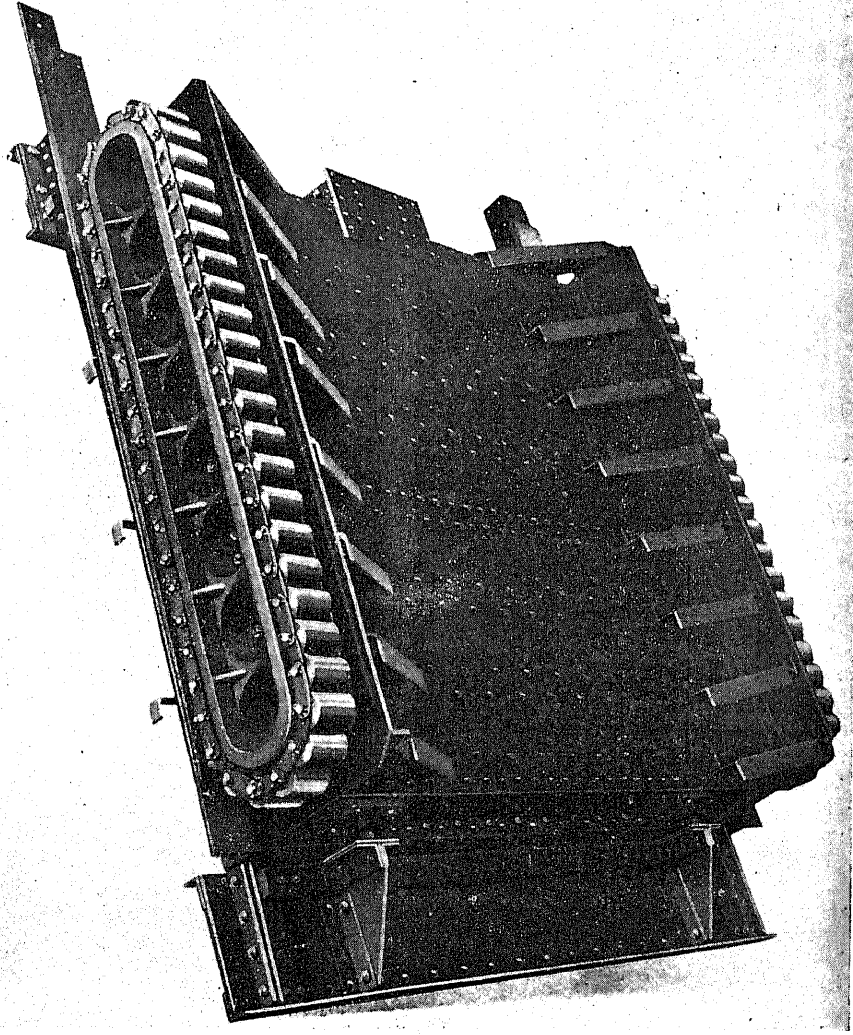
之等の車輪又はローラーは、小水門に於ては鑄鐵製で、大水門に於てはチルド鋼、鑄鋼製として居る。

ストニー ゲートの水密装置としては、水密桿と稱する鐵棒にゴムを着せた物又は數枚のゴム板を重ね合せたゴム帶或は薄鐵板の末端に木片を附したものを用ひる(134 圖参照)。

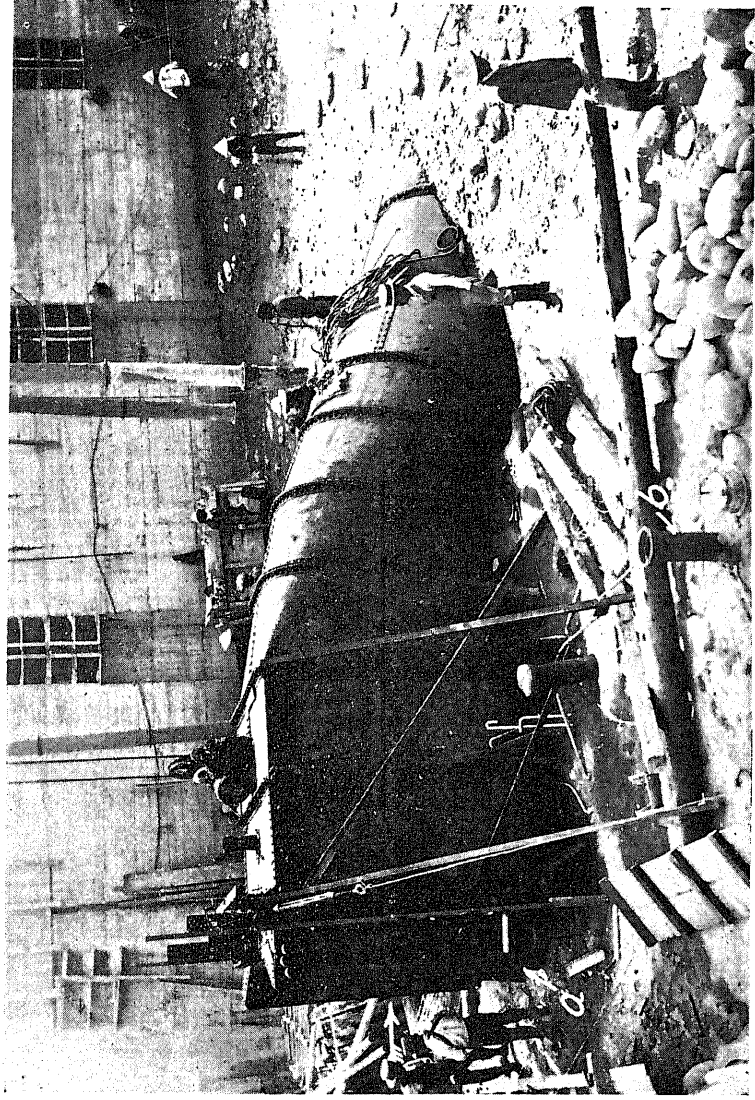
無限ローラー附門扉は高水壓に對抗するのが目的で、其の生命は無限ローラー



131 圖 A キヤタピラーゲート
一部開きたるところを下流側より見る



同 B キヤタビラーゲート
全部閉めたるところを上流側より見る



132 圖 A 庄川水力電気會社 小牧堰堤のキヤラタビラーゲート (取付作業中)
a キヤタビラー b 堤内の排水管 (養鱈土管)

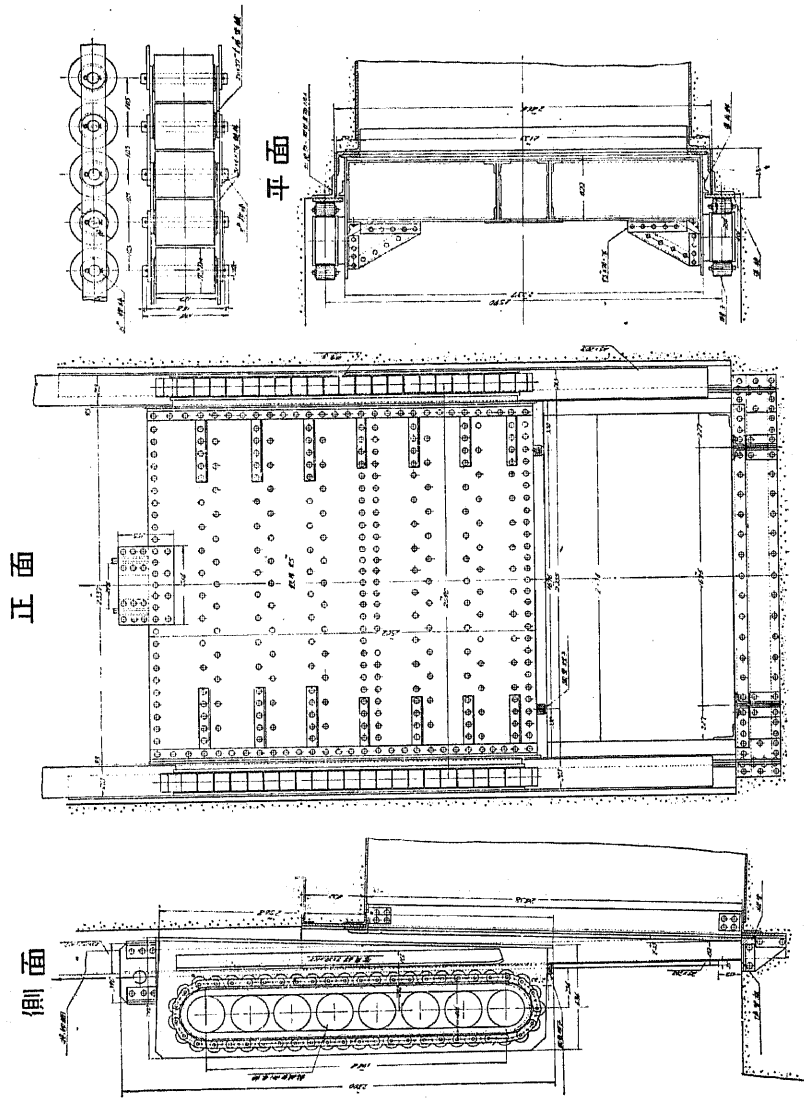
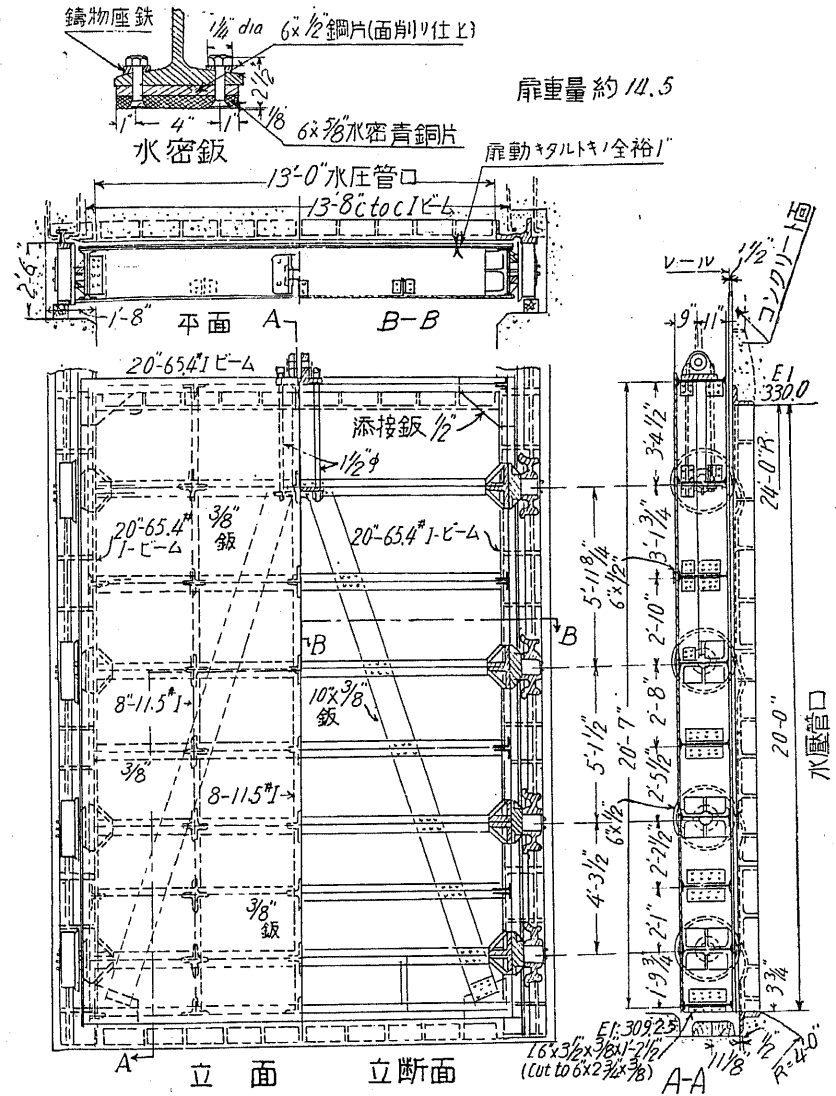
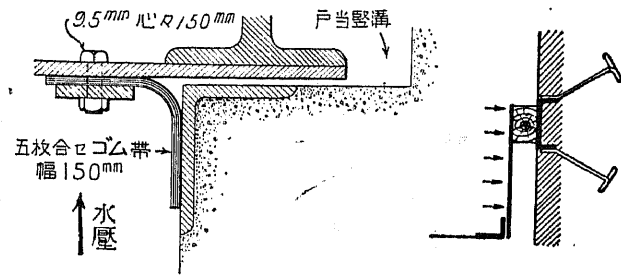


圖 B 帶 邊 圖



133 圖 Sernit ゲ-ート

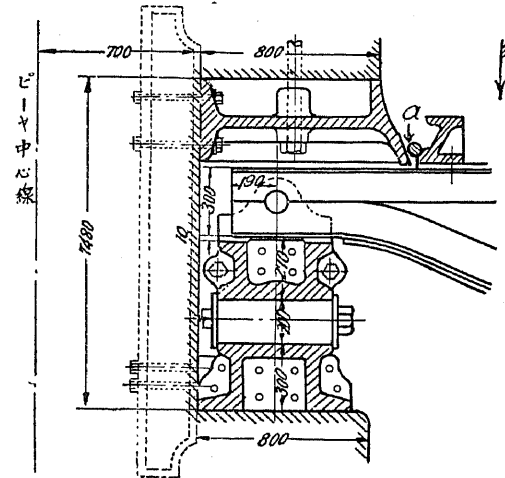
の動作に在る。ローラーは徑約 10 cm で 12 cm 置きにリンクチェーンに連結されて居る。摩擦力を受ける接觸面は凡て青銅又は砲金製とする。扉體の兩側敷は



134 圖 水密装置

135 圖 水密装置

普通 5%内外の傾斜を附して門扉の捲揚を容易ならしめる。門扉の閉塞は自重に依るもので、建付は加減ネジで門扉側敷と豎



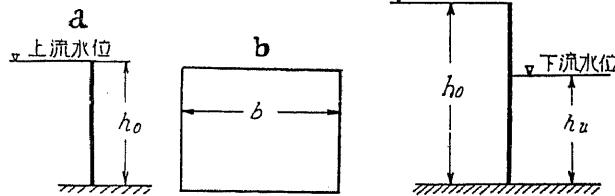
136 圖 水密装置

a 水密桿

溝金物との接觸の程度を調節し、過度の滑動接觸を生じない様にしてある。

2° 外力 扉體に作用する外力は、水壓、自重、捲揚力、浮力等で稀に土壓又は轉石、流水材等の衝擊を受けることがある。

a) 水壓 水壓は扉板から縦桁に、縦桁から横桁に、横桁から兩側堰柱に傳へられ



137 圖

W = 水壓 (t),
 h_0 = 門扉の高 (m),
 h_u = 門扉下流の水
 深 (m)
 b = 門扉の幅 (m)

とすれば

$$W = \left[\frac{1}{2} (h_0 - h_u)^2 + (h_0 - h_u) h_u \right] b t$$

b) 自重 鋼製門扉の自重に就て Kulka 氏は次の式を與へて居る。

$$G = 1.2 bh \left[\frac{100}{300} + \frac{0.52bh}{\sigma} c \right] \text{ kg}$$

茲に G = 門扉の自重 (kg), b = 門扉の幅 (m),

h = 門扉の高 (m), σ = 鋼の許容強度 (t/cm²)

c = 係數 (b が 5~20 m の場合は 4.5~3.0 を採る)

c) 捲揚力 門扉の開閉に要する捲揚力は、門扉の自重と水壓に因る摩擦抵抗との和である。今 ρ = 摩擦係數とすれば、捲揚力 P は

$$P = \rho W \pm G \quad (\text{負號は閉扉の場合})$$

滑動門扉に於ては ρ は 0.35~0.40 であるが、最も悪い状態では 0.6 に達する。

車輪附門扉に於て Kulka 氏は次の公式を與へて居る。

$$\rho_w = \frac{r\mu_1 + \mu_2}{R}$$

茲に r = 車輪軸又はローラー軸の半徑 (cm), R = 車輪又はローラーの半徑 (cm)

μ_1 = 滑動係數 = 0.15~0.20, μ_2 = 轉動係數 = 0.05~0.10

軸がボール軸承に嵌め込んである場合は

$$\rho_b = \frac{\mu_2 \left(\frac{R}{d} + 1 \right)}{R} \quad \text{茲に } R_1 = r + d, \quad d = \text{ボールの徑 (cm)}$$

梯子ローラーに於ては

$$\rho_r = \frac{\mu_2}{R}$$

普通安全を見込んで $\rho_r = 0.052$ 以上を採つて居る。無限ローラーに於ても大體此程度の値を用ひて居る。

3° 設計

a) 扉板及主横桁 扉板は四邊鉸結の平板と見做し得るから、今縦横桁の間隔

を夫々 a 及 b とし、其の方向を y 及 x とすれば平板に起る最大縁維応力強度 σ_x 及 σ_y は Lorenz 氏の近似公式に依り

$$\sigma_x = \frac{96}{\pi^4} \cdot \frac{b^2 + \nu a^2}{(a^2 + b^2)^2 s^2} a^2 b^2 p$$

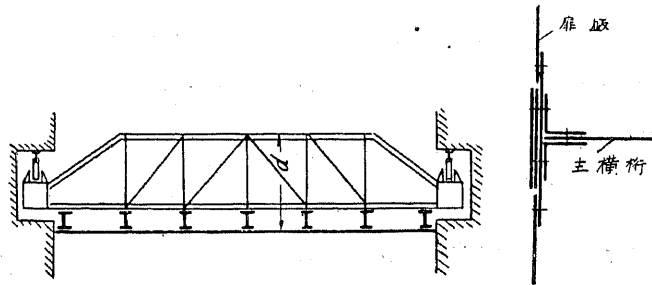
$$\sigma_y = \frac{96}{\pi^4} \cdot \frac{a^2 + \nu b^2}{(a^2 + b^2)^2 s^2} a^2 b^2 p$$

茲に $s =$ 板の厚 $p =$ 扉板の単位面積に働く水圧

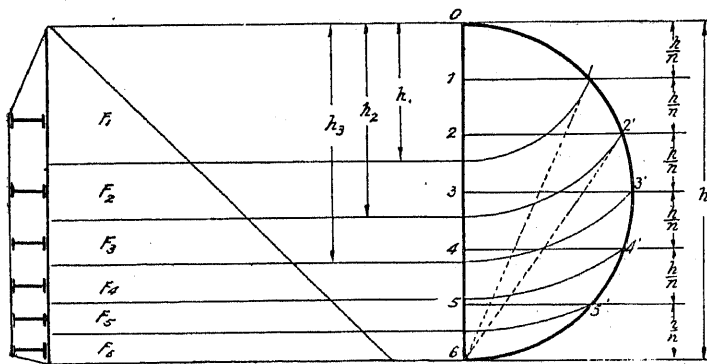
$\nu =$ Poisson 比 $\doteq 0.3$ (鋼)

$b > a$ ならば $\sigma_x > \sigma_y$ である。

138 圖は扉板の結合状態を示すものである。



138 圖



139 圖 主横桁に均等に水圧を分布せしむる圖式

横桁は 139 圖の如き均等の水圧を受くるものとし桁の大きさを決定する。即ち圖に於て、

$$h_1 = \sqrt{\frac{h^2}{n}}, \quad h_2 = \sqrt{\frac{2h^2}{n}}, \quad h_3 = \sqrt{\frac{3h^2}{n}} \dots\dots\dots$$

水圧は $F_1, F_2, F_3, \dots\dots$ 等の面積に比例するから

$$F_1 = \frac{h_1^2}{2} = \frac{h^2}{2n}$$

$$F_1 + F_2 = \frac{h_2^2}{2} = \frac{2h^2}{2n}$$

$$F_1 + F_2 + F_3 = \frac{h_3^2}{2} = \frac{3h^2}{2n}$$

.....
 故に $F_1 = F_2 = F_3 = \dots\dots\dots = \frac{h^2}{2n}$

即ち何れの横桁も同様な水圧を受くるから大きさは皆同じでよいことになる。

b) ローラー ローラー梯は堰柱若は側壁の高の 8 割に接觸を保つものと假定する。

今 $n =$ 側梯のローラー數、 $h =$ 門扉の高 (m)

$W =$ 門扉に作用する全水壓、 $b =$ 門扉の幅 (m)

$R =$ ローラーの半徑 (cm) $k =$ ローラーの長 (cm)

$P =$ ローラーに来る壓力 (kg) $s =$ ローラーの強度常數 (kg/cm²)

$E_r =$ ローラー金物の弾性率 $\doteq 1,400,000$ kg/cm²

$q =$ ローラーの耐壓強度 $\doteq 1,500$ kg/cm² とすれば

$$s = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{q^3}{E_r}} = \frac{4}{3} \sqrt{\frac{1,500^3}{1,400,000}} \doteq 65 \text{ kg/cm}^2$$

$$nP = \frac{W}{2}, \quad 2nR = 0.8h, \quad W = \frac{h^2}{2}b$$

$$P = 2Rks = 130kR, \quad nP = 5,200kh$$

$$W = 10,400kh$$

$$W(t) = 10.4 k(em)h(m) = \frac{1}{2}bh^2$$

$$\therefore k(em) = \frac{b(m)h(m)}{20.8}$$

上記は理論上の数値であるが実際には此の4倍以上の値を採用して居る。

(4) 開閉操作

1° 捲揚設備

i 種類

- a) ラック及ギア 附 { (イ) スパー ギア 大型高圧水門に用
属 { (ロ) ウォーム ギア 用ひられる
- b) 螺旋軸及ウォーム ギア 小型水門に用ひられる
- c) 捲胴 大型低圧水門に用ひられる

今 $G =$ 挺率(力の倍数), $f =$ 捲揚機に加ふべき力 (kg) $F =$ 水門に働く力 (kg), $\eta =$ ギアの効率(一組につき 85~95%) とすれば

$$f = \frac{F}{G\eta}$$

ii 捲揚動力

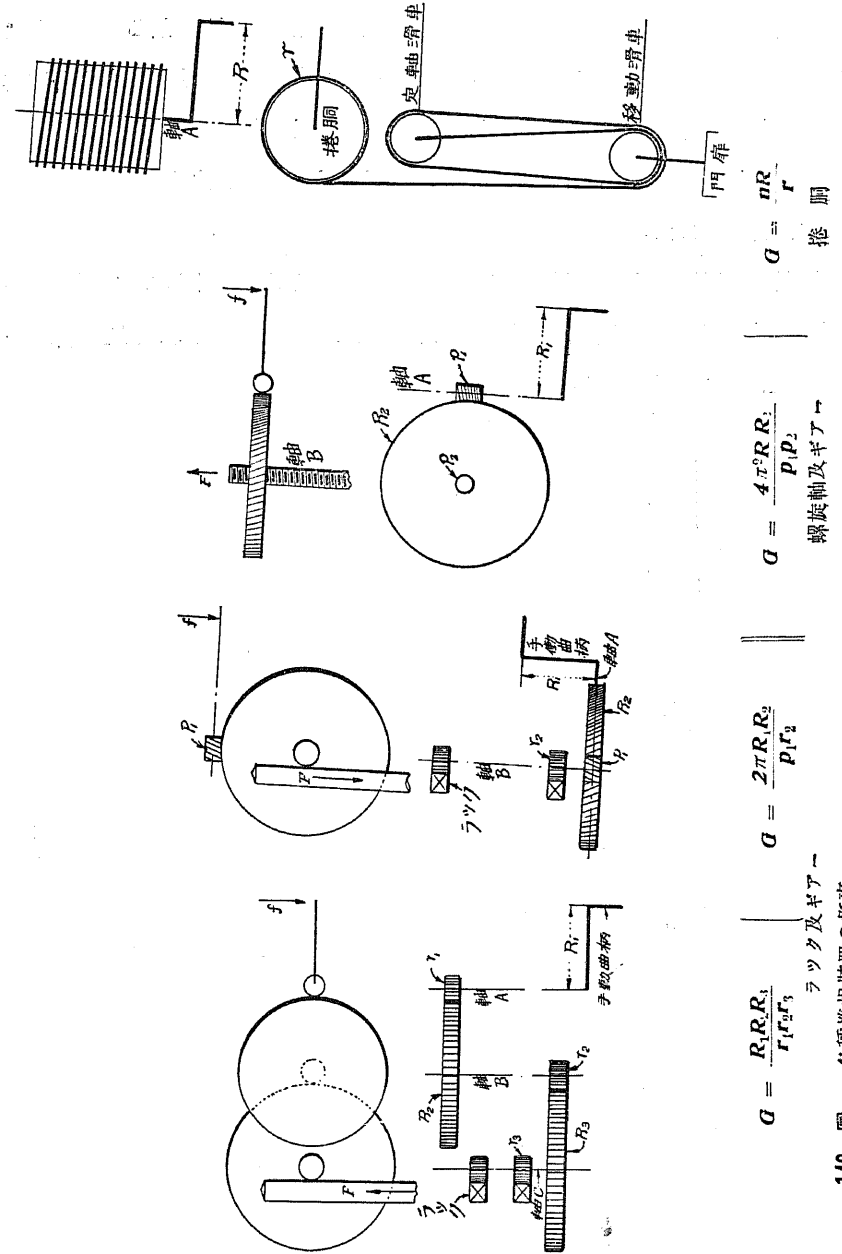
今 $T =$ 回轉力, $R =$ 挺臂, $v =$ 門扉の上昇速度 m/min ,

$n =$ 電動機毎分の廻轉數, $H.P. =$ 所要動力(馬力)とすれば

$$T = \frac{FR}{G\eta}, \quad n = \frac{Gv}{2\pi R}$$

$$H.P. = \frac{Fv}{60 \times 75 \eta}$$

上の式に依り求めた $H.P.$ の値は實際に於て之に相當の餘裕を見込む必要がある。

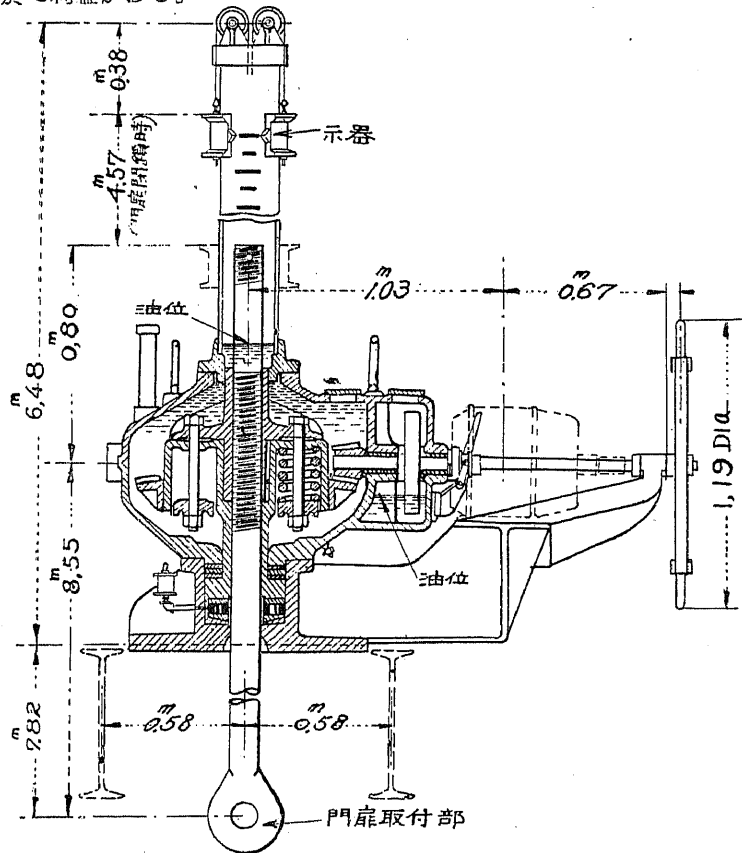


140 圖 各種捲揚装置の挺率

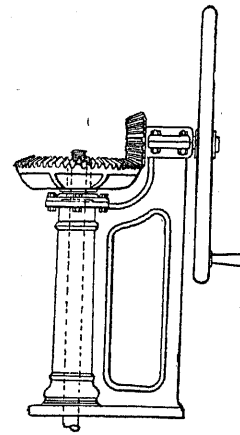
2° 動力設備 小型低水壓門扉の操作に限り手働を採用して居る。中型若は大型門扉の開閉は手働では時間が要るから一般に電働に依つて居る。然し停電其の他電動機の故障に備へる爲、必ず別に手働装置をも並置する。

稀に原動力として油壓又は水壓を使用するものもあるが、之は特殊構造の場合に限ると言つてよい。

捲揚装置は特殊の場合を除く外は大氣中に暴露せしめて置くから、電動機は全密閉式を採用し、捲揚機の主要部分等も密閉式とする方が錆付等に因る故障を少くする點に於て利益がある。



141 圖 密閉式捲揚機



142 圖 手働捲揚機

3° 操作上其の他の注意 門扉は隨時開閉の必要に應じ得る様検査を勵行するを要する。特に洪水期前には取水堰堤の土砂吐門扉及取水口の制水門扉は迅速に開閉し得る様検査をして置く必要がある。

門扉の開きの程度を示す装置のない捲揚機を閉扉する場合は、門扉の閉ぢ 30 cm 位の所より特に注意を拂ひ、門扉の降ろし過ぎに因る電動機のオーバーロード及螺旋桿の彎曲を起さざる様注意を要する。

門扉を支持する堰柱若は側壁には、門扉の上流側(下流側に水ある場合には下流側も)に角落溝を豫め設け置くことを要する。之は門扉に故障ありたる場合に角落を入れて門扉の修繕に備ふる爲である。

計算例

幅 5 m, 高(水深) 6 m のローラー附門扉を設計せよ。

$$\text{門扉に來る水壓力 } W \text{ は、 } W = \frac{1}{2}bh^2 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 6^2 = 90 \text{ t}$$

今主横桁を 2 本とし、上下兩端には補助桁を置くこととし、間隔を上より夫々 l_1, l_2, l_3 とすれば

$$\frac{7}{20}l_1^2 + \frac{7l_1}{2} + \frac{3}{20}l_2^2 = \frac{7l_1}{2} + \frac{7}{20}l_2^2 + \frac{7}{20}l_2^2 + \frac{(l_1+l_2)}{2}l_3 + \frac{3}{20}l_3^2$$

$$l_1 + l_2 + l_3 = h$$

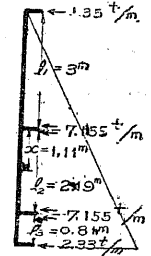
今 $l_1 = \frac{h}{2}$ と假定すれば $h = 6 \text{ m}$ なるを以て上式より

$$l_2^2 + hl_2 - \frac{h^2}{2} = 0 \quad \therefore \quad l_2 = \frac{\sqrt{3}-1}{2}h$$

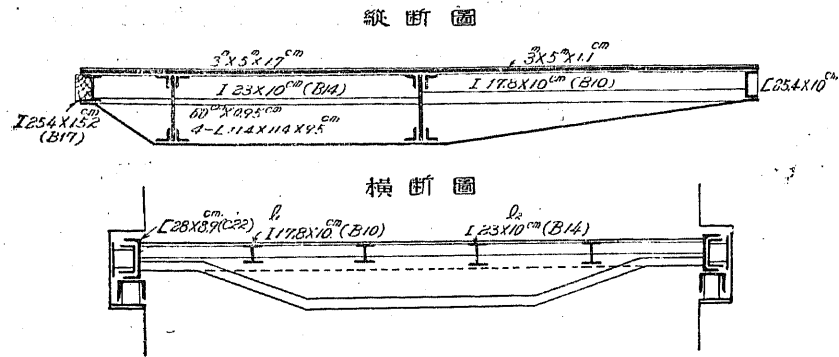
$$= 0.365 \times 6 = 2.19 \text{ m}$$

$$l_3 = 3 - 2.19 = 0.81 \text{ m}$$

依て主横桁に來る荷重は



143 圖



144 図

$$w = \frac{7 \times 3^2}{20} + \frac{3 \times 2.19}{2} + \frac{3}{20} \times 2.19^2 = 7.155 \text{ t/m}$$

従つて主横桁に來る最大彎曲率は

$$M_o = \frac{wb^2}{8} = \frac{7.155 \times 5^2}{8} = 224 \text{ t.m} = 2,240,000 \text{ kg.cm}$$

$$\alpha = 1,000 \text{ kg/cm}^2 \text{ とすれば 断面抵抗率 } S.M. = 2,240 \text{ cm}^3$$

幅 60 cm, 厚 0.95 cm の鋼板を腹板とし 4-L 型鋼 11.4 cm × 11.4 cm × 9.5 mm を突縁とする結構桁の抵抗率は、2,390 cm³ となるから恰度よろしい。

次に上端補助桁に來る荷重、彎曲率及抵抗率を求める。

$$w = \frac{3 \times 3^2}{20} = 1.35 \text{ t/m}$$

$$M_o = \frac{wb^2}{8} = \frac{1.35 \times 5^2}{8} = 4.22 \text{ tm} = 422,000 \text{ kg.cm}$$

$$S.M. = 422 \text{ cm}^3$$

依て □ 型鋼 25.4 cm × 10 cm (C 21) を採用する。同様に下端補助桁では

$$w = \frac{(3+2.19) \times 0.81}{2} + \frac{7}{20} \times 0.81^2 = 2.33 \text{ t/m}$$

$$M_o = \frac{wb^2}{8} = \frac{2.33 \times 5^2}{8} = 7.29 \text{ t.m} = 729,000 \text{ kg.cm}$$

$$S.M. = 729 \text{ cm}^3$$

依て I 型鋼 25.4 cm × 15.2 cm (B 17) を使用する。

l₁ l₂ には 1 m 間隔に縦桁を配置する。其の大きさは I 型鋼 17.8 cm × 10 cm (B10) 及 I 型鋼 23 cm × 10 cm (B 14) を使用する。

次に扉板の厚を Lorenz 氏の公式から求めると

$$\sigma_x = \frac{96}{\pi^4} \cdot \frac{b^2 + \nu a^2}{(a^2 + b^2)^2 s^2} a^2 b^2 p$$

$$\text{上式に於て } \sigma_x = 1,000 \text{ kg/cm} \quad b = l_2 = 219 \text{ cm} \quad a = 100 \text{ cm}$$

$$p = 4.1 \text{ t/m}^2 = 0.41 \text{ kg/cm}^2 \quad \nu = 0.3$$

$$\text{仍て } s_2 = \sqrt{\frac{96}{3.1416^4} \frac{219^2 + 0.3 \times 100^2}{(219^2 + 100^2)^2 \times 1,000} \times 100^2 \times 219^2 \times 0.41} = 1.7 \text{ cm}$$

同様に $b = l_1 = 300 \text{ cm} \quad p = 1.5 \text{ t/m}^2 = 0.15 \text{ kg/cm}^2$ とすれば

$$s_1 = \sqrt{\frac{96}{3.1416^4} \frac{300^2 + 0.3 \times 100^2}{(300^2 + 100^2)^2 \times 1,000} \times 100^2 \times 300^2 \times 0.15} = 1.1 \text{ cm}$$

主横桁の兩端に來る最大剪力は

$$S = \frac{wb}{2} = \frac{7.155 \times 5}{2} = 17.9 \text{ t}$$

今許容應剪強度 $\sigma_s = 750 \text{ kg/cm}^2$ とすれば、所要斷面積は

$$A_s = \frac{17,900}{750} = 24 \text{ cm}^2$$

故に主桁の高さは兩端に於て補助桁と同様 25.4 cm とするも其の斷面積は尙 107 cm² もあるから、兩端を上下兩端の補助桁の高 25.4 cm 迄漸減せしめる。

側柱の受ける最大彎曲率は l₂ に存し、其の大體の値は

$$M_o = Ax + M_1 - \frac{x^2}{6} \left(3q + \frac{px}{l_2} \right)$$

$$\text{然るに } M_1 = - \left(\frac{7.5}{12} + \frac{5.5}{30} \right) \times 2.19^2 = -3.87 \text{ t.m}$$

$$A = \frac{7.5 \times 2.19}{2} + \frac{3 \times 5.5 \times 2.19}{20} = 10.03$$

$$x = \sqrt{3^2 + 3 \times 2.19 + \frac{3 \times 2.19^2}{10}} - 3 = 1.11 \text{ m}$$

$$\therefore M_o = 10.03 \times 1.11 - 3.87 - \frac{1.11^2}{6} \left(3 \times 7.5 + \frac{5.5 \times 1.11}{2.19} \right) = 2.03 \text{ t.m}$$

$$\therefore S.M. = 201 \text{ cm}^3$$

依て横桁との結合の関係を考慮して \square 型鋼 $28 \text{ cm} \times 8.9 \text{ cm}$ (C22) を使用する。

併せて、本門扉は其の受ける水圧が 90 t に過ぎないから、車輪型ローラーを採用することとする。而して其の位置を横桁の直下とすれば最大圧力は $17,900 \text{ kg}$ であるから、ローラーの耐圧強度を 65 kg/cm^2 とすれば

$$2bR = \frac{17,900}{65} = 276 \text{ cm}^2$$

依て車輪型ローラーは鑄鋼製とし、其の直径を 20 cm 、突縁の有効幅を 15 cm と決定する。

本門扉の自重を求めて Kulka 氏の公式と比較すると

$$G = 1.2 \times 5 \times 6 \left[\frac{100}{130} + \frac{0.52 \times 5 \times 6}{1} \times 4.5 \right] = 6,130 \sim 7,200 \text{ kg}$$

而して實際の重量は既説の材料のみで約 5.1 t となるから、之に填材、取付鉄振止材、ローラー、漏水装置及鉸頭等を加算すれば約 7 t 位に達する見込である。

依て捲揚機に来る力を算定すると

$$F = G + \rho W = 7 + 0.052 \times 90 = 11.7 \text{ t}$$

今門扉の上昇速度を 2 m/min 、スパーギヤは 3 組とし 1 組の効率を 90% として 3 組の合成効率を 73% と假定すると

$$H.P. = \frac{11,700 \times 2}{60 \times 75 \times 0.73} = 7.1$$

今 7 t の對重を用ひると水圧の摩擦力のみが問題となるから

$$H.P. = \frac{4,700 \times 2}{60 \times 75 \times 0.73} = 2.86$$

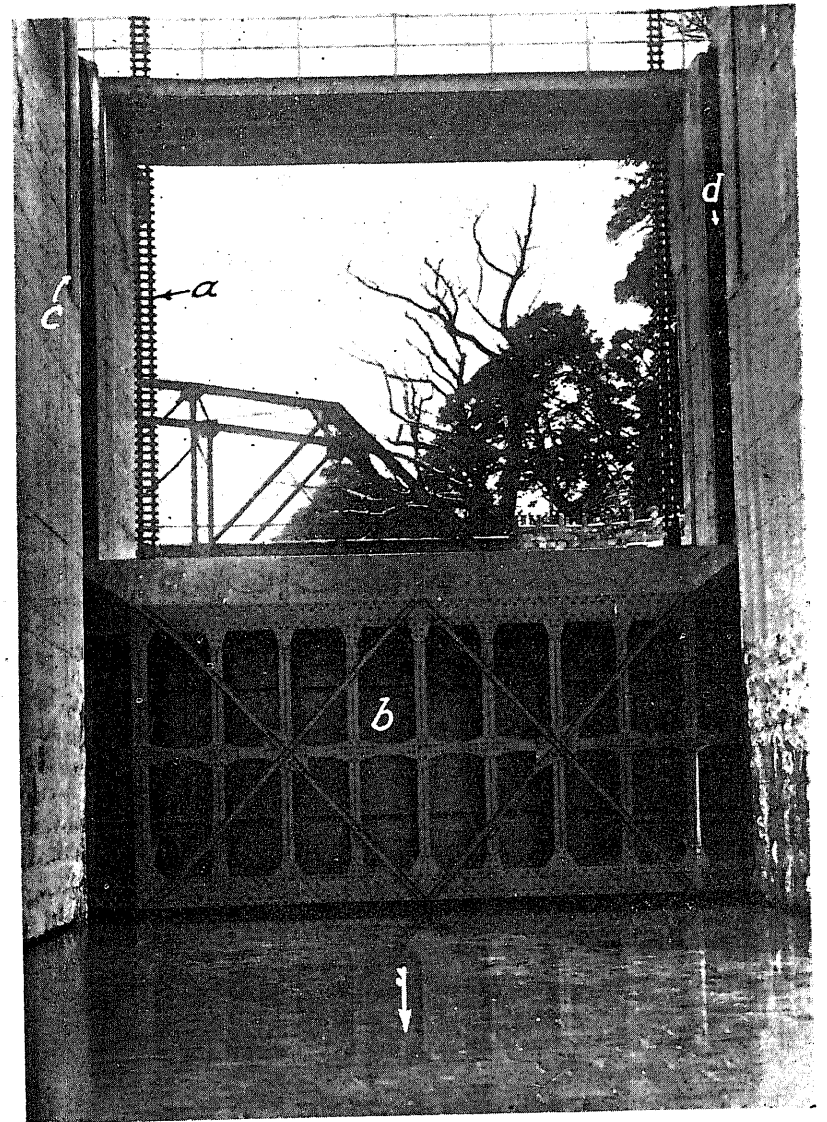
仍て對重を置いて 3 馬力の電動機を使用することとする。

$$T = fR = \frac{FR}{G\eta} = \frac{(10 \times 75 \times H.P.)}{2\pi n}$$

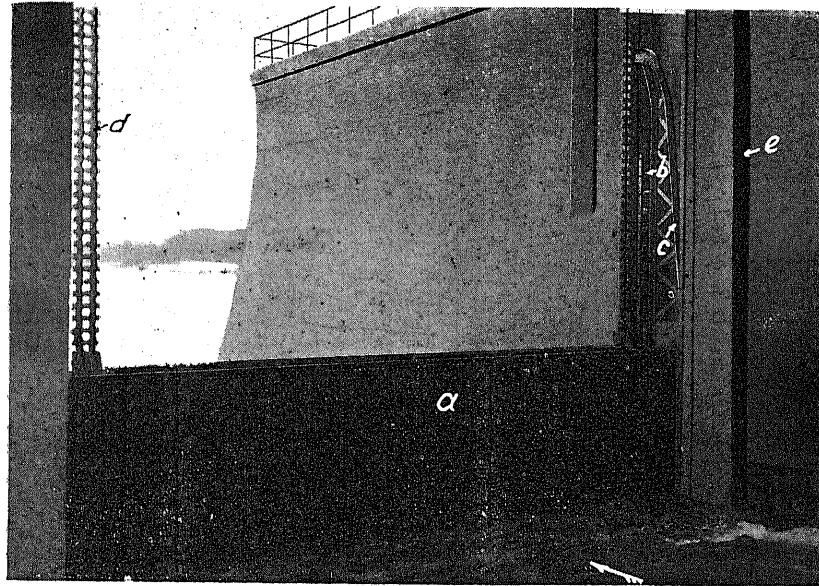
今 $n = 1,200 / \text{min}$ とすれば

$$T = \frac{3 \times 60 \times 75}{2 \times 3.1416 \times 1,200} = 1.8 \text{ kg m}$$

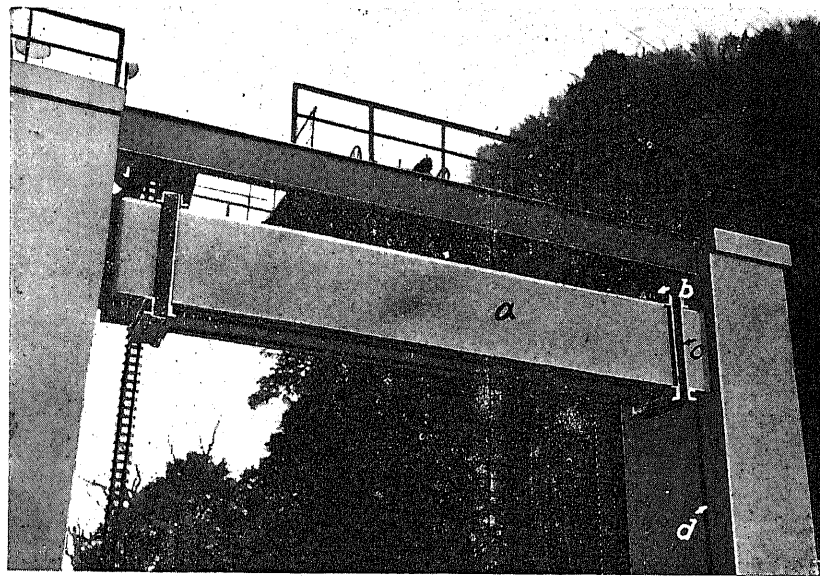
依て f 、 R 、 G の中 1 を與へて他の 2 を決定し得る。



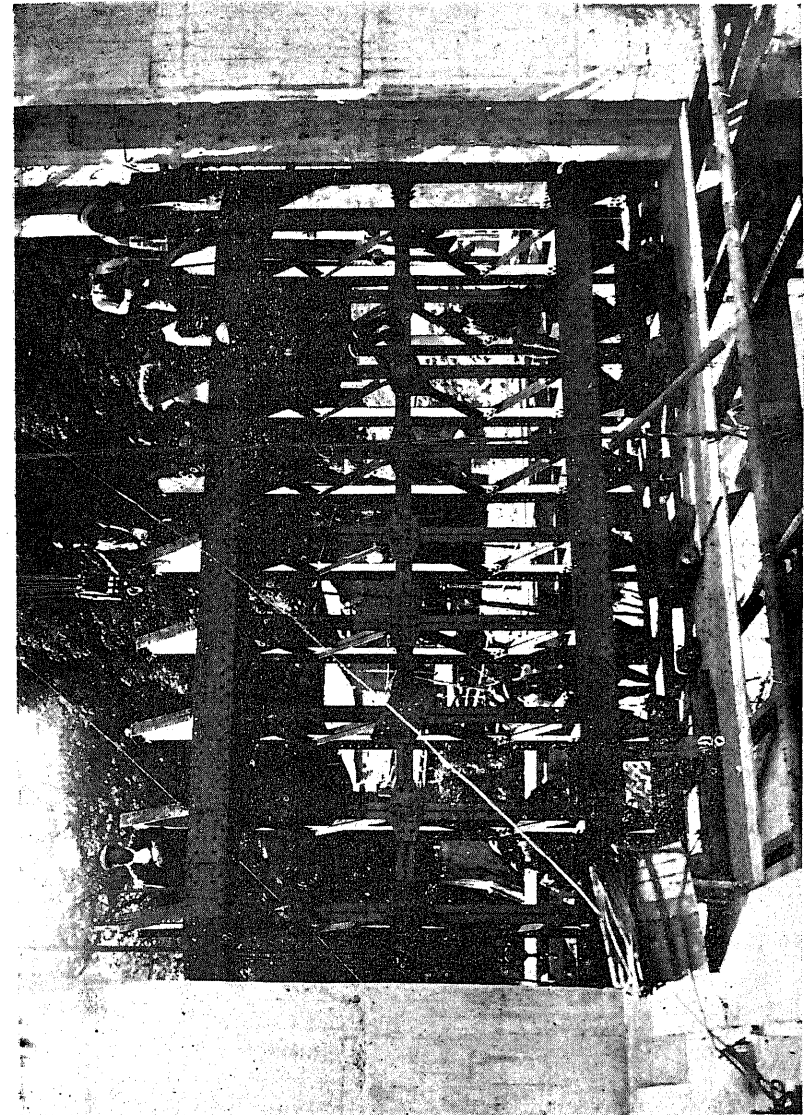
145 圖 4 黒部川電力 黒部川用水合口事業 取水堰堤の土砂吐門
 ストリーゲート 幅 7.75 m 高 4.54 m 重量 12 t
 a 連釘 b 扉體 c 對重振止溝



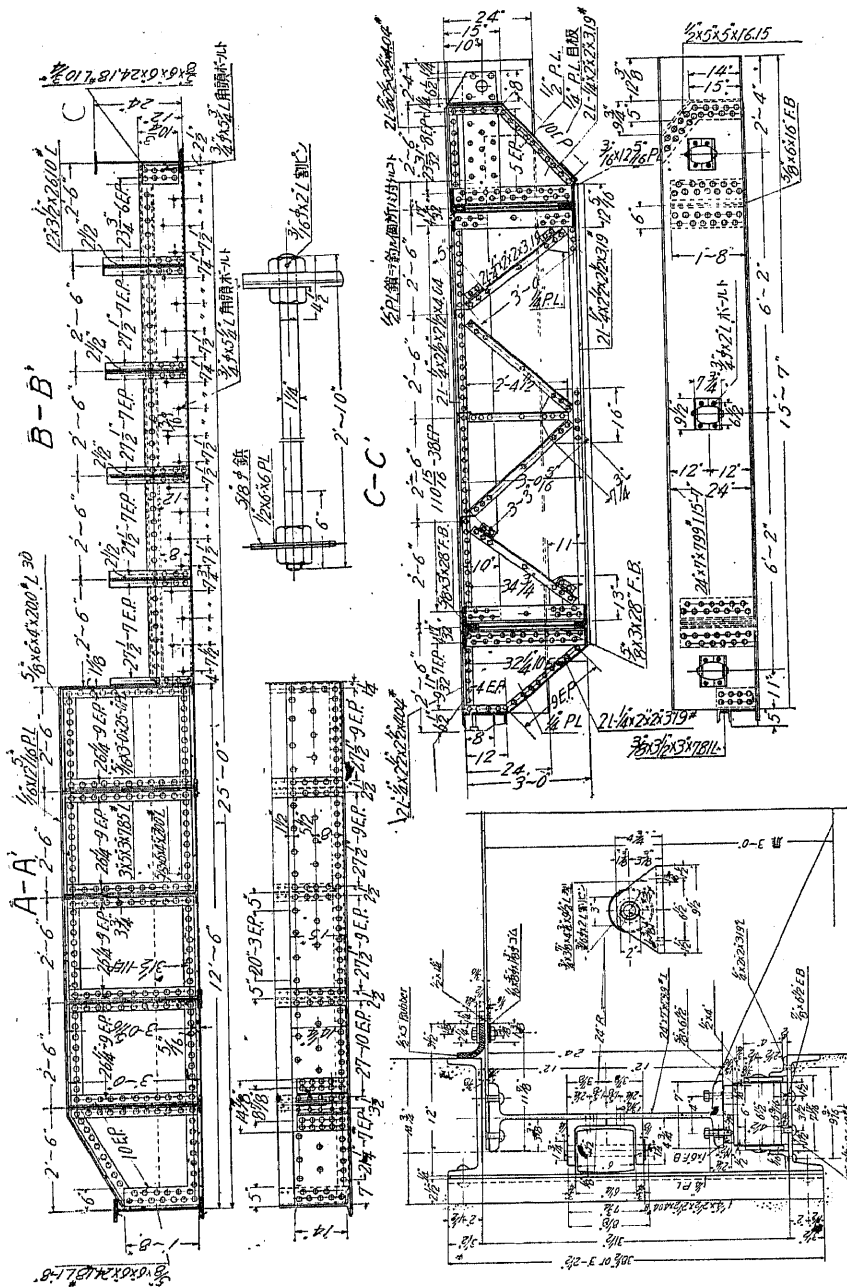
同 B 同
 a 扉鉾 b 移動梯子ローラー c 梯子ローラー吊材 d 連釘 e 角落溝



同 C 同 ストリーミングゲートの對重
 a 混凝土塊對重 b 連釘取付金物 c 對重支材 d 對重振止溝



同 ストリーミングゲート組立作業



閘扉端部詳細
同J 同IV

58 テンター ゲート

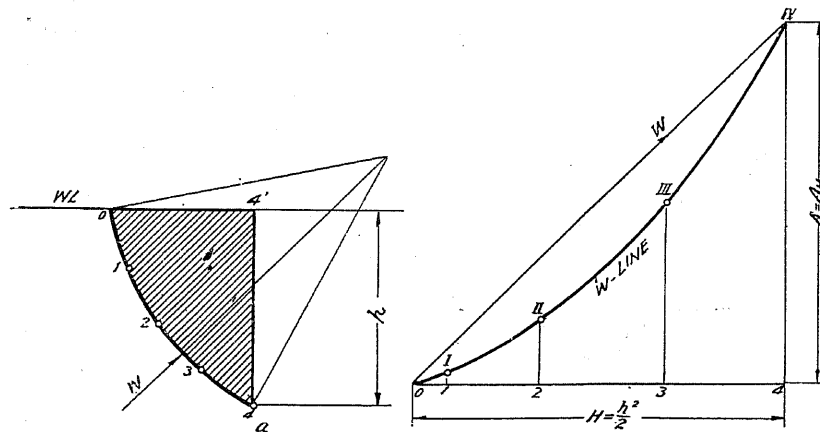
(1) 概要 門扉の断面弧形を爲し、弧に受くる水圧は門扉両端の堰柱を通じ、弧の中心になる廻轉軸に傳達さるゝものである。

門扉は水圧を圓弧面に受けるから、其の合力は如何なる位置に於ても常に其の中心軸上に集中する。故に水圧が扉の開閉操作の際に及ぼす抵抗は廻轉軸上に於ける廻轉摩擦となり非常に僅少であるから、捲揚が簡易なることの特徴を有して居る。然しスルース ゲート等に比して、溢流に對して稍薄弱なること及水密装置の困難なることの缺點を有つて居る。

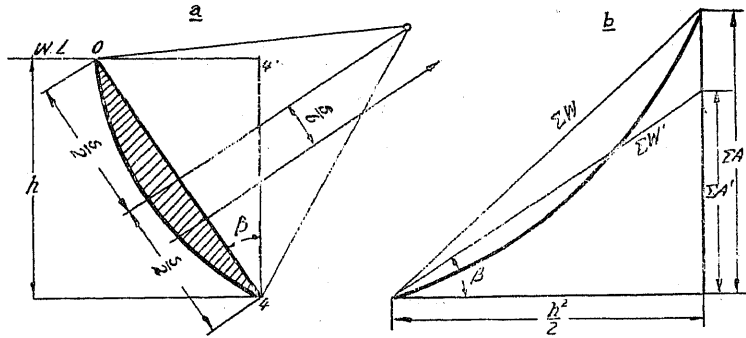
(2) 計算及設計

1° 外力 テンター ゲートに作用する外力の主なるものは、水壓、自重及捲揚力の三である。

i 水 壓 146 圖の如く扉板が弧面である場合には水壓の合成力は常に弧面の中心に向ふものであるが、147 圖弦04の如く扉板が平面である場合には、合成力の方向は $\frac{S}{6}$ だけの偏心を來たし、廻轉軸に M_0 なる抵抗力率を與へる。



146 圖



147 圖

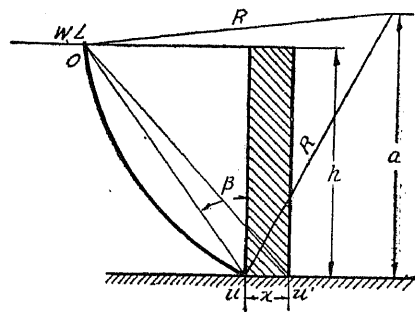
而して揚壓力 $\Sigma A'$ 及水壓の合成力は

$$\text{夫々} \quad \Sigma A' = \frac{h^2}{2} \tan \beta, \quad \Sigma W' = \frac{h^2}{2 \cos \beta}$$

となる。

$$\text{故に} \quad M_0 = \frac{S}{6} \Sigma W' = \frac{h}{6 \cos \beta} \cdot \frac{h^2}{2 \cos \beta} = \frac{h^3}{12 \cos^2 \beta}$$

此の力率は捲揚に影響して来るから之を除く爲には、扉板を x だけ傾ければよいので、次に x の値を求めて見る。



148 圖

今扉板の新位置に於ける揚壓を $\Sigma A''$

とすれば

$$\Sigma A'' = \Sigma A' + xh - \frac{xh}{2}$$

$$= \Sigma A' + \frac{xh}{2}$$

$$\therefore \Sigma A'' - \Sigma A' = \frac{xh}{2}$$

即此の力に因つて生ずる力率を前記の

M_0 に等しからしむる様な x を求めれ

ばよい

$$\frac{xh}{2} \sqrt{R^2 - a^2} \div \frac{h^3}{12 \cos^2 \beta}$$

$$\therefore x \div \frac{h^2}{6 \cos^2 \beta \sqrt{R^2 - a^2}}$$

ii 自重 テンターゲートの自重に関して Kulka 氏は次の公式を與へて居る。式中 G は テンターゲートと同一の水深及幅を有するスルースゲートの自重、 α は テンターゲートの中心に於ける夾角の半分を示すものとする。

$$G_r = G \sec \alpha$$

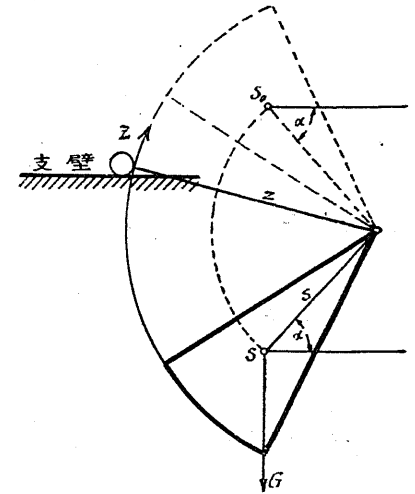
iii 捲揚力 149 圖に於て Z = 側壁又は堰柱上の捲揚機の捲揚力、

z = 同上の挺臂、 S = 門扉の重心、

s = 迴轉軸を中心とせる重心までの半径、 α = s の水平と爲す角とすれば

$$Z = \frac{G_r s \cos \alpha}{z}$$

上式に於て $\cos \alpha$ 及 $\frac{s}{z}$ は共に 1 より小なる値なる故、 Z は常に G_r より小である。



150 圖に於て水壓 W に対する捲揚力 149 圖

を求むれば

$$Z = \frac{Ww}{z}$$

故に全捲揚力 F は

$$F = (G_r s \cos \alpha + Ww) \frac{1}{z}$$

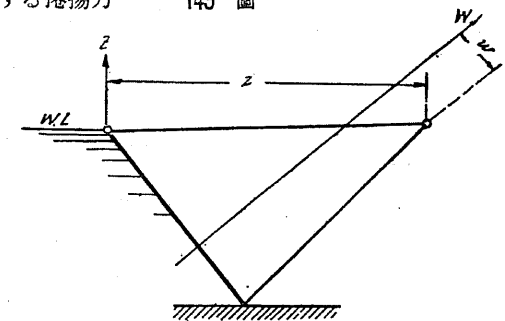
2° 各部の設計 151 圖に示

す様な門扉断面を、水壓の分

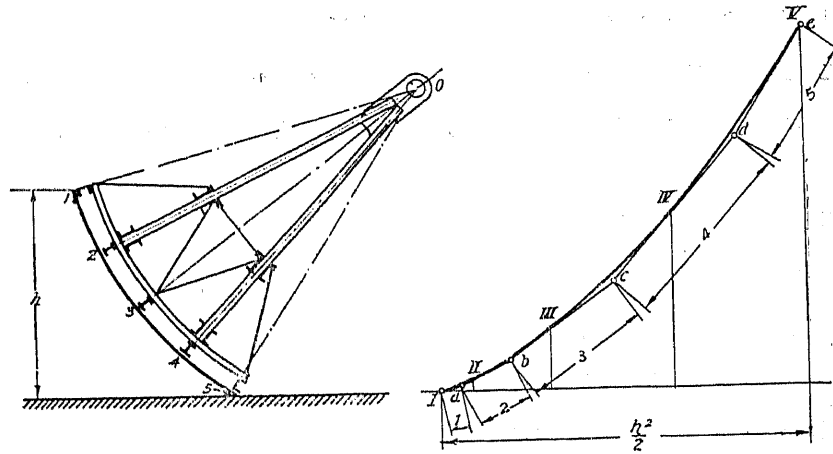
布に對し合理的の形状とし、

其の主構が結構である場合には

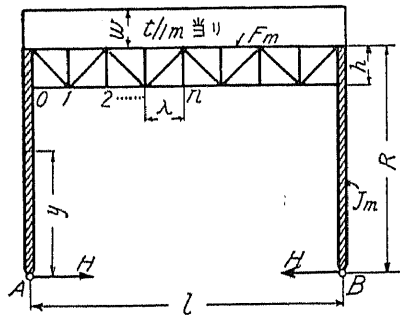
$$H = \frac{w\lambda^2 \left\{ (R-h) \frac{n}{6} (2n^2+1) + R \frac{n}{3} (n^2-1) \right\}}{n\lambda (2R^2 - 2Rh + h^2) + \frac{(R-h)^2}{3} R \frac{F_{in}}{J_{in}} h^2}$$



150 圖



151 圖



152 圖

但し $w =$ 水壓 (t/m)
 $2n =$ 構格數
 $F_m =$ 綾結材を含みたる主横桁の平均斷面積 F_{max} は其の最大値、 F_{min} は最小値
 $J_m =$ 端支材の惰率

然るに $F_{max} = \frac{wl^2}{8} \frac{l}{h\sigma} \text{ cm}^2$

茲に $\sigma =$ 鋼の許容強度 (t/cm^2)
 $h =$ 主横桁の高 (m)
 $l =$ 門扉の純徑間 (m)

F_{max} を m^2 で表はせば

$$F_{max} = \frac{l}{10,000} \frac{wl^2}{8} \frac{1}{h\sigma} \text{ m}^2$$

而して $I_m = \frac{3}{4} F_{max}$ であるから

$$I_m(m) = \frac{1}{10,000} \cdot \frac{3}{32} \cdot \frac{wl^3}{h\sigma}$$

端支材は Euler 氏の長柱理論から求めることが出来る。

$$J_m(\text{cm}^4) = \frac{5}{\pi^2 E} (R-h)^2 \frac{wl}{2}$$

茲に $E =$ 鋼の彈性率 $\div 2.150 \text{ t/cm}^2 = 2,150,000 \text{ kg/cm}^2$

$$\therefore J_m(\text{cm}^4) = \frac{5}{2.15} (R-h)^2 \frac{wl}{2}$$

又は $J_m(\text{m}^4) = \frac{1}{100,000,000} \frac{5}{4.3} (R-h)^2 wl$

仍て $\frac{F_m}{J_m} = 10,000 \frac{12.9}{160} \frac{l}{h\sigma (R-h)^2}$

$$\div \frac{800}{h\sigma (R-h)^2}$$

主横桁が鋸桁である場合には

$$H = \frac{wl^2}{12 R - \frac{h}{2}} \left[1 + \frac{2}{3} \frac{J_r}{J_m} \frac{R - \frac{h}{2}}{l} \right]$$

但し $J_r =$ 鋸桁の惰率 (cm^4)

$J_m =$ 端支材の惰率 (cm^4)

鋸桁の最大彎曲率を求めると

$$M_o = \frac{1}{8} wl^2 = \frac{J_r 2\sigma}{h}$$

$$\therefore J_r = \frac{6.25 hwl^2}{\sigma} \text{ cm}^4$$

茲に h (cm), l (m), w (t/m), σ (t/cm^2) とす。

此の場合端支材の長は $R - \frac{h}{2}$ となるから

$$J_m = \frac{5}{2.15} \left(R - \frac{h}{2} \right)^2 \frac{wl}{2} \text{ cm}^4$$

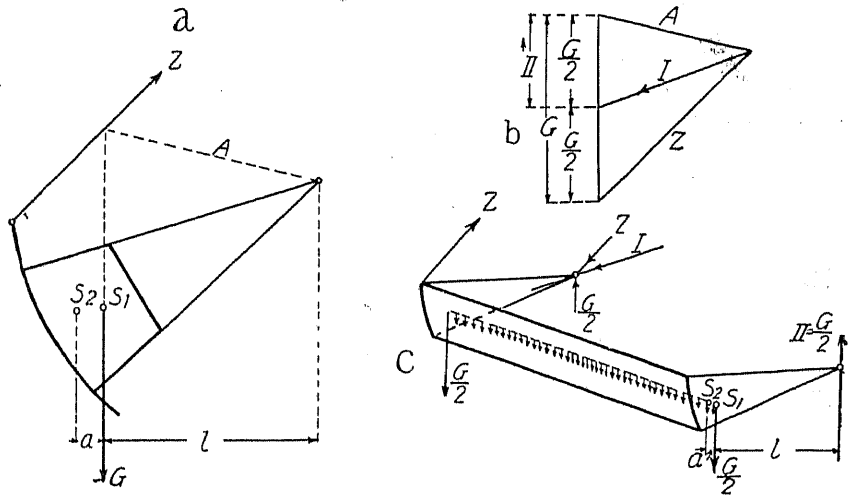
而して $\frac{J_r}{J_m} = \frac{\frac{6.25 hwl^2}{\sigma}}{\frac{5}{2.15} \left(R - \frac{h}{2} \right)^2 \frac{wl}{2}} = \frac{2 \times 2.15 \times 6.25 hl}{5\sigma \left(R - \frac{h}{2} \right)^2}$

上記の値を H の式の中の [] に入れれば

$$1 + \frac{2}{3} \frac{J_r}{J_m} \frac{R - \frac{h}{2}}{l} = 1 + \frac{2}{3} \frac{6.25 h w l^2 \sigma \times 2 \times 2.15 (R - \frac{h}{2})}{5 \sigma (R - \frac{h}{2})^2 w l^2}$$

$$= 1 + \frac{3.6 h}{\sigma (R - \frac{h}{2})}$$

$$\therefore H_{min} = \frac{w l^2}{12 (R - \frac{h}{2})} \frac{3.6 h}{\sigma (R - \frac{h}{2})} = \frac{w l^2 \sigma}{4 \sigma h} l$$



153 圖

門扉の開閉は門扉の兩上端を引き揚げるのが一般であるけれども、一端のみを引き揚げる場合もある。斯かる場合は 153 圖 (a) に示す如く、門扉の重量 G は断面の重心 s_1 に働き、同時に (b) 圖の如く兩端に分割作用するものであるが、門扉全體に就て見れば自重は (c) 圖の如く其の重心 s_2 に等布するものと見做さねばならぬから扭力率 M^r は次の如くなる。

$$M_{II}^r = \frac{G}{2} (a+l) \quad \text{被揚端}$$

$$M_m^r = \frac{G}{2} (a+l) - \frac{G}{2} a = \frac{G}{2} l \quad \text{中央}$$

$$M_I^r = \frac{G}{2} (a+l) - G a = \frac{G}{2} (l-a) \quad \text{揚端}$$

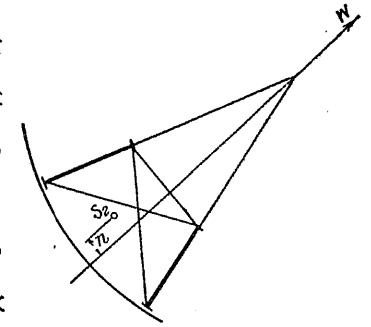
同様に水壓に基因する扭力率を求めると 154 圖の様に無溢流で然かも門扉の上縁迄水壓を受ける場合は、其の合成力は重心に對し n なる偏心を來たすけれども、廻轉軸を通過するから其の影響は極めて小さい。

然し 155 圖の如く溢流あるときは、水壓の合成力は ΣW の方向に働くから扭力率も次の如くなる。

$$M_{II}^r = \frac{\Sigma W}{2} n_2 \quad \text{被揚端}$$

$$M_m^r = \frac{\Sigma W}{2} (n_2 + n_1) \quad \text{中央}$$

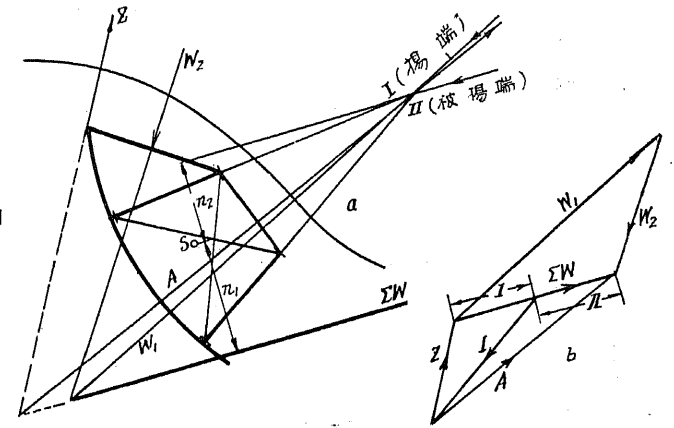
$$M_I^r = \frac{\Sigma W}{2} (n_2 + 2n_1) \quad \text{揚端}$$



154 圖

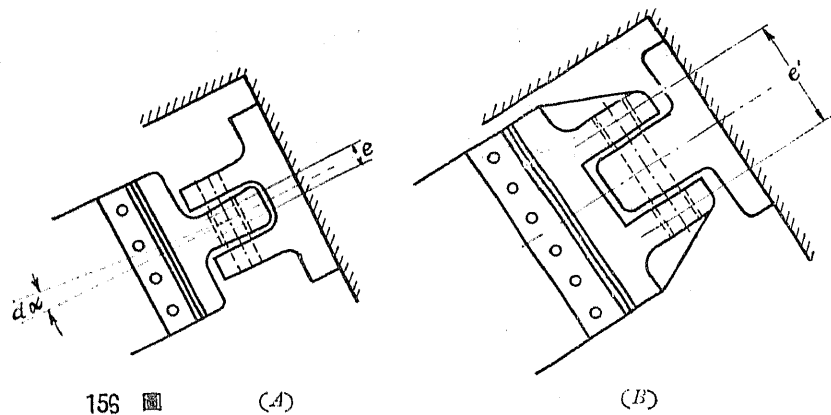
門扉の兩端捲揚の場合には扭力率は無視して差支へない。

廻轉軸の構造には 156 圖の如きものがある。何れもピンの周りに支材が廻轉する様になつて居る。(A)圖は



155 圖

小形の門扉に用ひられる。此の型の缺點は一箇所で支へられるから dx だけ多少



156 圖 (A)

ガタ付く嫌がある。
(B) 圖は之れに反し二箇所で支へられて居るから (A) の如く門扉がガタ付心配はない。故に此の型は大型の門扉に採用される。

上記の型及堰柱への取付方法は獨逸、瑞典等に於て行はるゝもので、我國では堰柱の側面へピンを埋め込み、之に端支材を取付ける方法を探つて居る(寫眞及圖面参照)前者は、ピンの故障及磨損の場合之を取換へるのに容易であるのと、堰柱内に埋込むピン支臺の鎮定装置が簡単でよい利點があるが、堰柱の幅が廣くなる缺點がある。

後者は、ピンの支臺が正常の位置に設置されて居らぬと門扉の取付が伸々穴が敷しく且ピンの取換が困難であるのと、支臺鎮定装置が複雑となる缺點はあるが、堰柱の幅は狭くてよい利點がある。そこでピン取換を便利に爲し得る様に堰柱の下流端に承臺を取付けたもの(159 圖 B 参照)があるが、端支材の長さが大くなる缺點を免れない。

計算例

152 圖に於て $\lambda = 1.0 m$ $R = 3.0 m$ $n = 3$ $h = 1.0 m$ $\sigma = 1 t/cm^2$ の場合 H を求む。

(a) 主横桁が結構の場合

$$\frac{F_m}{J_m} = \frac{800 l}{h \sigma (R-h)^2} = \frac{800 \times 6}{1 \times 1 \times (3-1)^2} = 1,200$$

$$H = \frac{w \times 1^3 \times \left\{ (3-1) \times \frac{3}{6} \times (2 \times 3^2 + 1) + 3 \times \frac{3}{3} (3^2 - 1) \right\}}{3 \times 1 \times (2 \times 3^2 - 2 \times 3 \times 1 + 1^2) + \frac{(3-1)^2}{3} \times 3 \times 1^2 \times 1,200}$$

$$= \frac{43 w}{39 + 4,800} = 0.0089 w$$

端支材の最大彎曲率を求めると

$$M_o = H(R-h) = \frac{43 w}{4,839} (3-1) = \frac{86 w}{4,839} t m$$

上式で明らかなる通り J_m が大なるに従つて H も増大し、其の極限に於ては

$$\frac{F_m}{J_m} = 0, \quad H_{max} = \frac{43 w}{39} = 1.1 w t$$

實際の場合に於ては、 F_m は J_m に比し遙かに大なる値を有つて居るから、 H は殆ど考慮の要なき程度の値となる。例へば $l = 30.0 m$, $R = 10.0 m$,

$w = 10 t/m$, $h = 3.0 m$, $n = 5$, $\sigma = 1 t/cm^2$ の場合に於ては

$$F_{max}(m^2) = \frac{1}{10,000} \cdot \frac{10 \times 30^2}{8 \times 3.0} = 0.0375 m^2$$

$$F_m = \frac{3}{4} F_{max} = 0.028 m^2$$

$$J_m(m^4) = \frac{1}{100,000,000} \cdot \frac{5}{4.3} \times 7^2 \times 10 \times 30 = 0.00017 m^4$$

今端支材の安全率を 4 と採れば

$$J_m = 4 \times 0.00017 = 0.00068 m^4$$

$$\therefore H = \frac{10 \times 3.0^3 \times \left\{ 7 \times \frac{5}{6} \times 51 + 10 \times \frac{5}{3} \times 24 \right\}}{5.3 \times (200 - 60 + 9) + \frac{49}{3} \times 10 \times 9 \times \frac{0.028}{0.00068}}$$

$$= \frac{188,000}{2,250 + 60,000} = 3.0 t$$

即ち H が此の程度の値を有することは、堰柱又は側壁に何等の悪影響をも及ぼすものでない。

(b) 主横桁が鉸桁の場合

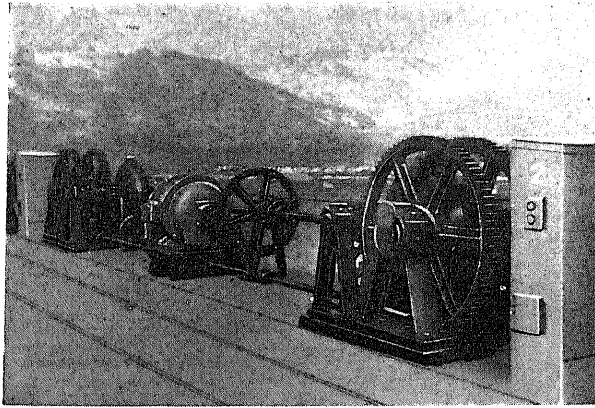
(α) の場合と同様に $l = 2n\lambda = 2 \times 3 \times 1 = 6m$, $R = 3.0m$, $h = 1.0m$

$\sigma = 1 t/cm^2$ とすれば

$$H_{max} = \frac{wl^2}{12(R - \frac{h}{2})} = \frac{36w}{12 \times 2.5} = 1.2w t$$

即ち結構の場合 $H_{max} = 1.1w t$ に比し約 10% の増加を來たす。

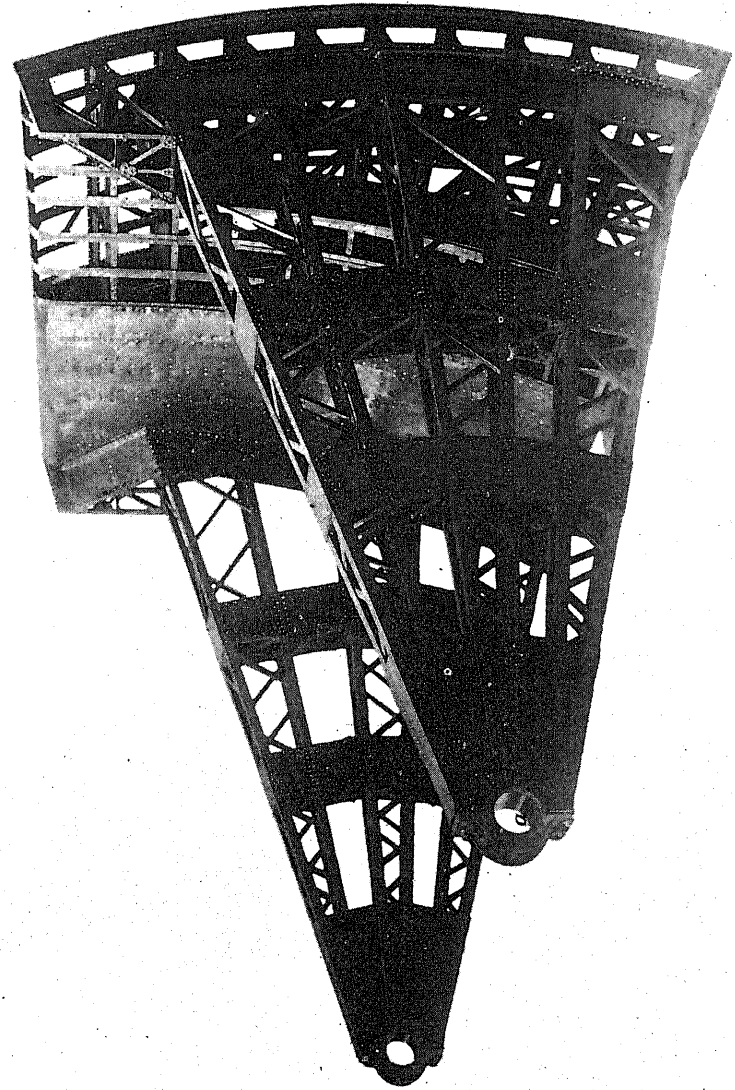
(3) 捲揚設備 門扉の「蓄扉端」にワイヤロープ又は鎖を付け之等を門扉



157 圖 東信電氣社 鹿瀬発電所堰堤テンターゲート捲揚機

の上方駆柱に設けたる捲揚機に捲き取らせて閉扉する。又齒桁及齒車或は齒鎖齒車等を用ふる場合もある。

捲揚機の原動力としては主として電動機が用ひられるが、稀に水壓機を使用することもある。是等機械設備の主要部分は屋外に設置される關係上全密閉式が用ひられる。



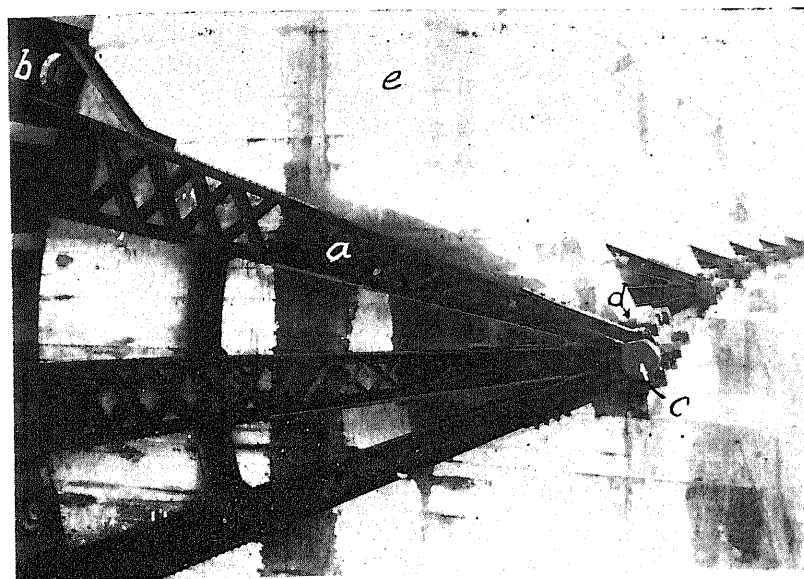
158 圖 東信電氣社 鹿瀬発電所堰堤のテンターゲート重量 70t a ピン孔
 幅 9.1m 高 9.7m (世界に於ける最大のもの) 重量 70t a ピン孔
 説明 多少の溢流あるも溢流へない様に扉端の下流側へも鋼鎖が張つてある。



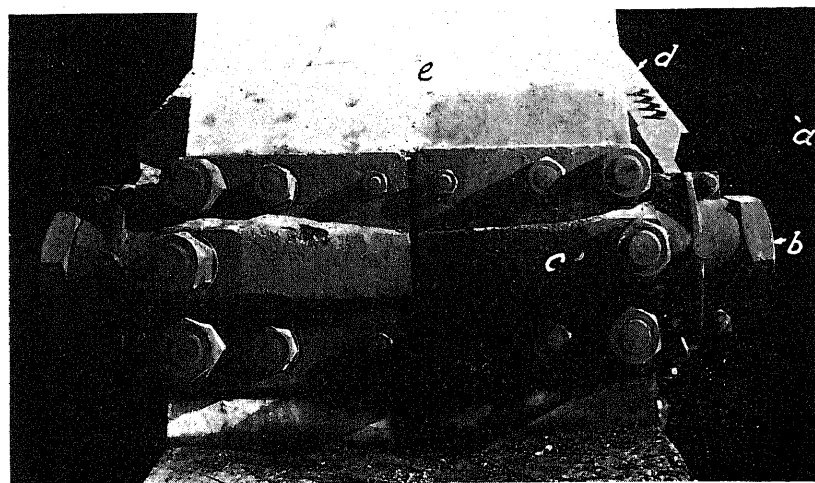
159 圖 A 庄川水力電気會社 小牧堰堤 テンター ゲート (組立作業中)

幅 7.58 m 高 6.06 m 重量 17.3 t

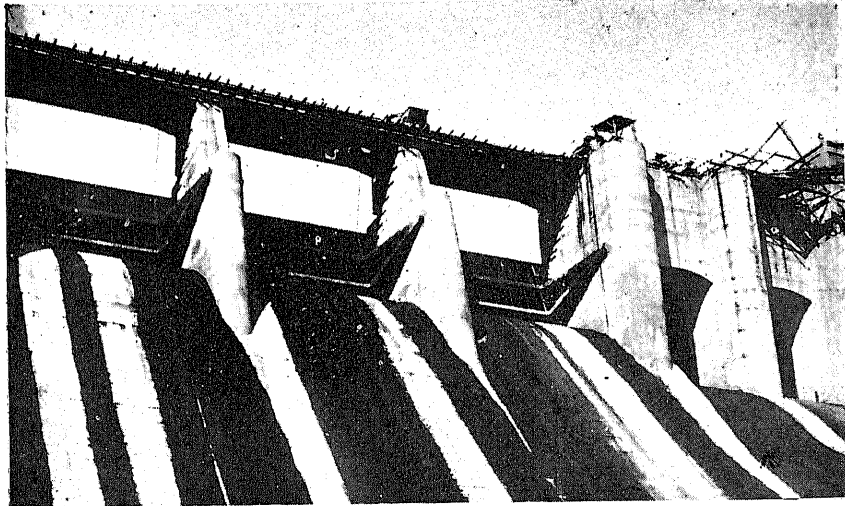
説明 捲揚機はゲート 2 門に付 1 臺を配置しあり。クラッチの切替に依り兩側任意のゲートを開閉し得られる。ゲート扉板の中央より左右約 2.4 m 戸當に近き處に鎖を取付け。此の 2 本の鎖を捲揚機の鎖車に巻付け。20 馬力電動機に依り毎分 1.36 m の速さにて開閉を爲す。電動の外、手働開閉装置もしてある。



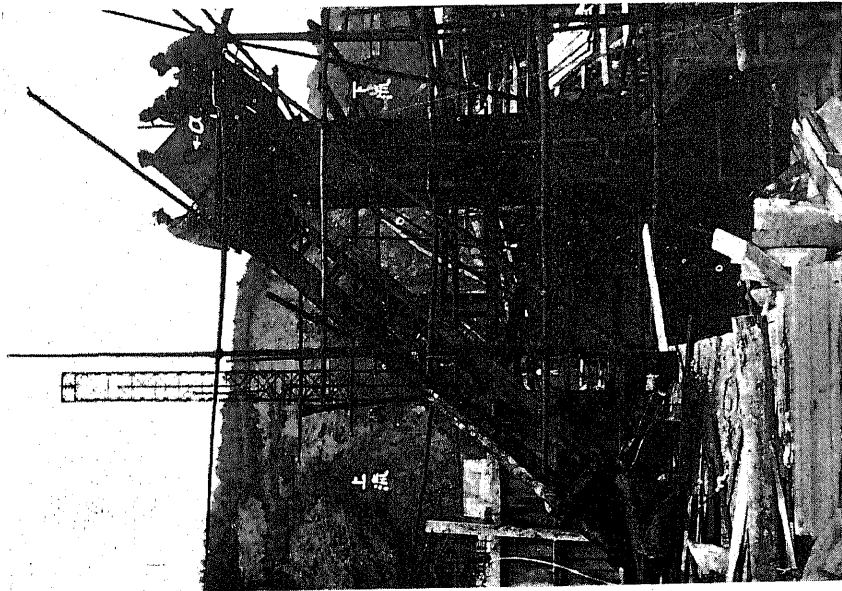
同 B 同 テンター ゲートの端支材及ピン
a 端支材 b 扉板 c ピン d ピン承臺 e 堰柱
説明 此のピン取付方法はゲートの据付並にピンの取換に便なり



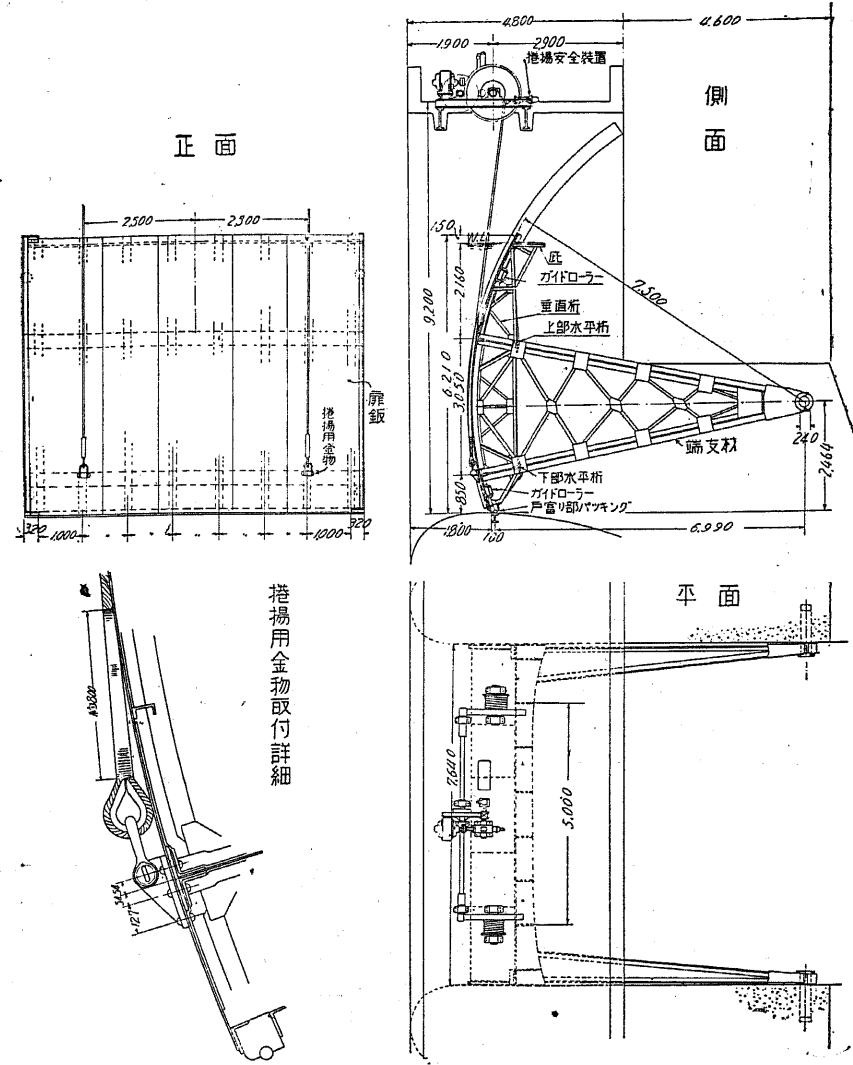
同 C 同 テンター ゲートのピン及承臺
a 扉板 b ピン c ピン承臺 d 端支材 e 堰柱



160 圖 A 大淀川水力電気會社 高岡發電所堰堤のテンターゲート
 徑間 10.9 m 堰高 5.16 m 重量 \approx 20 t 電動捲揚機 10 馬力 同線
 備ガソリンエンジン 20 馬力
 注意 此のピン鎖止方法は、門扉取付の場合に極めて不便で且ピンに故障を生じ之
 を取換へる必要の起つた場合には堰柱の一部を壊さなければならぬ。



同 B 同ピン交換の支柱 a ピン孔

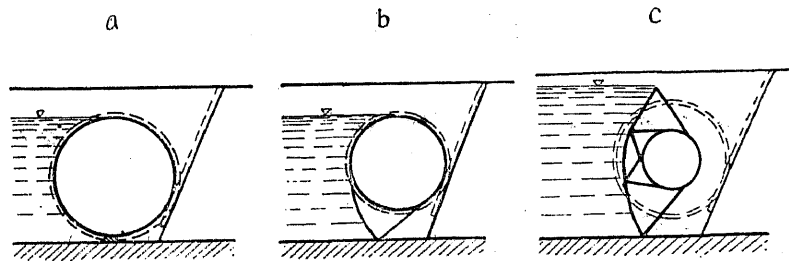


161 圖 A 三河水力會社 越戸發電所取水堰堤のテンターゲート構造圖 I

59 ローリング ゲート (輾動扉)

(1) 概要 ローリング ゲートとは鋼製の圓筒を堰柱若は側壁間に横置して水を堰き止め、圓筒を堰柱若は側壁に沿ふて上方に轉動せしむることに依り堰水を流し得る様な装置である。

(2) 種類



163 圖

- a) 163 圖 a の如く扉體の断面圓筒型のもの
 b) 同 b の如く翼鋸を有するもの
 c) 同 c の如く盾鋸を有するもの

(3) 特徴及用途 a 型は自重が大であるが頑丈である。堰水高 2m 程度を限度とし、氷の張る所又は流水木等の多い所に使用される。b, c 型は a 型に比べて同じ堰水高のものでは遙かに材料が軽くなる。今日多く用ひられて居るのは此の二型である。

何れの型も他種の門扉に比べて a) 水深及徑間の大なる堰水設備として優り b) 剛性大であるから砂礫、流水木等の浮流物に對して丈夫で c) テンター ゲート等に比べれば水密が容易で且多少の溢流に對して遙かに安全である d) 然し剛性大なる反面に自重も大となる缺點は免かれない。

水力工事に於て如何なる場合にローリング ゲートを採用するかと云ふと、取水河川が荒れ川で流下砂礫量が非常に多い場合、又は固定堰堤では洪水時に於て堰

堤に因る背水影響が上流に支障を及ぼす場合等で、何れの場合に於ても洪水時には扉體を捲揚げて洪水量を安全に流下せしむるを要する。

故に扉體の高(堰水高)及長(徑間)は、所要取水位の外洪水時扉體を捲揚げた場合に於ての洪水量の流過能力を考慮して決定する必要があるが、洪水量は大体、(溢流幅即ち徑間) × (溢流水深)^{3/2} に比例し、一方扉體の重量即ち工費は略ぼ水深に比例するから、事情の許す限り堰高を大にし、幅(徑間)を節約する方が經濟的である。

若し著しく大なる溢流幅を必要とする場合には、之を數徑間に區分する必要を生ずる。此場合には一徑間をなるべく長くして徑間數即ち堰柱の數を減じ、捲揚装置の數を少なくする方が利益である。

然し之もある限度を超えると、扉體の重量が急に増大する傾がある。今日現存する實例では大體 35m 位が徑間の限度となつて居る。又高にも限度があり、5m 程度を普通として居る。

(4) 計算及設計

1° 外力 外力の主なるものは水壓、浮力、自重、ワイヤロープ又は鎖梯の張力、齒桁の反力等であつて、其の他氷壓、流木、堆砂の土壓及摩擦等がある。

i 扉體の自重 自重に關しては Kulka 氏は次の公式を與へて居る。

$$G_r = 13.7 \frac{b^3 h^2}{\rho \sigma \cos \alpha} \text{ kg}$$

茲に b = 徑間 m , h = 扉高 m , ρ = 圓筒の半徑 cm

σ = 鋼の許容強度 t/cm^2 , α = 扉體に作用する

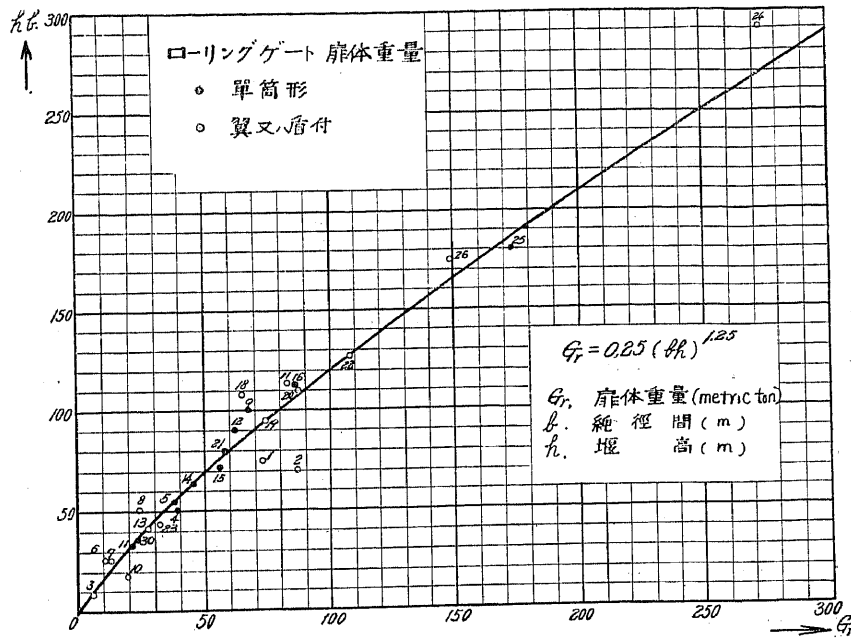
水壓の合成力(W)が水平となす角 $\leq 38^\circ$

物部工學博士は次の式を發表して居る。(164 圖参照)

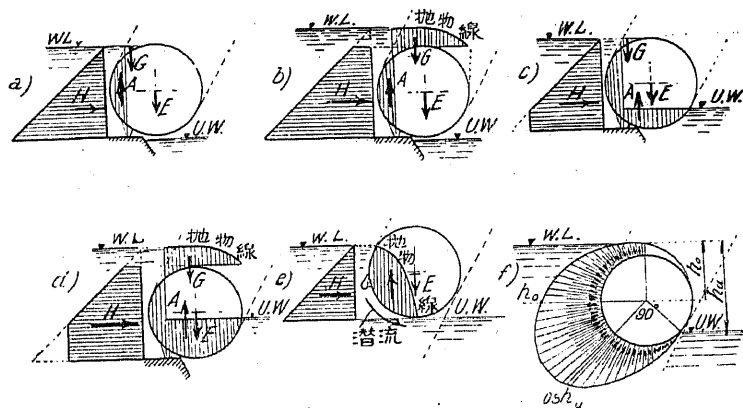
$$G_r = 0.25 (bh)^{1.25} t$$

但し $bh \leq 300$

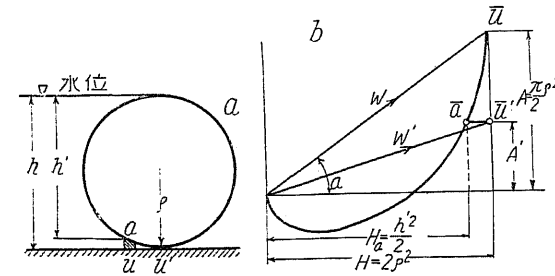
ii 水壓及捲揚力 水壓は 165 圖の如く水平水壓(H)、浮力(A)、溢水壓等に分割して考慮するが便利である。



164 圖



165 圖



166 圖

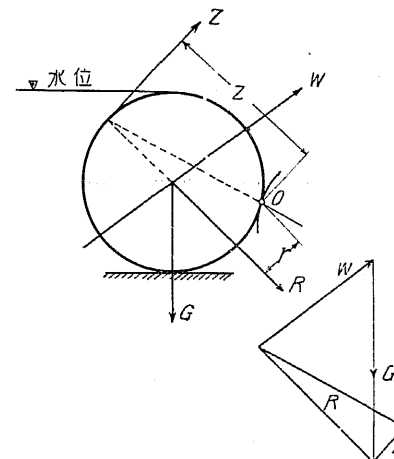
166 圖の如き圓筒型の扉體では

$$H = \frac{(2\rho)^2}{4} = 2\rho^2$$

$$A = \frac{(2\rho)^2 \pi}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\pi\rho^2}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{A}{H} = \frac{\pi\rho^2}{4\rho^2} = \frac{\pi}{4} = 0.7854$$

$$\therefore \alpha \approx 38^\circ$$



167 圖 圓筒型扉體

167 圖の如く扉體が O 點に於て堰柱内傾斜溝の捲揚斜面に接觸して居る場合の捲揚力 Z は次の如くである。

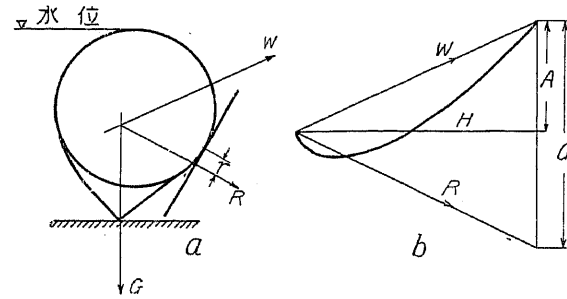
$$Z = \frac{Rr}{z}$$

茲に R = 水壓と扉體自重との合成力

168 圖は翼附型、169 圖は盾附型の場合の力の作用狀況を示して居る。

尚注意すべきは、扉體が堰柱内の捲揚斜面と接する點に於ける合成力 R

に對する力率が、時計の針の進行方向と同じにならぬ様にすべきで、此の爲に斜



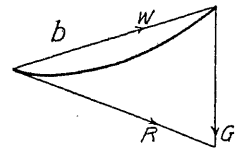
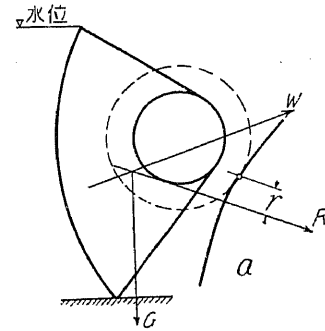
168 圖 翼附型扉體

面を之が水平と爲す角度を 70° 内外に採る。

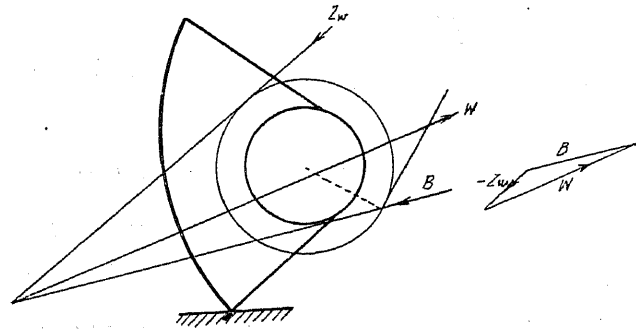
水壓に因る抵抗力の算出法は 170 圖に依つて理解されるであらう。尚捲揚時に於ける力の作用状況は 171 圖の如くであつて、扉體が揚げらるゝに従ひ水壓は變つて來るが、要するに捲揚力 Z は

$$Z = \frac{W_w}{z} \quad \text{となる。}$$

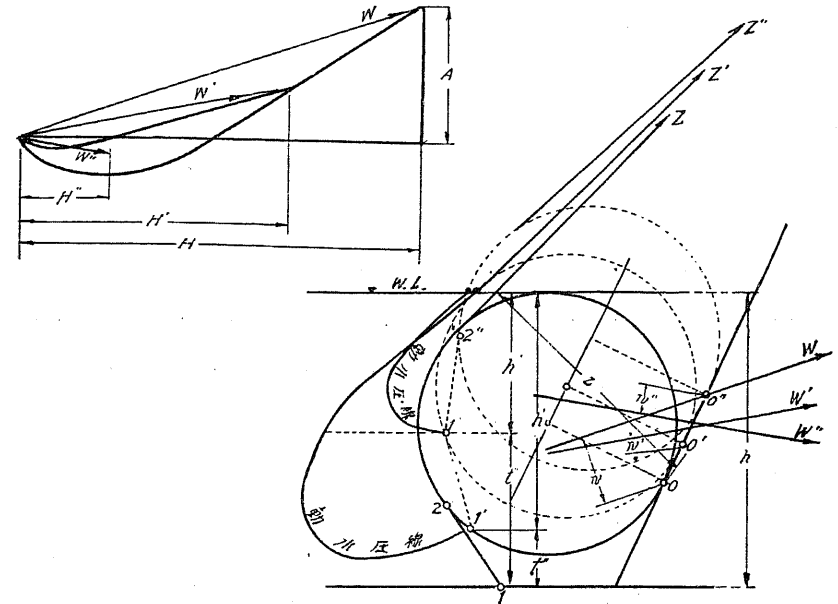
扉體の兩端に於ける漏水止装置に働く水壓に因る抵抗は第 172 圖の如くで



169 圖 盾附型扉體



170 圖 盾附型扉體の捲揚時に於ける力の作用状況



171 圖

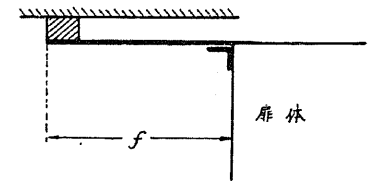
$$Z = f \frac{h^2}{2} \mu \times 1,000 = 500 f \mu h^2$$

f = 水止鉋の長 (m)

h = 扉體の高 (m)

μ = 摩擦係數 = 0.35 である故に

$$Z = 175 fh^2 \text{ kg}$$



172 圖

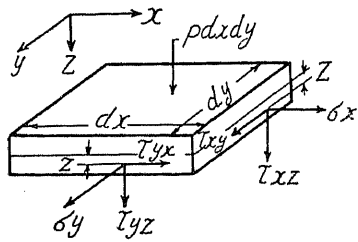
2° 各部設計 ローリング ゲートに

使用される鋼材は軟鋼であつて、其の強度は $4,000 \text{ kg/cm}^2$ 以上とし、伸長度は 21% 以上を指定することを要する。

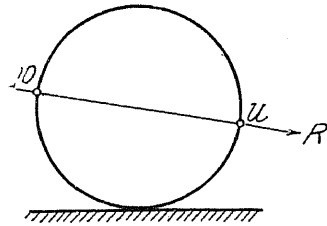
使用個所の重要な程度に應じて其の許容強度と當然異なるべきであるが、斯くては徒に煩雜を招くに過ぎないから、普通安全率を 4 と採り、 $1,000 \text{ kg/cm}^2$ 又は 1 t/cm^2 を使用して居る。

i 圓筒型扉體

a) 筒壁が直接水壓を受け平板として働くときの應力



173 圖 A



同 B

173 圖に於て圓筒の軸方向を X 軸、水壓に並行に Z 軸、此兩者に直角に Y 軸を探り、筒壁の厚を s とし dx dy なる微小部分に働く應力關係を考察すると、今 σ_x, σ_y を夫々 X 及 Y 軸に並行なる線維應力、 $\tau_{xy}, \tau_{yz}, \tau_{xz}, \tau_{yx}$ を夫々 X, Y, Z 軸に並行なる剪應力とし、 $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ を生ぜしむる力率を夫々 m_x, m_y, m_{xy} , S_b を断面力率とすれば（「'」符號は最大值を意味す）

$$\sigma'_x = \pm \frac{m_x}{S_b}, \quad \sigma'_y = \pm \frac{m_y}{S_b}, \quad \tau_{xy} = \pm \frac{m_{xy}}{S_b}$$

然るに $S_b = \frac{1}{6} s^2$

$$\therefore \sigma'_x = \pm \frac{6m_x}{s^2}, \quad \sigma'_y = \pm \frac{6m_y}{s^2}, \quad \tau_{xy} = \pm \frac{6m_{xy}}{s^2}$$

而して Föppl 氏に従へば

$$m_x = -N \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)$$

$$m_y = -N \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)$$

$$m_{xy} = -(1-\nu)N \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

$$N = \frac{Es^3}{12(1-\nu^2)}$$

但し E = 弾性率 ν = Poisson 比 ≈ 0.3

w = 撓度 N = 板體の剛性

ローリングゲートの圓筒に於ては、 m_{xy} は極微量で無視し得られるから茲では

m_x, m_y のみを考慮することとする。

Lorenz 氏は m_x, m_y に一種の假定を施して次の近似算式を誘導して居る。

$$\sigma'_x = \frac{96}{\pi^4} \cdot \frac{b^2 + \nu a^2}{(a^2 + b^2)^2 s^2} a^2 b^2 p$$

$$\sigma'_y = \frac{96}{\pi^4} \cdot \frac{a^2 + \nu b^2}{(a^2 + b^2)^2 s^2} a^2 b^2 p$$

上式中の a 及 b は夫々鋼板の長及幅 (cm) を示し p は單位面積に加はる水壓を示す。故に $a = b$ のときは $\sigma'_x = \sigma'_y$ となり

$$\sigma'_x = \frac{3I}{\pi^4} \cdot \frac{a^2}{s^2} p \text{ kg/cm}^2$$

$s = t$

b) 圓筒が水平桁として働くに因る應力

今 S_x = 圓筒の断面力率 b = 圓筒の長(徑間) D = 圓筒の直径

R = 水壓と自重との合成力 M = 圓筒の受ける彎曲力率

$$\sigma''_x = \text{最大線維應力} = \frac{M}{S_x}$$

とすれば

$$S_x = 0.785 D^2 s$$

$$M_{max} = \frac{1}{8} Rb$$

$$\therefore \sigma''_x = \frac{Rb}{8 \times 0.785 D^2 s} = \frac{100,000 Rb}{6.28 D^2 s} \text{ kg/cm}^2$$

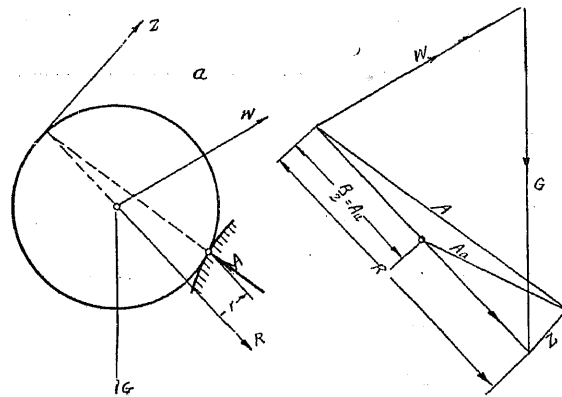
茲に R は t, b は m, D 及 s は cm を單位とす。

c) 扭力率に因る應力 174 圖に示す様に圓筒の一端を捲揚げると合成力 R は兩端で折半されて堰柱に作用するものと考へられる。

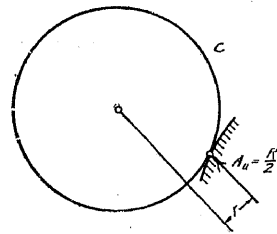
此反力は堰柱に於ける傾斜溝と圓筒との接觸點から r なる距離に働くものとすれば、被揚端(自由端)に於ける扭力率は次の如くである。

$$M_T = \frac{R}{2} r$$

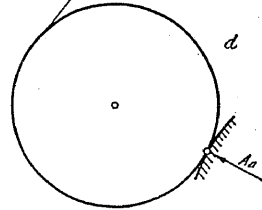
然るに圓筒型扉體に於ては水壓と自重とは常に中心を通過すべきであるから、



被揚端



揚端



174 圖

中心即ち重心に於ける扭力率は圓筒の凡ての點に於て同一である。仍て τ''_{xy} を最大應剪力とすれば

$$\tau''_{xy} = \frac{M_T}{J_d} \cdot \frac{D}{2}$$

茲に $J_d =$ 圓の中心に於ける圓環の惰率

而して $\frac{2J_d}{D} \doteq 1.6 D^2 s$

$$\therefore \tau''_{xy} = \frac{100,000 R r}{3.2 D^2 s} \text{ kg/cm}^2$$

但し上式中 R は t , r は m , D 及 s は cm を單位とす。

上の結果より $\frac{\tau''_{xy}}{\sigma''_{xy}} \doteq \frac{2r}{b}$ なる関係があることが解る。即一般に扉體の長

(徑間) b は r に比し極めて大きいから、 τ''_{xy} は σ''_{xy} の何%と云ふ位の極く僅かな値にしかならない。

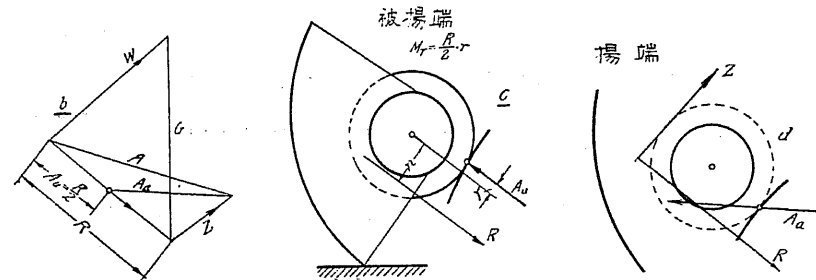
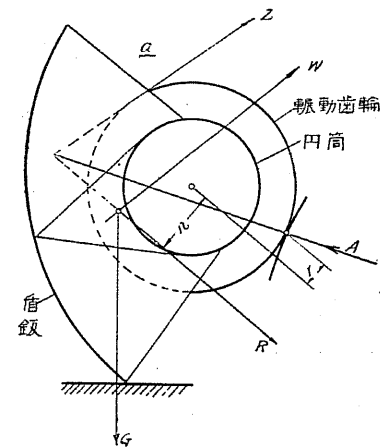
ii 翼板又は盾板を有する扉體 翼板又は盾板に生ずる水壓に因る應力は

$$\sigma'_x = \pm \frac{m_x}{S_b}, \quad \sigma'_y = \pm \frac{m_y}{S_b}$$

圓筒の應力は翼附型では水壓の一部を受けるが、盾附型では水平桁のみの働を爲すのであるから

$$\sigma''_x = \frac{100,000 R b}{6.28 D^2 s} \text{ kg/cm}^2$$

のみとなる。此型式の扉體では水壓及自重の合成力 R は、圓筒の中心を通過せず 175 圖の様に n なる偏心を來たすから c 圖に示す通り被揚端では



175 圖

$$M_T = A_u r = \frac{R}{2} r$$

であるが揚端に近づくに従ひ $\frac{R}{b} n$ を増加し扉體の中央では

$$M_T = \frac{R}{2} r + \frac{R}{2} n = \frac{R}{2} (r+n)$$

となり揚端では最大値に達し

$$M_T = \frac{R}{2} r + Rn = R \left(\frac{r}{2} + n \right)$$

を得ること 176 圖に示す如くである。

従つて次式を得る。

$$\begin{aligned} r''_{xy} &= M_T \frac{D}{2J_d} \\ &= \frac{100,000 Rr}{3.2 D^3 s} && \text{被揚端} \\ &= \frac{1000,000 R(r+n)}{3.2 D^3 s} && \text{中央} \\ &= \frac{1000,000 R \left(\frac{r}{2} + n \right)}{1.6 D^3 s} && \text{揚端} \end{aligned}$$

計算例

徑間 30 m, 高 4.0 m のローリング ゲートに於て圓筒及翼鈹の高を夫々 3.2 m, 及 0.8 m とし、水壓を 75 t/m とす。而して圓筒に於ける補剛材たる縦横桁の間隔を 1 m とするとき、筒鈹の受くる應力を求む。

解 正方形鈹の應力は Lorenz 氏の公式に依り

$$\sigma'_x = \frac{31}{\pi^4} \cdot \frac{a^2}{s^2} p$$

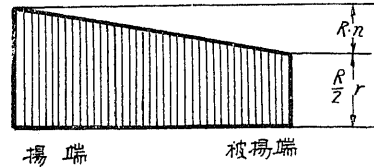
而して $a =$ 鈹片の寸法 $= 100 \text{ cm}$, $s =$ 鋼鈹の厚 $= 1.5 \text{ cm}$ とす

$p =$ 水壓と自重との合成力 R が鈹體を通る處の單位面積に働く壓力

$$= 2,000 \text{ kg/m}^2 = 0.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma'_x = \frac{31}{\pi^4} \cdot \frac{100^2}{1.5^2} \times 0.2 = 282 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma''_x = \frac{100,000 Rb}{6.28 D^3 s} = \frac{100,000 \times 75 \times 30 \times 30}{6.28 \times 320^2 \times 1.5} = 697 \text{ kg/cm}^2$$

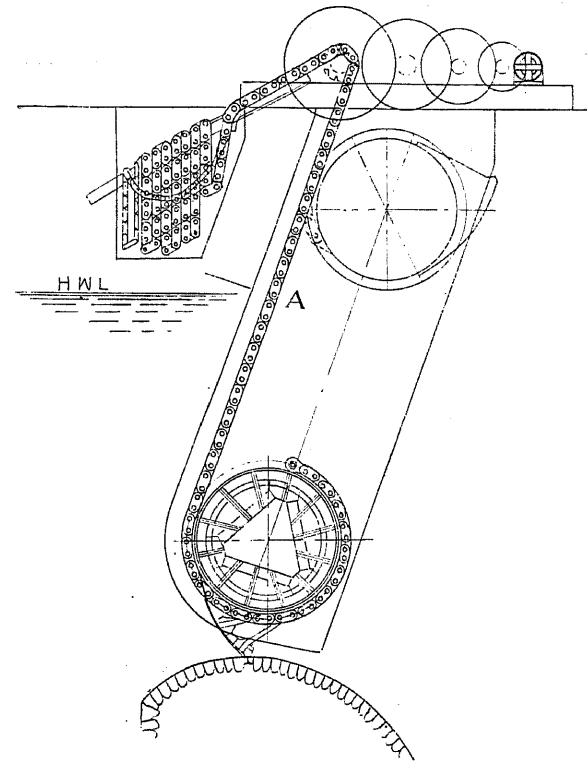


176 圖

仍つて全應力 $\sigma'_x + \sigma''_x = 282 + 697 = 979 \text{ kg/cm}^2$

(5) 昇降装置 圓筒扉體を堰柱若は側壁に於ける傾斜溝に沿つて昇降させる装置に大體二種類ある。一は圓筒扉體の兩端に齒車を附し、之を傾斜溝の斜面に取付けてあるラック(齒桁)に嚙ませて捲揚げるもので、他は扉體の兩端にローリングホイールを附し、之を斜面に取付けてあるレールに載せ捲揚げるものである。

前者は從來一般に用ひられた型であるが、洪水時に流木、砂礫、其の他の浮流物が往々ラックに挟まり、扉體の昇降に際し齒車がラックより離脱し扉體を墜落せしめ或は其の一端の齒車のみを離脱に因り、常に水平の位置を保つを要す可き扉體を傾かしめ、従つて齒車並にラックの嚙合ひ不正となり、齒車の面に不平均なる



177 圖 I 捲揚端 A 捲揚鎖

力を生ぜしむる結果齒を破碎し若は捲揚機に無理な力を出さしめ、之を壞はすに至る事がある。

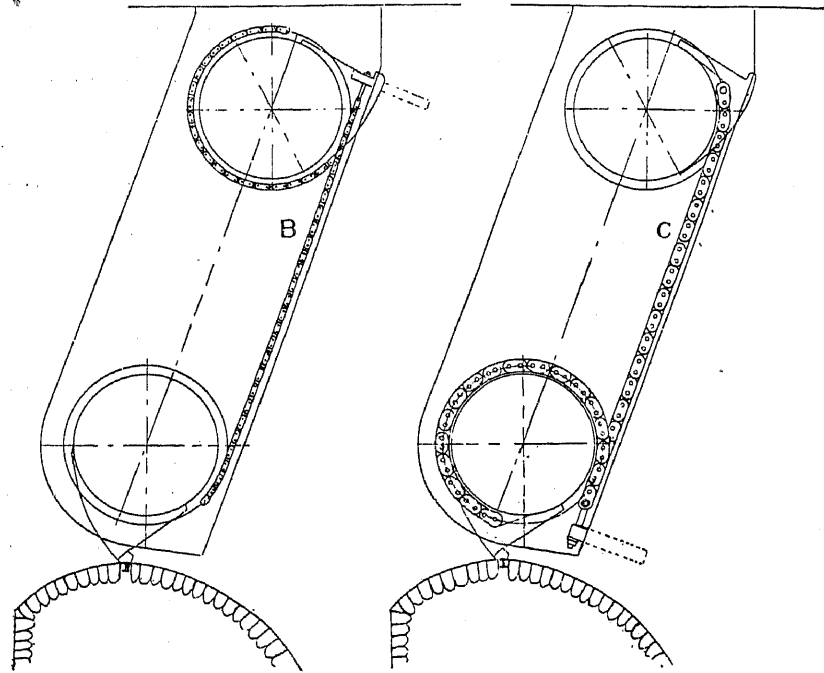
又前者の型では傾斜溝の斜面勾配を急にすると齒車とラックとは離れる虞があるから、或る程度以上の急勾配と爲すことは不可能で、従つて堰體若は側壁の幅(河に沿つての)を此の勾配に依つて決めねばならぬ。

上記の諸缺點を補ふべく考案されたのが後者の型(特許 45,501, 66,231, 66,140, 69,828 東京、田原製作所)で、齒車及ラックに起る故障なきこと及傾斜溝の斜面を急に爲し得ることの特徴を有つて居る。

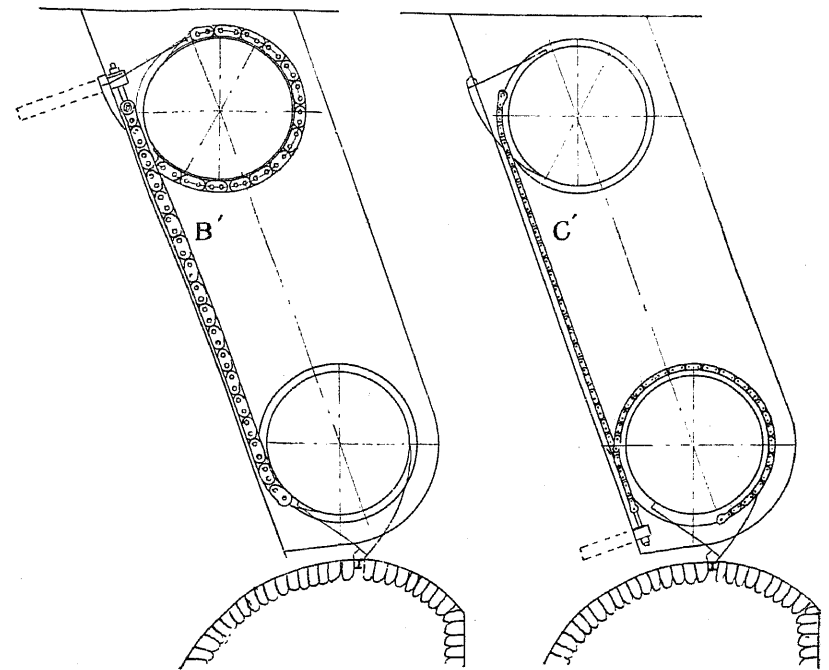
177 圖及 178 圖は田原式ローリング ゲートで、其の構造の概要は、圓筒扉體の揚端の周圍に三條の鎖溝及一條のローリング ホイールを備へ、被揚端の周圍には二條の鎖溝及一條のローリング ホイールを備へて居る。

其の動作は(177 圖参照)捲揚鎖 A の捲取に依り懸垂鎖 B 及 B' (B と反対側の圓筒端以下同様) を捲込み、締付鎖 C 及 C' を捲き解ごす作用を爲し、其の兩端に備ふるローリング ホイール W 及 W' (178 圖)は傾斜溝内の軌道 R 及 R' に沿ふて扉體を支へ輻動しつゝ上昇する。

扉體の自重は主として揚端に捲かれたる一條の捲揚鎖(若はロープ) A 及被揚



同 I 揚端に於ける鎖の捲き方 B 懸垂鎖 C 締付鎖

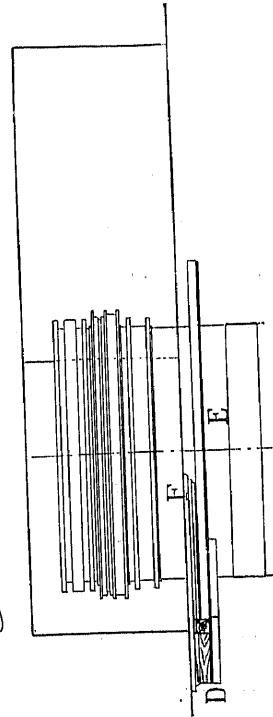
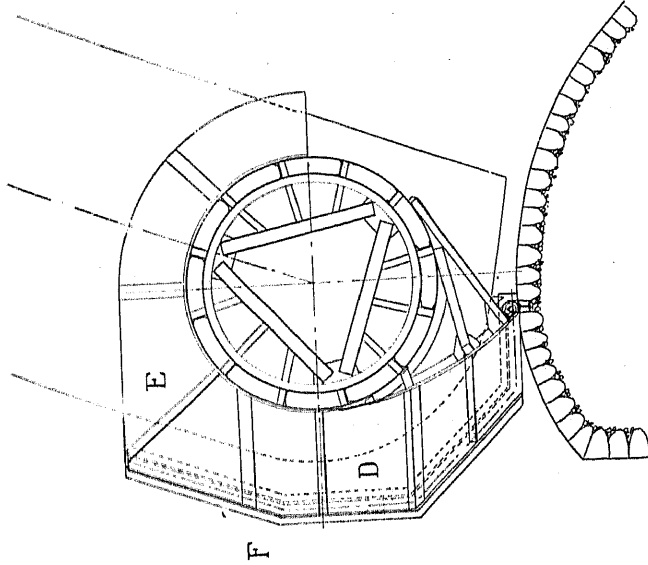
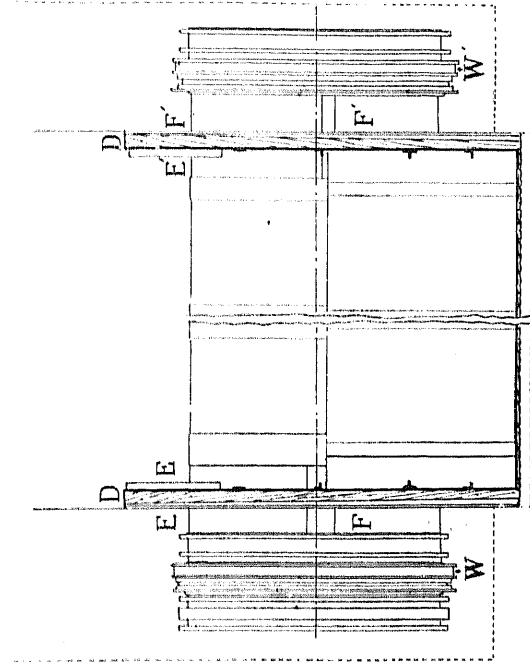


同 II 被揚端に於ける鎖の捲き方 B' 懸垂鎖 C' 締付鎖

端に於ける一條の懸垂鎖 B' (鎖の捲き方は 177 圖の如く下端は扉體鎖溝内の一箇所に取付け、其の周圍を捲揚鎖と反対の方向に捲き、上端は傾斜溝斜面内の上部に取付けられたる伸縮装置に連結す)との二條の鎖に依り全長を通じて水平の位置に懸垂支持され、捲揚鎖(若はロープ)の捲取りに應じて懸垂鎖を捲込む作用を誘致し、扉體は兩側壁若は堰柱内の傾斜溝中の軌道に沿ふて輻動昇降するのである。

ローリング ゲートの翼鉞又は盾鉞等の附設に因り起る偏重若は堰水の全水壓並に浮力等に對應する爲、兩圓筒端に捲かれたる締付鎖 C' 及 C' (鎖の捲き方は 177 圖に示す如く上端は扉體鎖溝内の一箇所に取付け其の周圍を圍り、下端は傾斜溝内下部に取付けられたる伸縮装置に連結す)に依り緊張する。

尚ほ扉體が捲揚げられて居る場合前面より翼鉞又は盾鉞に受ける風壓、或は扉



178 圖 田原式ローリングゲートの端部詳細圖 () 記號は被揚端に於けるものを示す W ローリングホイール

體の偏重等を制御する爲に、揚端に捲かれたる一條の懸垂鎖 B (鎖の捲き方及作用は 177 圖に示す通りで、全く被揚端に於ける懸垂鎖 B' に同じである) を設けてある。

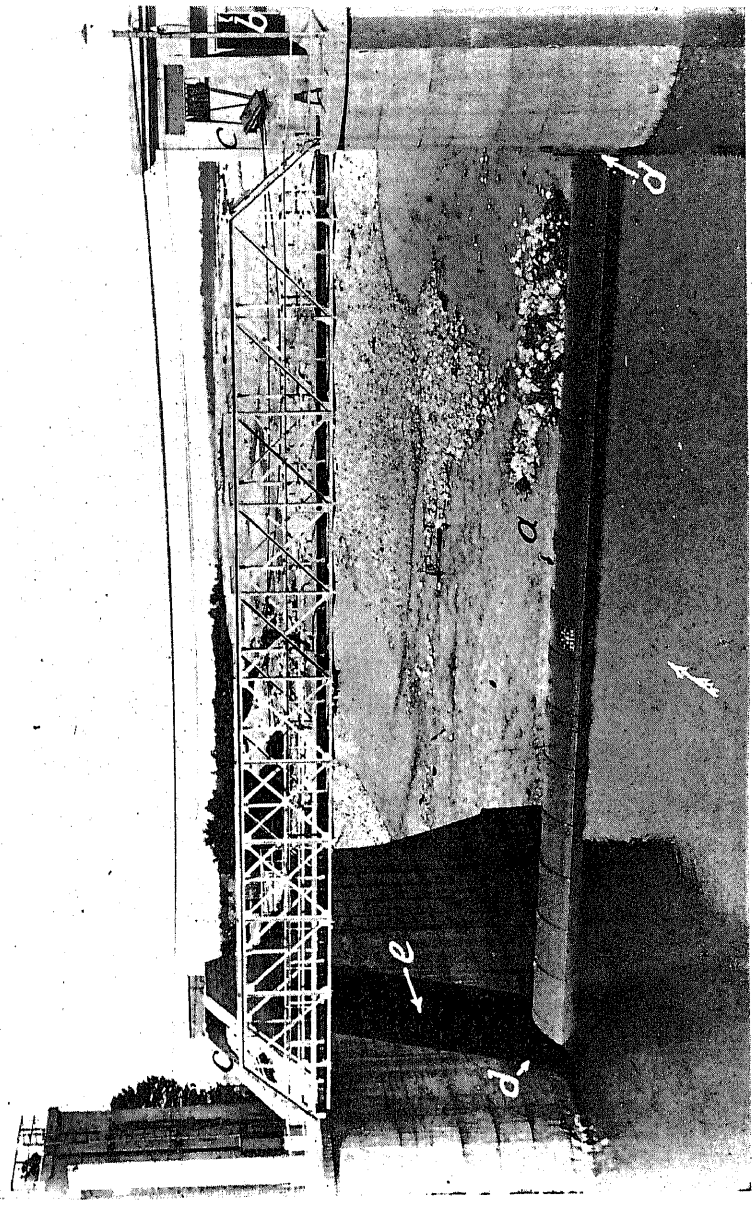
(6) 水密装置 ローリングゲートと兩端側壁若は堰柱間の漏水を防ぐ爲、扉體の兩端に楔狀の鋼製の端部水止鈔 E を附設し、E の壁側には木座 D を裏付ける。側壁下部の堰水部分には木座と適合し且つ其の面を平滑に仕上げたる鑄鐵製の座 F を定着し、木座と鑄鐵座面との間の楔作用と端鈔の弾力とに依り完全に漏水を防ぐ。

ローリングゲートと底面の固定堰堤間の漏水止装置は 178 圖の如く扉體若は翼鈔又は盾鈔の下部に木片を附し、一方此の當る固定堰堤の部分に I 形鋼を埋め込み置き水密ならしめる。

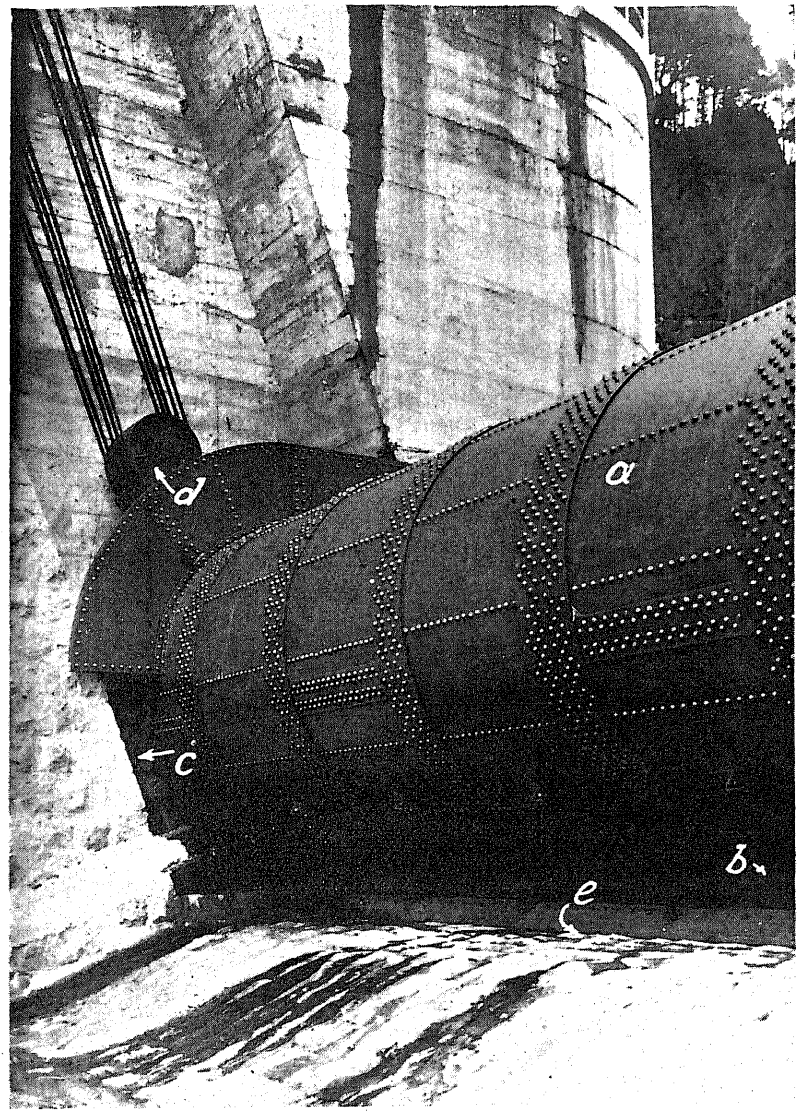
(7) 捲揚設備 堰柱若は側壁上に電動機を設置し、之に依りて鎖、連鈔又はロープを捲取るを一般とする。

電動機への電力は普通の場合其の水力の發電所より供給されるが、暴風雨時等に於ては配電線の切斷若は發電所の故障等に因り停電を爲し、ゲートの開放を不可能ならしめ、溢流、流漂物の激突等に因りゲートを破損することが往々あるから之に備へる爲豫備動力設備として、電動機の外にガソリン機關、ディーゼル機關等の早急に動力を發生し得るものを併置することが望ましい。

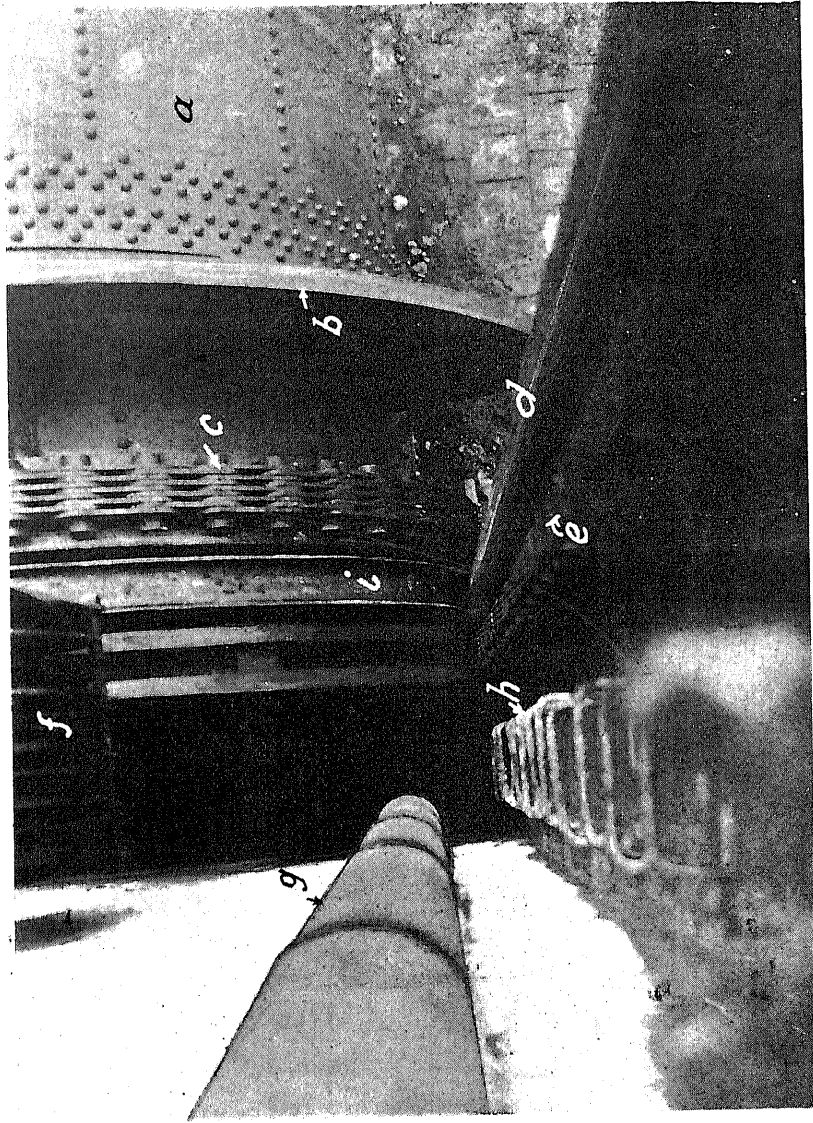
此の豫備動力設備は、他の種類のゲートに付ても同様で、若し夫れ等ゲートが堰堤頂の全長若は大部分に亘り設備される場合には、ゲート自身の安全の爲及ゲートの破壊等に因る瀉流が堰堤より下流へ及ぼす悪影響を防ぐ上に於て必ず設置すべきものである。



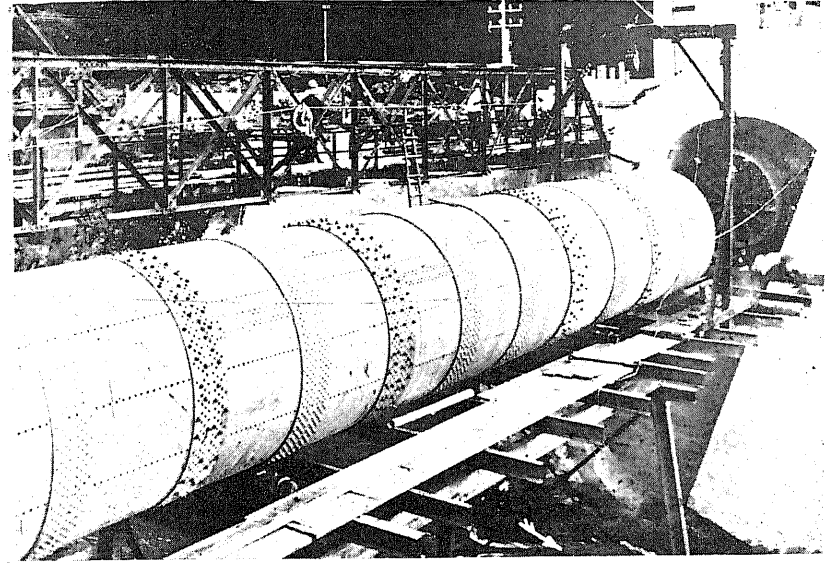
179 田原式ローリングゲート
 黒瀬川電力会社 黒瀬川用水合口事業 取水堰堤
 原形 捲揚機室 滑車 堰上高 3.33 m 堰柱内の傾斜溝
 説明 のと同時には、右側の堰柱上にのみあり、左には単に滑車を備へる。捲揚機を運轉すれば、左側のロープは滑車に依り右側の溢流のとき、同時に捲揚機室に捲取られ、ゲートを閉閉する。即ち右側は揚端で左側は巻揚端である。止水時ゲートを捲揚機室内に通気管を設けてある。(C.F. 図参照)



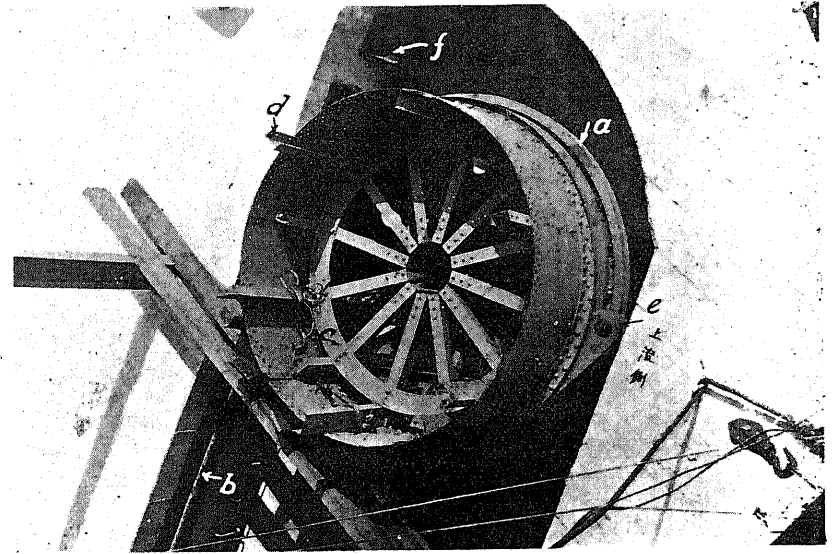
同 B 同 下流側より見たるローリングゲート
 a 扉體 b 翼板 c 締付鎖 d ロープ滑車 e 水止材



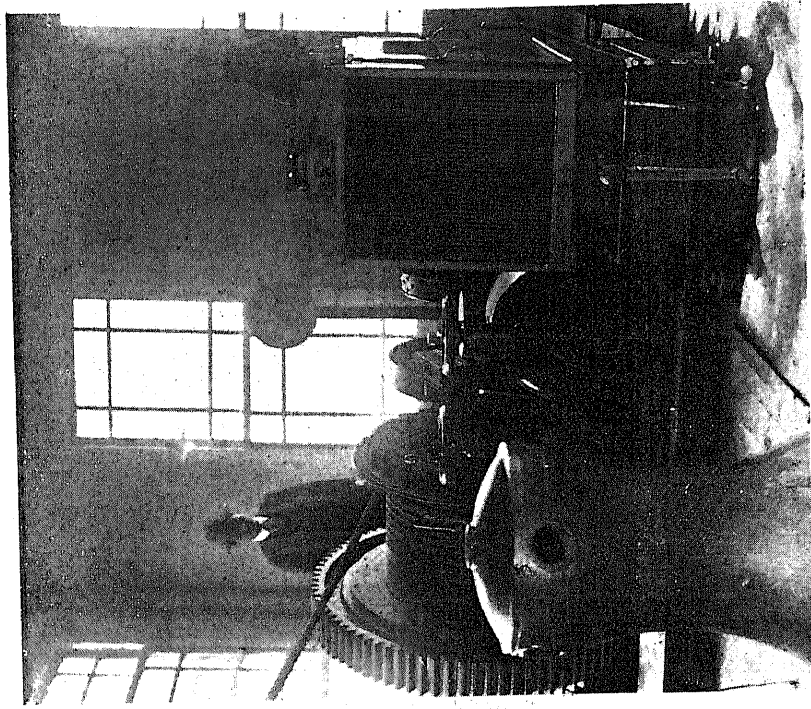
同 C 扉轉子構子
 同 b 上より見たるローリングゲートの捲揚端部の捲揚端部
 同 c 縮付鎖
 同 d レール
 同 e 懸垂鎖
 同 f 捲揚用ロープ滑車
 同 g 通氣管



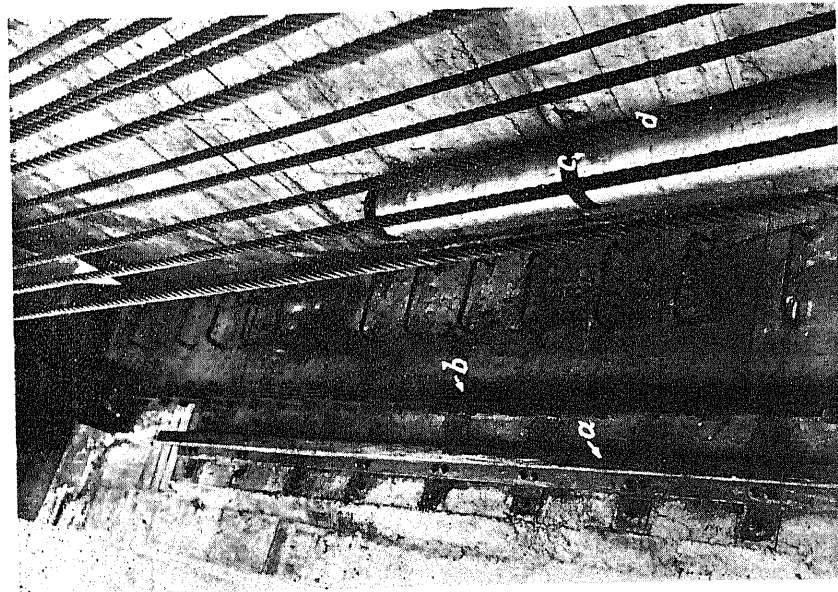
同 D 同 ローリングゲート組立作業



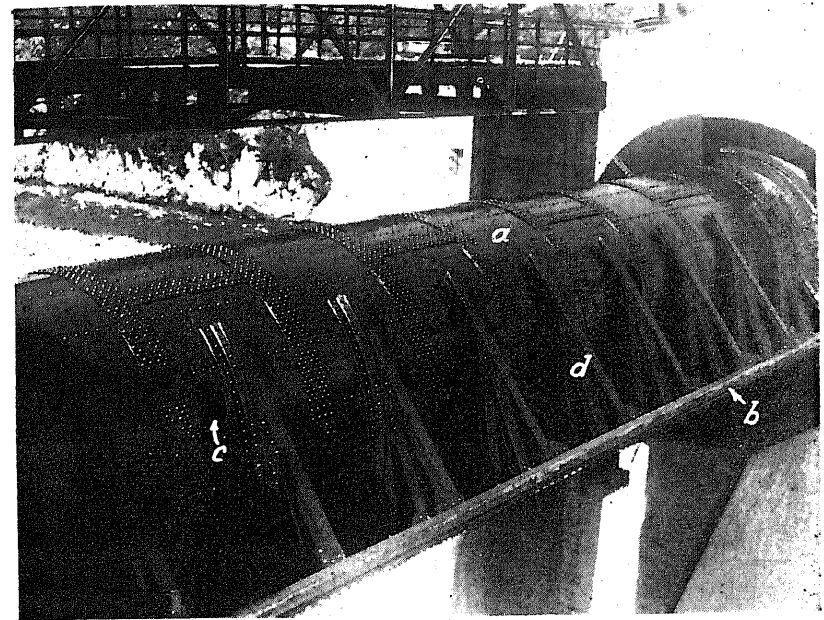
同 E 同 組立作業中のローリングゲート捲揚端
 a ローリングホイール b レール c 相剛輪 d 縦桁 e 縮付鎖取付部
 f 懸垂鎖取付部



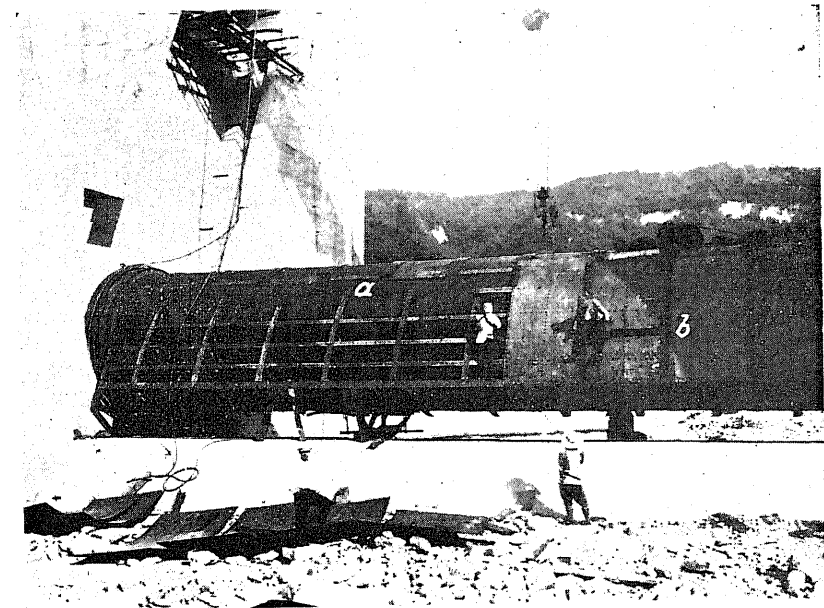
同 G 同 ローリングゲート捲揚機 (40 馬力)



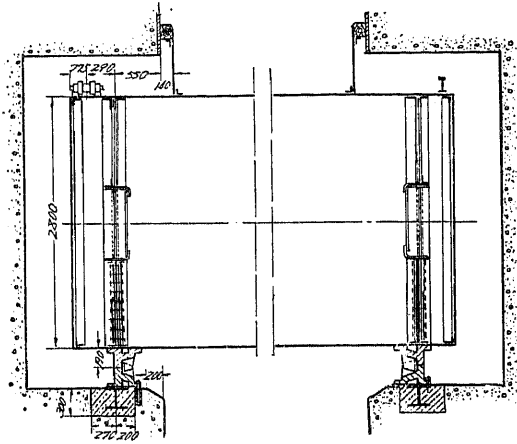
同 F 同 堰柱内の傾斜溝内部
a レール b 懸垂鎖 c 迎気管 d 捲揚ロープ



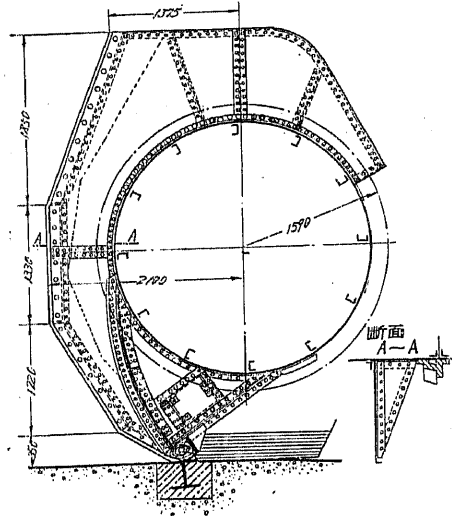
180 同 A 關東水力電気會社 佐久發電所 取水堰堤のローリングゲート 田原式ローリングゲート 徑間 17.6 m 堰上高 4.54 m 圓筒徑 3.33 m 重量 77,818 kg
a 圓筒扉體 b 翼板下端的止水材 c 水抜孔 d 翼板取付材
説明 ローリングゲートの扉體に c の如き孔を設けるのは、堰水中の扉體內漏水を排出して、扉體を捲揚げる場合に、漏水に因る扉體の加重を防ぐ爲である。



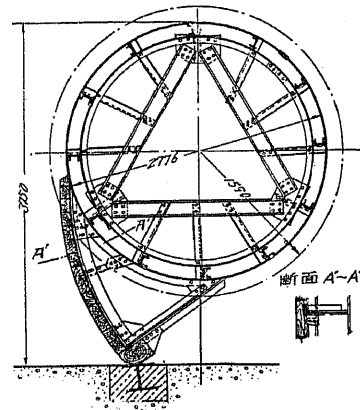
同 B 同 ローリングゲート翼板 (取付作業中)



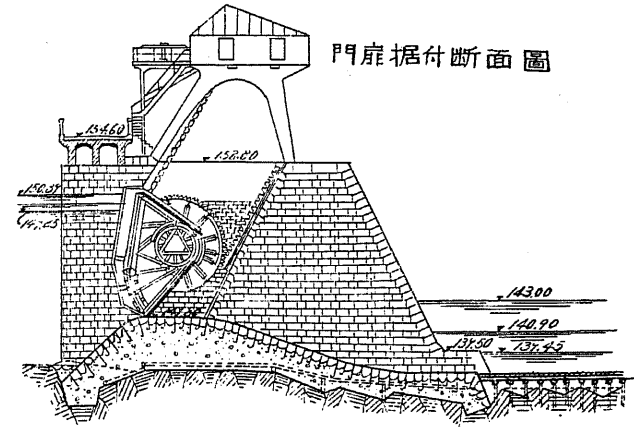
両端部断面



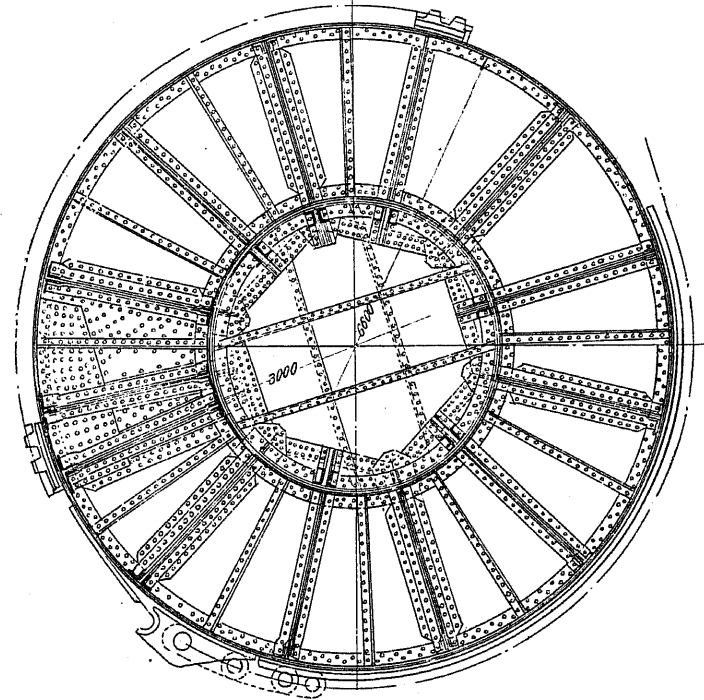
中央断面



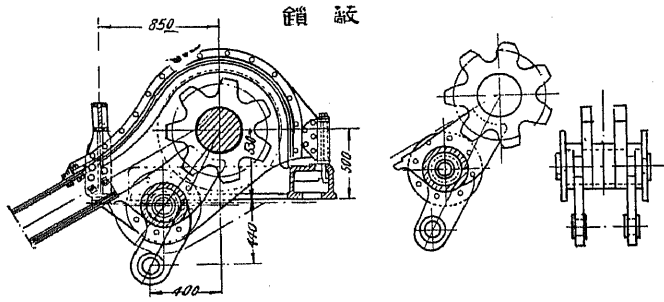
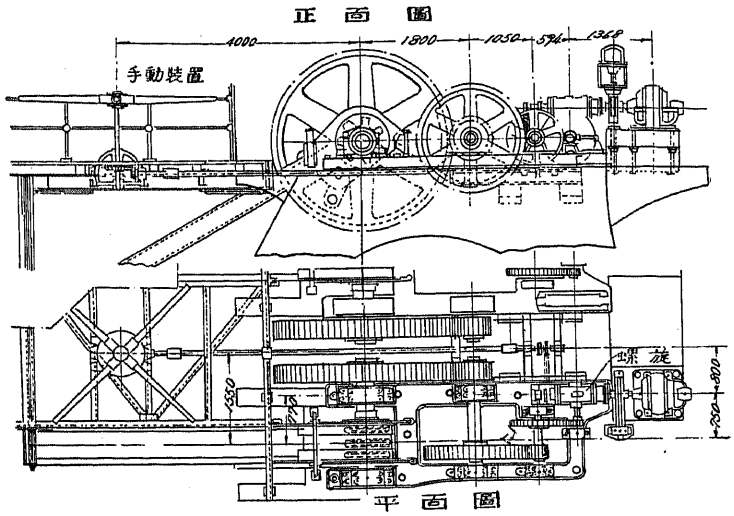
181 圖 翼板付ローリングゲート (齒車及齒桁に依るもの)



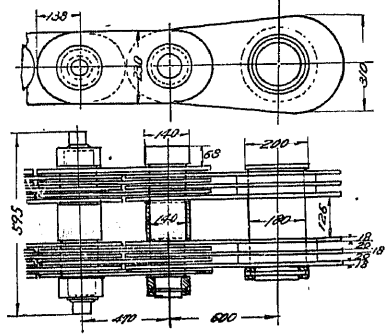
両端断面



182 圖 A 盾板付ローリングゲート



捲揚連釘鎖圖



183 圖 捲揚機