

## 開門ノ給排水設備

准員 工學士 宮本武之輔

本編ハ内務省直營荒川改修工事ノ特種工事トシテ目下著者カ擔任施工中ニ屬スル小名木川開門ノ開室給排水設備トシテ  
考案設計シタル暗渠及暗渠弁ニ關スル報告ナリ開門ノ全般ニ亘レル設計及ヒ施工ニ就テハ更ニ編ヲ新タミシテ之ヲ報告  
スルノ機會アル可シト雖モ本暗渠及ヒ暗渠弁ハ稍在來普遍ノ設計ト趣ヲ異ニスルカ故ニ豫メ之ヲ切離公表シテ以テ大方  
ノ示教啓蒙ニ浴セントス

## 第一章 暗渠

## 一 形狀寸法

開門開室内ノ給水及ヒ排水ヲ司ラシム可キ裝置トシテハ開扉ニ直接水門戸ヲ取付ケタルモノト側壁又ハ底版石工内ニ別  
ニ暗渠ヲ造リ之ニ弁ヲ設置セルモノトアリ前者ハ主トシテ開門ノ寸法小ナル場合又ハ水位差小ナル場合ニ用ヒラレ著者  
ノ見聞スル處ニ依ルモ京都疏水及ヒ淀川下流部ノ小開門ノ如キ皆此ノ方法ニ依ルト雖モ開扉ニ穿ツ可キ孔ハ之ヲ際限ナ  
ク擴大セシメ難キ關係上歐米ハ勿論本邦ニアリテモ横利根、毛馬、信濃川、傳法(第二)、六軒屋(第二)ノ如キ比較的大ナル  
開門ニ於テハ何レモ側壁内ニ別ニ暗渠ヲ設クルヲ以テ普通トス

暗渠ヲ側壁内ニ造リ或ハ底版内ニ造ル場合ニ就テ其ノ得失ヲ論スルニ運河開門ニ於ケルカ如ク階壁ヲ有スル場合ヲ除キ  
底版内ニ暗渠ヲ設クルハ徒ラニ石工ノ容積ヲ増大セシメ甚シキ不經濟ニ陥ルヲ免レサルカ故ニ茲ニハ暗渠ヲ側壁内ニ作  
ルモノトシテ其ノ工法ヲ比較論評ス可シ此ノ場合ニ於テハ三種ノ工法ヲ舉クルコトヲ得

- (1) 前後ノ扉室側壁内ニ各別ニ造リ暗渠ノ長サ最モ小ナリ
- (2) 開室ト前後扉室側壁相互間ニ各別ニ造リ前ノ場合ヨリハ暗渠ノ長サヲ増ス
- (3) 前扉室開室及ヒ後扉室側壁ヲ貫通シテ造リ長サ最モ大ナリ

此ノ中間室ノ寸法大ニシテ之カ給水及ヒ排水ニ要スル時間ヲ短縮スルノ必要アリ暗渠ノ通水断面積ヲ増大シテ而モ開室内水位ノ局部的急變ニ起因スル船舶ノ動搖ヲ減少センカタメニハ(3)ノ工法ヲ優レリトシ獨逸どるとむんどをむず運河ニ於ケルあるてらゐん開門てじりんげん開門ノ如キ何レモ此工法ヲ採用スト雖モ普通ノ河川開門ノ如ク開室ノ側壁カ勾配ヲ有スル石積又ハ混凝土方塊積ナル場合ニ於テハ經濟的ニ之ヲ採用スル能ハサル可キハ多言ヲ要セス此ノ場合ニ適用シテ最モ石工節約ノ目的ニ適フモノハ(1)ノ工法ニシテ(2)ノ如キハ特殊ノ場合ニ非サル限リ單ニ石工ヲ無意味ニ濫費スルノ缺點ヲ有スルニ過キス

暗渠ノ出入口ハ戸袋内ニ開カシムルヲ以テ最モ適當トス之レ扉開閉ニ方リ戸袋内ニ於ケル水ノ出入ヲ容易ナラシメテ扉開閉ノ終始ニ於ケル抵抗ヲ輕減シ得ヘキ利益アルカ故ナリ然レトモ水位又ハ水流關係ノタメ各扉室内ノ正逆二對ノ扉ヲ備ヘサル可ラサルカ如キ特殊ノ開門(橫利根開門及ヒ小名木川開門)ニアリテハ直チニ此ノ結論ニ從フコト能ハス斯ノ如キ開門ニ於テハ扉室ニ前後二對ノ戸袋ヲ有スルカ故ニ前扉戸袋ヨリ入りテ後扉戸袋ニ出ツル暗渠ヲ築造センニハ正逆何レカ一方ノ扉ヲ閉鎖セル時ハ必然的ニ他方ノ扉ハ戸袋内ニ在ルカ故ニ暗渠穿ヲ開放スルト雖モ暗渠内ヲ通スル水ハ給水排水何レノ場合ニモ出口ニ於テ扉ノタメニ通路ノ大部分ヲ遮斷セラレ扉ニ非常ナル激衝ヲ與フルノミナラス通水量ヲ低減セラル、ノ結果開室給排水ノ時間ヲ遷延セシムルノ損失アリ

斯ノ如キ場合ノ設計ニ就テハ慎重ノ取捨考究ヲ費ヤサル、可ラサルハ勿論ナレト而モ豫メ前例ヲ比較對照スルノ便宜ニ乏シキヲ覺悟セサル可ラス著者カ大正八年九月小名木川開門ノ設計及ヒ施工ニ關係スルニ至リテ以來上述ノ問題ヲ解決スルニ方リ範例トスルコトヲ得タルモノハ前記橫利根開門ナリト雖モ同開門ノ暗渠ハ之ヲ戸袋内ニ開カシメス一端ハ開

門兩端ノ扉室翼壁下ニ設ケ一端ハ扉室側壁ヲ延長シテ逆扉戸袋ヲ外レシ闌内ニ設ケタルカ故ニ工法トシテハ前記(2)ノ場合ノ變形ト稱シ得可シ(闌室側壁ハ混凝土方塊積一割勾配)

此ノ設計ハ前述ノ如ク暗渠ノ出口ヲ扉ニテ塞ク可キ憂ナシト雖モ扉室側壁ヲ延長シタルカタメニ石工容積ヲ増大セルノ不利ハ免ル可ラス

著者ハ小名木川闌門ノ暗渠ニハ全然(1)ノ工法ヲ採用シテ暗渠ヲ丁字形ニ造リ其ノ人口ヲ正逆扉双方ノ戸袋内ニ設ケ出口ヲ兩闌石ノ中間側壁ニ開カシムル考案ヲ立テ之ニ依リテ石工ノ節約ヲ期スルノミナラス正逆二對ノ扉ヲ有スル扉室ニ於テ暗渠ノ入口ヲ戸袋内ニ設ケタル場合ノ利益ヲ保有スルト共ニ其ノ缺點ヲ免除セントス而シテ斯ノ如ク暗渠出入口間ノ距離ヲ短縮スルノ結果ハ通水平均流速ヲ増加シ從ツテ通闌時間ニ幾分ノ短縮ヲ來サシメ得可キヲ信ス

本闌門ハ幅員六間闌長五〇間闌ヲ一600 A.P.(R)ニ置キ闌ノ高サ一尺二寸五分扉床ヲ闌床ヨリ低クスルトキハ此ノ部分ニ土砂ノ沈澱スル憂アルカ故ニ扉室闌室及ヒ前後導水路ノ底面ヲ一様ニ一725 A.P.(R)ニ下クルコト、シタリ

暗渠入口ノ底面ハ共ニ一575 A.P.(R)トシ扉床ヨリ出口ニ至ル間ハ之ヨリ二寸五分低ク一600 A.P.(R)トス暗渠斷面ハ幅五尺頂版ハ下端拱矢二寸五分ノ圓弧狀ヲナスカ故ニ暗渠ノ高サハ斷面ノ中央ニ於テ五尺兩端ニ於テ四尺七寸五分トス扉床ヨリ出口ニ至ル間ハ之ニ各二寸五分ヲ増スコト勿論ナリ

暗渠斷面積(平方尺)

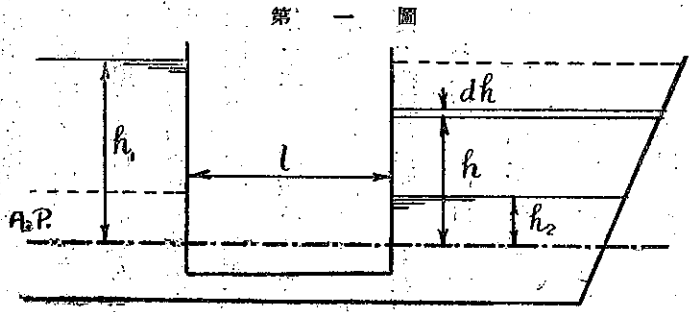
$$\text{入口} \quad A = 5.0 \times 4.75 + \frac{2}{3} \times 5.0 \times 0.25 = 23.75 + 0.83 = 24.6$$

$$\text{出口} \quad A = 5.0 \times 5.00 + \frac{2}{3} \times 5.0 \times 0.25 = 25.00 + 0.83 = 25.8$$

## 二 給排水時間

今暗渠有効斷面積ヲ二四・六平方尺ト取り給水及ヒ排水ノ所要時間ヲ算出セントス闌長五〇間ノ中兩端ハ前後扉室部ニ

シテ總延長一・二五間(六七・五尺)ノ部分ハ側壁垂直ニシテ幅員三六尺ヲ有シ中間延長三八・七五間(二三二・五尺)ノ部分ハ閘室部ニシテ側壁五分勾配底面一・75 A.P.(尺)ニ於ケル幅員二九尺ヲ有ス(第一圖)



第一圖

$a$  = 暗渠斷面積 = 2 @ 24.6 = 49.2 平方尺,  $A_1$  = 扉室部斷面積 = 2,430 平方尺

$A_2$  = A.P. 部ニ於ケル閘室部斷面積 = 10,753.125 平方尺,  $S$  = 閘室側壁勾配 =  $\frac{1}{2}$

$A = A_1 + A_2 + 2S \times 232.5h = A_1 + A_2 + 232.5h$ ,  $m$  = 暗渠斷面平均水深 = 24.6 ÷ 19.8 = 1.24 尺

$l$  = 暗渠ノ長さ = 33.62 尺,  $C$  = 流速係數

$v$  = 斷面平均流速 =  $C \sqrt{m \frac{(h_1 - h)}{l}}$ ,  $C \sqrt{m \frac{(h - h_2)}{l}}$ ,  $h$  = 任意ノ水位 A.P. 尺

$h_1$  = 高水位 A.P. 尺,  $h_2$  = 低水位 A.P. 尺

(1) 給水時

$$dq = vadt = aC \sqrt{\frac{m}{l}} \sqrt{h_1 - h} \cdot dt = A dh = (A_1 + A_2 + 232.5h) dh$$

$$\therefore t = \int_{h_2}^{h_1} \frac{A + A_2 + 232.5h}{aC \sqrt{\frac{m}{l}} \sqrt{h_1 - h}} dh$$

$C$ ヲ常數トシテ積分ノ外ニ置ケン

$$t = \frac{1}{aC \sqrt{\frac{m}{l}}} \left[ \int_{h_2}^{h_1} \frac{A_1 + A_2}{\sqrt{h_1 - h}} + \frac{232.5h}{\sqrt{h_1 - h}} \right] dh = \frac{1}{aC \sqrt{\frac{m}{l}}} \left[ -2(A_1 + A_2) \sqrt{h_1 - h} - 2 \times 232.5h \sqrt{h_1 - h} - \frac{4}{3} \times 232.5(h_1 - h) \sqrt{h_1 - h} + K \right]_{h_2}^{h_1}$$

$h_1 \parallel h_2$  トキ  $t=0$  トセ、積分常數  $C$  〇ナルカ故ニ

$$t = \frac{1}{aC \sqrt{\frac{m}{l}}} \left[ 2(A_1 + A_2) + 465 h_2 + 310 (h_1 - h_2) \right] \sqrt{h_1 - h_2} = \frac{1}{aC \sqrt{\frac{m}{l}}} \left[ 2(A_1 + A_2) + 310 h_1 + 155 h_2 \right] \sqrt{h_1 - h_2}$$

(2) 排水時

$$dq = aC dt = aC \sqrt{\frac{m}{l}} \sqrt{h - h_2} \quad dh = -A dh = (A_1 + A_2 + 232.5 h) dh$$

$$\therefore t = - \int_{h_1}^{h_2} \frac{A_1 + A_2 + 232.5 h}{aC \sqrt{\frac{m}{l}} \sqrt{h - h_2}} dh = \frac{-1}{aC \sqrt{\frac{m}{l}}} \int_{h_1}^{h_2} \left[ \frac{A_1 + A_2}{\sqrt{h - h_2}} + \frac{232.5 h}{\sqrt{h - h_2}} \right] dh$$

$$= \frac{1}{aC \sqrt{\frac{m}{l}}} \left[ 2(A_1 + A_2) + 465 h_1 - 310 (h_1 - h_2) \right] \sqrt{h_1 - h_2} = \frac{1}{aC \sqrt{\frac{m}{l}}} \left[ 2(A_1 + A_2) + 155 h_1 + 310 h_2 \right] \sqrt{h_1 - h_2}$$

此ノ場合ノ係數  $C$  ハ暗渠周壁ノ性質平均浸深ノミナラス勾配ノ函數ナル可シト雖モ而モ其函數ノ性質ヲ定ムルハ容易ノ業ニアラス今假リニ之ヲ勾配ノ函數トシテくたあノ定流公式ノ如キ形式ヲ取ラシメンニハ上記ノ積分ハ當然不能ニ歸ス可キカ故ニ茲ニハ單ニ  $C$  ヲ周壁ノ性質及ヒ平均浸深ノ函數ナリト假定シばズンノ新式  $C = \frac{87}{0.552 + \frac{r}{m}}$  ヲ採用スル

コト、ス可シ而モ此ノ場合ニ  $r$  ノ値ヲ定ムルコトハ極メテ困難ナリばズンニ依レハ石工周壁ニ對スル  $r = 0.46$  ナレト本暗渠ハ二箇所ニ於テ各直角ニ彎曲スルカ故ニ此ノタメノ損失水頭ヲ度外スル能ハス

上記ノ公式ヲ實用的ナラシメンカダメニハ暗渠彎曲ノ影響ヲモ平均シテ  $r$  ノ中ニ加算包含セシメサル可ラスト雖モ而モ斯ノ如キハ到底正確ナル計算ヲ施シ得ヘキ範圍ヲ脱スルカ故ニ適當ナル假定ノ下ニ略算ヲ行フノ外ニ方法アルヲ知ラス

今  $n = 0.46$  ト取ル

$$C = \frac{87}{0.552 + \frac{0.46}{1.11}} = \frac{87}{0.966} = 90$$

中山博士カ暗渠ノ流速係數トシテ與ヘラレシ値ハ

$$C = \frac{1}{\sqrt{\alpha + \frac{\beta}{m}}}, \quad \alpha = 0.000507, \quad \beta = 0.000013$$

$$\therefore C = 44$$

故ニ  $C$  ノ値ヲ上ニ得タルモノ、二分ノ一ニ減スルモノト假定シ  $C = 45$  ヲ本暗渠ノ場合ニ採用センハ必スシモ不條理ニ失セサル可シ

前記ノ公式ニ諸數値ヲ代入セハ

$$\text{給水時} \quad t = 0.00235 [26,366.25 + 310 h_1 + 155 h_2] \sqrt{h_1 - h_2}$$

$$\text{排水時} \quad t = 0.00235 [26,366.25 + 155 h_1 + 310 h_2] \sqrt{h_1 - h_2}$$

故ニトハ閘室内外ノ水位ノ函數ニシテ同時ニ水位ノ時間的變化モ亦此ノ二變數ノ函數ナリ  
今極端ノ場合トシテ

$$h_1 = 12.9 \quad (\text{計劃洪水位})$$

$$h_2 = 1.85 \quad (\text{東京灣平均干潮位})$$

ヲ取ランカ

$$\text{給水時} \quad t = 0.00235 [26,366.25 + 3,999.0 + 286.75] \sqrt{11.05} = 240 \text{ 秒} = 4 \text{ 分} - 0 \text{ 秒}$$

排水時  $t = 0.00235 [26,366.25 + 1,999.5 + 573.5] \sqrt{11.05} \approx 226 \text{ 秒} = 3 \text{ 分} - 46 \text{ 秒}$   
 比較ノタメ次ニ外國ノ實例ヲ示ス(閘室満水時間)

ふりかせる・かなる・しるるあ  $t = 2 \text{ 分} - 55 \text{ 秒}$

かなる・て・さんとる  $t = 3 \text{ 分} - 10 \text{ 秒}$

でりづしをん・とら・すかるふ  $t = 3 \text{ 分} - 30 \text{ 秒}$

又水位ノ平均變化ハ

給水時  $\frac{h_1 - h_2}{t} = 2.76 \text{ R/分} \approx 14 \text{ mm/Sec}$

排水時  $\frac{h_1 - h_2}{t} = 2.93 \text{ R/分} \approx 15 \text{ mm/Sec}$

之ヲ實例ニ徴スルニばなま運河閘門ノ三三(毎秒耗)ノ如キハ例外トシ普通ノ閘門ニアリテハ此ノ値ハ七一二七(毎秒耗)ニ變化スルカ故ニ略其ノ平均値ニ等シキモノトス

### 第二章 暗渠 傘

#### 一 構造

暗渠開閉ノタメニ之ニ取リ付クル傘ノ構造ニ種々アリ平傘V字形傘壺傘弧形傘ノ如キハ從來屢用ヒラレシ形式ニシテ本邦ニ於テモ既ニ此等各種ノ傘ノ設計セラレシヲ見ル傘ノ運動ニ就テハ平傘ニ上下ニ摺動スルモノアリ(すとうにい扉ノ如シ)水平又ハ垂直軸ノ廻リニ廻轉スルモノアリV字形傘ハ普通垂直軸弧形傘ハ水平軸ノ廻リニ廻轉シ壺傘ハ水ノ浮力ヲ利用シテ上下ニ浮動セシム而シテ此ノ中すとうにい扉壺傘弧形傘等ハ其重量ヲ輕減シテ開閉運動ヲ容易ナラシムルタメニ對重ヲ附スルヲ以テ普通トス

此等ノ弁ノ利害得失ヲ論スルカ如キハ著者ノ本旨トスル所ニアラス唯本閘門ノ暗渠ニ於テ其ノ形状T字形ヲナスカ故ニ各暗渠(前後扉室ニ各二個ヲ備フ)毎ニ二個ノ弁ト二個ノ弁室ヲ備ヘサル可ラサル必要ニ際會シテ此ノ不經濟ヲ免カレンカタメ鐵管ノ三通活嘴ノ理ヲ應用シテ暗渠中央部ノ三又點ニ垂直軸ノ廻リニ廻轉スル弧形弁二個ヲ取り付ケ之ヲ給水時及ヒ排水時ノ双方ニ働カシムルノ考案ヲ立テタリ

弧形弁ニシテ水平軸ノ廻リニ廻轉セシムルモノニハ本邦ニ於テモ毛馬第二閘門ニ其ノ例アリト雖モ其ノ垂直軸ノ廻リニ廻轉スルモノニ就キテハ著者ノ寡聞ナル未タ設計例アルヲ聞カスト雖モ其ノ利益トシテ著者ハ次ノ各項ヲ數ヘントス

(1) 弁ノ構造ハ多少複雑ナリト雖モ二個ノ弁ヲ作ルニ比スレハ遙カニ經濟的ナリ

(2) 弁室モ一個ニテ足ルカ故ニ石工ノ容積モ亦減小セシメ得

(3) 弁ヲ開ク時ハ側面ニ加ハル水壓ノタメニ殆ント自働的ニ開放セラレ多少通開時間ヲ短縮スルコトヲ得

(4) 水平軸ノ廻リニ廻轉スル弧形弁ノ如ク對重ヲ要セス

斯ノ如キ理由ニ依リテ著者ノ設計シタル暗渠弁ノ構造次ノ如シ

弁ノ主構ハ曲線二等邊三角形ニシテ之ヲ山形鋼ヲ以テ組ミ立テ廻轉軸ヲ三角形ノ頂點ニ置ク皮飯ハ全部圓弧形ニシテ三角形ノ底邊ヲ包メル正面皮飯ハ凸面 (Convex Outside) ヲナシ高水ノ閘室内ニ入ルヲ防ク (暗渠閉鎖中) ト共ニ一方ノ戸袋内ニ開ケル入口ヨリ流入セル水カ他方ノ戸袋内ニ開ケル入口ニ逸流スルヲ遮キル(暗渠開放中) 可キ用途ニ充テ他ノ二邊ヲ包メル側面皮飯ハ共ニ凹面 (Concave Outside) ニシテ暗渠開放時ニ於テ此ノ部分ニ水壓ヲ受ケテ弁ノ開放運動ヲ敏速ナラシムルノミナラス暗渠内ノ流水ヲ圓滑ニ出口ニ向ツテ誘導ス可キ任ヲ負ハシム計算及ヒ構造ノ複雑ナルヲ忍ンテ側面皮飯ニ弧形ヲ採用セルモノハ實ニ此ノ理由ニ依ル構造ノ詳細ハ附屬圖面ニ示スカ如シ

次ニ弁ノ開閉ハ廻轉軸ノ上部ニ於ケル螺糸輪聯動裝置 (Worm Gearing) (前扉室) 及ヒ正輪聯動裝置 (Spurwheel Gear-Ing) (後扉室) ニ依ルスノ如ク兩者ヲ區別セル所以ノモノハ前者ニ於テハ弁室カ閘門橋梁ノ兩橋詰直下ニ當ルカ故ニシテ



後扉室ハ橋梁ヲ有セサルモノトス

而シテ弁ハ常ニ水中ニ没スルカ故ニ其ノ位置ヲ明示スルカタメニ開閉裝置ニ聯動セル指針盤ヲ設ク

## 二 應 力

### (1) 皮 鈹

横棧ノ間隔ヲ三尺トシ皮鈹ハ水壓ヲ上下ノ横棧ニ傳達スルモノトス皮鈹ノ蒙ル壓力ニ三種ノ場合アリ

(1) 弁閉鎖中 本閘門ハ洪水時新荒川ノ高水カ舊中川及ヒ小名木川ノ水路ニ逆流スルヲ防止ス可キ任務ヲ有スルカ故ニ外水位  $+12.9 \text{ A.P. (R)}$  (計畫高水位) 内外位  $+1.85 \text{ A.P. (R)}$  (東京灣平均干潮位) トシ弁ノ正面皮鈹ノ凸面ハ此ノ水位差  $11.05 \text{ 尺}$ ニ相當スル靜水壓力ヲ蒙ル

(2) 弁開放中 開放ノ刹那ニ於テハ瞬間的ニ猶上記  $11.05 \text{ 尺}$ ノ水位差ヲ保ツモノトシ之ニ相當スル通水流速ノタメニ側面皮鈹ノ凹面ハ遠心力ニ起因スル動水壓力ヲ受ク可シ但シ洪水時外水位  $+12.9 \text{ A.P. (R)}$ ニ對シテ閘門通航ノ船舶ヲ豫想スルコトハ寧ロ不條理ナリ現在ノ狀態ヨリ推シテ閘門附近通行船舶ノ水面上ノ高サ(積荷ヲ含ム)ヲ最大  $10 \text{ 尺}$ トセハ閘門ニ設クル橋梁ノ桁下端ニ  $+20.25 \text{ A.P. (R)}$ ナルカ故ニ水位  $+10.25 \text{ A.P. (R)}$ 以上ニ昇ル時ハ勿論之レ以下ノ時ト雖モ現時ノ如キ舟航方法ヲ以テシテハ新荒川ノ高水ヲ航連シ能フ船舶ハ殆ント絶無ト稱シテ可ナリ然レトモ本閘門ハ海ニ近ク洪水時ト雖モ水ノ重量ハ淡水ト海水トノ中間ニ位ス可キコト明カナルニ係ラス計算ニハ淡水重量ヲ採用セル關係上茲ニ安全ヲ取リテ依然  $+12.9 \text{ A.P. (R)}$ ノ外水位ヲ假定スルコトノシタリ

之ト同時ニ正面皮鈹ノ凹面ハ(1)ノ場合ト同一ノ靜水壓力ヲ蒙ルモノトス

(3) 弁開閉中 此ノ時ハ側面皮鈹ノ凹面ニ弁ノ廻轉速度ニ起因スル動水壓力ヲ受ク可シト雖モ其ノ影響ハ極メテ微細ナリ

(1) 及ヒ(2)ノ第二項ノ場合ノ應力ハ次ノ如シ

單位水壓力  $p = 62.4 \times 11.05 \doteq 690 \text{ #/}\square'$ ,  $m = \frac{1}{12} \times 690 \times 3^2 \times 12 = 6,210 \text{ #}$ ,  $f = \frac{6M}{b^2}$ ,  $b = 12''$ ,  $t = \frac{1}{2}$   
トセハ  $f = 12,420 \text{ #/}\square''$

(2)ノ第一項ノ場合ノ應力ハ次ノ如シ

流水平均速度  $v = C \sqrt{\frac{m}{l}(h_1 - h_2)} = 45 \sqrt{\frac{1.24}{33.62} \times 11.05} = 28.71 \text{ R/秒}$  (前章参照)

暗渠中心線ノ曲率半径  $\rho = 3.5 \text{ 尺}$

$$dy = \frac{v^2}{g} \cdot \frac{dx}{\rho + x}$$

此ノ場合ノ $v$ ハ變數ナレトモ之ヲ常數ト假定シテ積分セハ

$$y = \frac{v^2}{g} \log \left( 1 + \frac{x}{\rho} \right)$$

$v$ ニ平均流速ヲ取リ  $v = 2.5 \text{ 尺}$ ,  $\rho = 3.5 \text{ 尺}$ ヲ代入サン

$$y = \frac{28.71^2}{32.2} \times 2.3026 \times \log_{10} \left( 1 + \frac{2.5}{3.5} \right) \doteq 13.8 \text{ 尺}$$

暗渠彎曲ノタメノ水壓力  $p = v^2 y = 62.4 \times 13.8 \doteq 860 \text{ #/}\square'$

$$m = \frac{1}{12} \times 860 \times 3^2 \times 12 = 7,740 \text{ #}$$

$$f = \frac{6 \times 7,740 \times 4}{12} = 15,480 \text{ #/}\square''$$

(3)ノ場合ノ應力ハ次ノ如シ

拿ノ廻轉角一二九度所要時間二〇秒トシテ

角速度

$$\omega = 6^\circ - 27^\circ/\text{秒} = 0.11257 \text{ 弧度/秒}$$

半徑

$$p = 3.0$$

$$v = \omega p = 0.583 R/\#$$

$$p = w \frac{v^2}{g} = 0.6 \#/\square$$

故ニ此ノ場合ハ論スルニ足ラス而シテ以上ノ計算ヨリ皮飯ニハ二分ノ一時ノ厚サヲ用ヒテ充分ナルヲ知ル

(口) 横 棧

一般ニ其兩端ニ於テ支ヘラレタル圓弧カ水壓ノ如キ等布垂面壓力ヲ蒙ルトキハ之ヲ所謂平衡線體ト目スルコトヲ得可ク其ノ應力ハ  $T = p_0 (T \text{ハ壓力ニシテ } p \text{ハ曲率半徑})$  壓力ノ總代力ハ  $R = \frac{1}{2} p_0 \sin \theta$  ( $\theta$ ハ圓弧ノ中心角)トナル可シト雖モ本設計ニ於ケル畚ハ之ト稍趣ヲ異ニシ曲線部材ヨリ組成セラレタル一個ノ平面結構ト考フルヲ以テ當レリトス而モ平面結構ノ計算ニ於テハ(1)各部材直線ナルコト(2)各格點ハ平滑ニシテ偶力ノ存在ヲ許サ、ルコト其他ヲ主要條件トシテ假定スルカ故ニ本結構ノ如ク曲線部材ヨリ成立スルモノニ就テハ之ヲ合理的ニ解決ス可キ方法ヲ知ラス

然レトモ懸案ノ暗渠畚ハ寸法小ニシテ其ノ應力ハ比較的小ナルカ故ニ實際ハ必要以上ノ斷面ヲ使用セサル可ラスカ、ル構造物ニ對シ複雑ナル計算ヲ行フカ如キハ寧ロ勞多クシテ効少キカ故ニ著者ハ本計算ニ於テ各部材ヲ凡テ直線ト假定シ平面結構應力計算ノ方法ニ依リテ圓弧ノ弦ニ添ヘル應力ヲ算出シ之ヨリ間接ニ部材彎曲ノタメノ彎曲應力ヲ計算シタリ彎曲部材ノ應力計算ニ關シテハ理論ノ討究公表セラレタルモノ比較的小ナシト雖モ一例トシテ起重機鈎ノ應力ニ就テぶ

$p$  = 應力強度

$P$  = 軸應力

$A$  = 斷面積

$a$  = 軸應力ノ變率

$S$  = 斷面深數

$$p = P \left( \frac{1}{A} + \frac{a}{S} \right)$$

ノ如キ公式ニ依賴シタリ (Cornell University, Prof. Church—Mechanics of Engineering—ニ依ル)

此ノ公式ハ曲率ノ小ナル部材ニ對シテハ許容範圍内ノ略値ヲ與フルニ充分ナリト雖モ其ノ誤差ハ曲率ト共ニ増大ス此ノ問題ニ關シテ今日マテ公表セラレシモノ、中最モ正確ナリトセラル、理論ハあんどるうす及ヒベあそんノ解法ナレト夫ハ極メテ複雑活潑ニシテ實用ニ適セス著者ハち。あち教授ノ斷定ニ從ヒ第二善ヲ取リテラ。んくら。及ヒば。は。ノ解法ニ依ル

ぶり。くす其ノ他初代ノ學者ノ見解ハふ。くノ法則ノ適用ニ就テ誤謬アリ。ナル公式ニ於テ。カ一定ナラサル限リ。ハ。Δ。ニ比例スルコト能ハス長柱ノ如キ場合ニハ。ヲ常數ト取ルコトヲ得ルカ故ニ前記ノ公式ノ適用ハ正ニ合理的ナリト雖モ彎曲部材ニ於テハ。ハ曲率中心ヨリノ距離ニ從ツテ變スルヲ以テ其解法モ亦之ト異ナラサル可ラサルヤ論ナシラ。んくら。及ヒば。は。ノ公式ハ直線ヲナス斷面ハ應力ヲ受ケタル後モ亦直線ナリトノ假定ニ從フハ普通ノ場合ト異ナルナシト雖モ。ノ值カ等變(圓弧ノ場合)ナルカ故ニ。ノ變化ハ直線的ナラスシテ一種ノ曲線ニ從フ可シトスルヲ以テ前

提ト

前記記號ノ外

$P$  = 斷面重心點ノ曲率半径,  $g$  = 斷面重心線

$n$  = 斷面中軸線,  $n'$  = 純彎曲ニ對スル中軸線

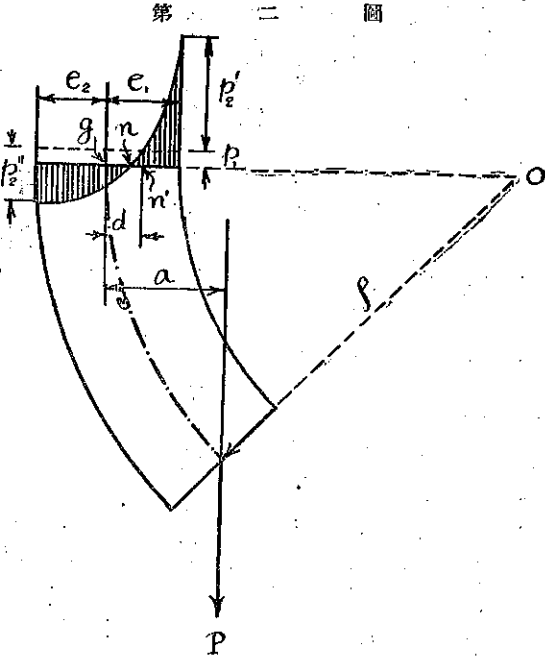
$e_1, e_2 = g$  ヲリ兩邊維ニ至ル距離

$z = g$  ヲリノ距離 (右正, 左負)

$P = P_1 + P_2$ ,  $p_1 = \frac{P}{A}$  (軸應力強度)

$P_2 = \frac{E \Delta l}{l}$  (彎曲應力強度)

トセハ  $p_1$  ハ常數ニシテ  $P_2$  ハ函數ナリ



$$l = C_1 \rho^{-2}, \quad \Delta l = p_2 \frac{l}{\rho} = C_2 (z-d), \quad C_1, C_2 = \text{常数}$$

$$\therefore p_2 = \frac{E C_2 (z-d) \rho}{C_1 (\rho-z)} = C \frac{\rho (z-d)}{\rho-z}, \quad C = \text{常数}$$

而シテCトdトノ間ニハ次ノ關係アリ

$$\int p_2 dA = 0, \quad \int p_2 (z-d) dA = Pa$$

積分ノ限界ハ $z=0$ ヨリ $z=l$ ニ至ルモノトシ以下皆同シ今第一式ヲ變化シテ

$$C_0 \int \frac{z-d}{\rho-z} dA = C_0 \int \left( \frac{\rho-d}{\rho-z} - 1 \right) dA = 0$$

うんくら及ヒば、はニ依リ  $\int \frac{dA}{\rho-z} - 1 = S$  となる

之ヲ代入セン上式ハ  $C_0 \left[ (\rho-d) \frac{A(1+S)}{\rho} - A \right] = 0, \quad \therefore (\rho-d) \frac{A(1+S)}{\rho} - A = 0$

或ハ  $\rho S = d(1+S), \quad \therefore d = \rho \frac{S}{1+S}$

又第二式ヲ變化シ且ツ  $\int z dA = G$  となる

$$P_1 = C_0 \int \frac{(z-d)^2}{\rho-z} dA = C_0 \int \left[ \frac{(\rho-d)^2}{\rho-z} - 2(\rho-d) + \rho-z \right] dA = C_0 \left[ (\rho-d)^2 \frac{A(1+S)}{\rho} - 2(\rho-d)A + \rho A - G \right]$$

之ニ疊キニ求メタルdノ値ヲ代入スルトキハ

$$P_1 = C_0 \left[ \frac{\rho^2}{(1+S)^2} \cdot \frac{A(1+S)}{\rho} - 2 \frac{\rho A}{1+S} + \rho A - G \right]$$

然ルニ \$z\$ ハ断面重心 \$G\$ ヨリ計レルカ故ニ \$G=0\$

$$\therefore Pa = C_p \left[ \rho A - \frac{\rho A}{1+S} \right] = C_p \frac{S \rho A}{1+S} \quad \therefore C = \frac{P_u}{\frac{S \rho A}{1+S}}$$

カクシテ求メタル \$C\$ 及 \$h\$ ノ値ヲ代入シテ

$$P_{a1} p = \frac{P_{a1} p \left( z - \frac{\rho S}{1+S} \right)}{S \rho^2 A (\rho - z)} = \frac{P_{a1}}{A \rho} \left[ \frac{z - (\rho - z) S}{(\rho - z) S} \right]$$

$$\therefore p = p_1 + p_2 = \frac{P}{A} + \frac{P_{a1}}{A \rho} \left[ \frac{z - (\rho - z) S}{(\rho - z) S} \right] = \frac{P}{A} \left[ 1 + \frac{a}{\rho} \left( \frac{z}{\rho - z} \cdot \frac{1}{S} - 1 \right) \right]$$

之レウ \$z\$ ンくらゐ及ヒば \$p\$ はノ求メタル公式ナリ著者ハ同公式誘導ノ過程ヲ知ラス果シテ如何ナル程度マテ此ノ公式ニ信賴シ得ルヤヲ檢センカタメニ全ク獨自ノ見解ニ基キテ此ノ結果ニ到達シタリ而シテ應力對應變率ニ關シテ上記ノ假定ヲ肯定センカ此ノ推算ノ關スル限リニ於テハ此ノ公式ハ正確ナルコトヲ證シ得タルカ故ニ本計算ニハ全ク此ノ方法ニ依リテ應力ヲ算出スルコトノシタリ

(1) 弁閉鎖中ノ應力

部材 \$AD, A'D\$ ノ彎曲率及ヒ裁力 (弦 \$AD, A'D\$ ニ添ドテ)

$$p = 690 \times 3 = 2,070 \text{ #/ft. run.} \quad l = 2 \rho \sin \frac{\theta}{2} = 2 \times 5.1 \times \sin 17^\circ - 30' = 3.07$$

$$m = \frac{1}{12} \times 2,070 \times 3.07^2 \times 12 = 19,510 \text{ #,} \quad S = \frac{1}{2} \times 2,070 \times 3.07 = 3,180 \text{ #}$$

此ノ \$S\$ ノ値ヲ格點荷重トシ部材 \$AB, A'B, AD, A'D, BC, B'C\$ ノ弧ノ代リニ夫々ノ弦ヲ置キ換へくれもなノ方法ニ依

リテ各直線部材ノ軸應力ヲ見出シ次ニ部材彎曲ノタメノ彎曲率ヲ算出セハ次ノ如シ(此ノ彎曲率ハ部材中點ニ於テ最大トナリ且ツ裁力ハ零トス)

$$m = Pa$$

部材 AD, ADニ對シ  $a = 5.1 (1 - \cos 17^\circ - 30^\circ) = 0.236 = 2.8''$

部材 AB-B'Cニ對シ  $a = 6.0 (1 - \cos 12^\circ - 0^\circ) = 0.131 = 1.6''$

部材	P (#)	a (")	Pa (")#)	m (")#)	Sm (")#)
AD, AD	+1,780	2.8	+4,990	+19,510	+24,500
AB, A'B'	-3,650	1.6	-5,840	-	-5,840
BD, B'D	-3,900	-	-	-	-
BC, B'C	-6,650	1.6	-10,640	-	-10,640
BB'	+1,380	-	-	-	-

(2) 拿開放中ノ應力

(甲) 側面皮板ニ對スル水壓

部材 AB, BCノ彎曲率及ヒ裁力(弦 AB, BCニ添ヤテ)

$$P = 860 \times 3 = 2,580 \text{ #/ft. run.} \quad l = 2\rho \sin \frac{\theta}{2} = 2 \times 6.0 \times \sin 12^\circ - 0' = 2.49$$

$$m = \frac{1}{12} \times 2,580 \times 2.49^2 \times 12 = 16,000 \text{ ''#}, \quad S = \frac{1}{2} \times 2,580 \times 2.49 = 3,210 \text{ #}$$

部材	P (#)	a (")	Pa (")#)	m (")#)	Sm (")#)
AB	+1,850	1.6	+2,930	-16,000	-13,040
A'B'	+2,660	1.6	+4,260	-	+4,260
BC	+2,630	1.6	+4,210	16,000	-11,790

論 說 報 告 開 門 ノ 給 排 水 設 備

部 材	P (#)	a (")	Pa (")#)	m (")#)	Zm (")#)
B/C	+8,460	1.6	+13,540	-	-13,540
AD	-3,700	2.8	-10,360	-	-10,360
A/D	-7,550	2.8	-21,140	-	-21,140
BD	-2,810	-	-	-	-
B/D	+6,500	-	-	-	-
BB'	-3,920	-	-	-	-

(乙) 正面皮飯ニ對スル水壓

此ノ場合ノ應力ハ(1)ノ場合ト同値ニシテ唯符號ノ相反スル差違アルノミ

(甲)(乙)ハ同時ニ起ルモノナルカ故ニ此ノ兩值ヲ合算セハ次表ノ如シ

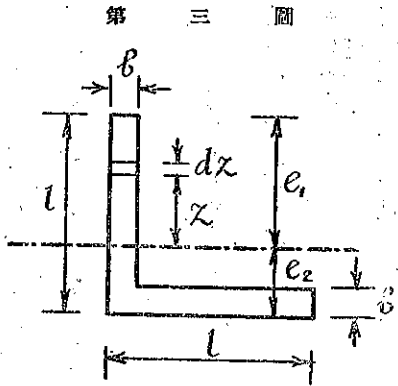
部 材	ZP (#)	Zm (")#)
AB	+ 5,500	- 7,200
A/B'	+ 6,310	+10,100
BO	+ 9,280	- 1,150
B/C	+15,110	+24,180
AD	- 5,480	-34,860
A/D	- 9,330	-45,640
BD	+ 1,090	-
B/D	+10,400	-
BB'	- 5,300	-

うんくらあ及ヒばっはノ公式ニ於テ兩邊維應力ヲ算定センカタメニ $\epsilon_1$ 及ヒ $-\epsilon_2$ ヲ代入セハ

$$p' = \frac{P}{A} + \frac{m}{Ap} \left( \frac{\epsilon_1}{\rho - \epsilon_1} \cdot \frac{1}{S} - 1 \right), \quad p'' = \frac{P}{A} - \frac{m}{Ap} \left( \frac{\epsilon_2}{\rho + \epsilon_2} \cdot \frac{1}{S} + 1 \right)$$



部材ハ山形網ヲ用フ而シテSノ計算ニハ山形網ヲ次ノ如キ形状ヲ有スルモノト假定シタリ (第三圖)



$$S = \frac{\rho}{A} \int_{-e_2}^{+e_1} dA \frac{dA}{\rho-z} - 1 = \frac{\rho}{A} \left[ \int_{-e_2}^{-(e_2-b)} \frac{bdz}{\rho-z} + \int_{+e_1}^{-(e_2-b)} \frac{bdz}{\rho-z} \right] - 1$$

$$= \frac{\rho}{A} \left[ l \log \frac{\rho+e_2}{\rho+(e_2-b)} + b \log \frac{\rho+(e_2-b)}{\rho-e_1} \right] - 1$$

$$\text{又、} \quad = \frac{\rho}{A} \left[ \int_{-e_2}^{-(e_2-b)} \frac{bdz}{\rho-z} + \int_{+e_1}^{-(e_2-b)} \frac{ldz}{\rho-z} \right] - 1$$

$$= \frac{\rho}{A} \left[ b \log \frac{\rho+e_2}{\rho-(e_2-b)} + l \log \frac{\rho-(e_2-b)}{\rho-e_1} \right] - 1$$

部材 AB, A'B', BC, B'C' = 2 L, 4" x 4" x 1/2", 部材 AD, A'D = 2 L, 4" x 4" x 3/8", 部材 BD, B'D, BB' =

2 L, 3" x 3" x 3/8" ヲ使用ス

2 L, 4" x 4" x 1/2" 二對シテ

$$A = 2 @ 3.75 = 7.5 \square'', \quad \rho = 59.554'', \quad l = 4''$$

$$b = 0.5'', \quad e_1 = 2.89'', \quad e_2 = 1.18''$$

$$S = \frac{59.554}{7.5} \times 2.302585 \left[ 2 \times 4 \log_{10} \frac{60.734}{60.234} + 2 \times 0.5 \log_{10} \frac{60.234}{56.234} \right] - 1 = 0.0005005$$

$$p' = \frac{P}{7.5} + \frac{m}{7.5 \times 59.554} \left[ \frac{2.89}{56.734} \cdot \frac{1}{0.0005005} - 1 \right] = \frac{P}{7.5} + \frac{m}{4.54}, \quad \left( p' = \frac{P}{7.5} + \frac{m}{4.0} \right)$$

$$p'' = \frac{P}{7.5} - \frac{m}{7.5 \times 59.554} \left[ \frac{1.18}{60.734} \cdot \frac{1}{0.0005005} + 1 \right] = \frac{P}{7.5} - \frac{m}{11.21}, \quad \left( p'' = \frac{P}{7.5} - \frac{m}{9.49} \right)$$

2.4" x 4" x 3" 8 對シテ

$$A = 2(2.86 = 5.72)'' \quad p = 73.64''$$

$$l = 4'' \quad b = 0.375''$$

$$e_1 = 1.14 \quad e_2 = 2.86$$

$$S = \frac{73.64}{5.72} \times 2.302585 \left[ 2 \times 0.375 \log_{10} \frac{76.50}{72.875} + 2 \times 4 \log_{10} \frac{72.875}{72.50} \right] - 1 = 0.001886$$

$$p' = \frac{P}{5.72} + \frac{m}{5.72 \times 73.64} \left[ \frac{1.14}{72.50} \frac{1}{0.0001886} - 1 \right] = \frac{P}{5.72} + \frac{m}{5.11} \quad \left( p' = \frac{P}{5.72} + \frac{m}{7.72} \right)$$

$$p'' = \frac{P}{5.72} - \frac{m}{5.72 \times 73.64} \left[ \frac{2.86}{76.50} \frac{1}{0.0001886} + 1 \right] = \frac{P}{5.72} - \frac{m}{2.12} \quad \left( p'' = \frac{P}{5.72} - \frac{m}{3.08} \right)$$

Sノ値ハ極メテ小ニシテ計算ノ途中ニ於ケル切上ケ又ハ切下ケカ最後ノ結果ニ及ホス影響莫大ナルモノナルカ故ニ七桁ノ對數表ヲ用ヒテ精密ニ算出シタリ括弧内ニ示セルp'及ヒp''ノ値ハ

$$p = \frac{P}{A} + \frac{m}{S}$$

ナル公式ニヨリテ計算セルモノニシテぶりっくすノ解法トウ。んくら。及ヒば。はノ理論トノ數字的對照ヲナスノ便ニ供ス但シ此公式ニ於ケル  $\frac{1}{e}$  ニシテ疊キニ假定セルう。んくら。及ヒば。はノ公式ニ示セル  $\frac{S}{A} = \frac{\rho}{A} \int_{-e_2}^{+e_1} \frac{lA}{\rho - z} dz - 1$  ニハ非ス

前記應力表ヲ一見スルトキハ各部材ハ交番應力ノ作用ヲ蒙ルコトヲ知ル可シ交番應力ヲ蒙ル部材ノ斷面決定ニハ絶對值ノ大ナル應力ニ絶對值ノ小ナル應力ノ二分ノ一ヲ加ヘタルモノヲ部材應力ト假定スルカ普通ナレトモ茲ニハ其ノ順序ヲ

逆轉シテ(1)及ヒ(2)ノ場合ノ各ニ就キテ $p'$ 及ヒ $p''$ ヲ算出シカクシテ得タル一對宛ノ $p'$ 及ヒ $p''$ ノ中絶對值ノ大ナル方ヲ $p_0$ 小ナル方ヲ $p_1$ トセハ $p = \frac{1}{2}(p_0 + p_1)$ ノ值カ鋼ノ許容強度ヲ超過スルコトナキヤ否ヤヲ檢セントス前記ノ公式ニヨリ $p'$ 及ヒ $p''$ ノ值ヲ計算セル結果トシテ應力最大ナル部材ヲ擧クレハ次ノ如シ

部材  $B, C, \quad p_0'' = -8,770 \#/\square'', \quad p_1'' = +3,860 \#/\square'', \quad p'' = -10,700 \#/\square''$   
 部材  $A, D, \quad p_0' = -11,290 \#/\square'', \quad p_1' = +6,070 \#/\square'', \quad p' = -14,330 \#/\square''$

之ニ約二〇%ノ副應力ヲ加算セハ側面部材ノ最大邊維應力約一三、〇〇〇封度(毎平方吋)正面部材ノ最大邊維應力約一七、〇〇〇封度(毎平方吋)ニ達ス可シ而シテ後者ノ值ハ鋼ノ許容強度トシテハ寧ロ高キニ失スルノ嫌アリト雖モ各部位應力ノ中其ノ大部分ヲ占メ主トシテ斷面ノ決定ヲ支配スルモノハ彎曲應力ニシテ前記最大應力ヲ蒙ルハ部材ノ一點ニ限ラル、ノミナラス本計算ハ外力ノ假定ニ充分ノ安全ヲ見込タルカ故ニ毎平方吋一七、〇〇〇封度ノ強度ヲ許容スルコトノシタリ

猶本計算ニ於テハ自重ノタメノ應力ヲ示サスト雖モ正面皮鈹ノ下端ニハ輻子ヲ附シテ算ノ重量ノタメニ廻轉軸ノ彎曲スルヲ防クト共ニ算ノ變形ヲ少カラシムル設計ナルカ故ニ自重ノタメノ應力ハ極メテ輕微ナルモノトス

(ハ)輻子

正面皮鈹ノ内側ニ於テ算ノ下端ニハ圓錐形輻子ヲ用フ

今  $Q = \text{輻子ニ加ハル總代壓力,} \quad r = \text{輻子ノ半径(底面)}$

$l_1 = \text{底面ヨリ計レテ圓錐ノ高さ,} \quad l_2 = \text{頂面ヨリ計レテ圓錐ノ高さ}$

$C = \text{定數}$

トセハ  $Q = C \cdot \frac{l_1^2 - l_2^2}{l_1}$

本設計ノ輻子ハ極メテ小ニシテ $l_1$ ト $l_2$ トノ間ニサシタル相違ナキカ故ニ $l_1$ ヲ輻子ノ長サトセハ

$$Q = C \frac{(L_1 + L_2)(L_1 - L_2)}{L_1} = C \frac{2L_1 L_2}{L_1} = 2CL_2$$

而シテ鋼ノ安全強度ニ於テ  $C = 400 \text{ #/sq. in.}$  ト取リ

$$Q = 2 \times 400 \times 1.25 \times 2 = 2,000 \text{ #}$$

次ニ弁ノ重量ハ空中ニ於テ約三、五二〇封度水中ニ於テ約三、〇七〇封度ニシテ其ノ重心線ノ距離ハ廻轉軸ヨリ三・五七尺輻子中心ヨリ一・三〇尺ナルカ故ニ弁ノ重量三、五二〇封度ノ中廻轉輻軸ニ加ハル部分ハ約九四〇封度ニシテ輻子ニ加ハル部分ハ約二、五八〇封度ナリ輻子四個ノ總代壓力強度ハ實ニ八、〇〇〇封度ニ達ス可キカ故ニ製作ノ不完全其ノ他ノ理由ニ依リ輻子ニ加ハル壓力カ甚シク平等ヲ失シタル場合ト雖モ充分ノ安全ヲ保持スルモノト信ス

### (二) 廻 轉 軸

若シ弁カ其ノ外邊ニ輻子ヲ有セサルトキハ軸ハ弁ノ自重ノタメノ彎曲率及ヒ裁力ヲ蒙ル可シト雖モ本設計ニ於テハ此ノタメノ應力ヲ考慮スルヲ要セス

#### (1) 弁閉鎖中ノ應力

此ノ場合ハ前掲ノ反力  $R$  ノタメニ軸ハ彎曲ヲ起セトモ  $R$  ノ値ハ(2)ノ場合ノ(甲)(乙)兩反力ノ合成力ヨリモ遙カニ小ニシテ約其ノ二分ノ一ニ過キサレカ故ニ彎曲應力ノ値ハ之ヲ(2)ノ場合ニ於テ檢スルヲ以テ充分ナリトス

#### (2) 弁開放中ノ應力

此ノ場合ニ軸ノ蒙ル水平反力ハ  $R$  ト  $R_1$  トノ總代力ニシテ之ヲ  $R_0$  トセハ

$$R = 12,120 \text{ #}, \quad R_1 = 12,420 \text{ #}, \quad R_0 = 24,100 \text{ #}$$

而シテ軸ヲ  $\frac{R_0}{2}, \frac{R_0}{2}$  ナル三個ノ集中荷重ヲ受クル第四圖ノ如キ桁ト假定シ此等外力ノタメノ彎曲率及ヒ裁力ヲ計算センニ

FI = 常数

↑ 取ハントンの定理ニ依リ

$$l_1 M_0 + 2(l_1 + l_2) M_1 + l_2 M_2 = -\frac{6}{l_1} \int m_1 x dx - \frac{6}{l_2} \int m_2 (l_2 - x) dx$$

今  $M_0 = 0, M_2 = 0, m_1 = 0 \uparrow \uparrow \uparrow$

$$2(l_1 + l_2) M_1 = -\frac{6}{l_2} \int m_2 (l_2 - x) dx$$

集中荷重ノ場合ニハ

$$2(l_1 + l_2) M_1 = \frac{1}{2} Q a b (a + 2b)$$

此ノ公式ニ  $Q_1 = \frac{R_0}{2} = 12,050\#, a_1 = 1.54, b_1 = 6.26$

$$Q_2 = R_0 = 24,100\#, a_2 = 4.55, b_2 = 3.25$$

$$Q_3 = \frac{R_0}{2} = 12,050\#, a_3 = 7.56, b_3 = 0.24$$

及ヒ

$l_1 = 14.45, l_2 = 7.8$  (長サノ單位ハ凡テ尺)

ヲ代入スルトキハ

$$M_1 = 16,560\#$$

之ニ依リ各支點ノ反力ヲ計算セシ

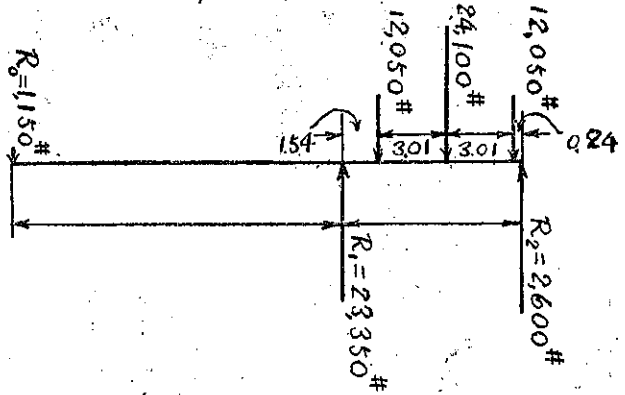
$$R_0 = +1,150\#$$

$$R_{1-0} = -1,150\#$$

$$R_{1+0} = -23,200\#$$

$$R_2 = -26,000\#$$

$$R_1 = -23,350\#$$



第四圖

次ニ  $x$  ヲ以テ徑間ノ左端ヨリ右ニ計レル距離(尺)トセハ徑間  $h$  ノ彎曲率ハ  $m = +16,560' \#$  ( $x = 14.45$ ) ニシテ徑間  $l$  ノ彎曲率ハ

$$m = -17,190' \# \quad (x = 1.54)$$

$$= -51,190' \# \quad (x = 4.55)$$

$$= -12,030' \# \quad (x = 7.56)$$

ナルカ故ニ最大彎曲率

$$m_0 = -51,190' \# = -614,280'' \#$$

又徑間  $h$  ノ裁力ハ

$$S = +1,150 \#$$

ニシテ徑間  $h$  ノ裁力ハ

$$S = -22,200 \# \quad (0 \leq x \leq 1.54)$$

$$= -10,150 \# \quad (1.54 \leq x \leq 4.55)$$

$$= +13,950 \# \quad (4.55 \leq x \leq 7.56)$$

$$= +26,000 \# \quad (7.56 \leq x \leq 7.80)$$

ナルカ故ニ最大裁力

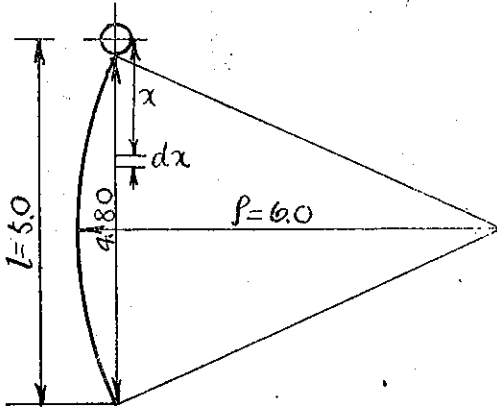
$$S_0 = +26,000 \#$$

軸ハ徑三吋ノ鋼釘ニシテ之ニ嵌ムルニ外徑五吋厚サ一時ノ鑄管ヲ以テシ弁ノ取付ニ便ス軸ト鑄管トヲ固着スルニハ鋼栓ヲ用ヒ之ニ依リテ兩者間ノ滑動ヲ防止セントス裁力ノ値ハ比較的小ナルカ故ニ論スルニ足ラスト雖モ彎曲率ノ値ハ頗ル大ニシテ

$$f = \frac{m}{\pi r^3}, \quad m = 614,280'' \#, \quad r = 2.5'' \#$$

4

第五圖



トシテ計算セハフノ値ハ約五〇、〇〇〇封度（毎平方吋）ニ達シ正ニ鑄鐵ノ破壊強度ニ當ルカ故ニ軸ハ當然彎折ヲ免レス然レトモ軸及ヒ弁ノ正面皮飯ト暗渠側壁トノ間ニハ僅カニ八分ノ一時ノ間隙ヲ有セシムルニ過キサカ故ニ(1)ノ場合ノ反力ノタメニ軸カ八分ノ一時ノ撓度ヲ示セハ軸ト側壁トハ切觸シ(2)ノ場合ノ反力ノタメニ軸カ八分ノ一時ノ撓度ヲ示セハ弁ノ正面皮飯ト側壁トハ皮飯ノ上下兩端ニ於テ切觸シ茲ニ軸ノ自由彎曲ヲ防止ス可シ而シテ八分ノ一時ノ撓度ヲ起ス可キ彎曲率ハ極メテ小ニシテ軸ノ強度ニ充分ノ安全ヲ認メ得ヘキモノトス

次ニハ軸ノ蒙ル扭力ナリ暗渠内ノ流水速度大ナル場合ニ於テ弁ヲ開閉センハ容易ノ業ニアラスシテ強ヒテ強大ナル動力ヲ藉リ此ノ難事ヲ敢行セントセハ軸ノ寸法ヲ著シク増大セサル可ラスト雖モ著者ハ斯ノ如キ場合ヲ假想シテ軸ヲ設計スルコトノ決シテ妥當ニ非サルヲ認メ普通弁開閉時ノ扭力率ヲ計算シテ以テ軸ノ強度ヲ檢スルコト、シタリ此ノ場合ニ於テ弁ヲ開閉機端ニ於テ固定セラレ開閉速度ニ起因スル水壓ヲ側面皮飯ニ受クル軸ト假定セハ扭力率次ノ如シ(第五圖)

茲ニ

$$dp = w \frac{v^2}{g} dA, \quad dm = w dp$$

$$m = \int w dp = \frac{w}{g} \int v^2 \alpha dA$$

トセハ

$$v = \omega r, \quad dA = H dr, \quad \omega = \text{角速度}, \quad H = \text{弁ノ高さ}$$

$$m = \frac{w}{g} \omega^2 H \int_0^l r^3 dr = \frac{w \omega^2 H l^4}{g \cdot 4}$$

今  $H = 6.5, \quad l = 5.0, \quad \omega = 0.11257$  [(1)(3)参照]

ヲ此ノ公式ニ代入セハ

$$m = 25', \quad \#300'' \#$$

然ルニ扭力ノ理論ヨリ

$$m = \frac{p_i}{\rho} \cdot \frac{\pi r^4}{2} \quad \text{又ハ} \quad p_i = \frac{2 m \rho}{\pi r^4}$$

最大應力

$$p_i = \frac{2 m r}{\pi r^4} = \frac{2 m}{\pi r^3}$$

今  $m = 300'' \#, \quad r = 2.5''$

トセハ  $p_i = 12 \# / \square''$

故ニ殆ント問題トスルニ足ラス次ニ最大許容扭力率ヲ計算センニ

$$h = \text{水位差,} \quad p = \text{總壓カ}$$

トセン  $p = w h, \quad A = w h l H$

$$m = \frac{P l}{2} = w h \frac{l^2}{2} H = 5,070 h' \# = 60,840 h'' \#$$

$p_i$ ノ値ニ鑄鐵ノ許容抗裁強度五〇〇〇封度(每平方吋)ヲ取ルモノトセハ

$$m = \frac{p_i \pi r^4}{2} = 122,500' \#, \quad \therefore h = 2.0 \text{ 尺}$$

$h$ ノ水位差ニ起因スル静水壓力ト同値ナル等布動水壓力ヲ生ス可キ流速ヲ求ムレハ

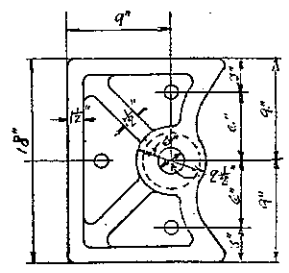
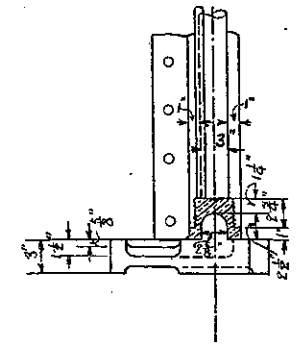
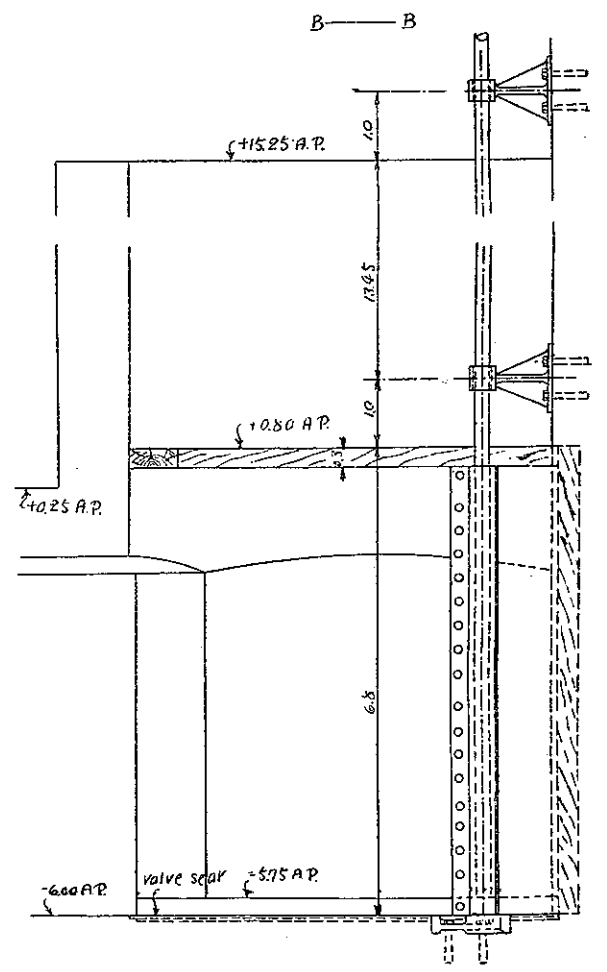
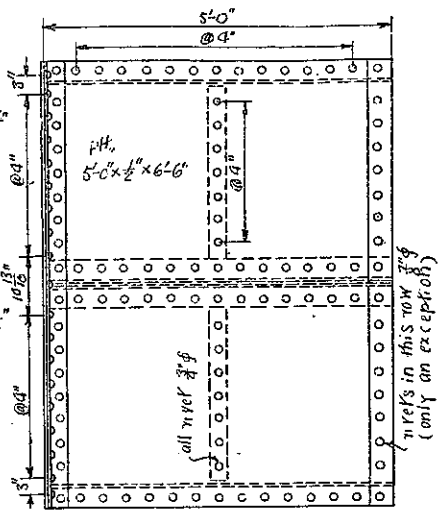
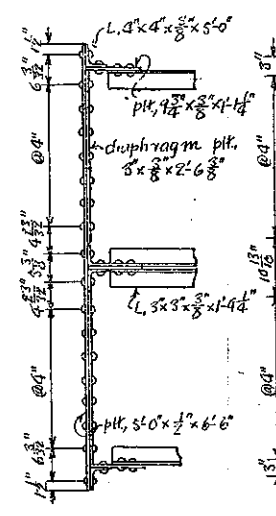
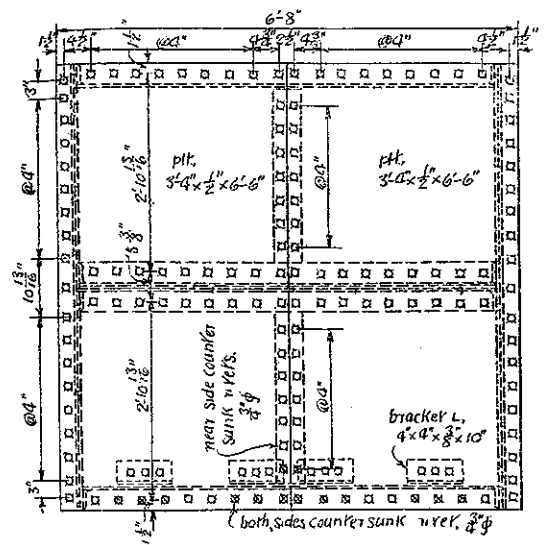
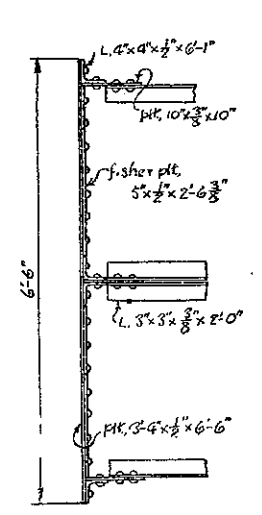
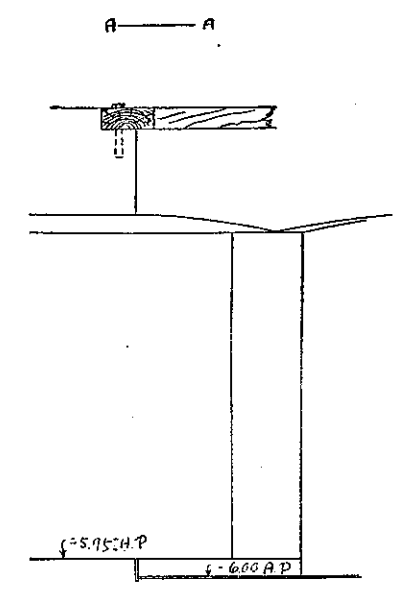
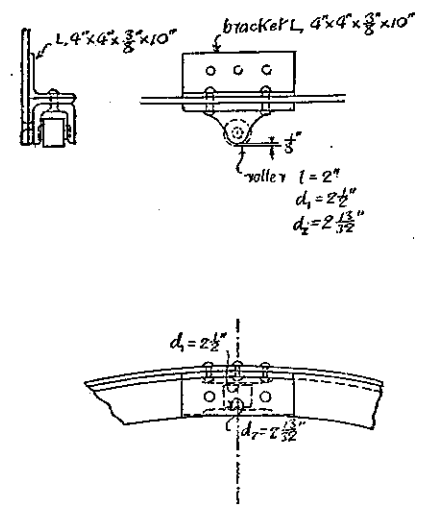
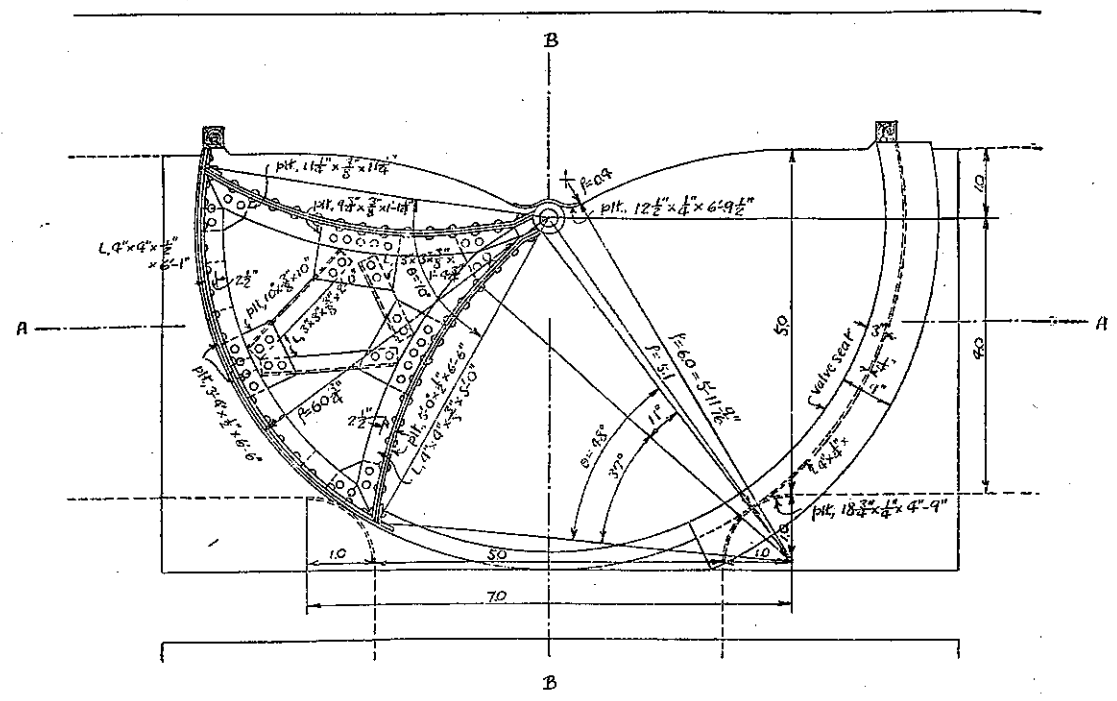
$$h = \frac{v^2}{g}, \quad \therefore v = 8.0 \text{ 尺/秒}$$

故ニ軸ハ每秒八尺ノ流速ヲ有スル水ノ動水壓力ヲ受クルモ猶安全ナリトス

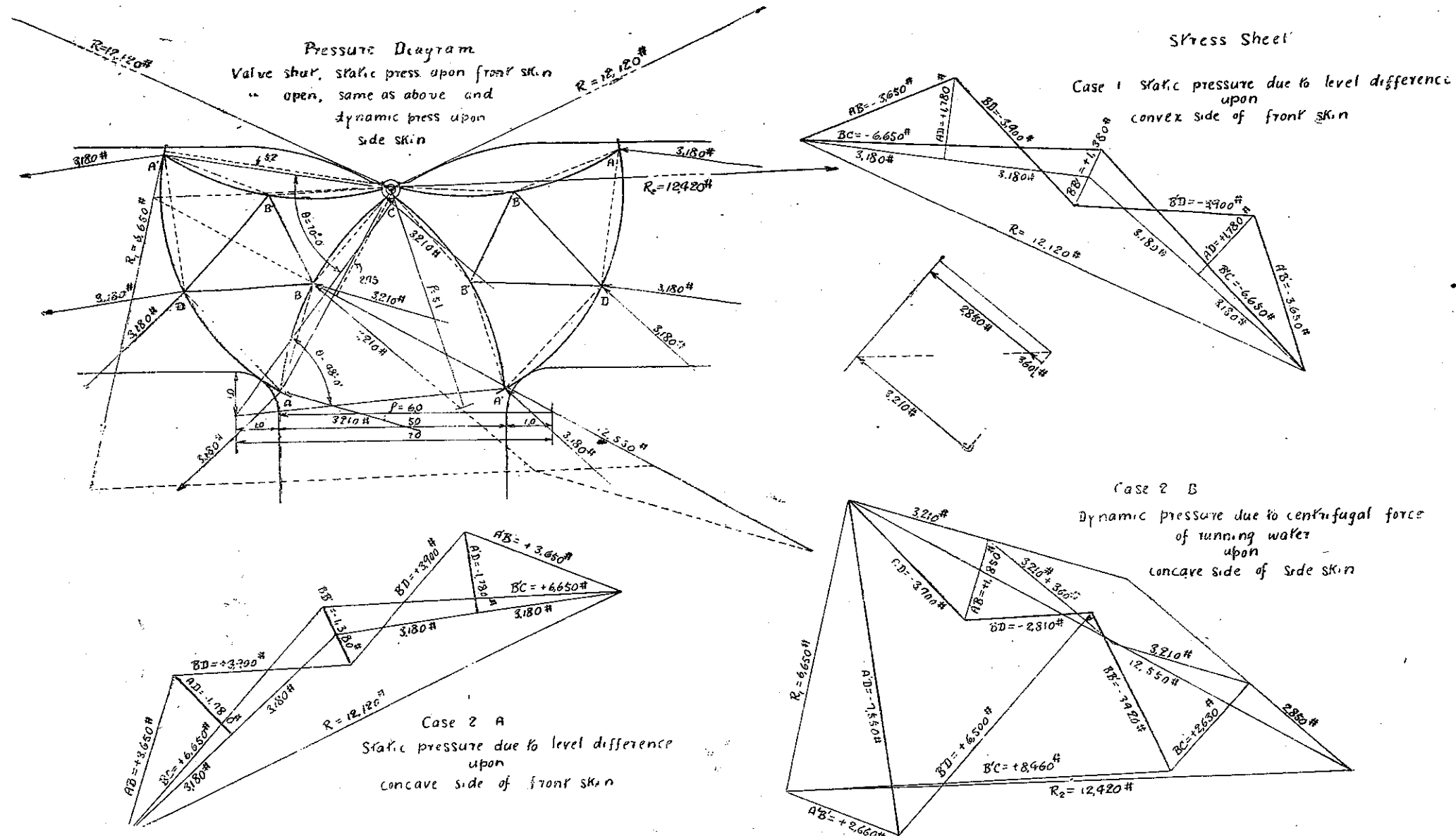


最後ニ弁ノ水密ニ就キテ略述ス可シ弁ノ水密ハ主トシテ弁ト暗渠側壁面トノ切觸ニ依賴スルモノニシテ附屬圖面ニ依リテ其ノ一般の構造ヲ窺フ可シ然レトモ弁ノ開閉運動ニ對スル摩擦抵抗ヲ輕減セムカタメニハ弁ト暗渠側壁面トヲ完全ニ切觸セシムルコト能ハサルカ故ニ一般ニ兩者ノ間ニハ八分ノ一吋ノ間隙ヲ存セシム而シテ此ノ間隙ハ甚シク弁ノ水密性ヲ害スルノ不利アリト雖モ此ノタメニ水流ヲ生スルカ如キ程度ノ洩水ヲ惹起スルコトナカル可キヲ信ス而モ本閘門ハ新荒川ト隅田川トヲ連絡スル水路ニ築造セラル、カ故ニ多少ノ洩水カ甚シキ不便ヲ醸ス可シトモ思ハレス假リニすとらにい扉ノ如キ弁ヲ用フルモノトスルモ本閘門ノ如ク正逆二對ノ扉ヲ有シ弁ノ兩面ニ水壓ヲ受ケサル可ラサル特殊ノ場合ニ於テハ弁ノ構造上多少ノ洩水ヲ忍ハサル可ラサルハ蓋シ已ムヲ得サルニ出ツ

但シ荒川洪水時ニ際シテハ完全ニ逆流ヲ防止スル目的ヲ以テ正面皮鈹ノ凸面ト側壁面トノ切觸點ニ鋼釘ヲ嵌入シ水壓ニ依リテ自働的ニ間隙ヲ填充セシムルモノトス又此ノ場合弁ノ妄リニ開放スルヲ沮止センカタメニ弁カ極端位置ニ達シタル場合ニ於テ之ヲ完全ニ閉塞スルノ裝置ヲ施ス設計ナリ(完)



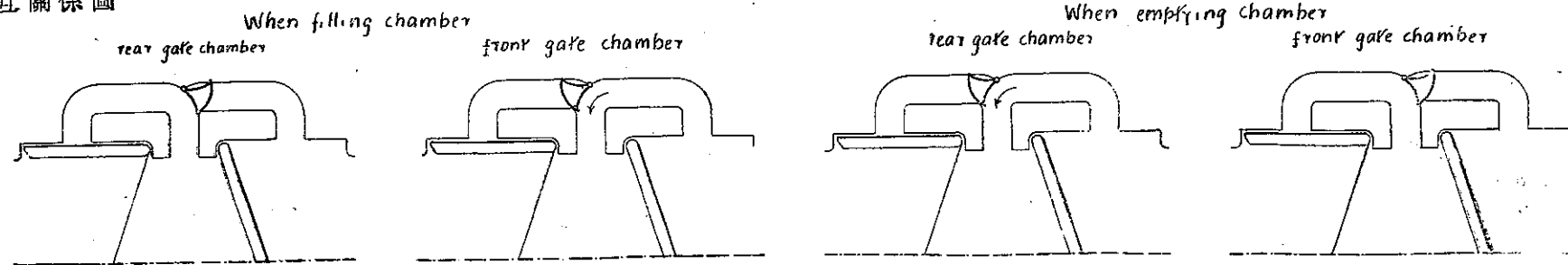
小名木川閘門工事  
暗渠及暗渠弁圖



小名木川閘門工事  
 暗渠弁應力圖

附閘扉及弁開閉相互關係圖

Relative position of gates and valves



（土木部 建設省 河川局 設計課）