

517
TA83
⑦

6 7 8 9 6^m 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 7^m

始



4819

342-320

517
TAB3



水

力

工學博士田邊朔郎著

東京 丸善株式會社

定價
2.27
圓

序

著者は昨年京都帝國大學夏期講演會に於て水力と題し凡十五時間の講義を爲せしに爾來其講義録を出版せんことを希望するもの多し、依て當時の原稿を修正加除して爰に上梓することとせり。講義は簡易ならんことを主とせり、詳細のことは之を列舉歐米の書籍に譲れり、此書世人參考の資となることあらば著者望外の幸なり。

大正元年十二月

田邊朔郎

水力目次

緒言	一
水力調査	四
實測 <small>(河川流水、流測器、浮子、堰、流測、マイナースインチ、 「カッセル」現象器、ダレー、セーピト、管)</small>	四
計算 <small>(雨量、流量)</small>	二五
鑑定	三〇
河川流量と水力に要する水量との關係及貯水量の計算	三一
堰堤 <small>(土堰堤、岩屑堰堤、石堰堤、水面に生ずる波溢流口)</small>	三六
堰堤破壊の實例	四〇
一口中不同の需用に對する貯水貯力	四三
水の取入の爲めに河川に設くる堰堤	四五
不動堰 <small>(木材堰、石材堰、鐵筋混凝土堰)</small>	四五
可動堰 <small>(鎖曳堰、回轉堰、幕簾堰、木針堰、曳倒堰)</small>	四九

目次

魚梯……………五二

堰堤を作り流水を遮りたる爲めに隆起する水位及其影響……………五二

水路に於ける流水(シエジー算式、クッター算式、流水速度諸關係)……………五五

水路構造(流水と周邊地質、木樋、鐵樋、鐵筋混凝土樋、運河水路)……………六四

管中流水……………六八

諸表及圖諸算式比較……………七一

取入口水頭損失、屈曲管、開閉弁、廻轉弁……………七二

水管敷設(空氣弁、土吐弁、ベンチュリミーター)……………七九

鐵管の厚さ、重さ(鑄鐵管、鋼管、鉸針板管、接續方法)……………八四

木樋管、鐵筋混凝土管……………八六

鐵管注水……………一〇〇

水路取入口及水門……………一〇一

壓力水管、安全弁及水塔……………一〇三

水車場……………一〇六

附録

水車……………一一一

水力馬力計算……………一一六

必要諸表……………一二一

水力事業實例……………一三三

水力 目次終

水力

工學博士 田邊朔郎著

緒言

水力に關する總てのことを述べんと欲せば水力の調査、取水の方法、水路及其排水、水車場の位置及其構造、水力利用の方法等に論及せざるべからず、これ幾多の専門に互るものにして到底小冊子の能く盡す所にあらず、以下述ぶるところは單に水力の調査并に水力に關する土木的事業を主とせるものなり。我國に於て水力の利用は往昔より行はれたりと雖も、谿流の水を利用する小形水車或は流水に邀して回轉する水車等に過ぎずして其構造は風雅なれども能率極めて低きもののみなりし。

近年學術の進歩に隨ひ本邦水力工事も水車電氣機其他諸機械の構造精巧を競ひその事業著しく盛大となれり、今水力の電氣事業に關する方面のみを

見るも明治二十三年琵琶湖疏水工事に於て初めて水力電氣を起せしときは僅々二千馬力に過ぎざりしが當時は世界に於ても有数のものにして、發電用水車は壹臺壹百馬力乃至參百馬力のものなりしが、爾來日に月に進み明治三十六年全國に於ける水電は二十四萬馬力を超へ四十三年末に至ては實に六十萬馬力を算し猪苗代水力電氣會社の如きは百哩以上の遠距離へ送電せんとするの計畫を立てるに至れり其他發電以外に直接製造場の原動力として水力の利用せらるゝものも頗る多く昔日徒らに奔流せし水流も今や我國富力の一大部分を構成するに至れり、近くは遞信省内に發電水力調査の一局さへ設けられ既に其調査の概要を得たるもの百萬馬力の上であり、然れども歐米諸國の水力事業は實に盛大にして米國ナイヤガラ地方の如きは其瀑布左右に拾萬馬力を超ゆる發電所指を屈して數ふべく、又遠距離送電にあつては貳百哩の上に出づるものあり、水車にありても壹臺にて壹萬馬力を超るもの尠なからず。

元來容易に利用せらるべき水力のある場所は山間に多くして市街を距る

遠きが故に製紙製材等の事業を除きては其水力を市街地附近へ傳導するの必要あり、其方法は滑車により綱を廻すものあり或は空氣を壓搾して之を管にて導くもあり然れども其最も便利なるは電氣によるものとす、實に電氣の進歩は水力發達に一新紀元を生じたるものと云ふべし。

農業の爲めに引水する灌漑用水路の出来る以前に於て工業の盛大となりし地方は河川湖水を堰留め其水位を自由に調制し其水力の全部を利用するの便宜あれども我國の如く農業既に盛にして田地用水の多き國に於ては著しく水力を利用するに不便なること尠からず、世界各國に於て水力に關する諸種の法令規則に差異ある偶然にあらず。

海潮より生ずる流水も水力として利用し得べき場所ありと雖も河川の水の如く便宜ならざるが故に利用の途少なし。

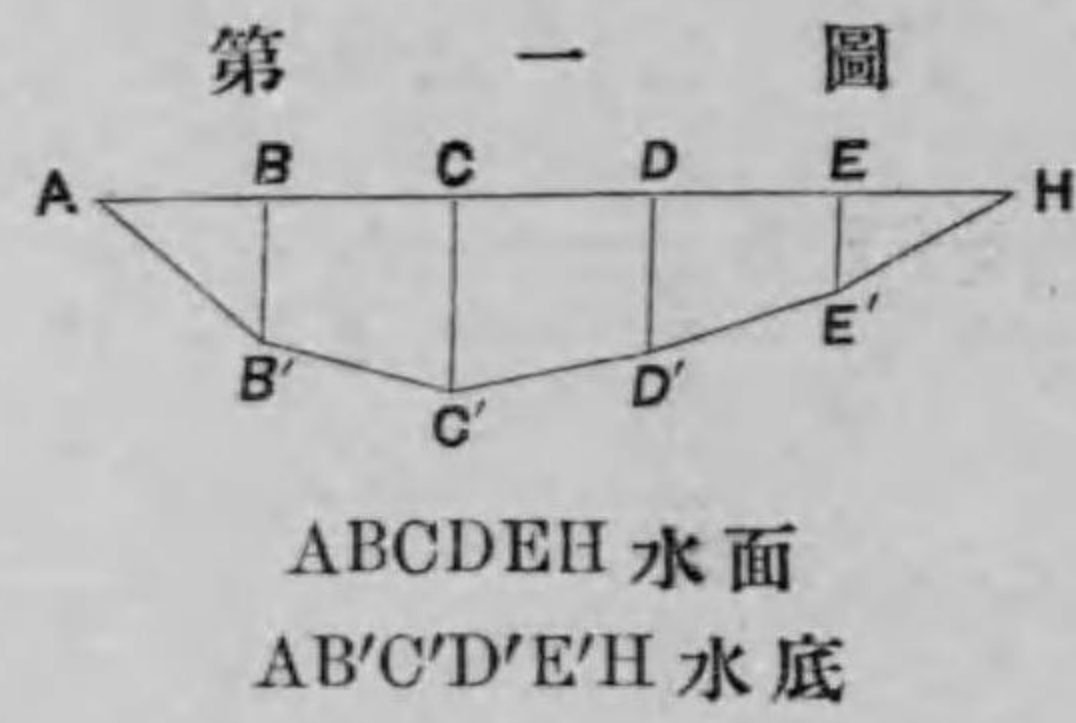
以下に述ぶるところは河川によるところの水力利用に關するもののみなり。

水力の調査

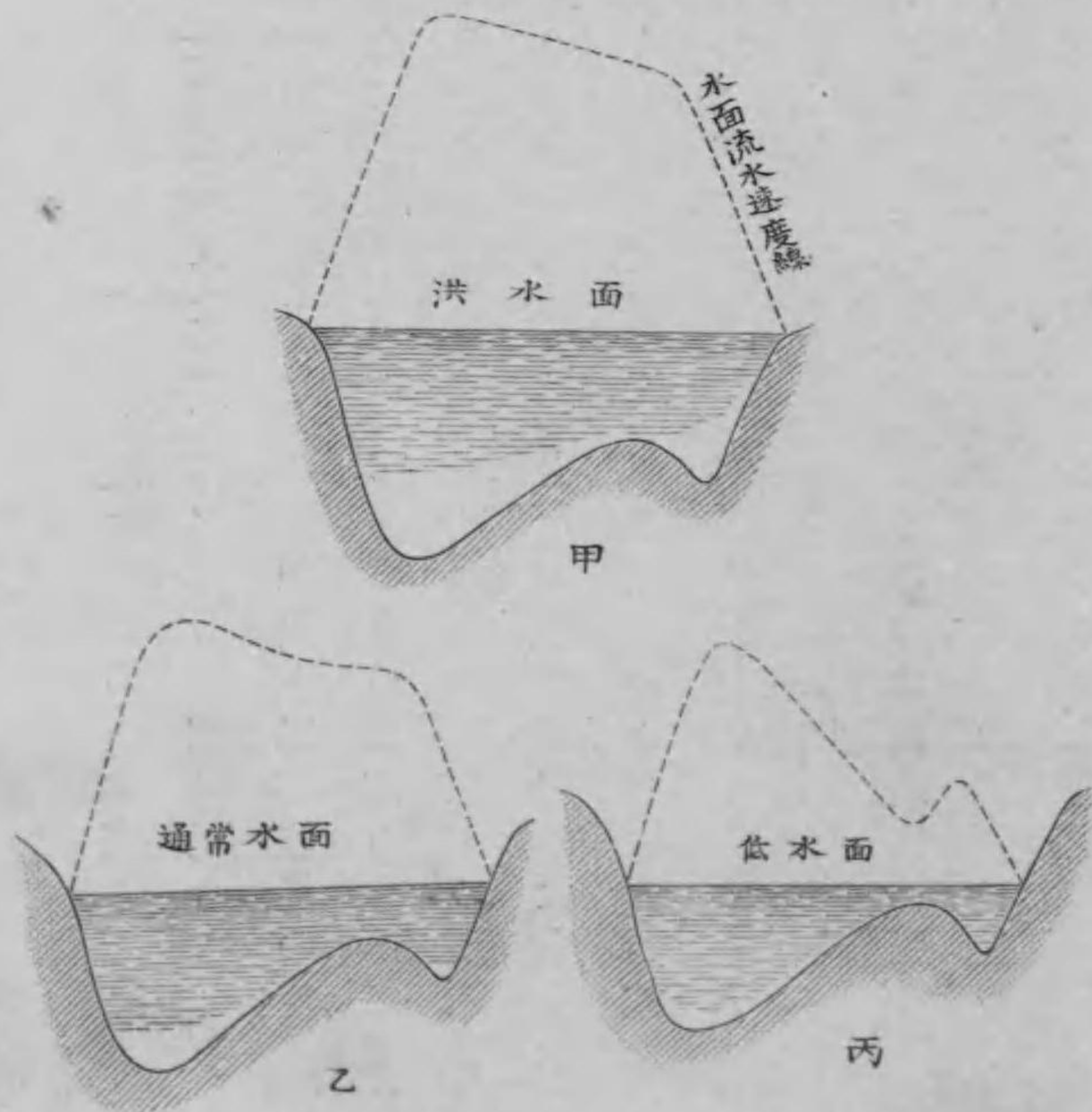
水力を調査せんと欲せば普通の測量によつて土地の高低地形を知り且つ其河川の流量を知ることがを要す、河川の幅員、深淺及平面、高低の測量に於ては著しき誤錯を生ずることなしと雖も河川流量の調査に至つては慎重の注意をなさざる可らず、蓋し山川の形狀は變化することなしと雖も流水の流量は時々増減ありて一定せず隨て其流量を調査するに(一)實測(二)計算及び(三)鑑定を要す。

(一)實測、先づ河川の横断面を作るべき實測をなさんが爲めに其兩岸の間に距離の符標をつけたる針金若し繩を張り其符標のある所に船を進め測量用の棒を水中に入れて其深淺を測るべし、もし針金、繩等を張ること能はざる場合に於ては川の兩岸に經緯儀を置き船の位置を定めて深淺測量をなすべし。

河川の横断面第一圖の如きものを得たるときは之を數區に分ち其各區に



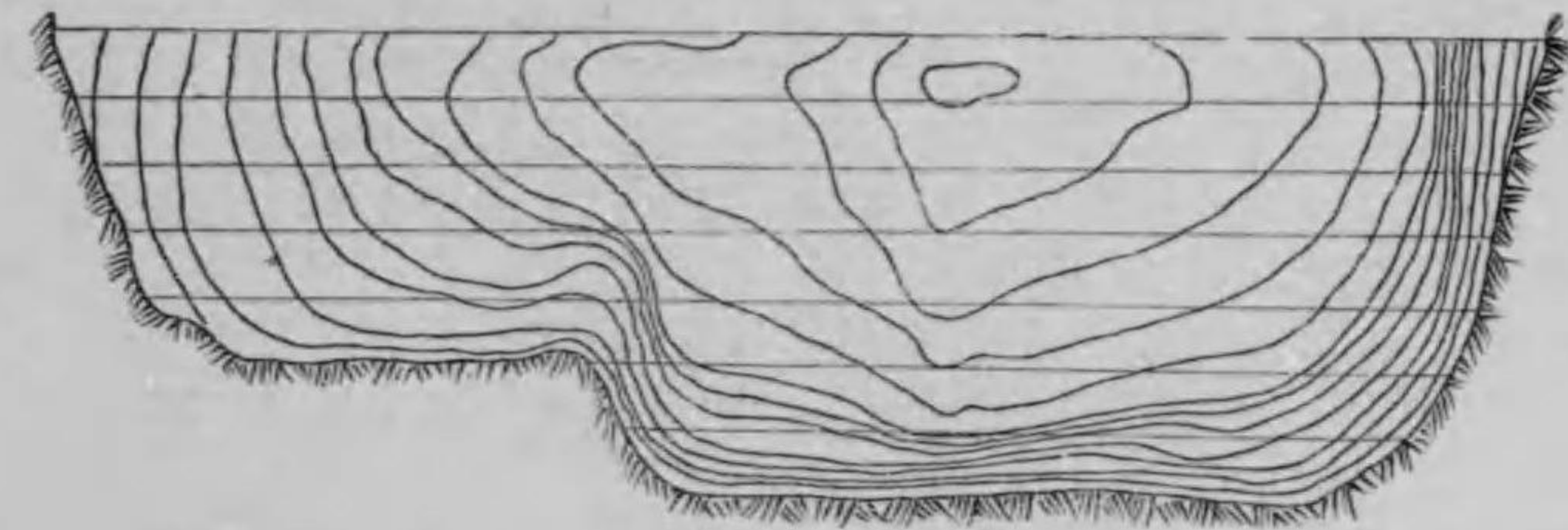
第一圖



第二圖

於ける流水速度を實測すべし各區横斷面積に夫々の區域に於ける水の平均

第三圖



水力

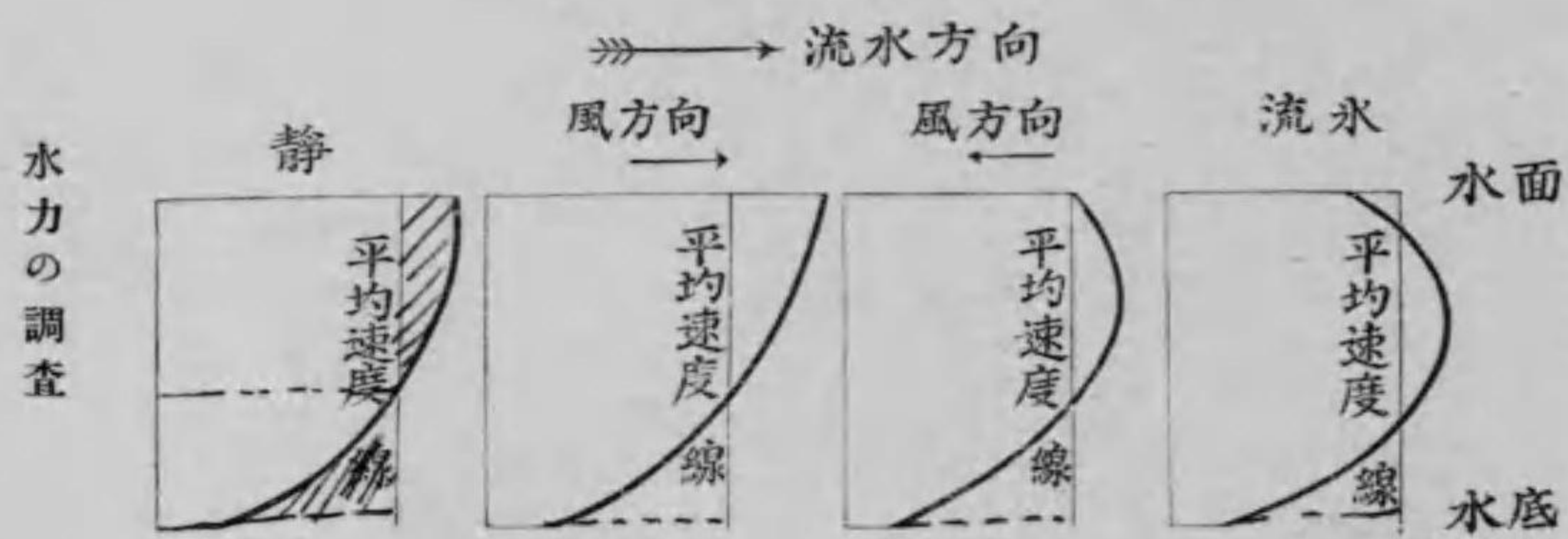
速度を乗すれば各區域に於ける流量を知るを得べく之を合計したるものは全流量なり。

流水速度は其水面に近きところと水底に近きところと相異なるのみならず其水面も兩側に近きところと水流の中央に近きところと相異り又其相異の度も同一河川にありて水嵩の多少によつて差あり、第二圖に於て水面線上にある點線點線と水面線との距離は其各所の流速を示すは其場所の流水速度の大小を示すものとし同一河川に於ても洪水のときは各所流速大にして其差少なきこと第二圖甲の如く低水のときは流速小にして其差大なること第二圖丙の如し。

又流水速度の大なるところは水面若は水面より少しく下りたるところにありて水底及兩側に近づくに隨ひ流水速度を減少するものなり、之を同速線にて畫

六

第四圖



水力の調査

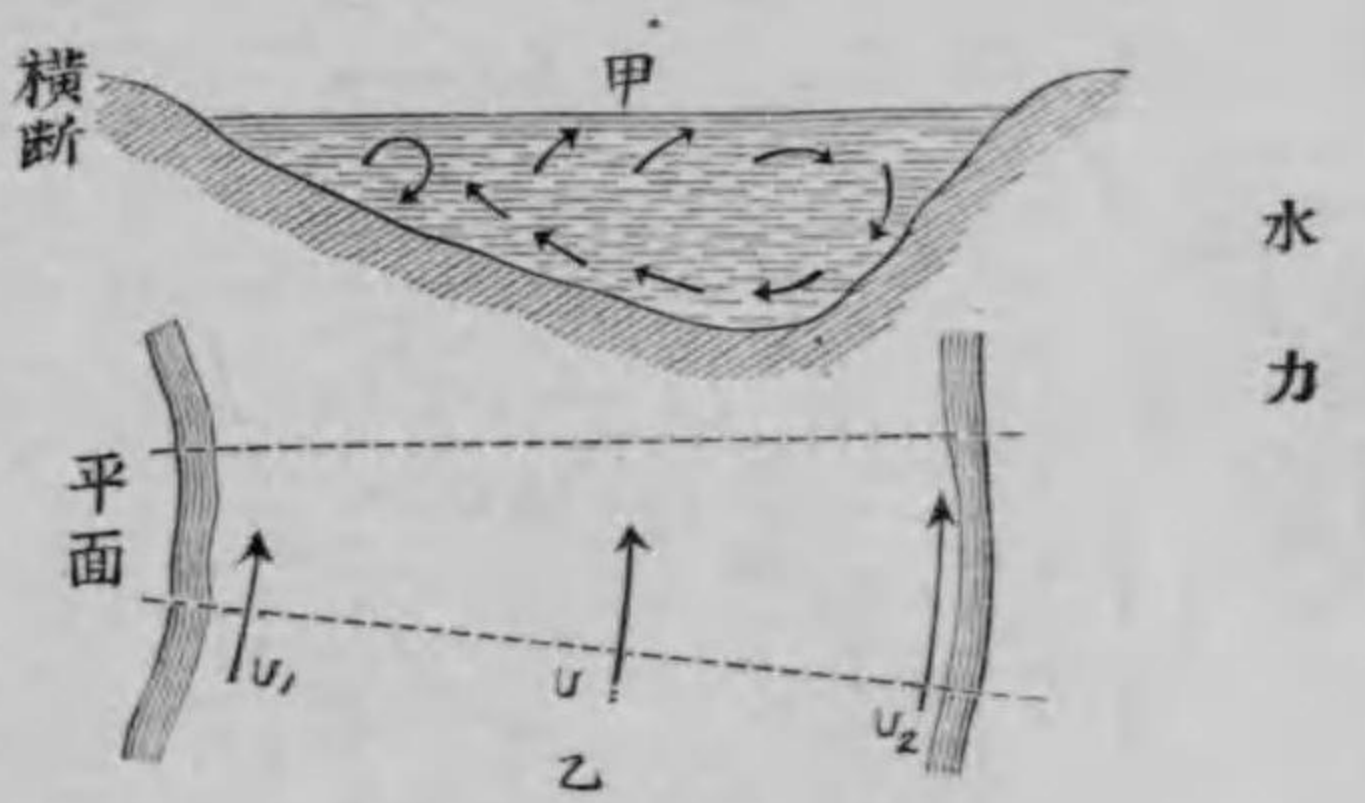
くときは不規則なる曲線を得ること第三圖に示す如し。

又其同一なる場所に於ても風の方向流水と同一なれば水面の流速最も大となり風の方向流水と反對なるときは水面よりも少しく下の位置反つて速度大なり流水ある場合に於ては水面の速度著しく減少す第四圖に示す最上線は水面を顯はし最下線は水底線にして各所の水平距離は各所の流速を示すものなり。

水流直線の場所に於ても以上の如く變化あるものなるが尙曲線のところに於ては第五圖に示す如く流る、ことあり第五圖に示す V_1 V_2 が平面圖兩點線間の距離に正比例して流る、ときは渦巻を生ぜざれども實際の河川に於ては横斷圖

七

第五圖



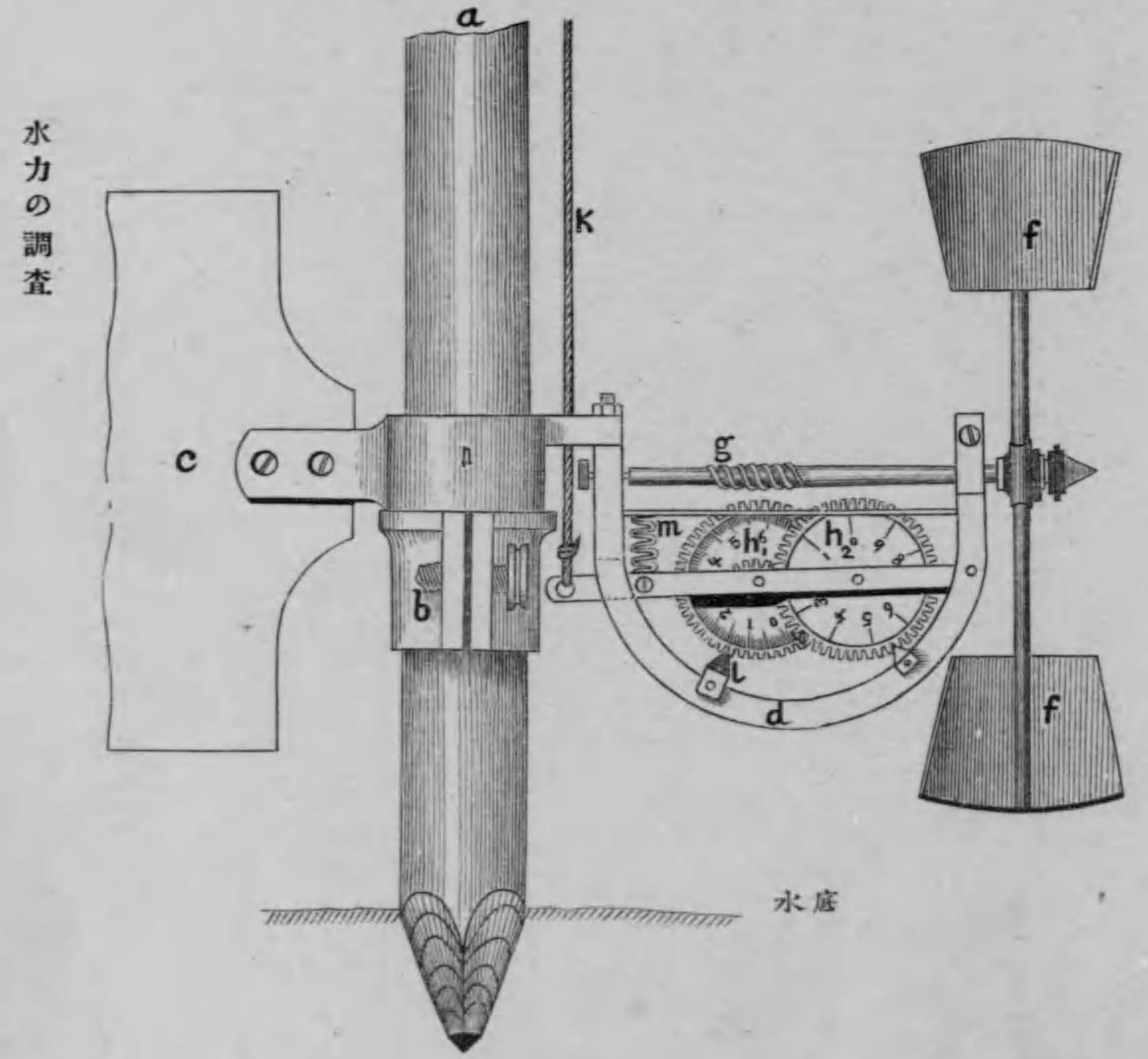
流測器(Current meter)第六圖

- a 流測器を取付けて水中に押込む棒
- b 止め金物
- c 尾横に長けれども圖には略す
- d 受け
- e 羽(流水に當つて廻轉す)
- f 羽の廻轉を齒車に傳ふる軸
- g h_1 h_2 廻轉する齒車(一位十位百位)
- h 羽車の廻轉數を示すもの
- i m ばね

に矢にて示せる如き渦巻きを生じ、河川の流の方向に直角の方向にも水は動くものとす。斯の如く流水の速度は風の方向強弱、河川の直線、曲線等によりて變化を來すものなれば、流量實測を爲す場所は、河川の直線に近き部分を撰み、天氣靜穩なるときを好とす。

流量の實測に用ふる器械及其用方は下に述ぶるもの、如し。

第六圖

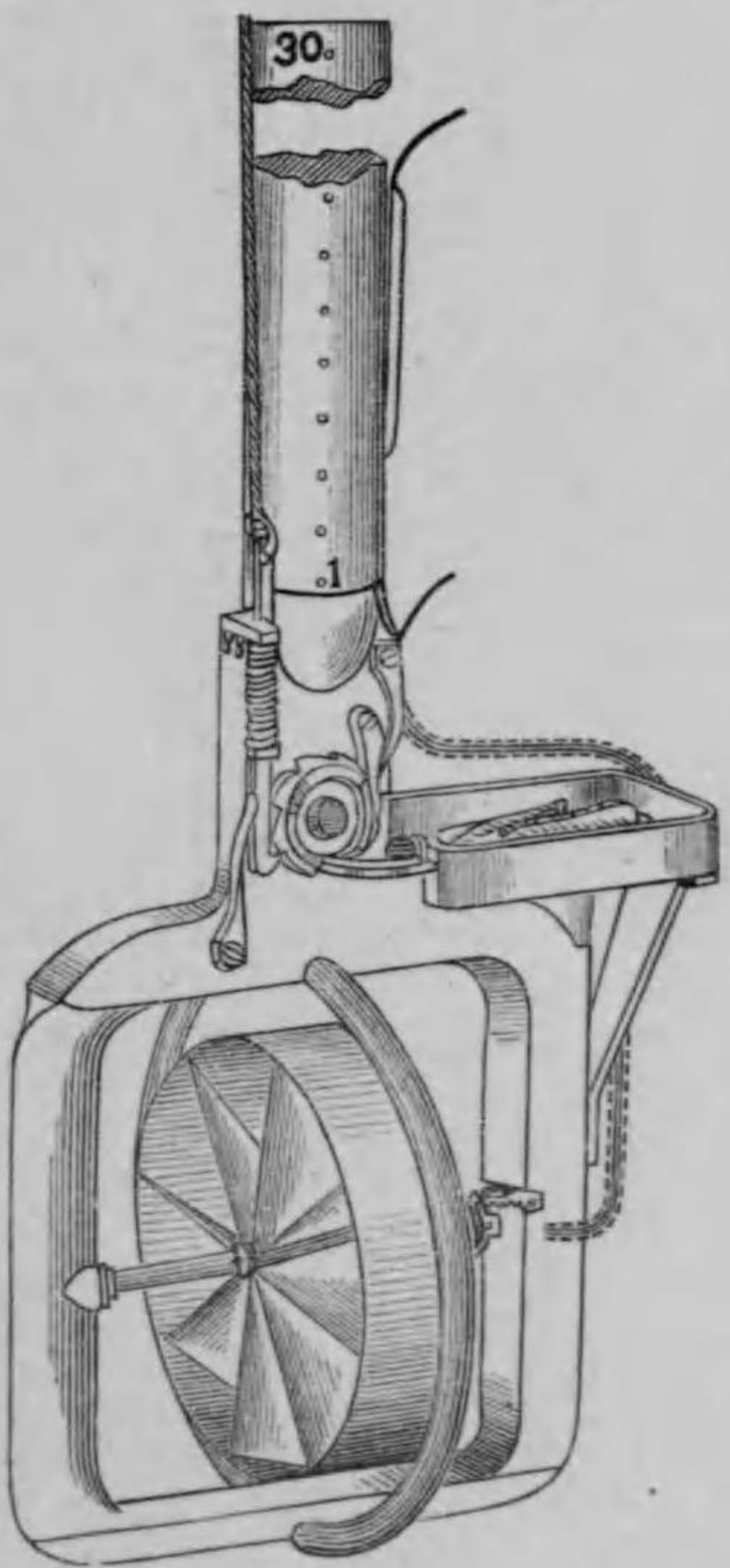


實測の際に合圖によつてkを引けば、齒車とgと接して齒車が廻轉し、又合圖によつてkを手放せばgはhと離れてlが其時間に相當する廻轉數を示す。

第六圖に示す流測器に於て其廻轉數を知らんと欲せば、一々之を水上に引き上げて見ざる

べからず此煩を避けんがため電気作用により水上の示針計にて之を知り得る器械あり即ち第七圖に示すものは廻轉數を水上にて讀み得又第八圖は羽

第七圖



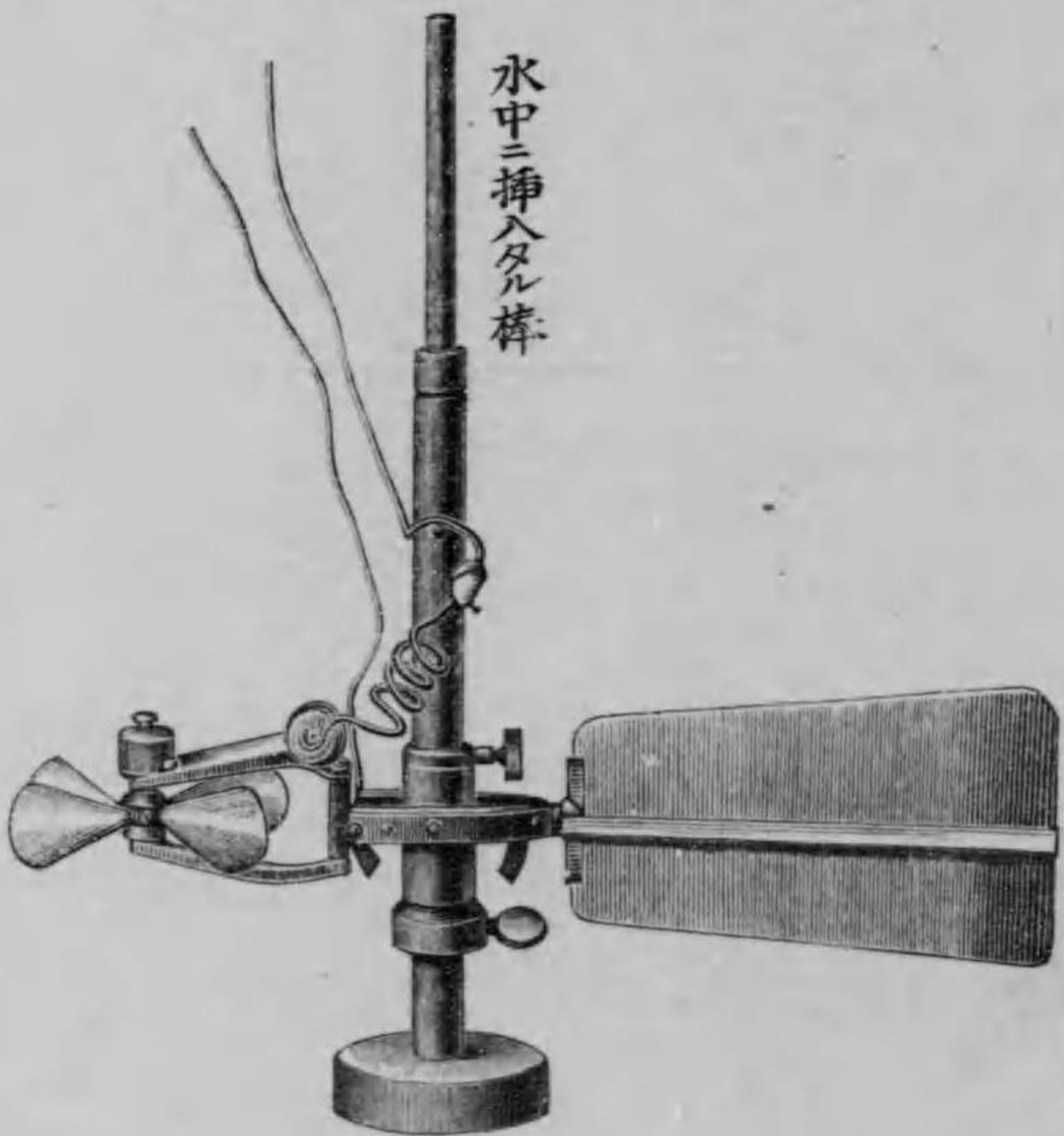
の一廻轉毎に電氣仕掛にてカチカチする音を發する故に其音を聞きて廻轉數を知り得るものなり、又器械を取付けたる棒は水中

に入れたるま、動かさずして器械だけを上下さすことを得る便宜あり又水中に器械を垂下することを得るものあり。

を動かし實驗上の結果よりこれを定むるを法とす、流測器の割付これなり割付は成るべく實測せんとする河川と似たる状態の許に施すを要す。

流測器は船を二艘并べその中央に軸（軸）の方に當りて之を置くをよしとす、或は第九圖に示す如く針金を張り上より吊るを最もよしとす、而

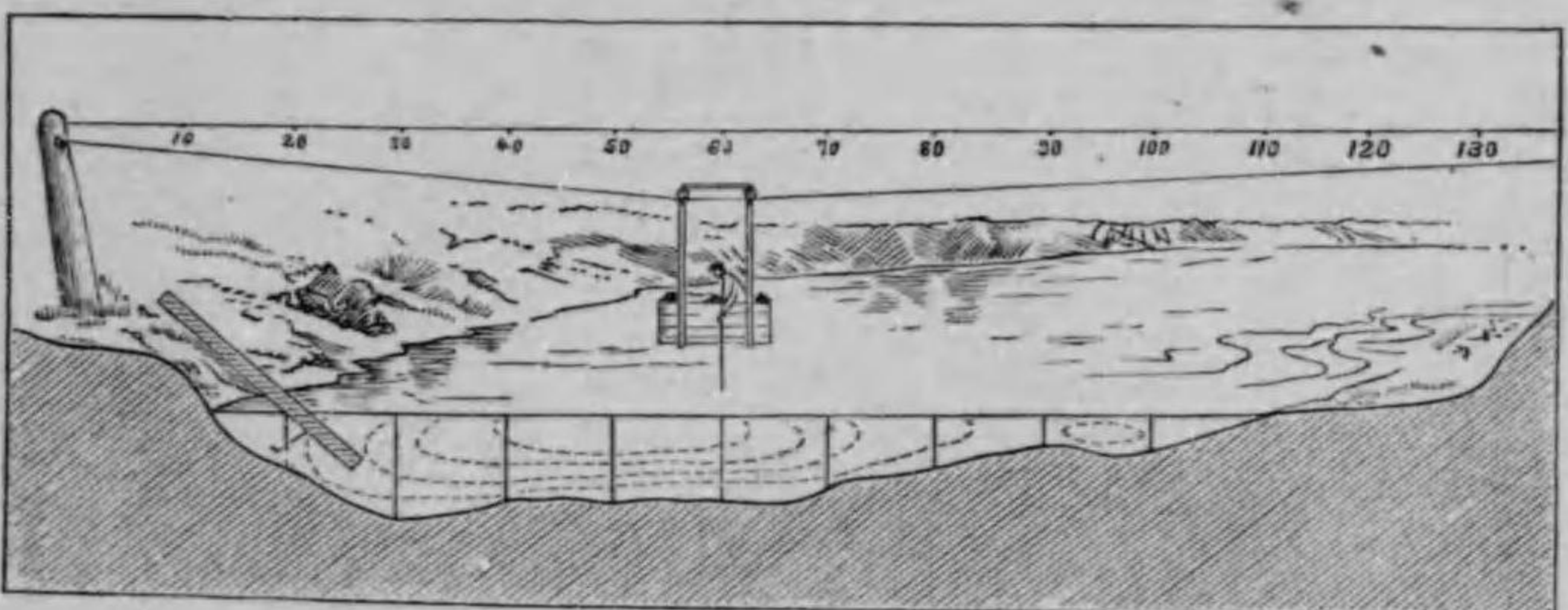
第八圖



してこれらの實驗は凡ての水深に對し例令ば水面以下一尺のとき、二尺のとき等に於てなすを要す。

水深三尺以上あるにあらざれば流測器を用ふるも好き結果を得ず、又水草

第九圖



多くして羽にかゝる恐れあるところに於ては使用するを得ず、音にて廻轉數を聞き得る器械にありては指針にて示すものよりも容易に藻草等の懸りて回轉數に變化を生ぜしことを知ることを得べし、又流測器は普通一秒時に五寸以下の速度の流水には適當せず

x = 流水速度—秒時に付尺

y = 流測器廻轉數(一分時に付)

a, b = 係數

然るときは $x = a + by$ なる方程式を以て表はすを得べし、幾多の實驗によりて斯る方程式を作り最小自乗法の計算によりて a, b なる係數を定むるものとす。

今爰に n 回の實驗をなしたるとき第一回のも

のは $x_1 = a + by_1$ となり第二回のは $x_2 = a + by_2$ となり n 回目のは $x_n = a + by_n$ なりとすれば $x = a + by$ の式に於て

$$a = \frac{\sum(y^2 \sum x) - \sum(y) \sum(xy)}{n \sum(y^2) - \sum(y) \sum(y)}$$

$$b = \frac{n \sum(xy) - \sum(y) \sum(x)}{n \sum(y^2) - \sum(y) \sum(y)}$$

となり係數を知ることを得べし

通常の場合に於て非常なる精密を要せざるときは第十圖の如き圖を製作し流測器の羽の廻轉數と流水速度との關係を圖上に於て見るべし圖式は又誤を生ずることも尠なし。

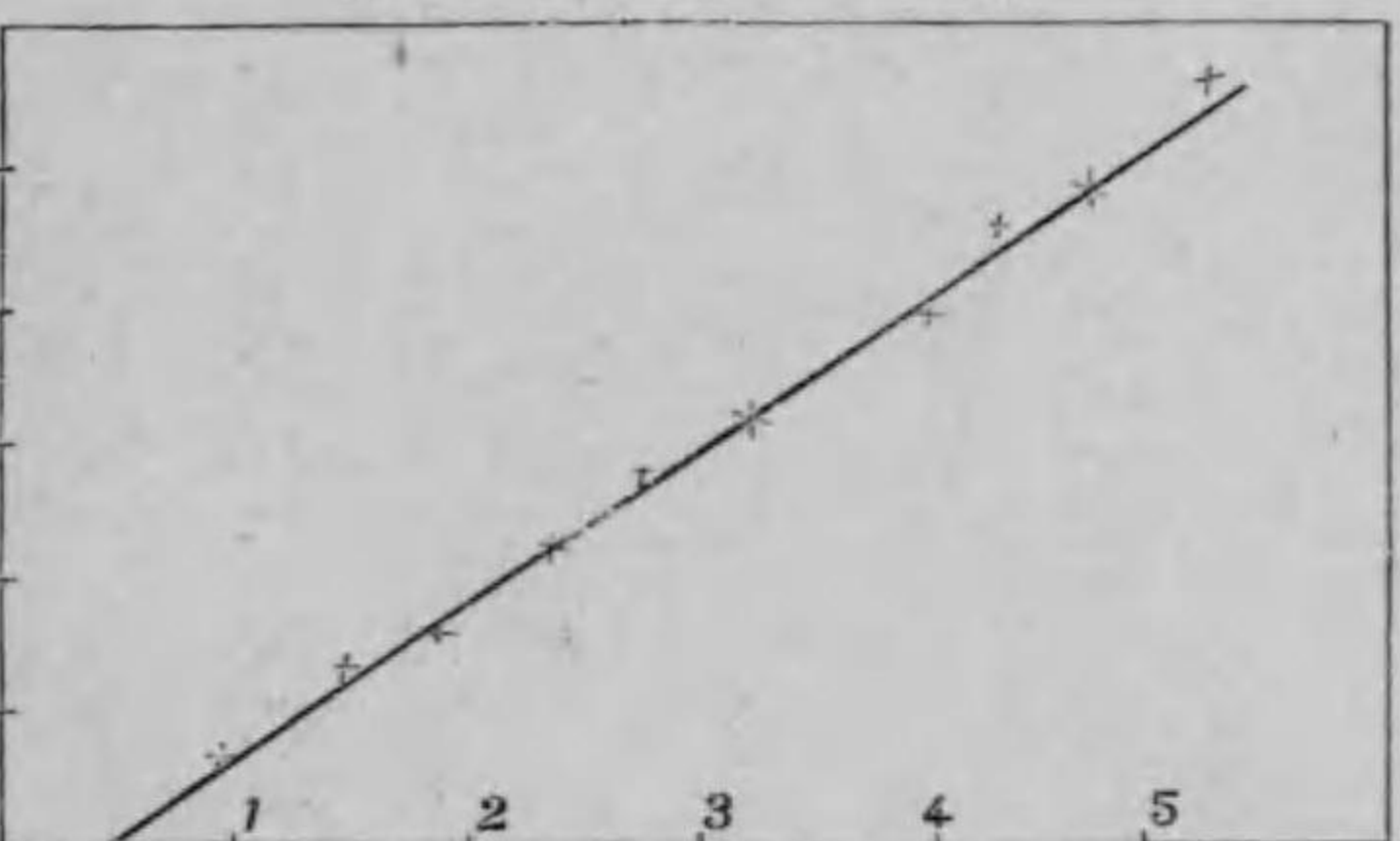
前記最小自乗法の計算に於ても一應第十圖の如きものを製作して實驗の取捨を爲すべし。

参考の爲めに a 及 b の値如何なるものを得るやを示せば

$$a = 0.05 \text{ 乃至 } 0.5$$

$$b = 0.01 \text{ 乃至 } 0.05$$

精巧なる器械は摩擦少く廻轉容易なり故に流水速度小なる場合に於ても



速度一秒に付呎 (xは實驗より得たる位置)

羽の廻轉數多しは器械によりて皆別々の値を有する故に器械毎に實驗して時々之を定むるを必要とす。
 (流測器の實用に耐ふるものは一臺の價凡貳拾圓以上なり電氣仕掛のものは凡二百圓以上なり)。
 流測器を水面より最も靜に水底に沈め復た之を靜に引上ぐるときは其流測器の羽の廻轉數は其縦線に於ける流水の平均速度に相等するものとなるべし。

尙ほ詳細のことを知らんと欲するときは左記の書籍を見るべし

Johnson—Theory & Practice of Surveying p.311—322

Raymond—Plane Surveying. (1896) p. 298

Hoyt & Grover—River Discharge. (1907) p. 22—78

Friedrich—Kulturtechnischer Wasserbau. (1907) s. 59—71.

流速器を用ふること能はざる場合に於ては河川の形狀變化極めて少き殆んど直線なる場所を撰みその上下二ヶ所に繩を引くか又は兩岸に目標を作りてその間に float (浮子) を流し其流過する時間を測定すべし。

前に述べたる如く水の速度は水流の各所に於て異なるを以てその平均を得んがため中央を流れたるもの、岸に近き所を流れたるもの等數種をとり平均すべし又實際に於ては初め中央を流れしものが途中より岸に到り或は最初岸を流れしものが終りには中央に來るものあるべし是等は除外すべし。

L = 流下する距離,呎

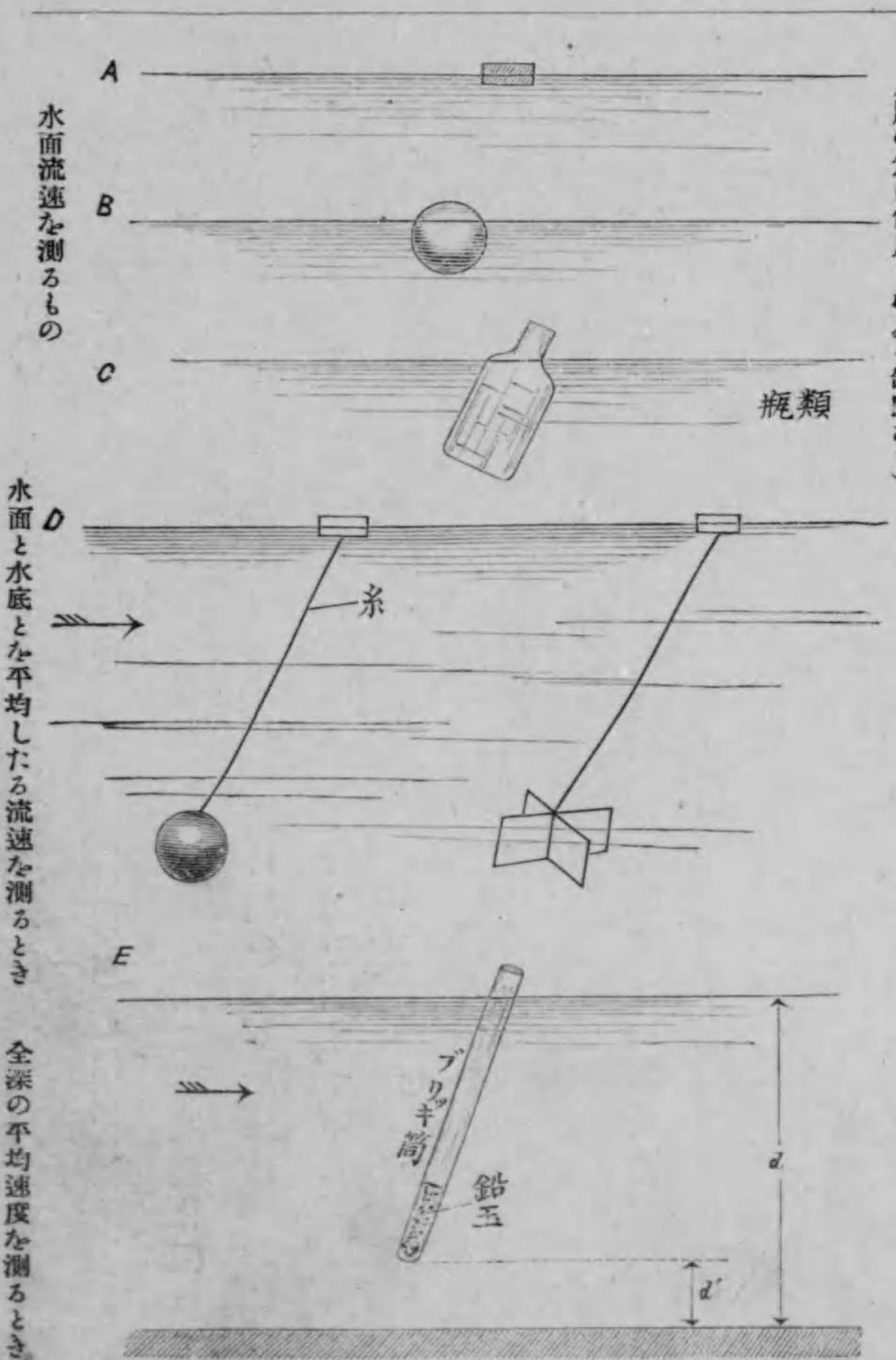
T = 流下に要する時間,秒

v = 平均流速度,一秒に付呎

然るときは $v = \frac{L}{T}$

第十一圖

(風の爲に作用され易き缺點あり)



$V_m = \text{平均速度毎秒呎}$ $V_r = \text{筒の貫測速度毎秒呎}$
 $V_m = V_r (1.012 - 0.116 \sqrt{\frac{d'}{d}})$
 但し d' は d の四分の一以上たる可らず

所用の浮子に種々あり第十一圖を参照すべし

水面速度と平均速度との關係は河によりて異なりと雖も平均速度は水面速度の六〇%—八五%にして普通は七〇%—八〇%と見て大差なし。

流水最大及平均速度の比較

通常の運河に於ては最大速度及平均速度の比例大凡左式の如し

$$\frac{\text{平均速度}}{\text{最大速度}} = \frac{\text{最大速度} + 7.7}{\text{最大速度} + 10.3}$$

以上の算式に於て平均及最大速度を一秒時間何呎と云ふ數にて顯はす可し
 假令ば最大速度一秒時間五呎なるときは

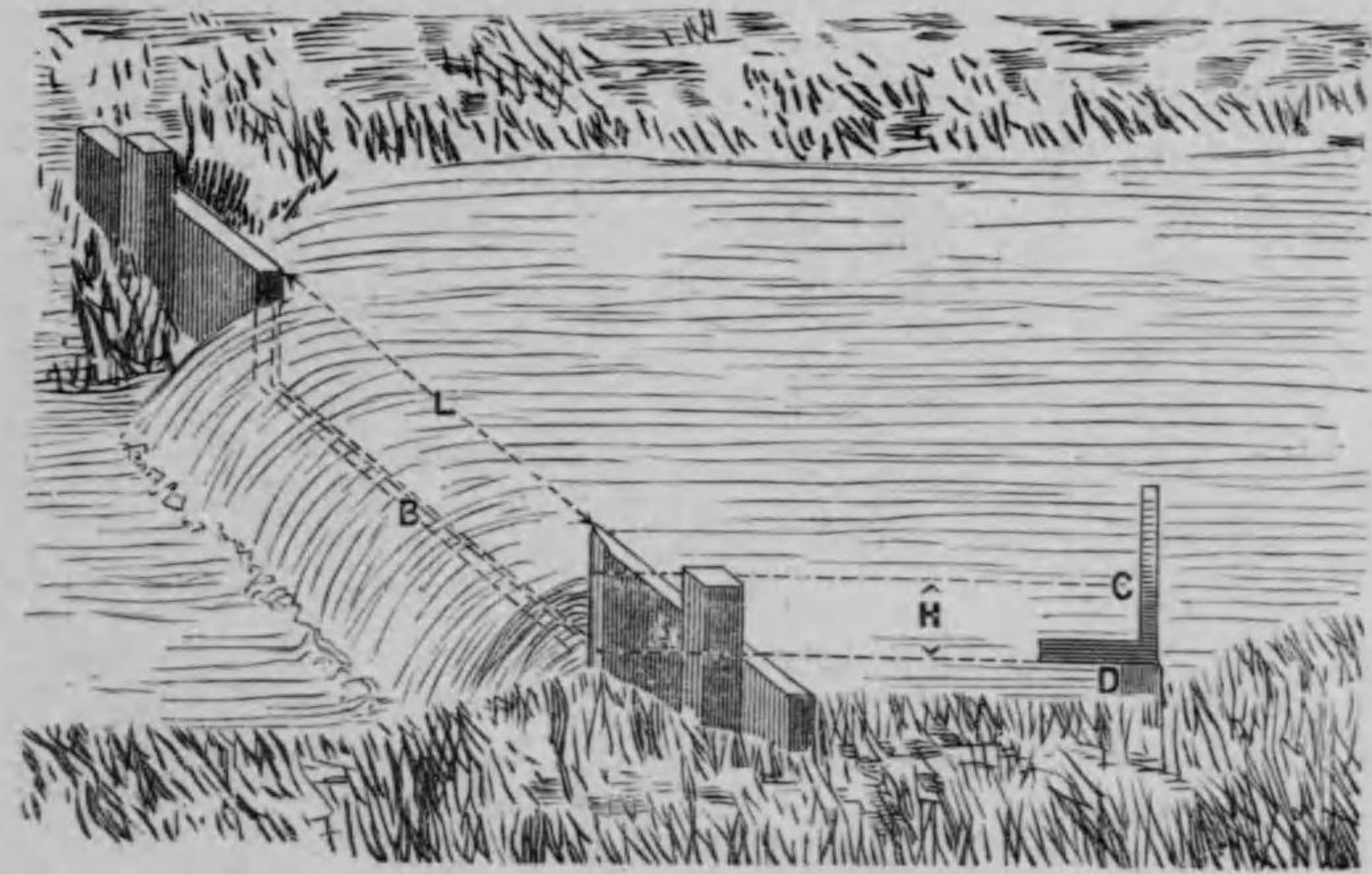
$$\text{平均速度} = 5 \times \frac{5 + 7.7}{5 + 10.3} = \frac{5 \times 12.7}{15.3} = 4.15$$

即ち平均速度一秒時間に付四呎一五なりと知るべし

假令ば平均速度一秒時間三呎なるときは爰に最大速度を x にて示せば

$$\frac{3}{x} = \frac{x + 7.7}{x + 10.3} \quad x = 3.7$$

第十二圖(甲)



即ち最大速度一秒時間に付三呎七
と知るべし
右の算式に依て各速度の比例を
知るを得べしと雖ども通常の速度
ある運河に於ては大凡(最少)平均最
大速度の比例は猶ほ三と四と五と
の比例の如く速度極めて小なる運
河に於ては其比例は猶ほ二と三と
四との如しと知る可し。
尙詳細のことに關しては Merriman-
A Treatise on Hydraulics (1912) p 318-336
を見るべし。

流量大ならざる小川に於ては第
十二圖甲に示す如く水流を横断し

て堰を作り Weir measurement 堰實測をなすを
最も適當とす、實際水頭を測る場合には水中
に尺度を挿込まず第十二圖乙の如く杭を打
ち置きその上部より水面までをはかるもの
とす。

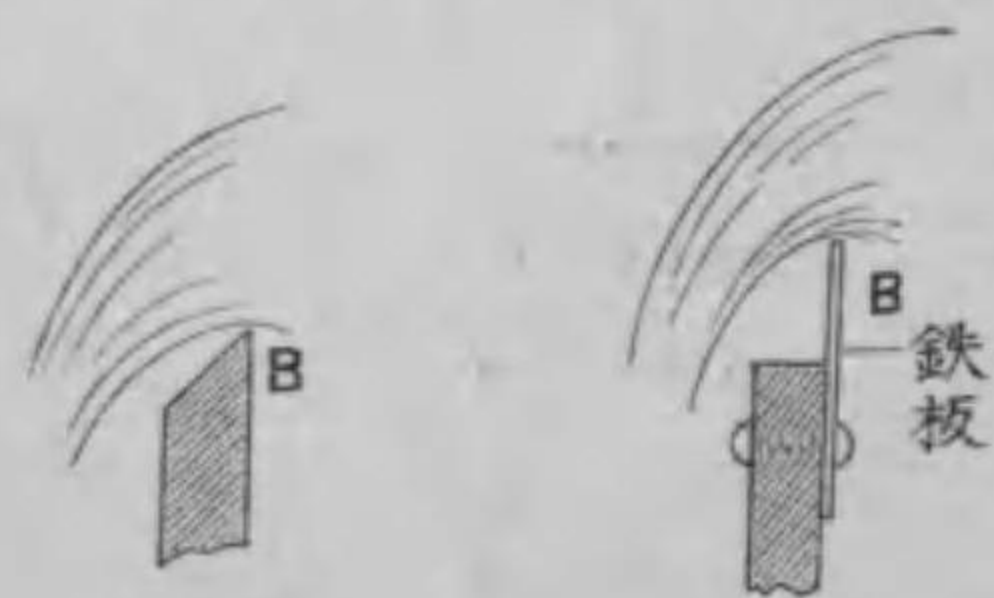
水越板の角は充分尖らして三角形に切るべ
し、或る場合には薄き金屬の板を用ふるもよ
ろし、第十二圖丙を見るべし

Weir measurement 堰實測
の結果より水量を計算
するには次式を用ふ。

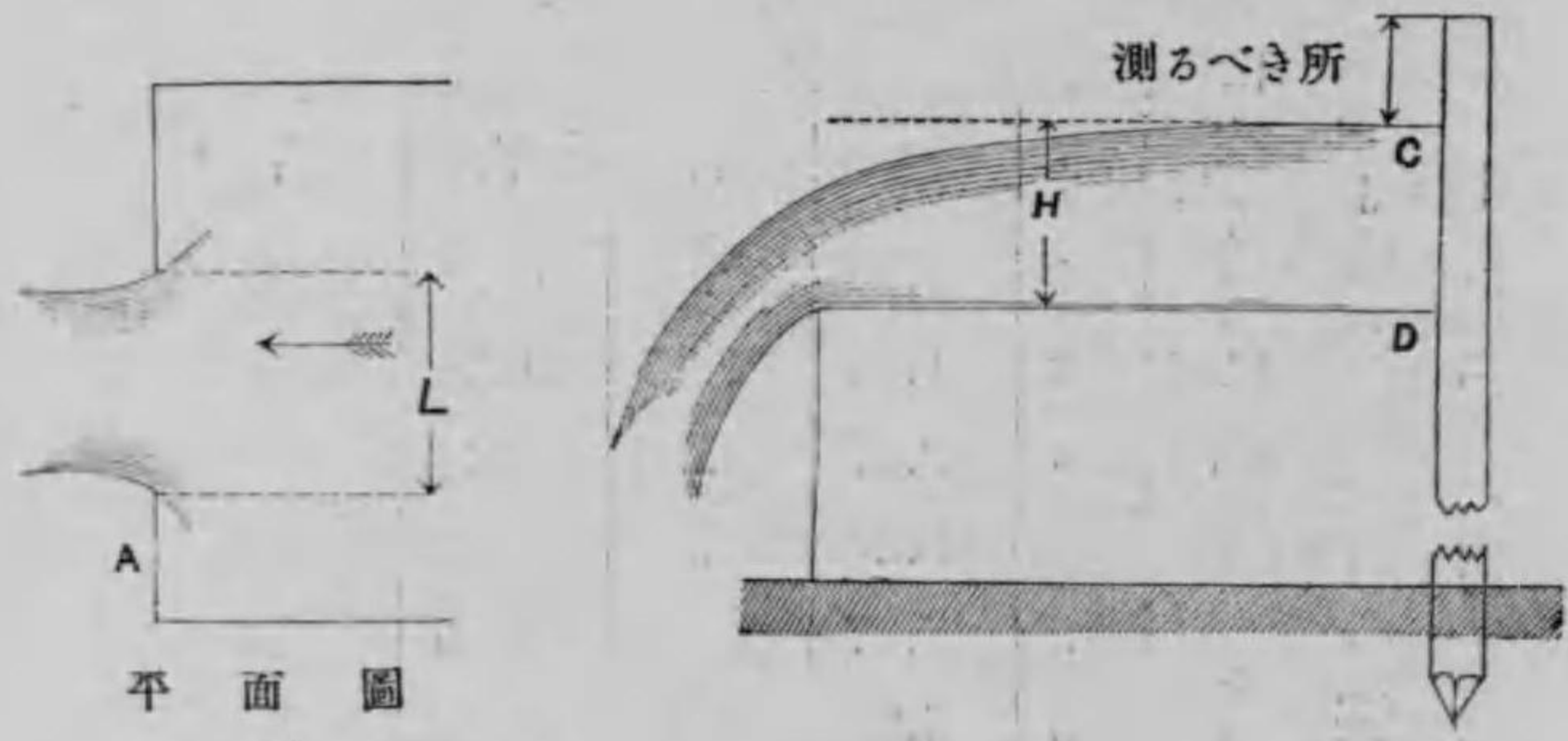
の || 流量一秒時
に付立方呎

L = 堰幅呎

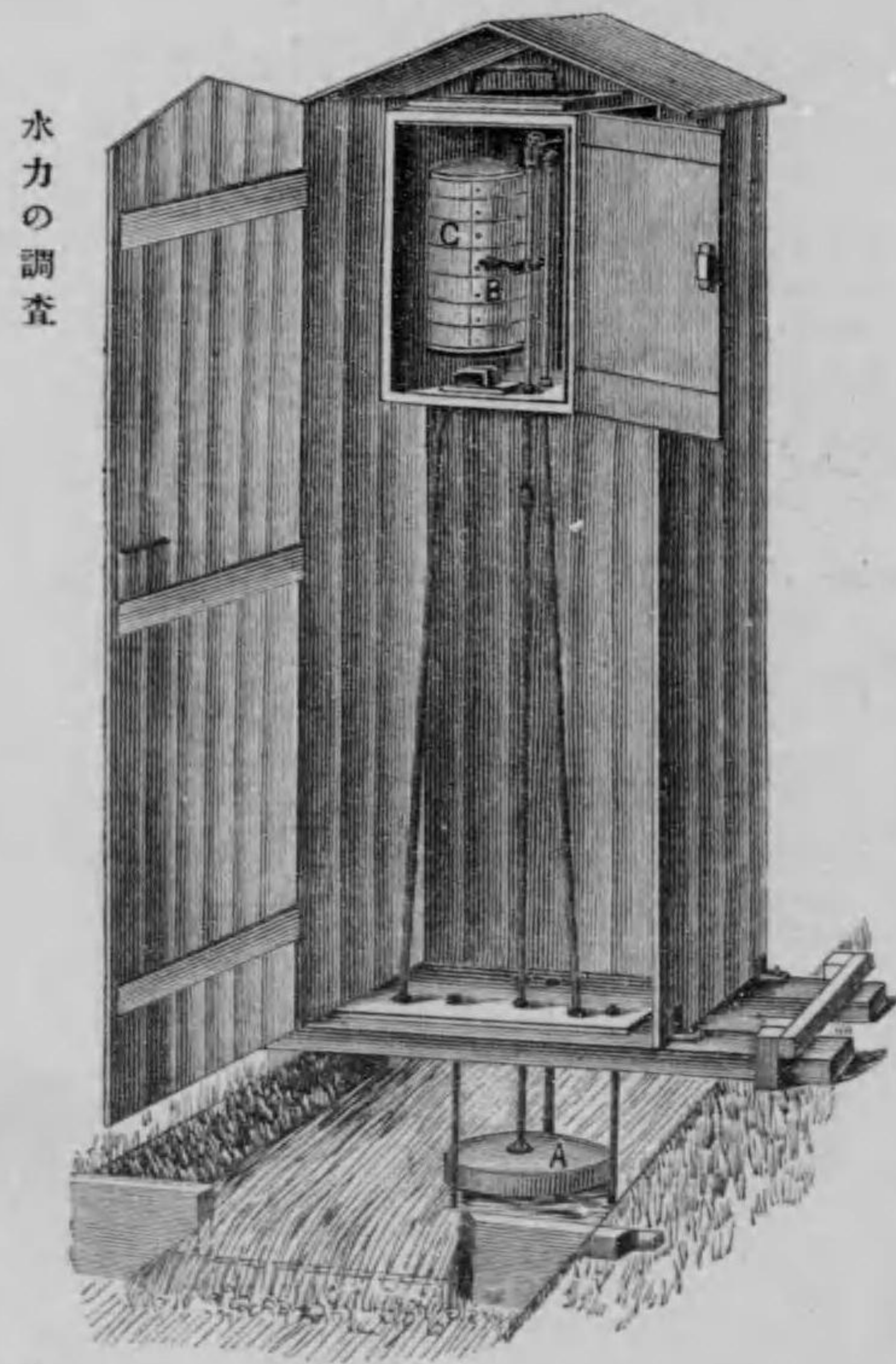
第十二圖(丙)



第十二圖(乙)



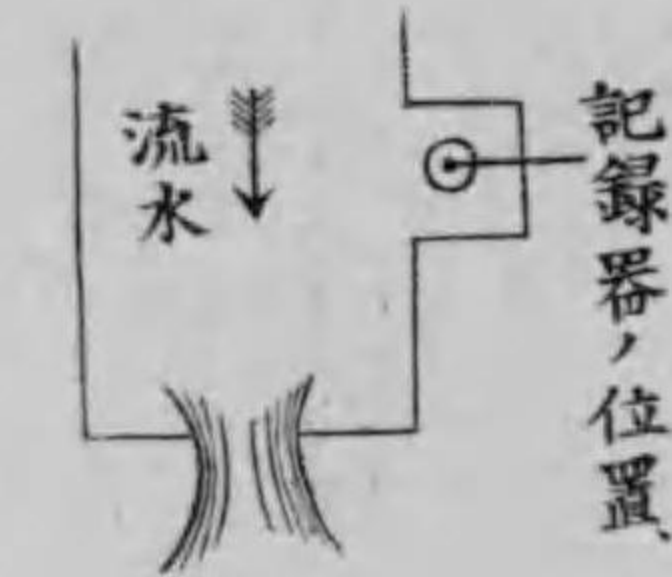
第十三圖



水力の調査

二一

A 浮 B 示指筆
C 時計仕掛にて廻轉する記録筒



Velocity of approach 流のよりつゝの速度を考ふる場合
の詳細は次書を参考とすべし。
Johnson—Theory and Practice of surveying p.277—332.
Weisbach—Theoretical mechanics. p.955—1001
Fanning—Water Supply (1903) p.311—331.

堰幅一時以上を流過する
流量一分時に付立方呎

吋	0	1/4	1/2	3/4
1	0.40	0.55	0.73	0.92
2	1.13	1.35	1.58	1.82
3	2.07	2.34	2.61	2.90
4	3.20	3.50	3.81	4.14
5	4.47	4.80	5.15	5.51
6	5.87	6.25	6.62	7.01
7	7.40	7.80	8.21	8.63
8	9.05	9.47	9.91	10.35
9	10.80	11.25	11.71	12.17
10	12.64	13.12	13.60	14.09
11	14.59	15.09	15.59	16.11
12	16.62	17.15	17.67	18.21
13	18.74	19.29	19.84	20.39
14	20.95	21.51	22.08	22.65
15	23.23	23.82	24.40	25.00
16	25.60	26.20	26.80	27.42
17	28.03	28.65	29.28	29.91
18	30.54	31.18	31.82	32.47

水力

二〇

$H = \text{水深, 呎}$
 $Q = 3.33 (L - 0.2H) H^2$

若し堰に來る水に流速ある場合に於ては

$V_1 = \text{流のよりつゝの速度 毎秒 呎}$
 $Q = 3.33 (L - 0.2H) (H + h_1) \frac{V_1^2}{2g}$ $h_1 = \frac{V_1^2}{2g}$ $g = 32.2 \text{ 呎 毎秒 毎秒}$

例令ば水深 $6\frac{3}{4}$ 吋にして幅 5 呎 = 60 吋
なるときは流量 毎分 $7.01 \times 60 = 420.6$
立方呎なり

Flynn—Irrigation and other irrigation works.

Frizel—Water Power.(1903) p.526—564.

Friedrich—Kulturtechnischer Wasserbau.(1907) s.48—71.

水深Hは一日に一回又は場合により數回測るべし第十三回に示す如き自動記録器を用ふるも可なり。

記録器は前記Hを記する故に記録紙の目盛によりて直に流量を示すものとすを得べし。

其他流水に關する算式左の如し

v = 水の噴出速度毎秒呎

h = 水深呎

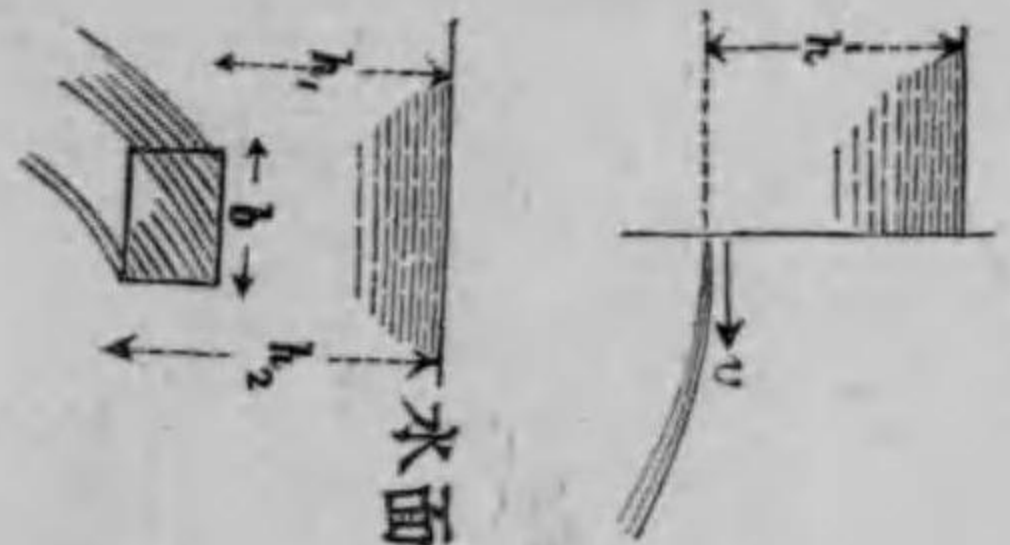
g = 重力の加速度毎秒毎秒呎

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 32.2 \times h} = 8.025\sqrt{h}$$

Q = 角穴より流出する流量毎秒立方呎

h, h, b = 寸法呎にて

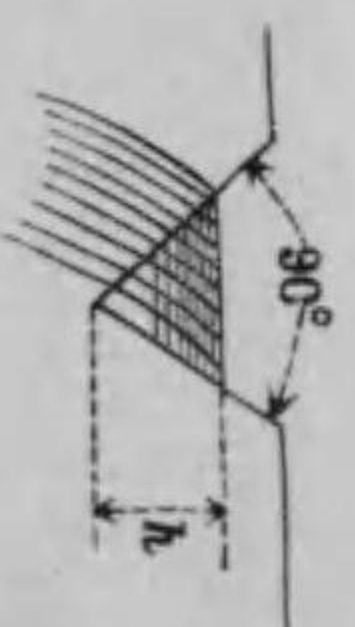
$$Q = \frac{2}{3}b\sqrt{2g} \left[h_2^{\frac{3}{2}} - h_1^{\frac{3}{2}} \right] \times c \quad c = 0.6 \text{ 乃至 } 0.62$$



a = 穴面積平方呎

h = 水面の差呎

$$Q = 0.6a\sqrt{2gh}$$



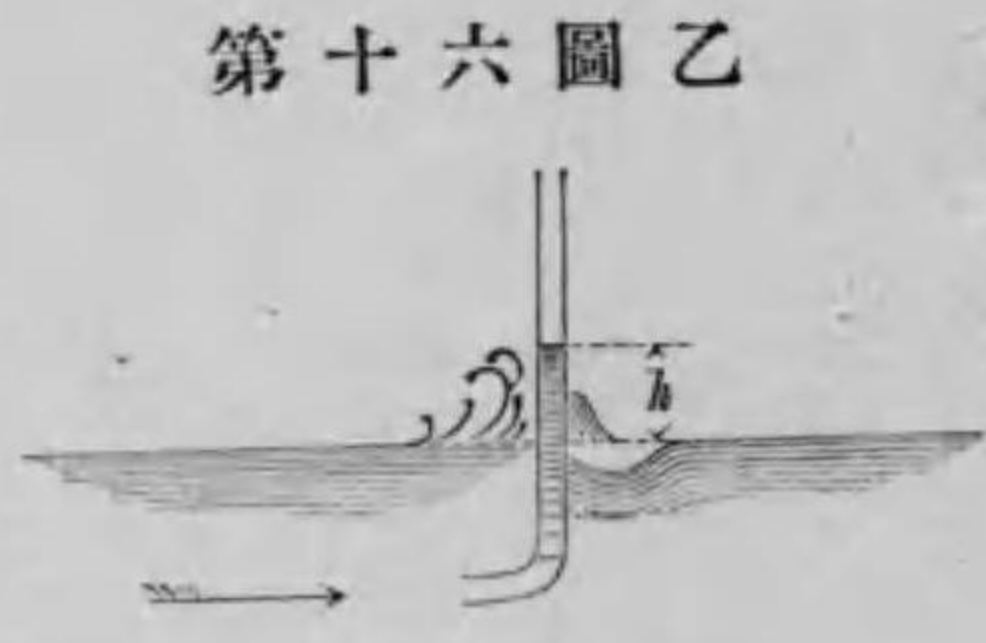
$$Q = 2.64h^{\frac{5}{2}}$$

流量を知る方法として Tank measurement 水槽實測又は Miners' inch マイナーズ、インチ(第十四圖)を用ふことあり、即ち水面を一定の高さに保ち引戸の開閉によりて水量を加減し其戸の開閉の目盛によりて流量を知るものとす。

水の流速度を測る方法として Cassel Quadrant, カッセル氏現象器(第十五圖)を用ふることあり、即ち絲にて球を吊り水中に沈め流水によりて球が流れ其絲の傾斜する角度によりて速度を知るものとす。

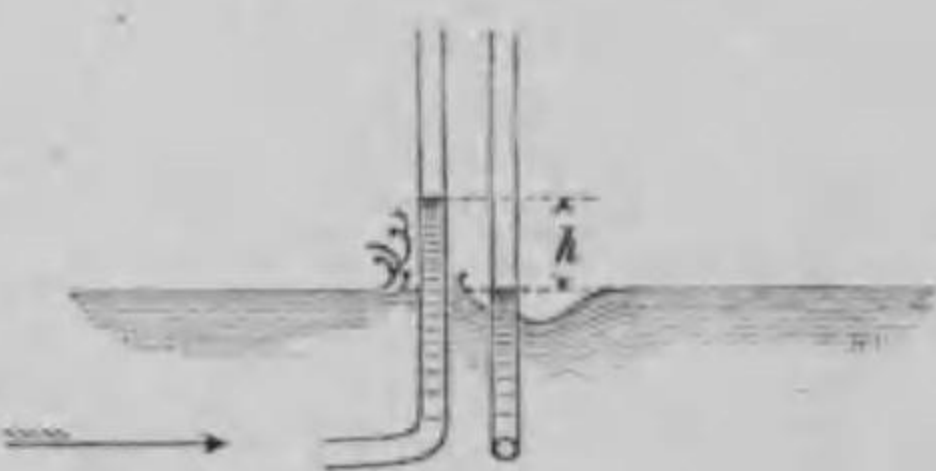
又第十六圖甲に示す如く流水を玻璃管に受け管内に水の上昇する高さhを測りて速度を計算する方法あり之を Pitot tube ピトー氏の管と稱す此器械に於ては水面激して水の上昇度を精密に測り難きこと第十六圖乙に示す如し、此缺點を補はんがために Darcy tube ダーシー氏管あり此管は二本より成り其一

定むるには實測の如く確實なる能はずと雖も未だ實測せざる場合の概算若くは参考に供する場合に用ふ、先づ平面圖によりて河川の流域 Watersheil を測る其面積を計算すべし、參謀本部陸地測量部の五萬分の一若くは二萬分の一



第十六圖乙

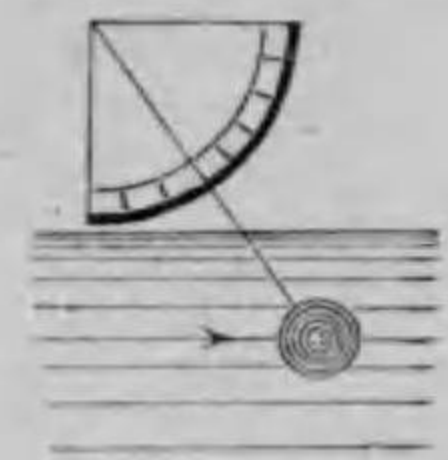
Pitot tube



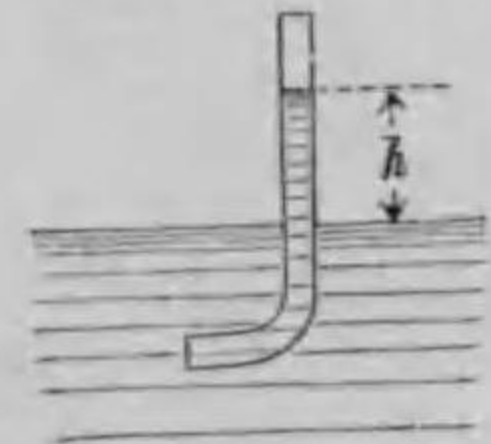
第十六圖丙

Darcy tube

第十五圖



第十六圖甲



方は流れに向ひ他は流れに直角の方向に向ものとし栓を以て留めて水位を保たしめ水上に出し水位の差hを測るものなり第十六圖丙に示す如し。

然るときは

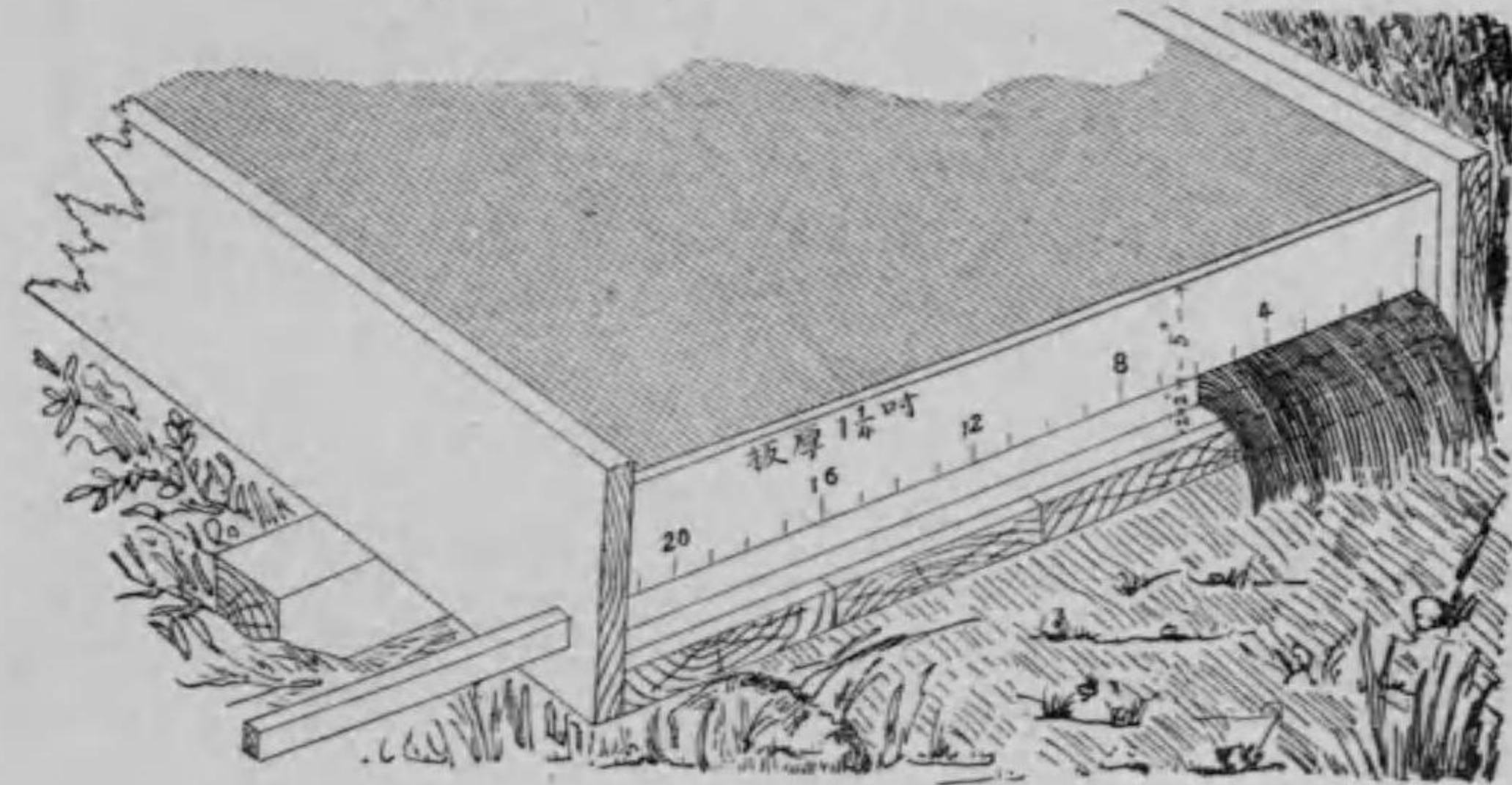
$$v = c\sqrt{2gh}$$

cは係数なり

(二) 計算

計算によりて河川の流量を

第十四圖



マイナースイッチ實測
MINERS' INCH MEASUREMENTS

流幅 水 ノ時	流水厚二吋			流水厚四吋		
	水リ中テ 面流心五 ヨ水マ時	水リ中テ 面流心六 ヨ水マ時	水リ中テ 面流心七 ヨ水マ時	水リ中テ 面流心マ ヨ水五テ	水リ中テ 面流心六 ヨ水マ時	水リ中テ 面流心七 ヨ水マ時
4	1.349	1.473	1.586	1.320	1.450	1.570
6	1.355	1.480	1.596	1.336	1.470	1.595
8	1.359	1.484	1.600	1.344	1.481	1.608
10	1.361	1.485	1.602	1.349	1.487	1.615
12	1.363	1.487	1.604	1.352	1.491	1.620
14	1.364	1.488	1.604	1.354	1.494	1.623
16	1.365	1.489	1.605	1.356	1.496	1.626
18	1.365	1.489	1.606	1.357	1.498	1.628
20	1.365	1.490	1.606	1.359	1.499	1.630
22	1.366	1.490	1.607	1.359	1.500	1.631
24	1.366	1.490	1.607	1.360	1.501	1.632
26	1.366	1.490	1.607	1.361	1.502	1.633
28	1.367	1.491	1.607	1.361	1.503	1.634
30	1.367	1.491	1.608	1.362	1.503	1.635
40	1.367	1.492	1.608	1.363	1.505	1.637
50	1.368	1.493	1.609	1.364	1.507	1.639
60	1.368	1.493	1.609	1.365	1.508	1.640
70	1.368	1.493	1.609	1.365	1.508	1.641
80	1.368	1.493	1.609	1.366	1.509	1.641
90	1.369	1.493	1.610	1.366	1.509	1.641
100	1.369	1.494	1.610	1.366	1.509	1.642

假令バ上圖ニ示ス如キ場合ニ於テ水面ヨリ流水中心マテ6吋ニシテ流水厚2吋ナリ故ニ表中1.480ヲ得、水斷面積2×6=12平方吋ナリ故ニ流量毎分時=1.480×12=17.76立方呎

地圖のある場所なれば極めて便宜なり、次に其地方の降雨量を調査すべし蓋し降雨量の一部分は蒸發して再び大氣中に昇り一部分は、地中に浸入し残り一部分が河川を流るゝなり、地中に浸入せしもの、一部分は泉となりて再び河に流るゝことあり

d = 雨量

A = 流域面積

C = 係數

Q = 流出水量

然るときは $Q = CA d$

$C=1$ ならば降雨量の全部は河川に流れ出たことを示す、通常 $C=0.3$ 乃至 0.9 なり流域大にして、耕作地多く地勢概して平坦なれば $C=0.3$ に近く之に反し流域小なる山地にして、不透透性の岩石多くして樹木少なければ $C=0.9$ に近かるべし。

今本邦各地に於ける雨量の大體を表示せば左表の如し降雨の量は春雨、梅

雨、秋雨の期節に多くして冬夏に少なし

明治十九年より三十八年に至る
廿ヶ年の間観測

測候所 地名	一ヶ年 平均雨量 ミリメートル	一日中ノ最 大雨量 ミリメートル	0.1ミリ 以上ノ降雨 アリシ日數
鹿兒島	2153	207	166
宮崎	1591	409	149
長崎	1887	211	163
下關	1582	337	154
廣嶋	1519	160	133
大阪	1388	175	138
和歌山	1565	199	140
高知	2831	293	147
濱松	1892	222	138
沼津	1914	222	150
東京	1470	165	146
京都	973	285	147
都	1626	161	162
岐阜	2111	257	159
境	1938	290	204
澤	2531	147	219
木	2240	147	219
潟	1802	117	229
田	1813	131	231
森	1344	112	241
館	1153	147	190
札幌	984	124	190
根室	922	122	156

明治四十四年三月京都測候所調査に係る過去三十ヶ年の平均を示せば次の如し。

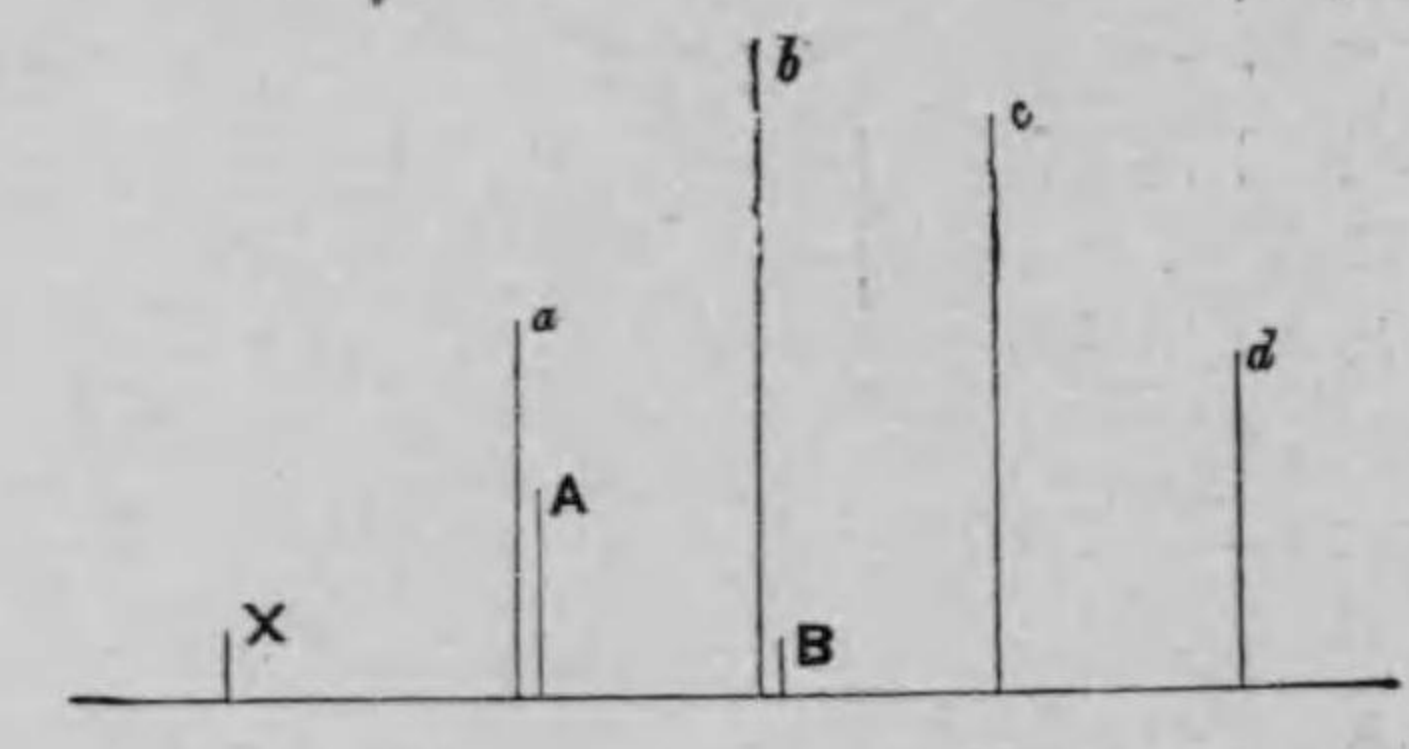
月	降雨量ミリメートル	0.1ミリメートル以上降雨ありし日数
1	62.1	13.
2	61.2	13.
3	113.4	16.
4	165.8	14.
5	145.1	14.
6	236.7	16.
7	208.0	15.
8	139.4	12.
9	204.3	15.
10	120.3	11.
11	77.0	11.
12	50.1	12.
計	1593.4	162.

水
力

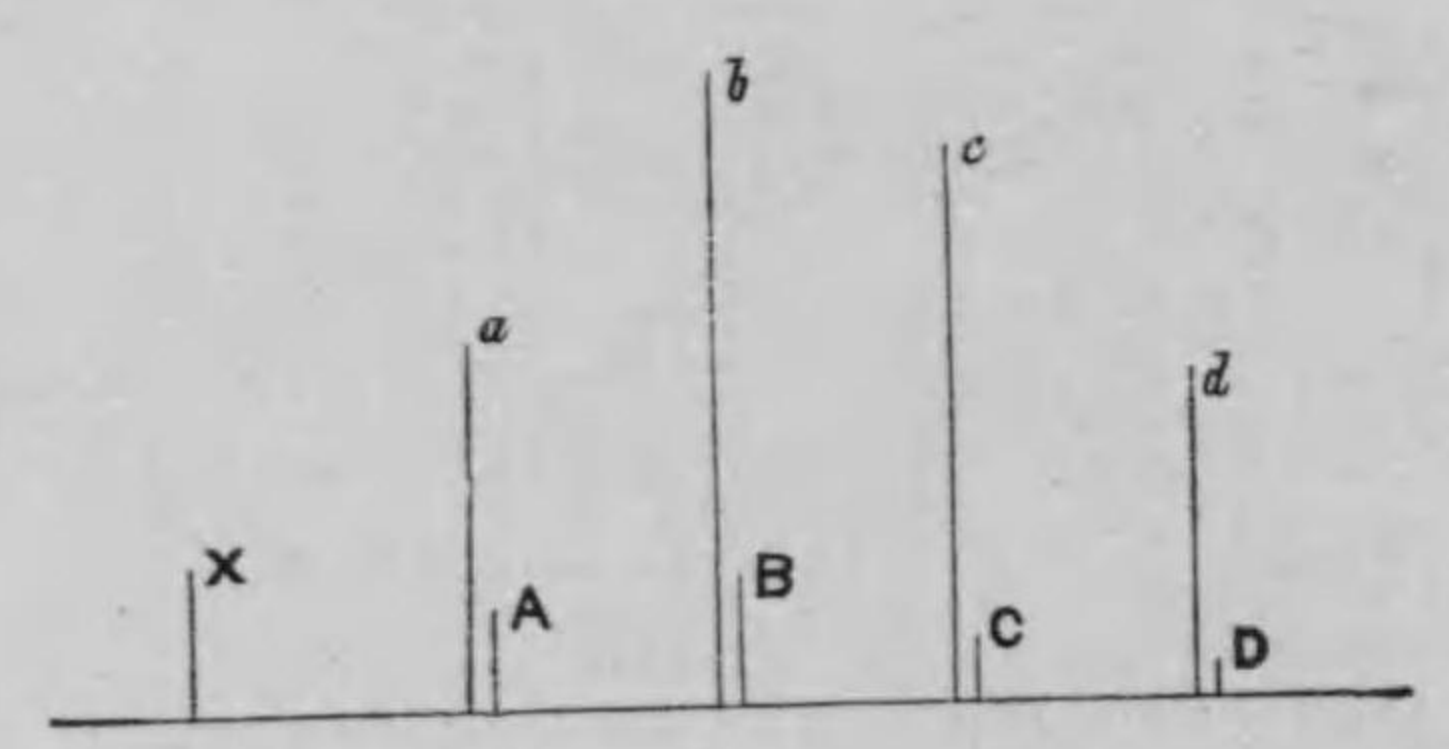
二八

此降雨量は三十ヶ年平均にして前の表は二十ヶ年平均なる故に京都降雨量に僅少の差あり。
前に述べたる降雨量の幾何の部分が河川の流量として顯はる、かは甚だ複雑して確かなること知り難しと雖もその大體を記せば次の如くなるべし。

第十七圖甲



第十七圖乙



圖乙稍大なる河にて見る如く小なる河にては前々日の降雨は、既に當日の流量に影響せずと雖も大なる河川にあつては前々日に降りし降雨が尙影響をなし河川の大なるに随ひ日数を逆りて影響すること大なりと知るべし。

水力の調査

二九

a = 當日の降雨量に流域面積を乗じたる者
 b = 前日の " " "
 c = 前々日 " " "
 d = 前々々日 " " "
 x = 常水として流る、流量
A B C D 等は降雨量の内當日其河川に流れ來るべき水量とすれば第十七圖甲(小なる川)及び第十七

又河川の断面積及び其流水勾配を測り流量を計算することあり(後に述ぶる水路流量の計算を参照すべし)然れども多くの河は適當なる断面を有せず又勾配の實測に於ても謬誤を生じ易し故に断面積及勾配を以て流量を定めんとするは只參考に資する程度に止めざるべからず。

(三) 鑑定、實例に徴し河川の流量を断定するものにして我邦の河川に於ては十平方哩位の流域ある河川に於ては其最小流量は

每平方哩に付 10—15 立方呎毎秒

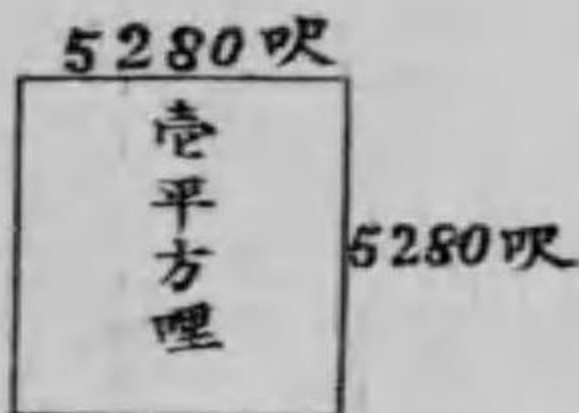
にして最大流量は其百倍乃至二百五十倍なり

二千平方哩位の大なる流域に於ては

最小流量 15—20 立方呎毎秒每平方哩、

最大流量は其二十五倍乃至五十倍なり

假令ば二十平方哩の流域ある河川は其最小流量は毎秒二十立方呎乃至三十立方呎にして最大洪水量は毎秒 $20 \times 100 = 2000$ 立方呎乃至 $30 \times 250 = 7500$ 立方呎なり、最小流量少く最大洪水量多き河川は山勢急にて不透水の地質を有し



樹木少く其流域の形團扇の如きものなり。

河川流量と水力に要する流量との關係

以上述ぶるが如く河川の流量は自然流下に任ずるときは甚敷不同あり。

夏期及冬期は普通流水の少きときにして本邦に於ては山陽道及瀬戸内海に面する四國地方は他の地方に比して水涸甚だし。

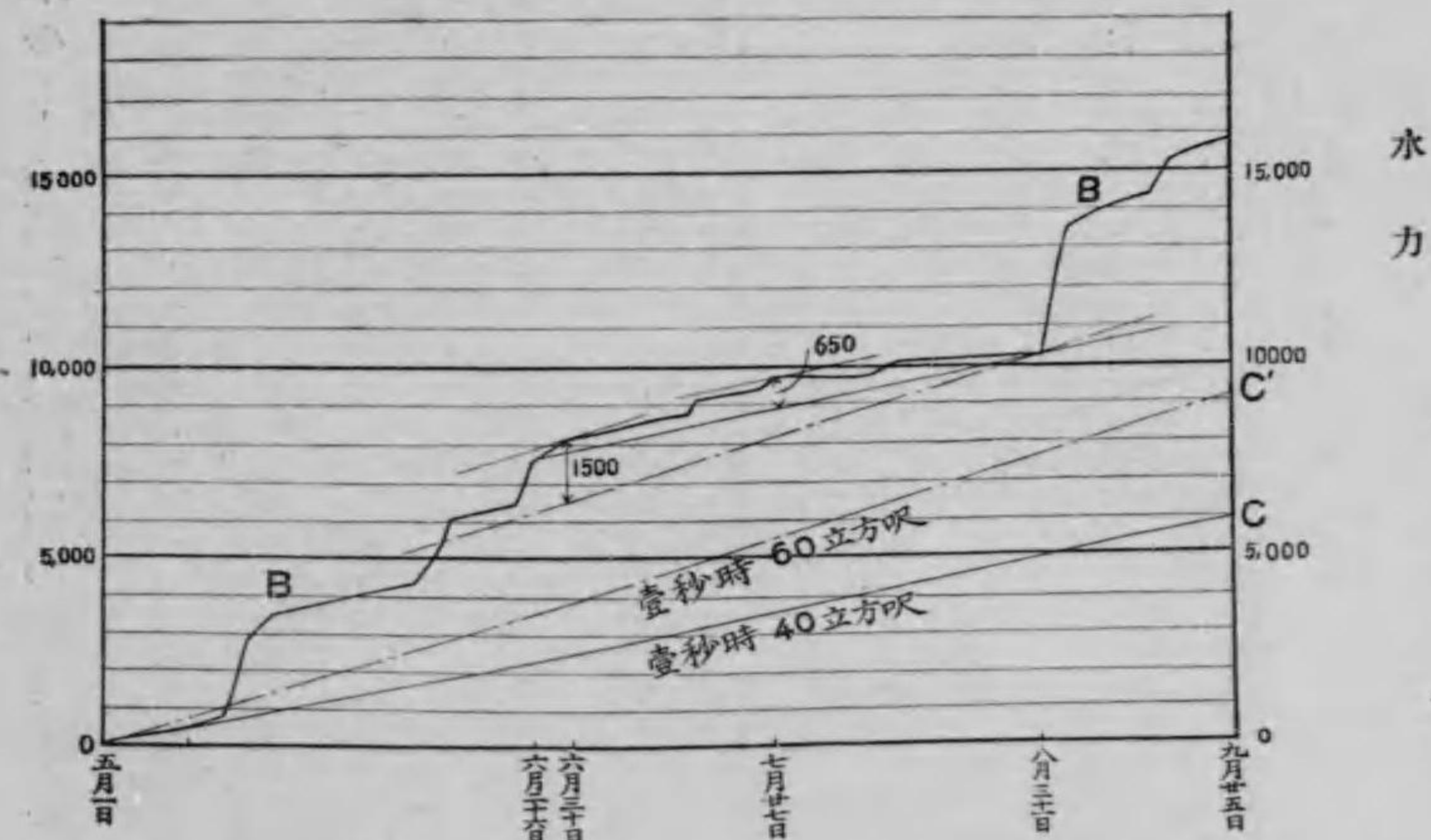
斯の如く河川の流水一定せざる故に水力に其最少流量を利用するを目的とすれば平素多量の流水は利用するに由なく剩餘の水を貯水する方法を適用し得べき地方は大に便宜あり今貯水を爲して不同の流れより稍一定の流量を利用せんと欲するときの場合を考へ左に一例を示さん。

次表に示す如き流量ある河川ありと假想し(便宜の爲めに一日中は全く變化なきものとし)日毎に變化ありとせり)最少流量は八月十七日より同月三十一日に至る期間とす即ち此一秒時間に付十立方呎(十個)を以て發電所を設計すれば如何なる場合にも水量の不足を感ずることなしと雖も年中多くの場

月日	A	B	C	月日	A	B	C	月日	A	B	C
5 1	40	40	40	6 21	100	6200	2080	8 12	20	10020	4150
2	"	80	80	22	"	6300	2120	13	"	10040	4200
3	"	120	120	23	"	6400	2160	14	"	10060	4240
4	"	160	160	24	"	6500	2200	15	"	10080	4280
5	"	200	200	25	1000	7500	2240	16	"	10100	4320
6	"	240	240	26	100	7600	2280	17	10	10110	4360
7	"	280	280	27	"	7700	2320	18	"	10120	4400
8	"	320	320	28	"	7800	2360	19	"	10130	4440
9	"	360	360	29	"	7900	2400	20	"	10140	4480
10	"	400	400	30	"	8000	2440	21	"	10150	4520
11	50	450	440	7 1	50	8050	2480	22	"	10160	4560
12	"	500	480	2	"	8100	2520	23	"	10170	4600
13	"	550	520	3	"	8150	2560	24	"	10180	4640
14	"	600	560	4	"	8200	2600	25	"	10190	4680
15	"	650	600	5	"	8250	2640	26	"	10200	4720
16	"	700	640	6	"	8300	2680	27	"	10210	4760
17	2000	2700	680	7	"	8350	2720	28	"	10220	4800
18	100	2800	720	8	"	8400	2760	29	"	10230	4840
19	"	2900	760	9	"	8450	2800	30	"	10240	4880
20	"	3000	800	10	"	8500	2840	31	"	10250	4920
21	"	3100	840	11	40	8540	2880	9 1	750	11000	4960
22	"	3200	880	12	"	8580	2920	2	2200	13200	5000
23	"	3300	920	13	"	8620	2960	3	300	13500	5040
24	50	3350	960	14	"	8660	3000	4	100	13800	5080
25	"	3400	1000	15	"	8700	3040	5	"	13700	5120
26	"	3450	1040	16	300	9000	3080	6	"	13800	5160
27	"	3500	1080	17	30	9030	3120	7	"	13900	5200
28	"	3550	1120	18	"	9060	3160	8	"	14000	5240
29	"	3600	1160	19	"	9090	3200	9	50	14050	5280
30	"	3650	1200	20	"	9120	3240	10	"	14100	5320
31	"	3700	1240	21	"	9150	3280	11	"	14150	5360
6 1	"	3750	1280	22	"	9180	3320	12	"	14100	5400
2	"	3800	1320	23	"	9210	3360	13	"	14250	5440
3	"	3850	1360	24	"	9240	3400	14	"	14300	5480
4	"	3900	1400	25	"	9270	3440	15	1000	15300	5520
5	"	3950	1440	26	"	9300	3480	16	100	15400	5560
6	"	4000	1480	27	20	9500	3520	17	"	15500	5600
7	"	4050	1520	28	25	9525	3560	18	50	15550	5640
8	"	4100	1560	29	"	9550	3600	19	"	15600	5680
9	"	4150	1600	30	"	9575	3640	20	"	15650	5720
10	"	4200	1640	31	"	9600	3680	21	"	15700	5760
11	100	4300	1680	8 1	20	9620	3720	22	"	15750	5800
12	"	4400	1720	2	"	9640	3760	23	"	15800	5840
13	"	4500	1760	3	"	9660	3800	24	"	15850	5880
14	"	4600	1800	4	"	9680	3840	25	"	15900	5920
15	"	4700	1840	5	"	9700	3880	26	"	15950	5960
16	"	4800	1880	6	"	9720	3920	27	"	16000	6000
17	"	4900	1920	7	"	9740	3960				
18	"	5000	1960	8	"	9760	4000	A	ハ川ノ流量毎秒立方呎		
19	1000	6000	2000	9	"	9780	4040	B	ハ其累計		
20	100	6100	2040	10	"	9800	4080	C	ハ需用水量ノ累計		
				11	200	10000	4120				

貯へ置くべき水量なり而して七月二十七日に於て六百五十を得るには平行線の終點即ち六月二十六日より水を貯ふれば可なることを知る。

第十八圖



合に於て剰餘の水を捨るは不經濟なり今貯水池を作りて水を貯へ毎秒四十立方呎の水を利用せんと欲し幾何の水を貯ふべきかを知らんと欲せば第十八圖に示す如く流量を累計してOBなる線を畫き次に一秒時四十立方呎を累計したる○○線を引くべし需用一定なれば○○は直線なり○○に平行なる線を引き之を上下に動かして見るときは○○線と唯だ二點に於て出逢ふ位置を見出すべし然してその直線の上に最大垂直距離をはかる時は七月二十七日に於て六百五十を得べし即ちこれ七月二十七日に於て

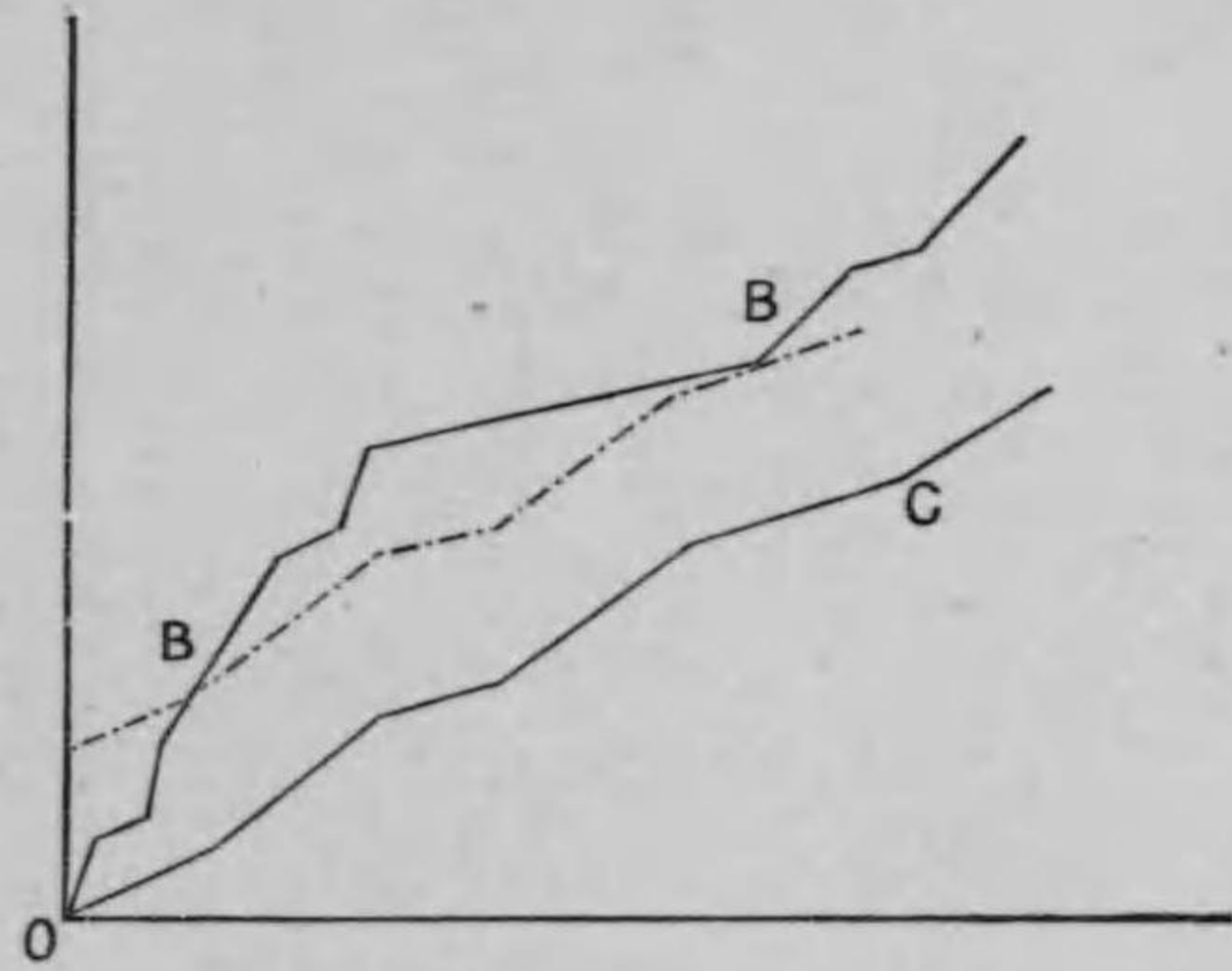
若し毎秒六十立方呎を利用せんとすれば前と同様の方法により六月三十日に於て千五百を貯ふるを要す、六百五十と云ひ千五百と云ひ何れも毎秒の流量を單位として求めしものなるを以て實際は $650 \times 60 \times 60 \times 24 = 56,160,000$ 立方呎或は $1,500 \times 60 \times 60 \times 24 = 129,600,000$ 立方呎を貯ふるを要する者と知るべし。

又第十八圖の如く圖を作らずとも計算より求むることを得べし即ち前表により

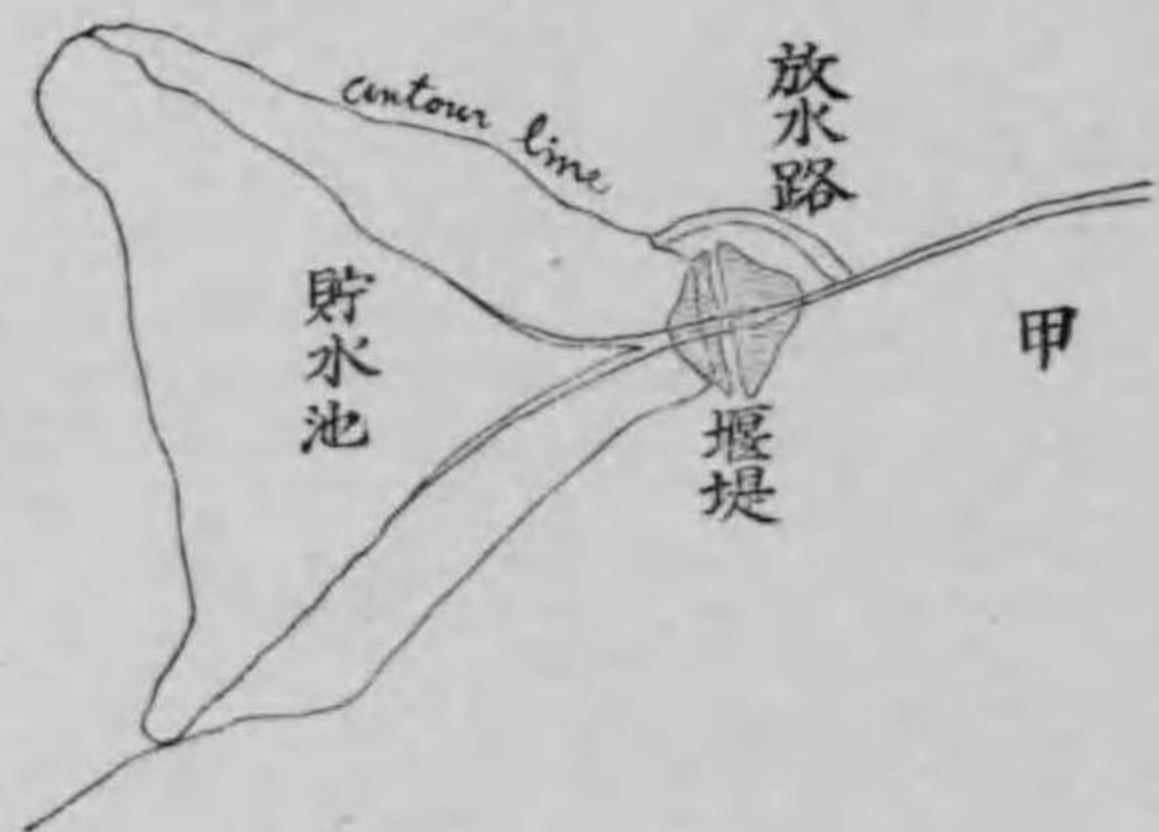
八月三十一日に於て	10250	B	4920	C
七月二十七日に於て	9500		3520	
	750		1400	

故に $1400 - 750 = 650$ の不足ありと知るべし
 或る場合には需用が變化することあり即ちOCが一直線とならざることあり、此場合にはOCを謄寫紙に寫し第十九圖のBB線の上に動かし前と同一の方法を用ひ貯水量を定むるを得べし。

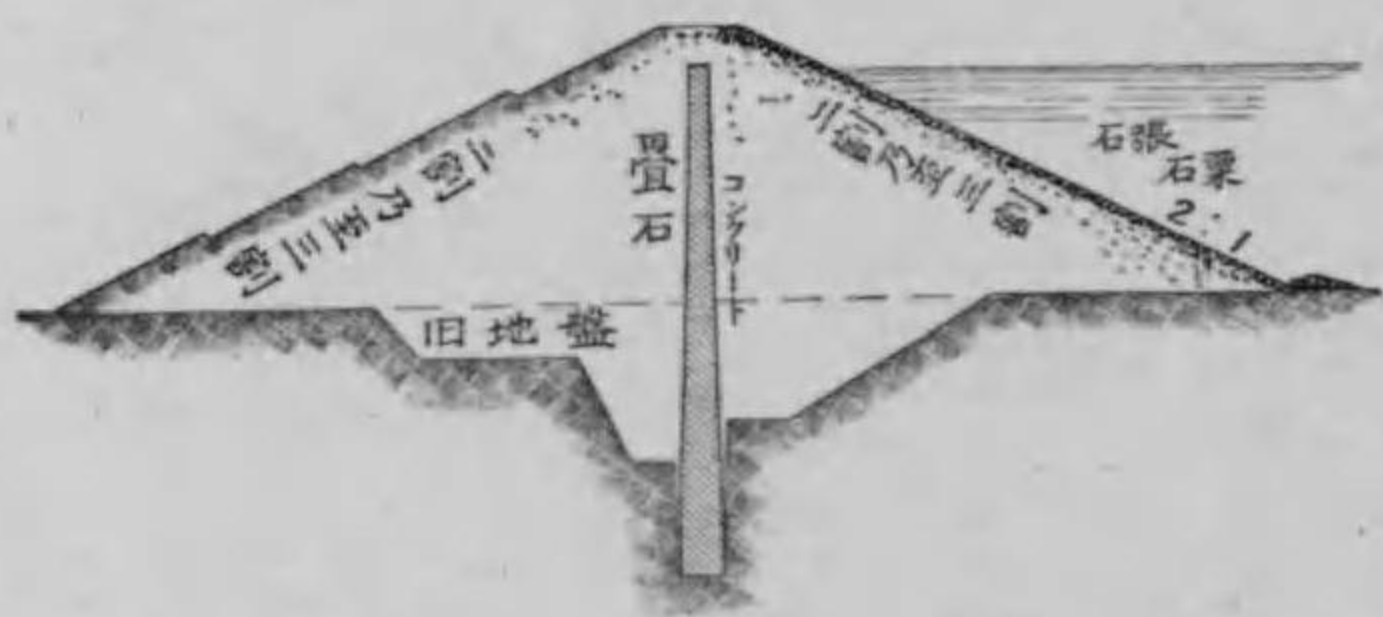
第十九圖



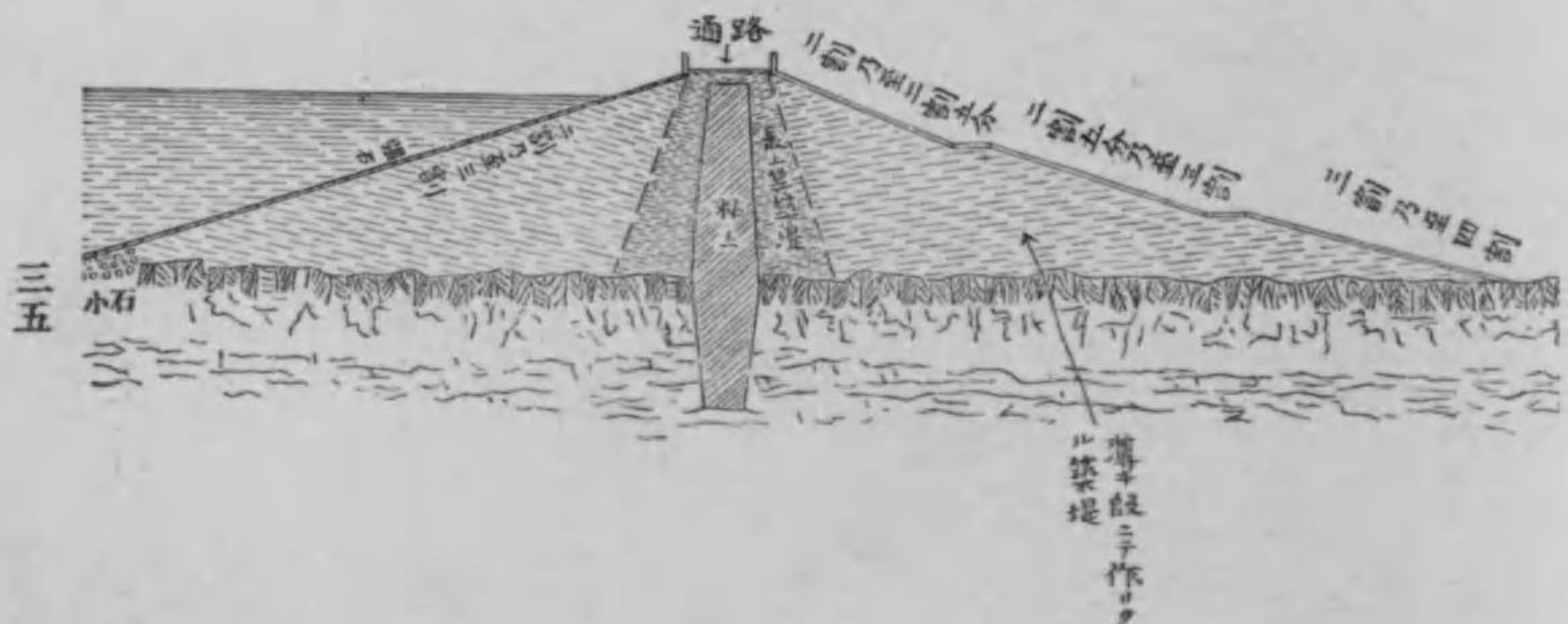
第二十圖



第二十一圖



第二十二圖



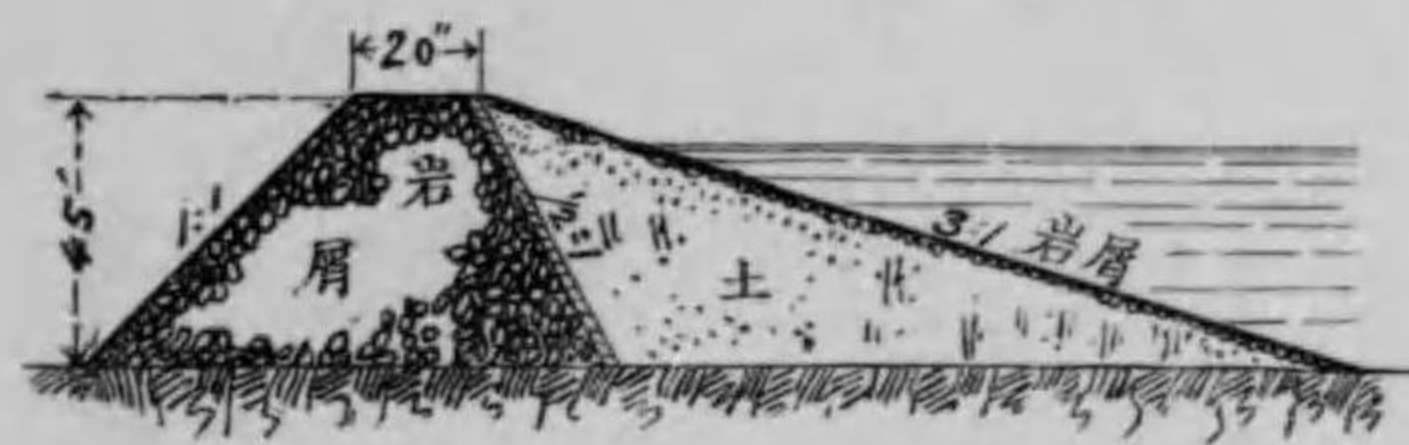
河川流量と水力に要する流量との關係

實際の貯水量は豫定天候の相異又は貯水池の埋没等を見込み以上計算したるもの、少なくとも五割増以上二倍たるを要す。

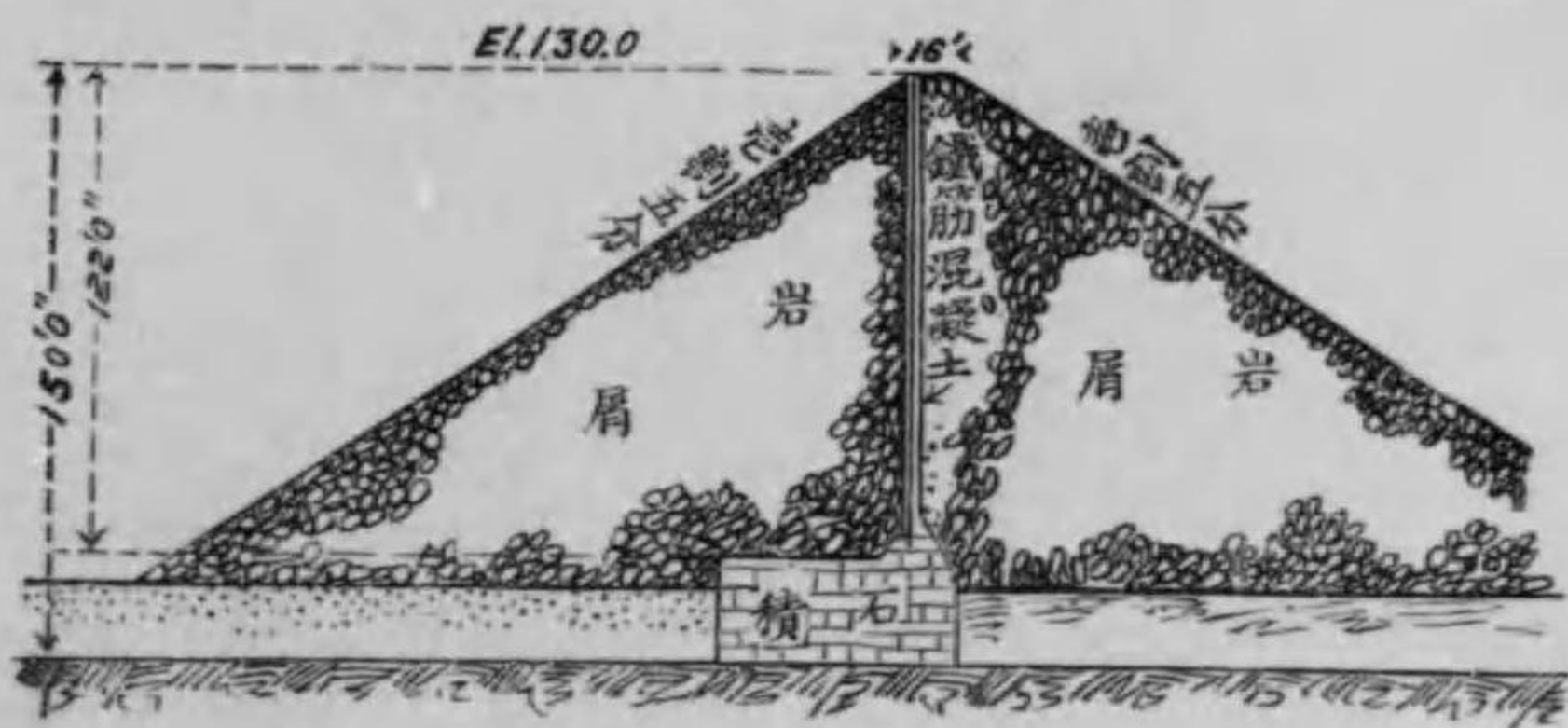
堰堤 Dam.

前に述べたる貯水用の堰堤は河川の合流點に類似して同高低線の一度相接近し再び相離る、場處第二十圖に示す如き處を適當とす而して地盤の宜しからざるところに於ては第二十一圖二十圖に示す如く舊地盤を深く切り取り中央に粘土壁疊石コンクリート壁を入れ圖の如くに築造すべし之を Earthen dam 土堰堤

第二十三圖



第二十四圖



と云ふ。

又岩屑を用ひて築造したるものあり第二十三圖二十四圖に示すもの、如きを Rock fill dam 岩屑堰堤と云ふ。

堰堤内の Core 心壁羽金は不透水質の地層に達するを要す。

岩質の地盤にして石材の多量にあるところに於ては Stone dam 石堰堤を宜しとす其形は横滑り、沈下、顛覆、壓潰等のなきものたるべく第二十五圖二十六圖は實地に適する直線形のものなり。

其他最近に於ては「コンクリート」及「鐵筋コンクリート」を以て堰堤を作ることあり堰堤は必ずしも直線たるを要せず弧形にして拱形を取るものあり。土堰堤の参考書

Turneaure & Russel—Public water supply (1908) p. 339—365.

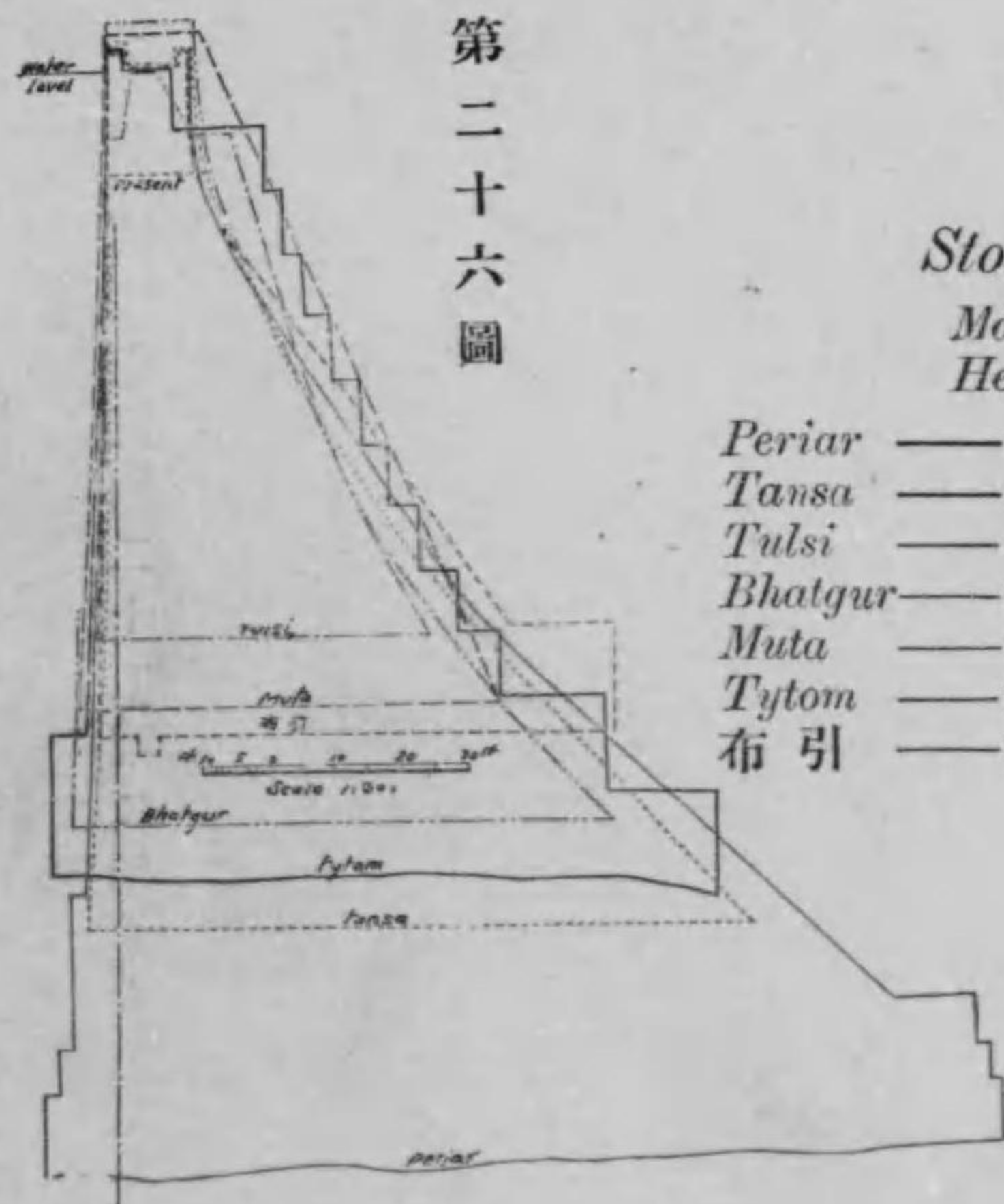
石堰堤参考書

Wegmann—The design and construction of masonry dam (1911).

第二十五圖



第二十六圖



Stone Dam

	Max. Height.	Top Width.	Bottom Width.
Periar	173 ^{ft}	12 ^{ft}	144.5 ^{ft}
Tansa	135	12	99.8
Tulsi	90	13	50.3
Bhatgur	127	12.5	81.7
Muta	107	14	64.0
Tytom	130	10	100.5
布引	105	12	78.6

風の爲めに貯水池の水面は隆起し又波を生ず。波の高さは其對岸に至るまでの距離と風力とに關係す(第二十七圖参照)圖中の點線は風なき時の水面なり。

H = 波の高さ呎 P = 對岸までの距離哩
ステブソン氏算式によれば

$$H = 1.5\sqrt{D} + (2.5 - \sqrt{D})$$

この式により計算すれば次の如し

$$D = \frac{1}{2} \quad 1 \quad 2 \quad 3 \text{哩}$$

$$H = 2.7 \quad 3 \quad 3.4 \quad 3.8 \text{呎}$$

又堰堤の高さは溢流の深さを見込み餘祐あるを要す小なる池にて 1呎-1呎.5
大なる池にて 2呎-2.5呎を要す

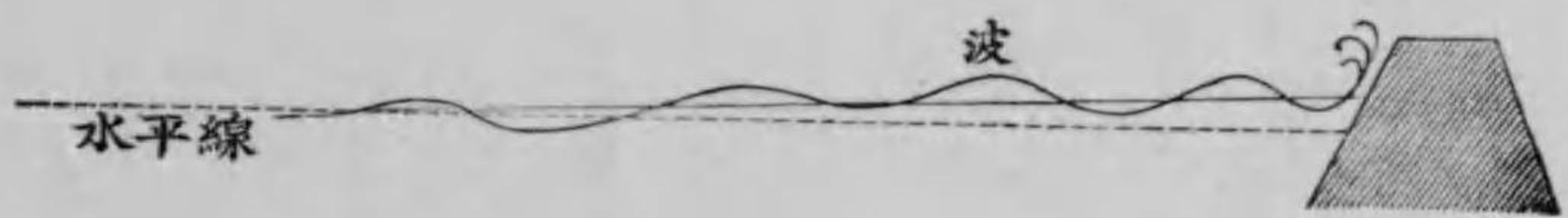
尙貯水池に關し注意すべきは其表面より水の蒸發する量の僅小ならざることなり精密なる數量は擧げ得ざれども測候所の觀測によれば降雨量の約八割は蒸發するものなれども場合によりては池の水面が大氣の溫度よりも冷かなる時は反つて水蒸氣の凝結を生ずることあり。

又貯水池には浸透漏水あり、漏水如何を見んがために石堰堤の内部に通路を作りて時々監査の便に供するものあり。世俗に於て蟻の穴より破る、と云はる、通り堰堤築堤は大なる注意を要す今堰堤破壊の實例の二三を述べ以て設計及び施工上の参考に資すべし。

Bradfield, Reservoir, Sheffield, England.

この貯水池は上水と水力との兼用にして高さ九十呎、上幅十三呎、長さ千二百九十呎、勾配二割五分の土堰堤なり中央に上幅四呎、下幅十八呎の粘土羽金の心壁あり、地面以下六十呎の深さより築き上げしものなり、堰堤の中央に長さ五百呎の鐵管を埋設しその鐵管によりて水を送ること、せしが千八百六十四年三月約一億立方呎の水を張り殆んど満水せんとするの際に當り水面に渦巻を生じしが三十分時を経ざる内に堤の全部缺潰したり下流の村々へ其危険を報ずる爲めに

第二十七圖



告知人を走らしたれども溢水の流れは告知人走るよりも速にして八百戸の人家を洗ひ去り二百の人命を失ひたり、この原因は鐵管の周圍に施したる粘土工事の不完全なるより漏水せしに始まる。故に現今に於ては鐵管を堤内に入れず他に敷設する者多し。

South Fork Dam, Pennsylvania, U. S. A.

一千八百五十二年に成りしものにして高さ七十呎、勾配二割の土堰堤なり、堤横の山腹に穴を掘り煉瓦造の取水道あり千八百八十九年五月三十日より同三十一日に亘り非常の豪雨あり、ために貯水池は満水し其放水路の小なりしかば爲めに遂に水は堤防の全面を超えて流れ始めしが間もなく全堤洗ひ去られたり、この下流に Johnstone 町あり、此處に架してある石拱橋の爲めに水は再び遮られ後に其橋の破壊せしにより損害を著大ならしめ約千人の生靈を失ひしと云ふ。

Puentes dam, Spain.

こは十八世紀の末葉に成りしものにして高さ百六十呎、上幅三十五呎、下幅

百四十七呎の石造堰堤なり、地盤の一部分岩石ならざりしかば砂利層に抗打工を施したり、千八百二年四月初めて満水せしが砂利を通じて水噴出し來り Dam の中央約二百呎の部分は穴となり堰堤に拱形の大穴を残して溢流せり此際六百人の死亡者ありしと云ふ。

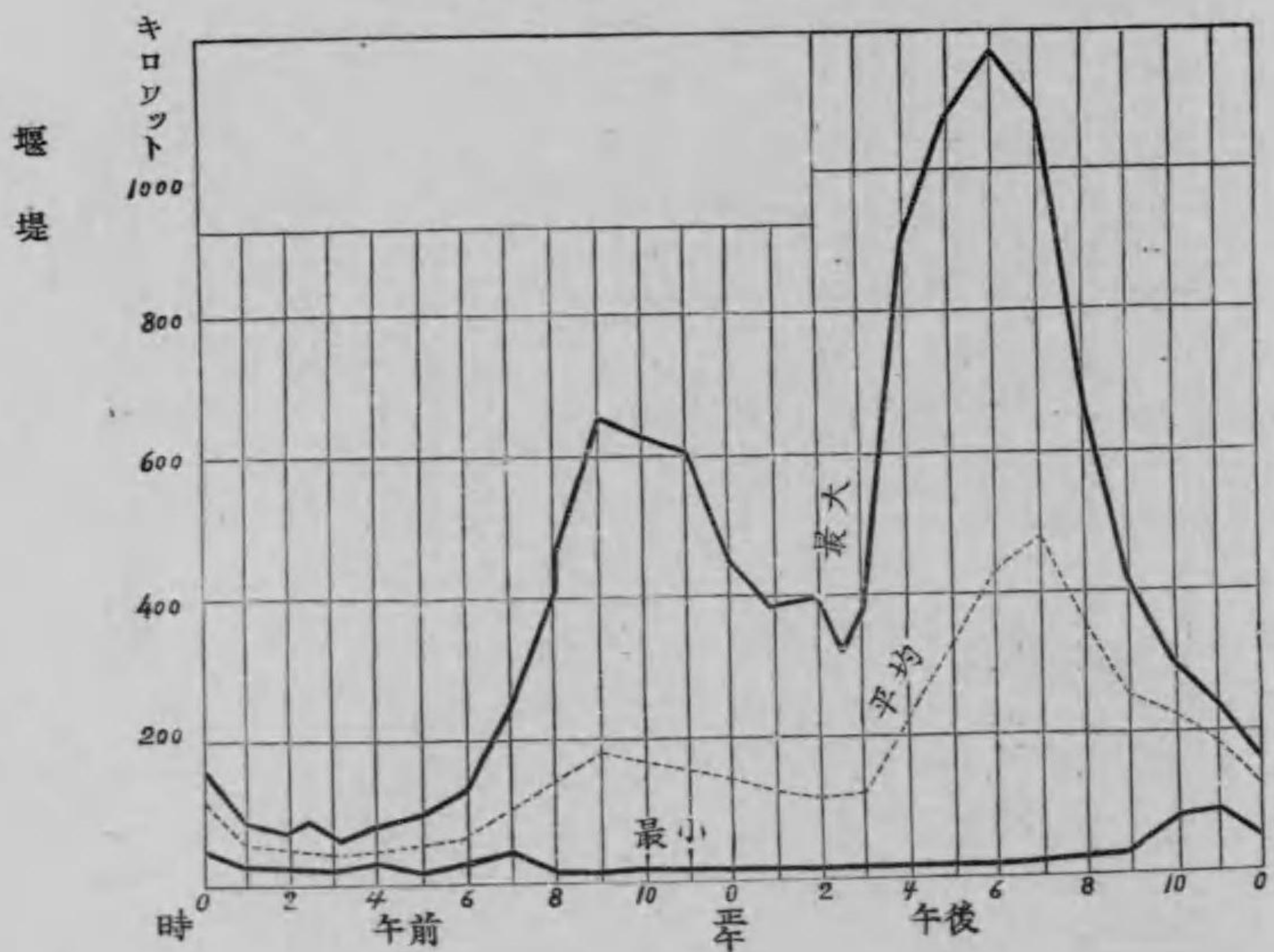
Habra dam, Algiers.

下幅八十呎、上幅十四呎、水深百十六呎の石造堰堤なり千八百七十一年竣工せしが翌年に至り少しく破壊せしところを修復せり、千八百八十一年十二月には上部の高さ五十呎、幅三百五十呎、破壊し四百人を溺らしたり、これ工事に用ひし水性石灰の質不良にして水に溶解せしによると云ふ。

Austin Dam Texas, U. S. A.

上幅十八呎、下幅六十呎、高さ六十呎の石造堰堤なり千八百九十年に工事に著手し千九百年四月洪水のために其一部六百呎下流に押し流されたり、この原因は同州の行政者が收賂せし結果にして工事粗悪なりしに依る工事擔任技師は斯の如き工事施工に對しては責任を負ふこと能はずと云ひ職を辭せ

第二十八圖



りと言傳ふ

震災の爲めに堰堤の破壊したる實例もあり。

又貯水池を設けず水量の變化に應ずる爲めに水力と火力とを併用する所あり、水力の需用も年中一定なるものにあらざるのみならず一日の中にも甚敷相異あり、第二十八圖に示すものは歐北クリスチナ市の電燈に對する需用圖にして一日の内に時刻によりて非常の相違あり

り、同市は歐北にありて夏期は夜中と雖も明るく冬期は終日點燈を要するこ
とあり此圖は變化の最も甚敷一例を示すに過ぎず。

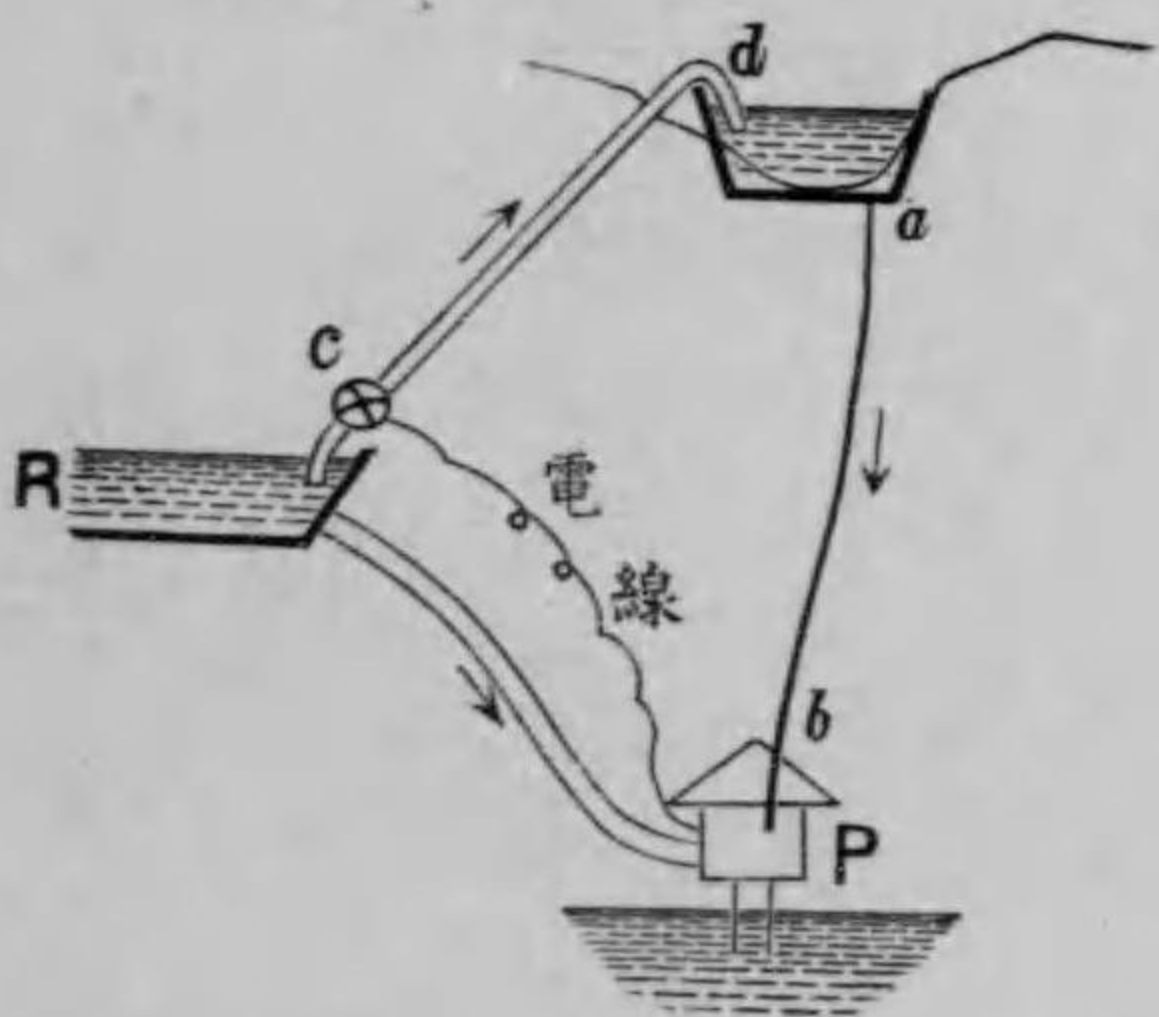
斯の如く需要水力は著しく變化ある故に發電所近くに小貯水池を作り日
日の變化に應ずる爲に火力を併用し以て調整する者あり蓄電の方法を取
者あり或は唧筒を用ひて水を高所に汲上げ置き貯水する者あり近年遠心力

唧筒 Centrifugal pump 大に進歩して二千呎の高
さに水を汲上げることも困難にあらず。

或は此一時刻の需用に應せしむる爲めに
別に補助發電所を設けるところあり。

例へば二千呎の高さに水を汲上げ置たれ
ば其流水摩擦を見込まずして一秒時に付一
立方呎の水量は能く百五十馬力の力を出す
を得べし、六時間用とすれば $1 \times 6 \times 60 \times 60 =$
21600 立方呎即ち十間四角深六尺の水量にて

第二十九圖



足るべし第二十九圖に示す如く電力を利用して發電所附近の山腹へ其水を
揚ぐることを得べし一日中に電力殘餘のある時に此唧筒を動かし置けば大
に便宜なり。

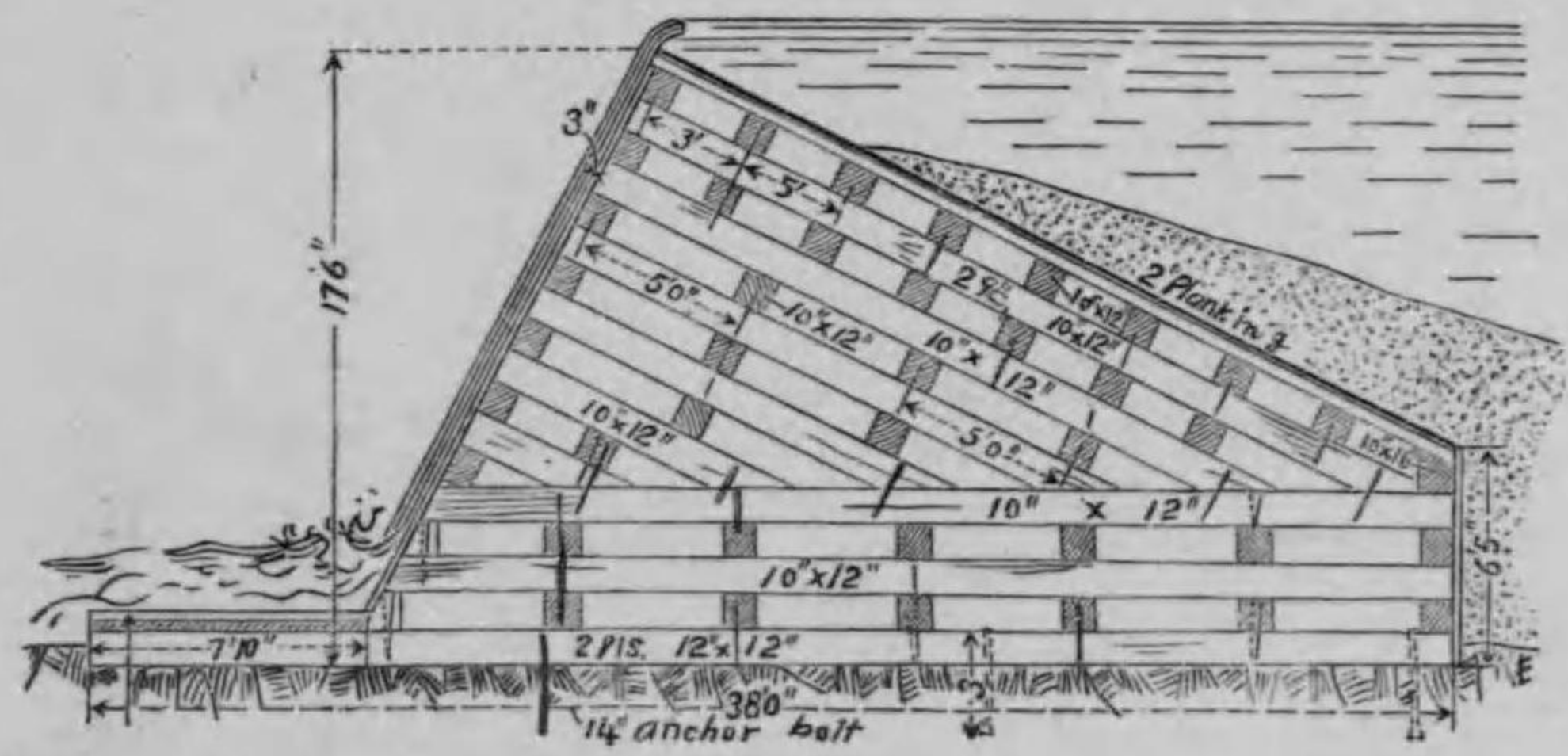
- P は水力發電所
- R は發電用水路
- c は水あるところに据付たる電氣唧筒 cd は其送水管
- d は山上の小貯水池
- ab は高壓少量の水にて動かす補助水車用の水管

水の取入の爲めに河川に設くる堰堤

水力工事の爲めに河川を横ぎり堰堤を築き取水場となす場合に於て不動
堰 fixed dam 可動堰 movable dam の二種あり。

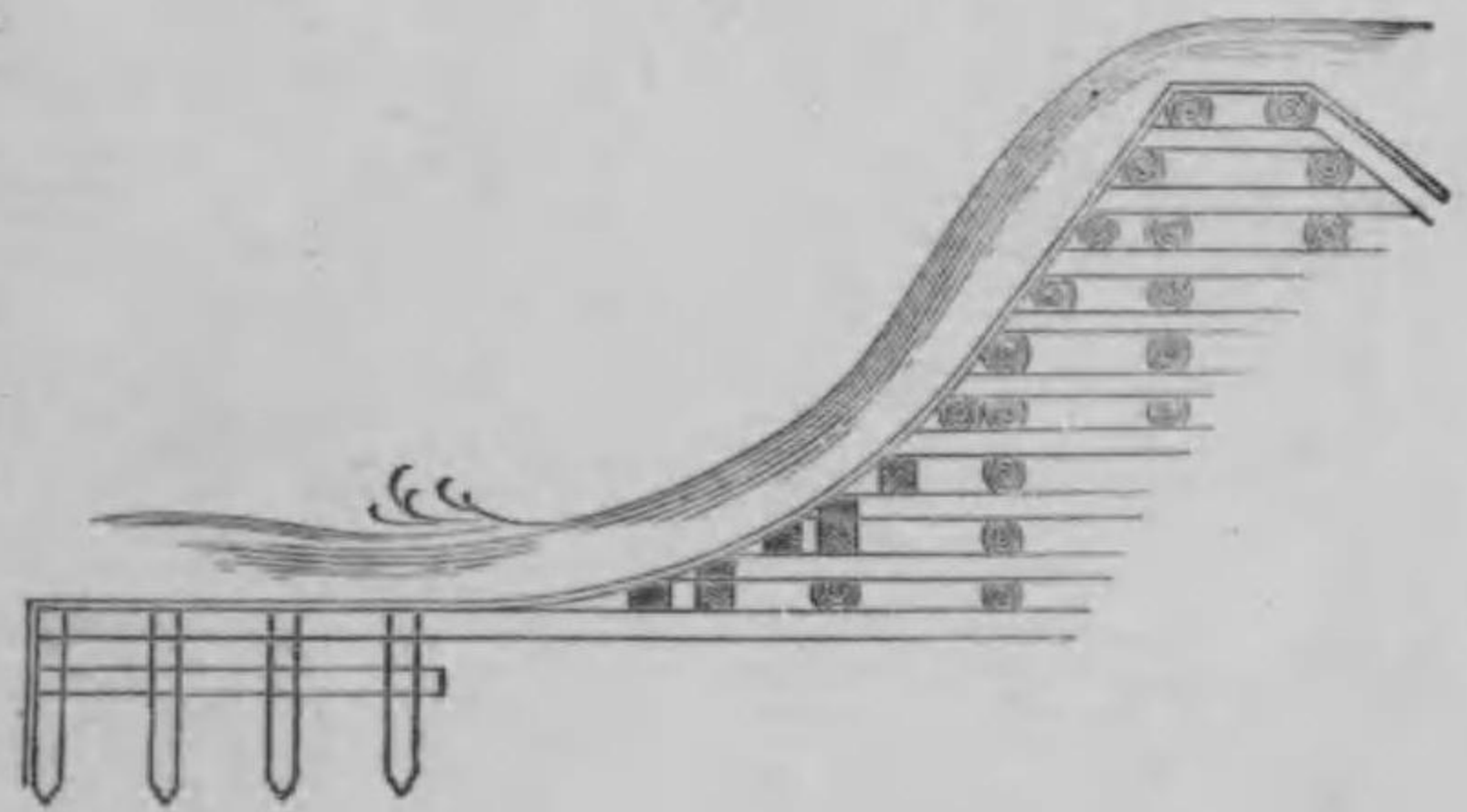
不動堰は其位置水勢、地盤の如何によりて其形狀、材料を異にす、材料は重に
木材、石材、コンクリート、鐵筋コンクリート等を用ふ。

第三十圖

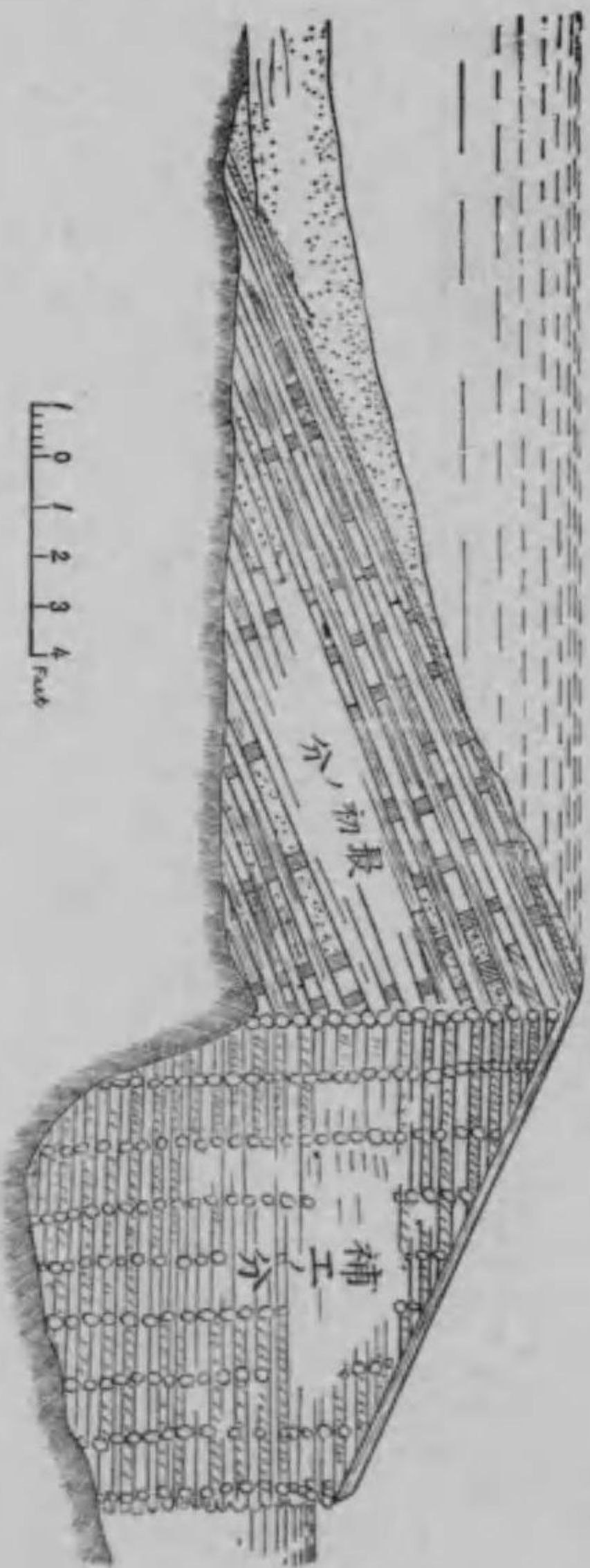


第三十圖は木材堰堤を示す。
第三十一圖は水落の部分に曲線形となしたるものにて流水の爲めに堰下の掘れるを防禦する爲めに木柱工を施したるものなり。

第三十一圖



第三十二圖

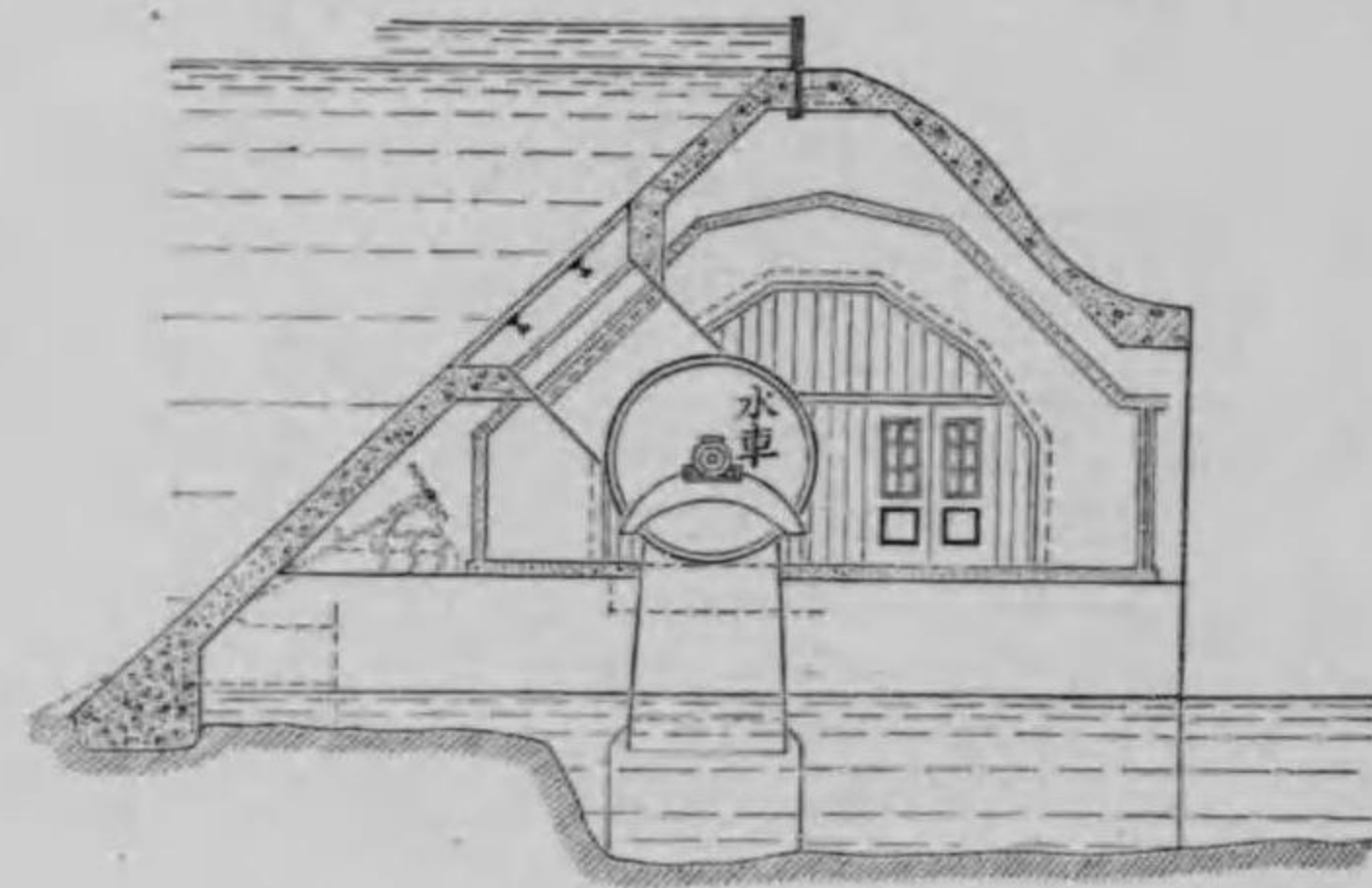


第三十二圖は米國ホリヨーク Holyoke に於ける堰堤なり最初左側の三角形のもののみなりしが下流甚だしく掘れ下り危険となりし故に後年右側に示す防禦工を施したり。

第三十三圖はホリヨークに於て改造したる石堰堤にして第三十四圖は米國ローエル Lowell の例を示す。

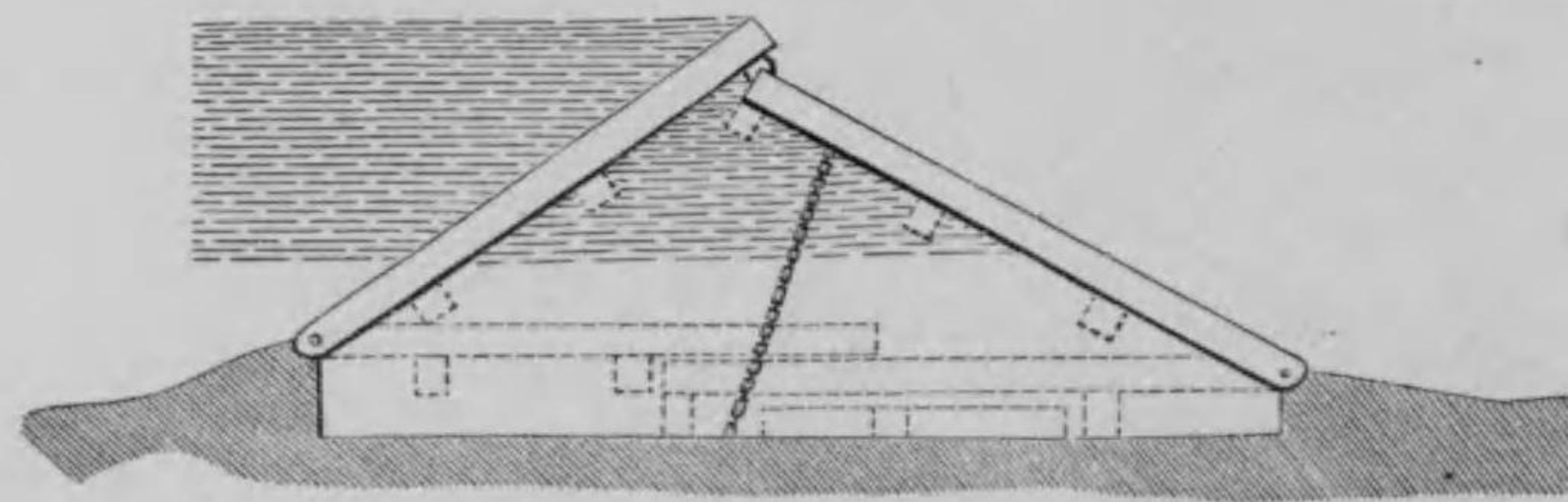
近頃は鐵筋混凝土を以て堰堤を作り内部の空隙なるを利用し此處へ水車を据付けたるものあり第三十五圖は其一例なり。

第三十五圖

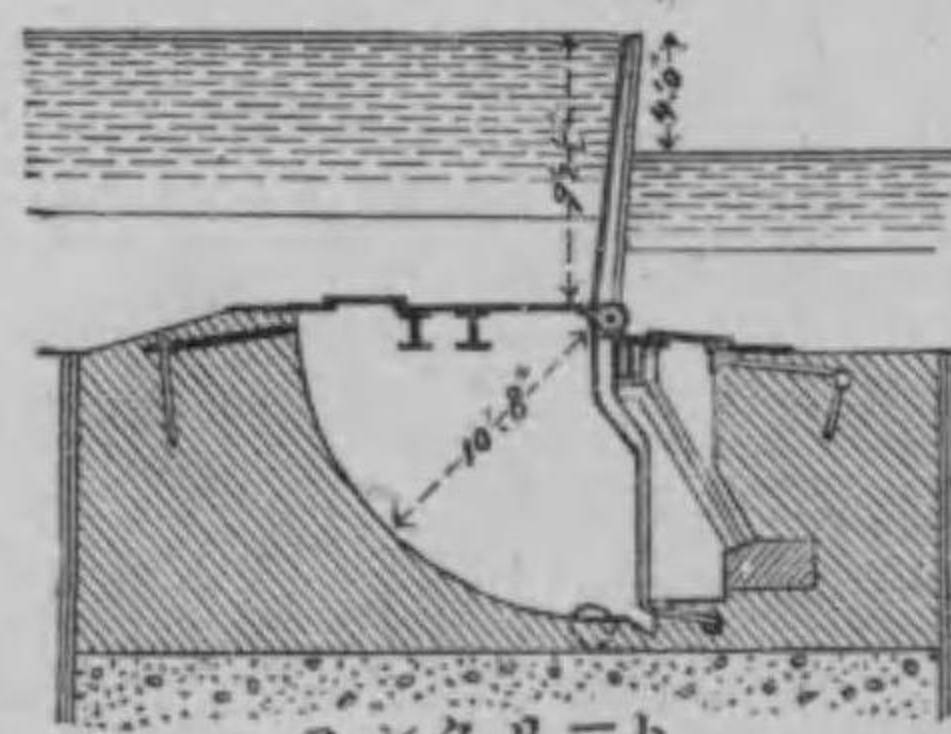


堰堤

第三十六圖



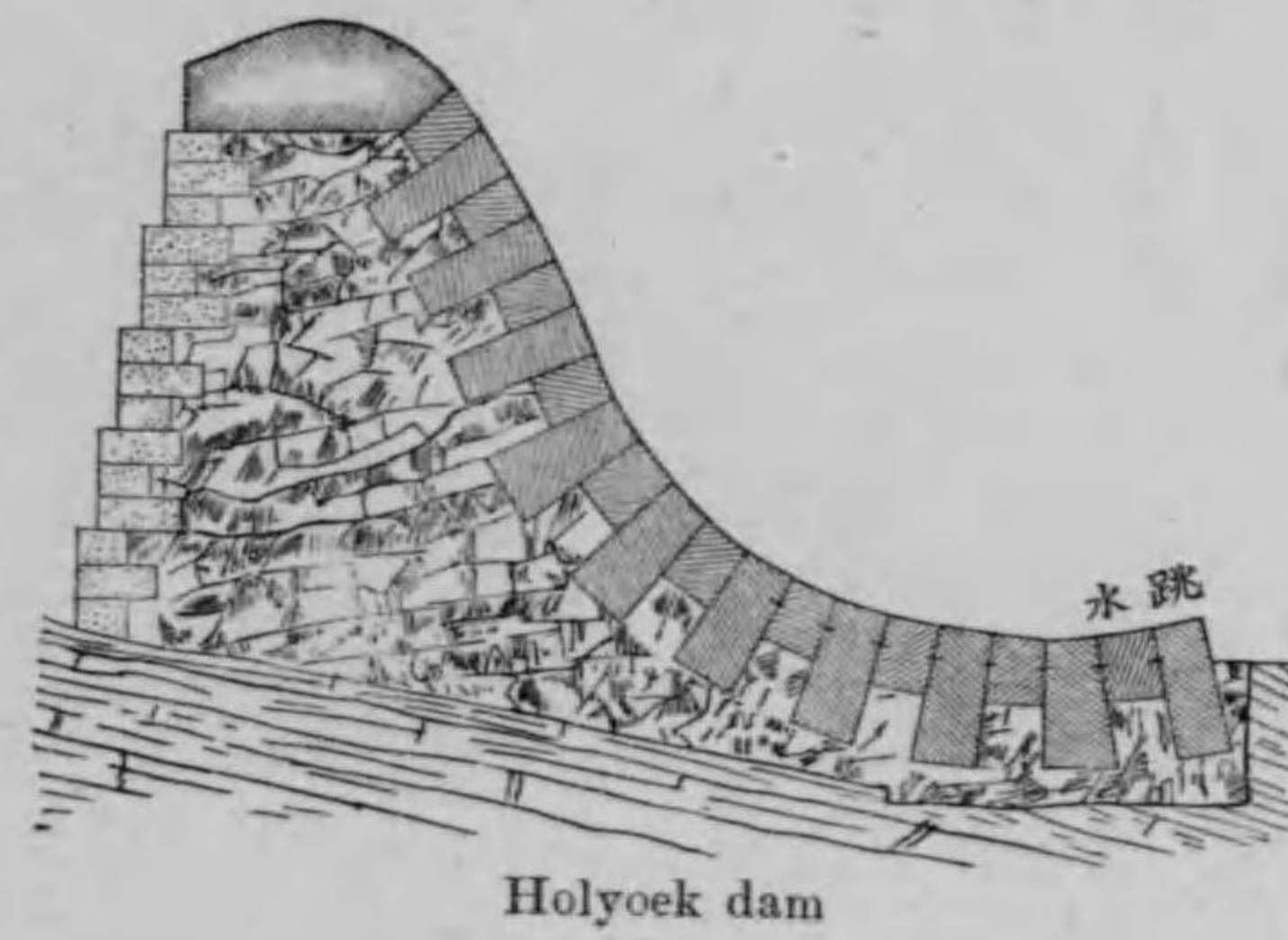
第三十七圖



第三十七圖は廻轉堰を示す。

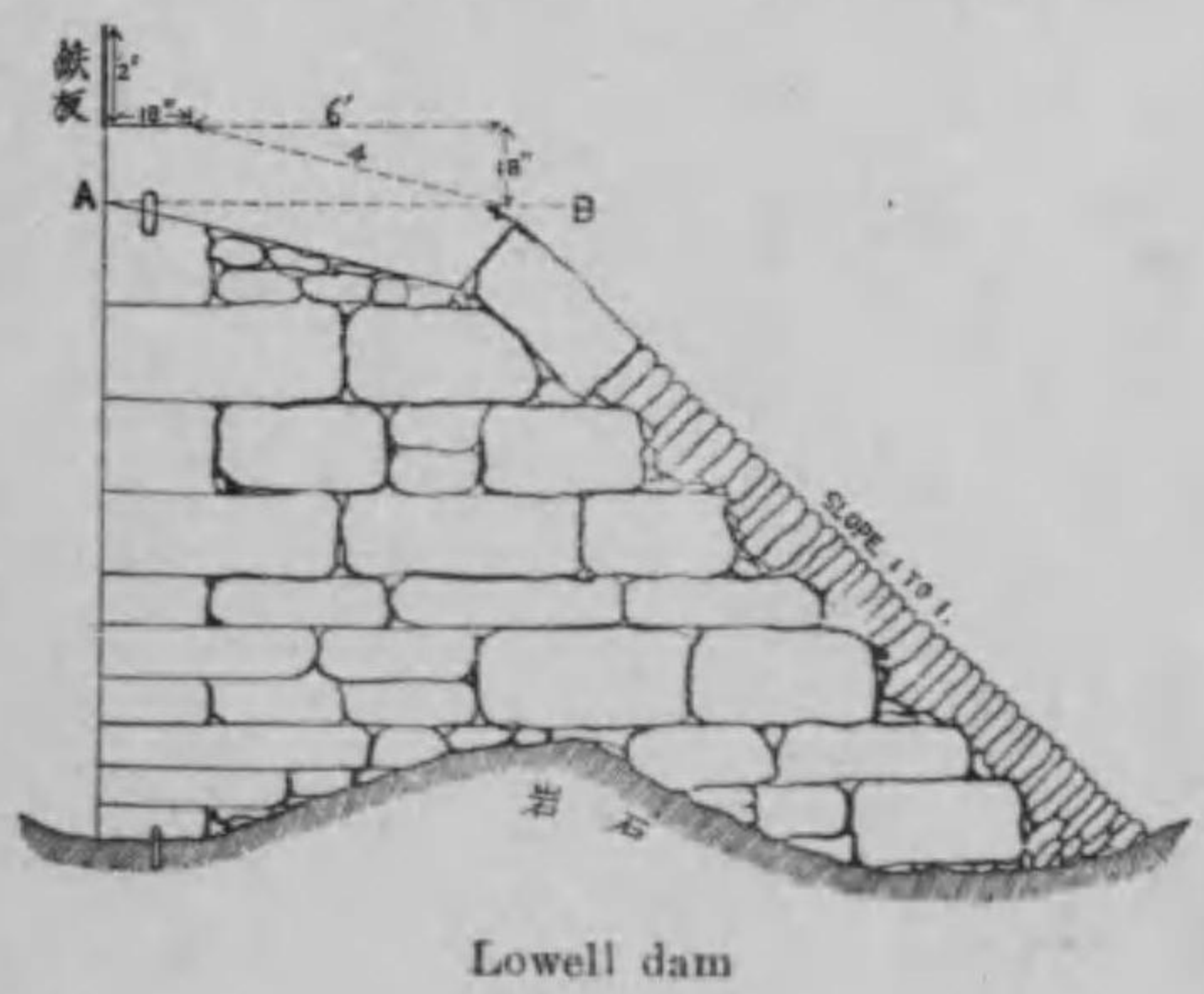
第三十八圖(甲)は簾卷上堰の枠を示し第三十八圖(乙)は其前面に張る木製の幕簾を示す之を引上げて後

第三十三圖



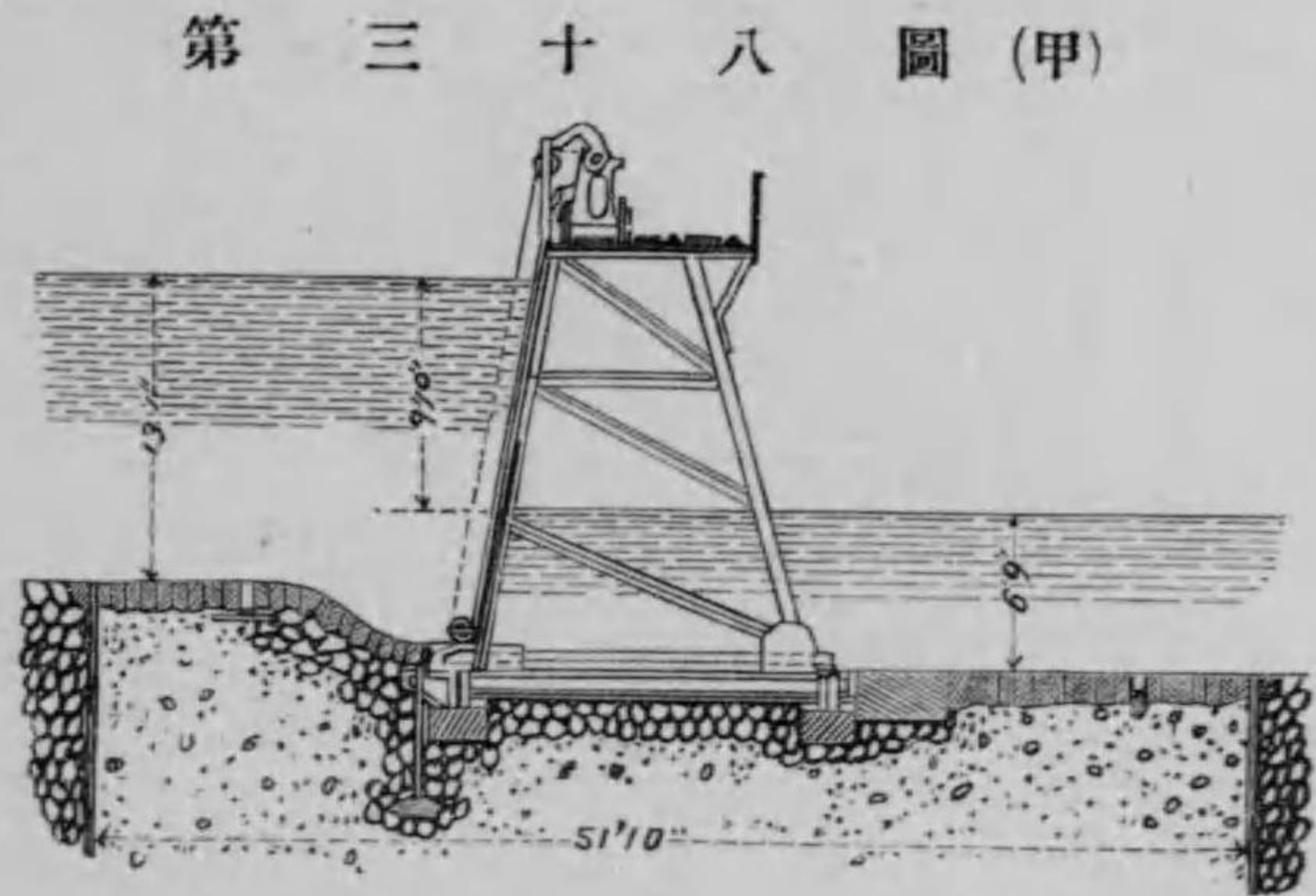
水力

第三十四圖



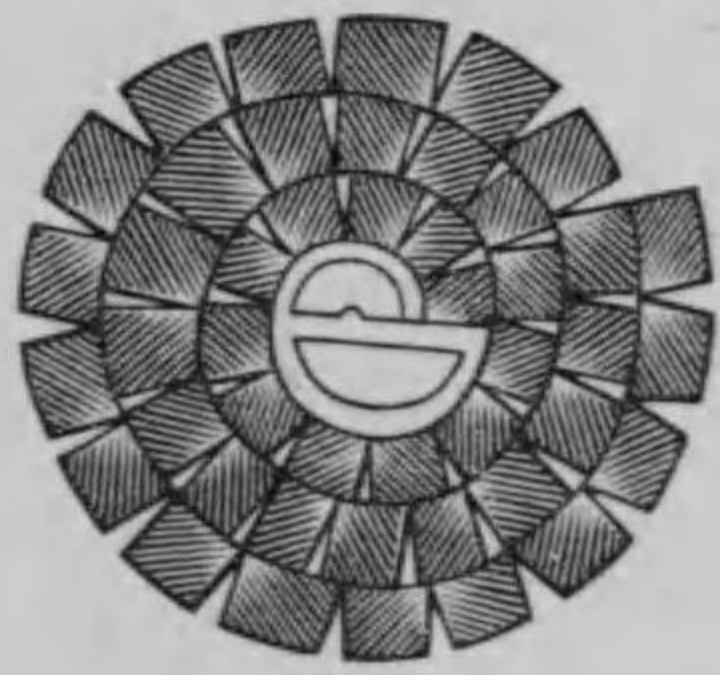
不動堰は洪水に際し河川の流れの妨害となるが故に可動堰を造り出水の際に之を動かし得るもの又は倒し得るものあり或はその一部分を開閉し流量を調整するの便に供するものあり其種類數多あり。第三十六圖は鎖曳堰と稱し之を倒すときは鎖を引くものなり。

水力



第三十九圖

第三十八圖 (乙)



に杵を水中に倒すこ
とを得

五〇

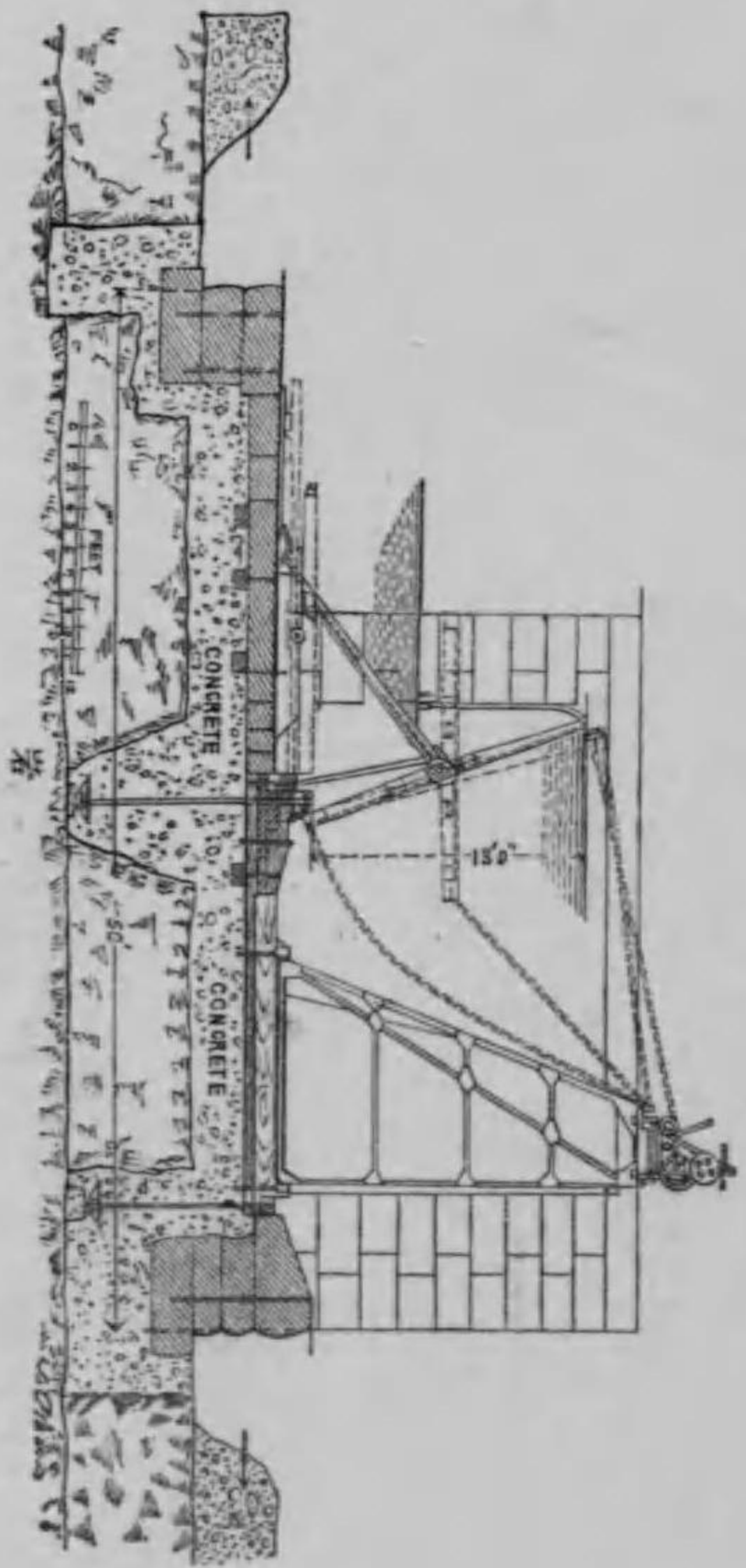
第三十八圖(甲)の幕
簾に代るに木棒第三
十九圖を用ひ堰の前
面に投入し又引抜く
ものあり棒は細き四
角形のものなり

低き點にて支持せらるゝを以て洪水の場合には自動的に倒るゝものとすこ
れを起すには杵の上の機械にて鎖を以て巻き引き上ぐるものなり可動堰は

第四十圖は廻轉倒
し堰を示す木の板に
て作られたる板戸は
その中心よりも稍や

尙此外に種々の形のものあり此種類の堰堤は砂利川に不適當なり砂利石類
流れ入り來るときは其掃除に困難なり

第四十圖

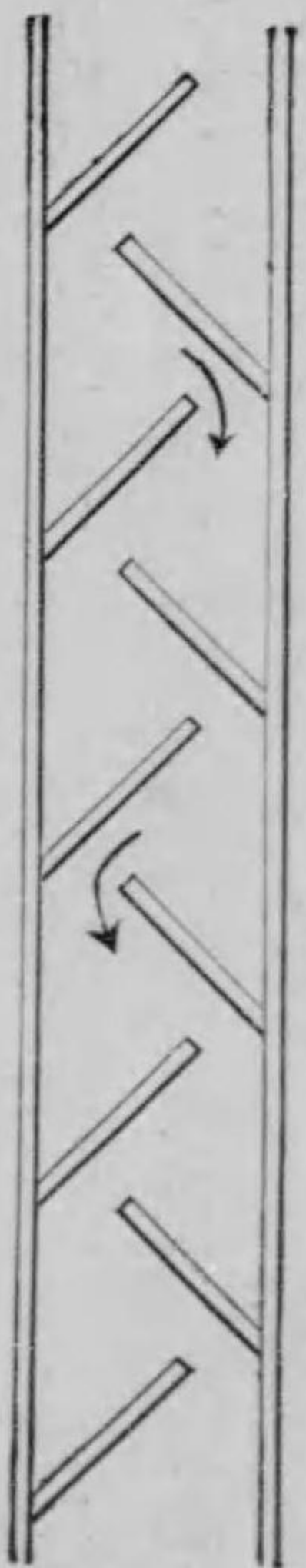


河川に堰堤を作りし場合には魚類の通路を絶つを以て堰側に第四十一圖
に示す如き魚梯を作ることあり此圖は平面圖にして流水は此梯子に激して
流れ魚類の逆るに便を與ふ

堰堤

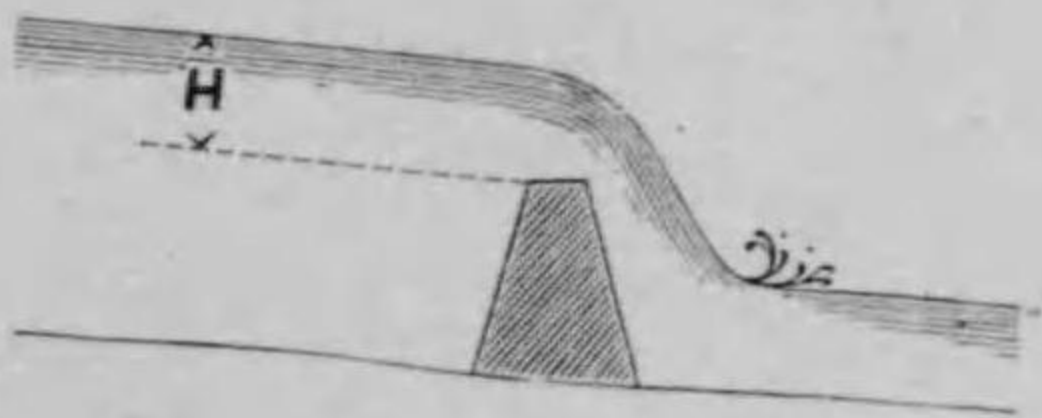
五一

第四十一圖



堰堤を作り流水を遮りたる爲めに水位上昇し來る高さ

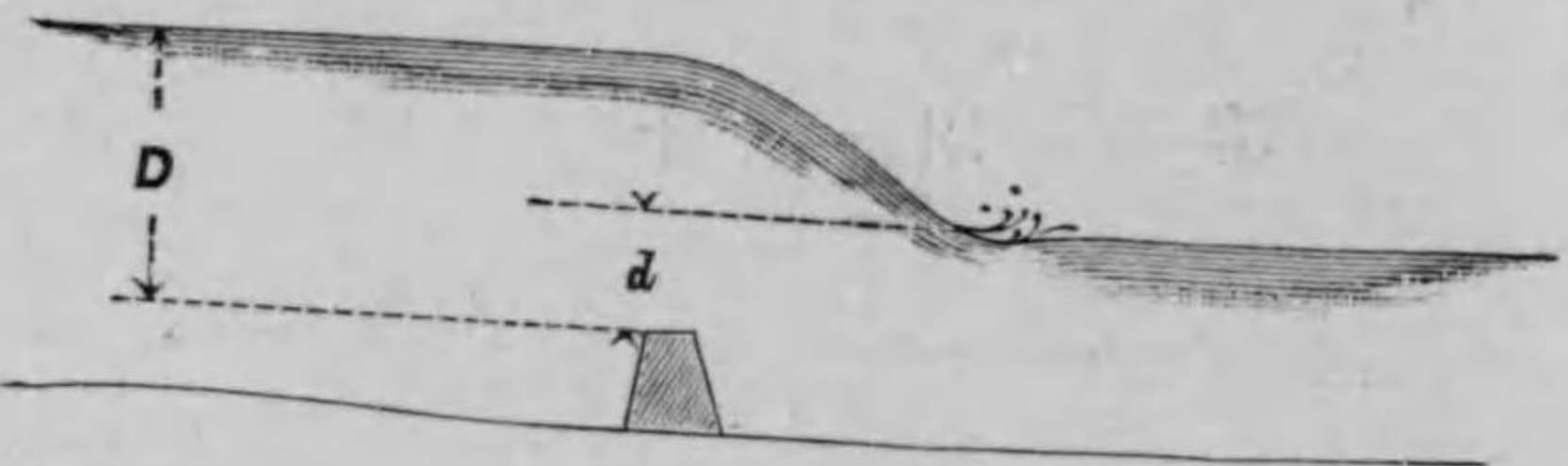
第四十二圖



$Q =$ 流量毎秒立方呎
 $B =$ 川幅(堰長)呎
 $H =$ 水嵩(堰上)呎
 $H = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{7B^2}}$ 概略

又堤の上端が下流の水面よりも低きこと第四十三圖に示す始き場合に於

第四十三圖



ては

$D = (H+d) - d \left(1 - \frac{1.25d}{H}\right)$ 概略

例へば $Q = 3,000$ $B = 150$ とすれば第四十三圖に於て

$H = \sqrt[3]{\frac{3,000 \times 3,000}{7 \times 150}} = \sqrt[3]{57} = 3.85$ 呎

次に $Q = 6,000$ $B = 150$ とすれば

$H = 6.1$ 呎なり。

$d = 1$ とすれば

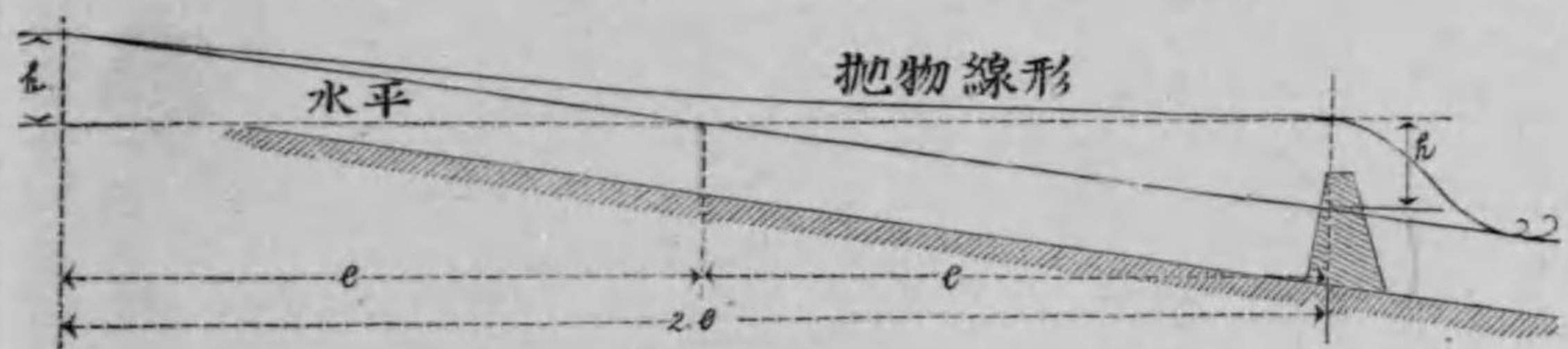
$D = (6.1 + 1.0) - 1 \left(1 - \frac{1.25 \times 1}{6.1}\right) = 6.3$ 呎

河底と水面とが平行して流れ居りし處へ堰堤を作りたるため水面隆起したるときは第四十四圖に示す如く其水面は凡そ拋物線形となる

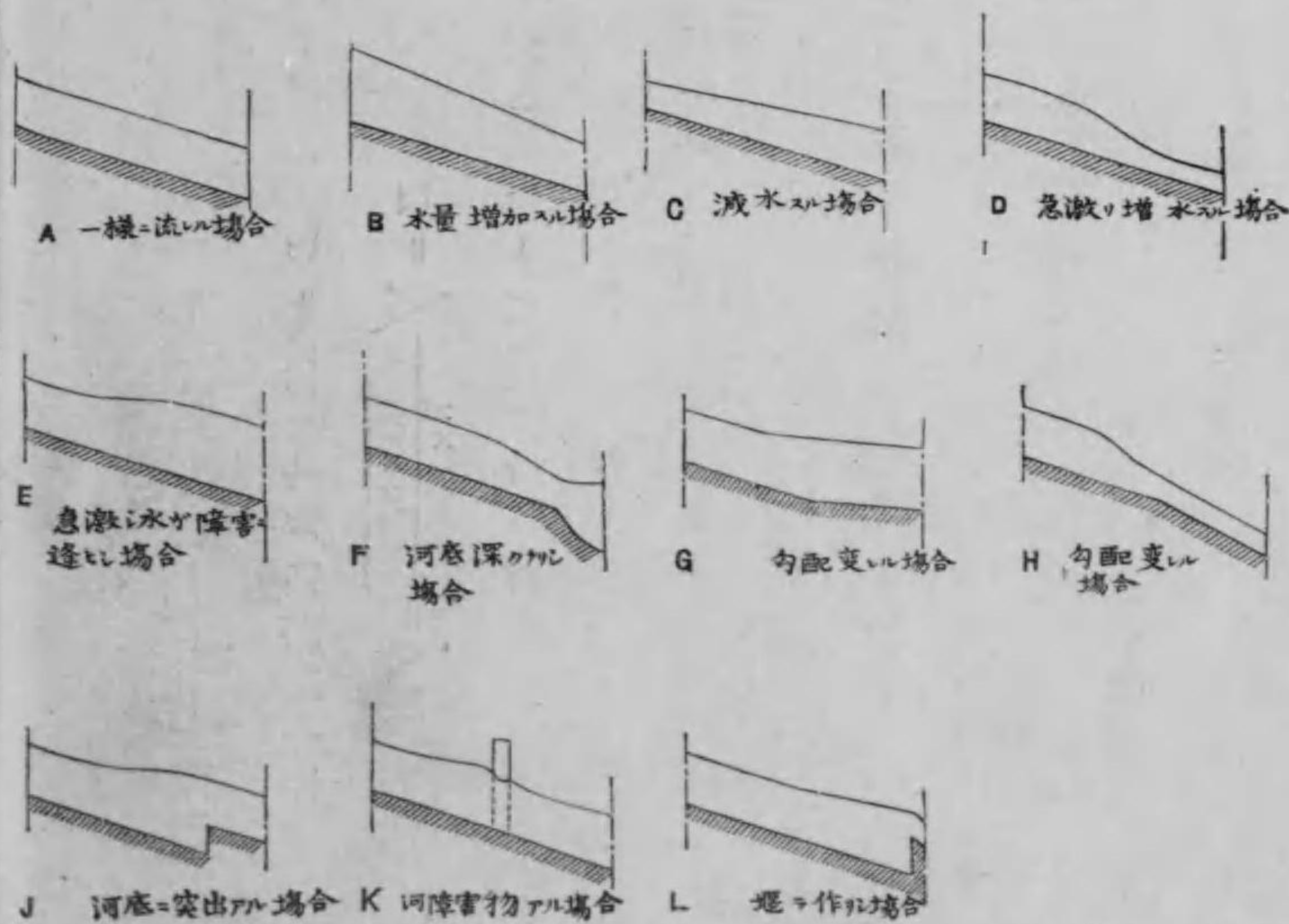
今勾配 $\frac{1}{1,000}$, $L = 5$ 呎とすれば $L = 5,000$ 呎 故に $2l = 10,000$ 呎

以上は極めて概略の計算なり其詳細は左の書籍を参考すべし。

第四十四圖



第四十五圖



Merriman—A treatise on hydraulics (1912) p 353—359

Church—Hydraulic motors (1905) p 220—239

Flamant—Hydraulique (1900) p 244—270 "remous."

水の流は決して簡單なるものにあらず河底の形状勾配の變遷、水量の増減、障害物の有無によりて多種多様となる、第四十五圖は其種々なる場合を示すものなり。

水路に於ける流水

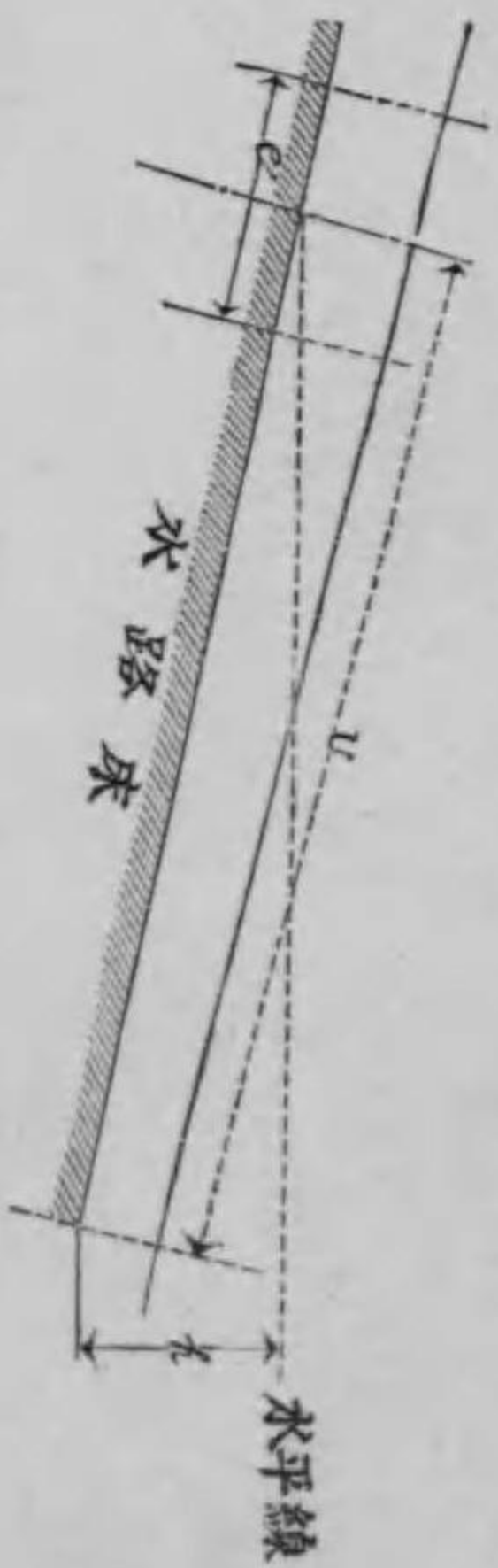
流動體の摩擦は其重さと其流動體が接する面に正比例をなし流速の自乗に比例するものなるが故に

今第四十六圖に於て

l = 水路の長

p = 断面の水に接する邊の長

水路に於ける流水



w = 水の重量

v = 水の速度

F = 水の摩擦力(但し水路の長さ l に對し)

ζ = 水の摩擦係數

とすれば

$$F = \zeta w p l v^2$$

F が一定時に流過する長さを w ,

w は其時間に對する工程

a は流水の横斷面積

h は高低の差

とすれば

$$w = \text{重量 } w a l \times \text{高 } h = w a l h$$

$F \cdot v$ = 摩擦の仕事

故に $w a l h = F \cdot v = \zeta w p l v^3$

或は $\zeta v^2 v = \frac{a}{p} h$

$$v = \sqrt{\frac{1}{\zeta} \frac{a}{p} \frac{h}{v}}$$

$$\sqrt{\frac{1}{\zeta}} = c \text{ とし } \frac{a}{p} = \frac{\text{流水面積}}{\text{流水に接する邊}} = R \text{ とし } \frac{h}{v} = \text{勾配} = S \text{ とすれば}$$

$$v = c \sqrt{R \cdot S} \text{ となる}$$

此算式は Antoine Chezy 氏が十八世紀の終末に作りしものなり然れども水の流は此簡單なる法則上に種々複雑なるもの、相加りたるものにして第十九世紀の中頃より Darcy, Bazin 氏等の實驗あり十九世紀の終りに於て Gauguliet, Kutter 氏等の實驗の結果として現今用ひらる、クッター氏算式を得るに至れり。

v = 流水平均速度 毎秒 呎

R = 流水面積(平方呎)を流水に接する邊(呎)にて除したるもの(流水的平均深又は徑深, hydraulic mean depth)

S = 勾配 = sine of inclination.

水路に於ける流水

n = 流水に接する地質に関する係數 (coefficient) とすれば

$$v = \frac{a + \frac{l}{n} + \frac{m}{s}}{1 + \left(a + \frac{m}{s}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{R.S.}$$

$a = 41.6, \quad l = 1.811, \quad m = 0.00281$

係數 n の値は次に示す如し (此係數を定めたる計算は Ganguillet & Kutter —

Flow of water in rivers & canals に於て見るべし)

側底共削りたる木板にて作られたるときは	n の量 0.009
同上 「セメント」にて塗りたるとき或は滑鐵管のとき	0.010
同上 「セメント」一分砂三分の「モルター」にて塗りたるとき	0.011
同上 削らざる木板にて作られたるとき或は普通鐵管のとき	0.012
同上 煉瓦或は中上切石垣のとき	0.013
同上 野面石垣のとき	0.017

小砂利質の運河に於ては	0.020
運河或は川に於て岩石突出せず水草の生ぜざる所にては	0.025
同上 所々に岩石及水草あるときは	0.050
同上 岩石水草等ありて形宜しからざるときは	0.035

右の係數 n を式中に當てはめて v の量を知るを得べしと雖も算出に手数を要するが故に左に之を表にて示し算出に便ならしむ。

クッター氏算式を $v = \frac{c}{1.485n} \sqrt{RS}$ の形式にて顯すとき c の値左表の如し

勾配〇.〇〇〇四即ハチ二千五百分ノ一ナルトキ

徑 深	係 數 n ノ 量												徑 深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.025	.030	.035	.040	
.1	104	89	78	69	62	50	43	34	25	19	16	13	.1
.15	116	101	90	80	71	59	50	40	29	23	19	16	.15
.2	126	110	97	87	78	65	54	44	32	25	21	18	.2
.3	138	120	107	96	87	73	62	50	37	30	24	21	.3
.4	148	129	115	104	94	79	68	55	42	33	27	23	.4
.6	157	140	126	113	103	87	75	62	47	38	31	27	.6
.8	166	148	133	121	110	93	81	67	51	42	35	30	.8
1	172	154	138	125	115	98	85	70	55	45	37	32	1
1.5	183	164	148	135	124	106	93	78	61	50	42	37	1.5
2	190	170	154	141	130	112	98	83	65	54	45	40	2
3	199	179	162	149	138	119	105	89	71	59	51	45	3
4	204	184	168	154	142	124	110	94	76	63	55	48	4
6	211	191	175	161	149	130	116	99	81	69	60	53	6
10	219	199	183	168	157	138	123	107	88	75	66	59	10
20	227	207	190	176	164	146	131	115	96	83	73	66	20
50	235	215	198	184	173	154	139	123	104	91	82	75	50
100	239	219	203	189	177	158	143	127	108	96	87	80	100

勾配〇.〇〇〇二即ハチ五千分ノ一ナルトキ

徑 深	係 數 n ノ 量												徑 深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.025	.030	.035	.040	
.1	99	85	74	65	59	48	41	32	24	18	15	12	.1
.2	121	105	93	83	74	61	53	42	31	25	21	17	.2
.3	133	116	103	92	83	69	59	48	36	29	24	20	.3
.4	143	125	112	100	91	76	65	53	40	32	27	23	.4
.6	155	138	122	111	100	85	73	60	46	37	31	26	.6
.8	164	145	131	118	107	91	79	65	50	41	34	29	.8
1	170	151	136	123	113	96	83	69	54	44	37	32	1
1.5	181	162	146	133	122	105	91	77	60	49	42	36	1.5
2	188	170	154	140	129	111	97	82	64	54	45	40	2
3	200	179	163	149	137	119	105	89	72	59	51	45	3
4	205	185	168	155	143	125	111	94	76	63	55	48	4
6	213	193	176	162	150	132	117	100	82	69	60	53	6
8	218	198	181	167	155	137	122	105	87	73	64	57	8
10	222	201	185	170	158	140	125	108	89	76	67	60	10
15	228	207	190	176	164	145	131	113	95	82	72	65	15
20	231	210	194	180	168	149	134	117	98	85	76	68	20
30	235	215	198	184	172	154	139	122	103	89	80	73	30
50	240	220	203	189	177	158	143	126	108	94	85	78	50
100	245	224	208	194	182	163	148	131	113	99	90	83	100

勾配〇.〇一即ハチ百分ノ一ナルトキ

徑 深	係 數 n ノ 量												徑 深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.025	.030	.035	.040	
.1	110	95	83	74	66	54	46	36	27	21	17	14	.1
.15	122	105	93	83	75	62	52	42	31	24	20	17	.15
.2	130	114	100	90	81	67	57	46	34	27	22	19	.2
.3	143	125	111	100	90	76	64	52	39	31	25	22	.3
.4	151	133	119	107	98	82	70	57	44	35	29	24	.4
.6	162	143	129	116	106	90	77	64	49	39	33	28	.6
.8	170	151	135	123	112	95	82	68	53	43	35	31	.8
1	175	156	141	128	117	99	87	72	56	45	38	33	1
1.5	185	165	149	136	125	107	94	79	62	51	43	37	1.5
2	191	171	155	142	130	112	99	83	66	55	46	40	2
3	199	179	162	149	138	119	105	89	71	59	51	45	3
3.28	201	181	164	151	139	121	106	91	72	60	52	46	3.28
4	204	184	167	154	142	123	109	93	76	63	55	48	4
6	210	190	173	163	148	129	115	99	81	68	59	52	6
10	217	196	180	166	154	136	121	105	86	74	65	58	10
20	225	204	187	173	161	143	128	112	93	80	71	64	20
50	231	210	194	181	168	150	135	119	100	87	78	71	50
100	235	214	197	184	172	153	139	122	104	91	82	75	100

勾配〇.〇〇一即ハチ千分ノ一ナルトキ

徑 深	係 數 n ノ 量												徑 深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.025	.030	.035	.040	
.1	110	94	83	73	65	54	45	36	27	21	17	14	.1
.2	129	113	99	89	81	66	57	45	34	27	22	18	.2
.3	141	124	109	98	89	74	63	51	39	30	25	21	.3
.4	150	131	117	105	96	80	69	56	43	34	28	24	.4
.6	161	142	127	115	104	88	76	63	48	39	32	27	.6
.8	169	150	134	122	111	94	82	68	52	42	35	30	.8
1	175	155	139	127	116	99	86	71	56	45	38	33	1
1.5	184	165	149	136	124	108	93	78	62	50	43	37	1.5
2	191	171	155	142	130	112	98	83	66	54	46	40	2
3	199	179	163	149	138	119	105	89	71	59	51	45	3
4	204	184	168	154	142	124	110	93	75	64	54	48	4
6	211	190	174	160	149	130	116	99	81	68	59	52	6
10	218	197	181	167	155	136	122	105	87	74	65	58	10
20	225	205	188	175	163	144	129	113	94	81	72	65	20
50	232	212	196	182	170	151	137	120	101	89	79	72	50
100	236	216	200	186	174	155	141	124	105	94	85	77	100

勾配0.000一即ハチ壹萬分ノ一ナルトキ

徑深	係數 n												徑深
	.009	.010	.011	.012	.013	.015	.017	.020	.020	.030	.035	.040	
.1	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	.1
.2	90	78	68	60	54	44	37	30	22	17	14	12	.2
.3	112	98	86	76	69	57	48	39	29	23	19	16	.3
.4	125	109	97	87	78	65	56	45	34	27	22	19	.4
.6	136	119	106	95	86	72	62	50	38	31	25	22	.6
.8	149	131	118	105	96	81	70	57	44	35	30	25	.8
1	158	140	126	114	103	88	76	63	48	39	33	28	1
1.5	166	147	132	120	109	93	81	67	52	42	35	31	1.5
2	178	159	144	130	120	103	89	75	59	48	41	35	2
3	187	168	151	138	127	109	96	81	64	53	45	39	3
3.28	198	178	162	149	137	119	104	89	71	59	51	45	3.28
4	201	181	164	151	139	121	106	91	72	60	52	46	4
6	206	186	169	155	143	125	111	94	76	64	55	49	6
8	215	195	178	164	152	134	119	102	84	71	61	54	8
10	221	201	184	170	158	139	124	107	88	75	66	59	10
15	226	205	188	174	162	143	128	111	92	78	69	62	15
20	233	212	195	181	169	150	135	118	98	85	75	68	20
30	237	216	200	185	173	154	139	122	102	85	79	71	30
50	243	222	206	191	179	166	145	128	108	98	84	77	50
100	249	227	211	197	185	166	151	134	114	100	91	83	100
	255	234	218	204	191	172	158	140	121	100	98	91	

クッター氏算式は計算に不便なるを以て Moore 氏は之を次の如く變更せり。

$$v = \frac{L + \left(a + \frac{m}{s}\right)}{n + \left(a + \frac{m}{s}\right)^n} R^{1/2} S$$

$$N = \left\{ \frac{L}{n} + \left(a + \frac{m}{s}\right) \right\} \sqrt{S}$$

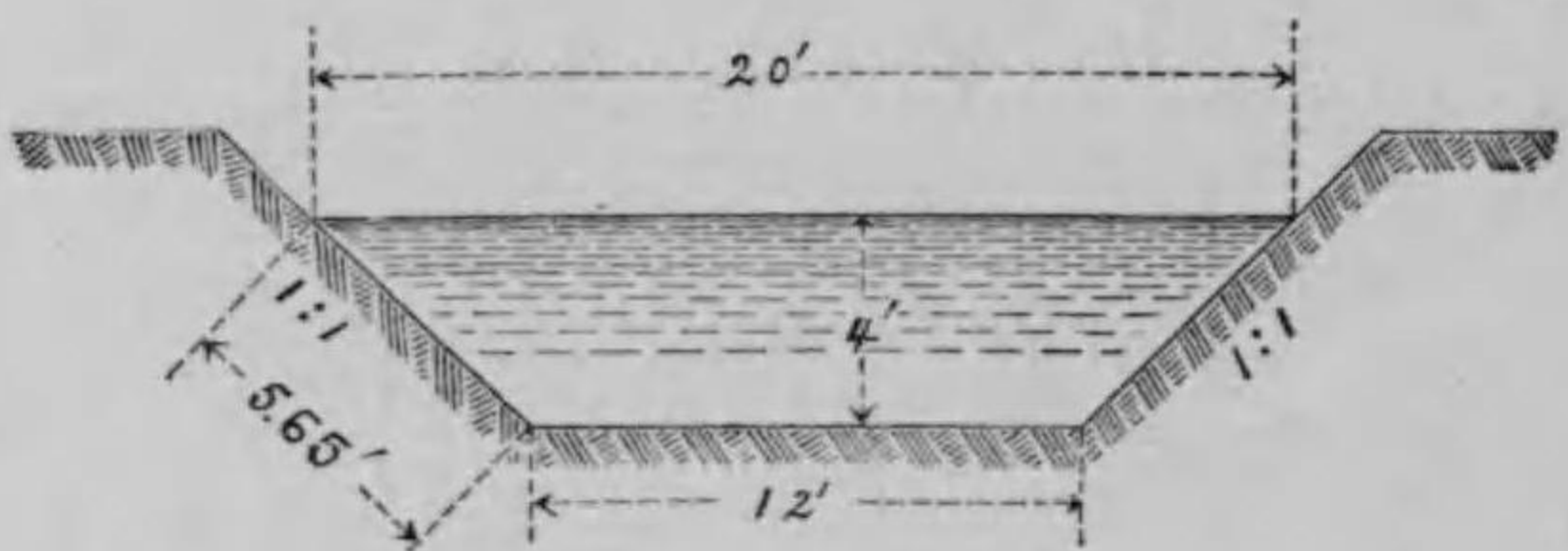
$$D = \left(a + \frac{m}{s}\right)^n$$

すれば $v = \frac{NR}{\sqrt{R+D}}$

ND の量は Moore's new table for the complete solution of Ganguillet and Kutter's formula にあり参照すべし。

例 勾配 $\frac{1}{1600}$ にして第四十七

第四十七圖



水路に於ける流水

圖の断面を有する水路の流量を求むるとき

$$p = 5.65 + 12 + 5.65 = 23.3 \text{ 呎}$$

$$A = \frac{20 + 12}{2} \times 4 = 64 \text{ 平方呎}$$

$$R = \frac{64}{23.3} = 2.75 \text{ 呎} \quad \sqrt{R} = 1.66$$

$$S = \frac{1}{1600} \quad \therefore \sqrt{S} = \frac{1}{40}$$

$n = 0.02$ とすれば前に掲載する表により

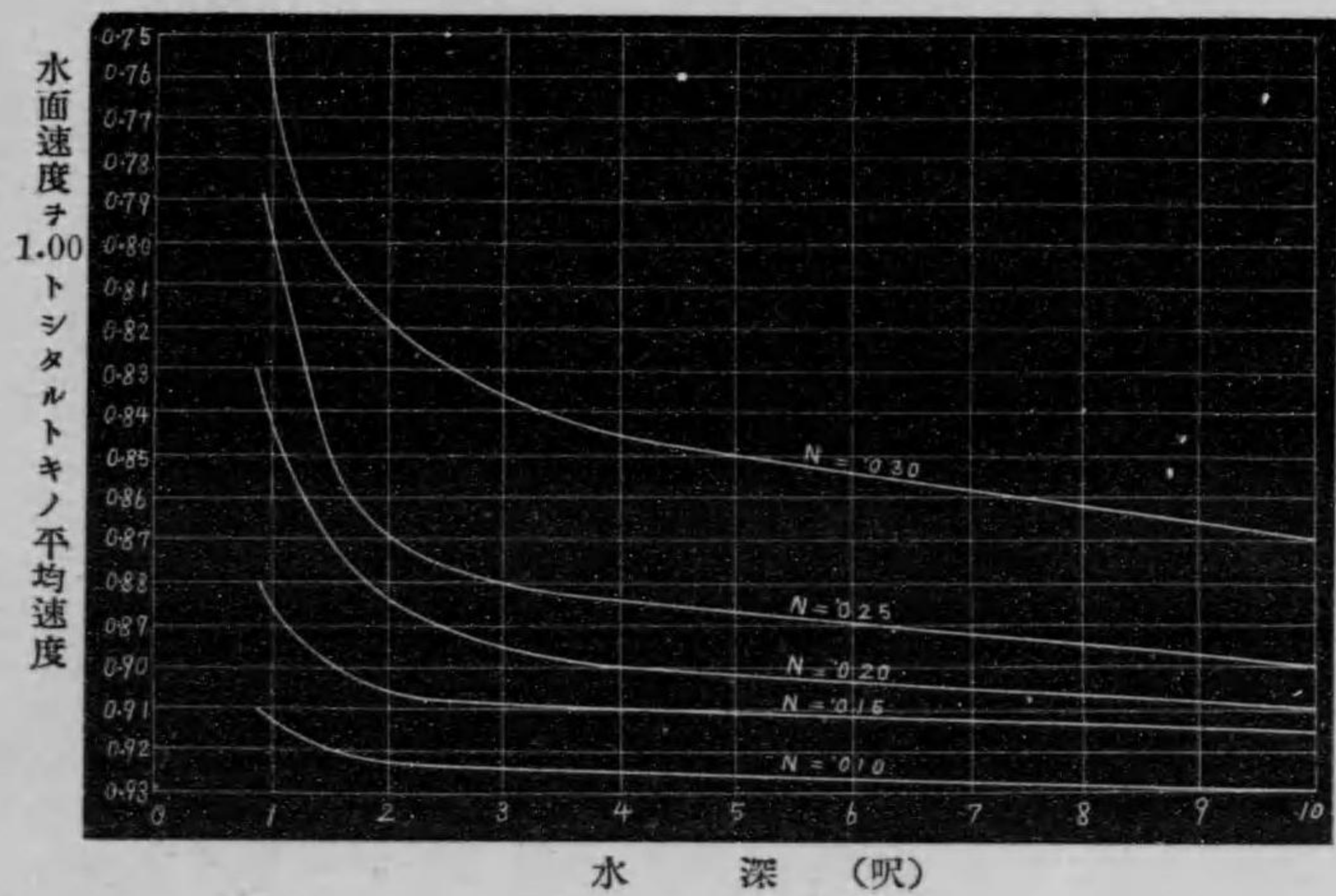
$c = 80$ を得べし。

$$v = c \sqrt{RS} = \frac{80 \times 1.66}{40} = 3.32 \text{ 呎毎秒}$$

$$Q = 3.32 \times 64 = 212.48 \text{ 立方呎毎秒}$$

左に示す第四十八圖は水面速度と平均速度との關係が河邊の質及水深によりて變化するを示すものなり。

第四十八圖



水力

水路構造

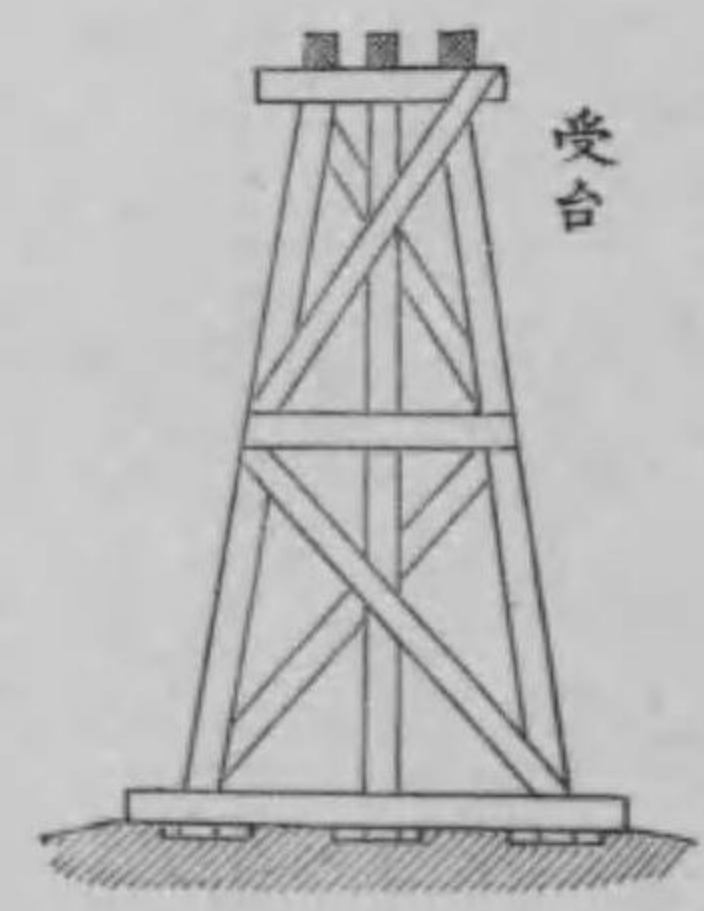
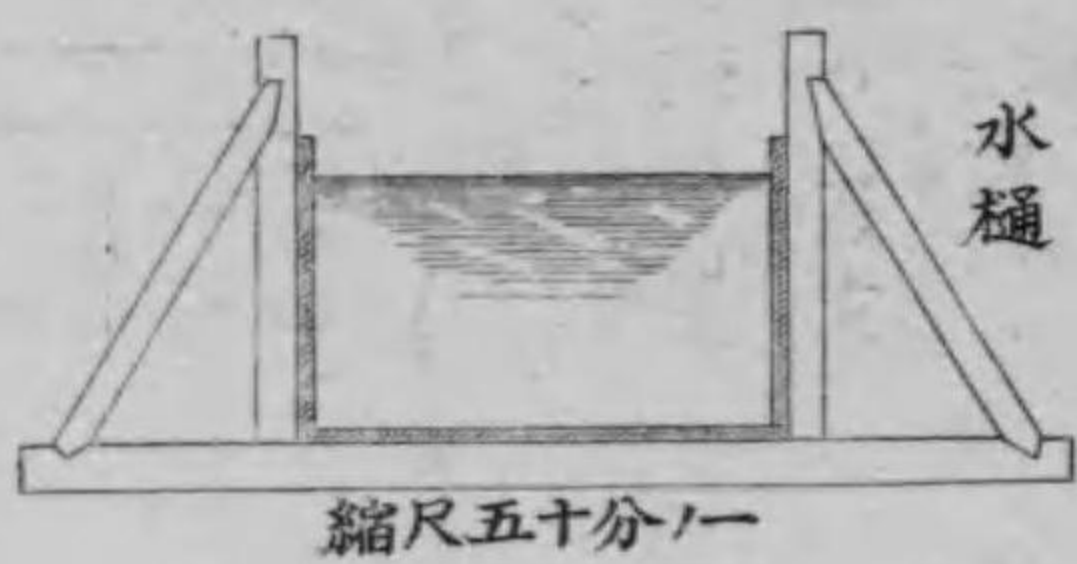
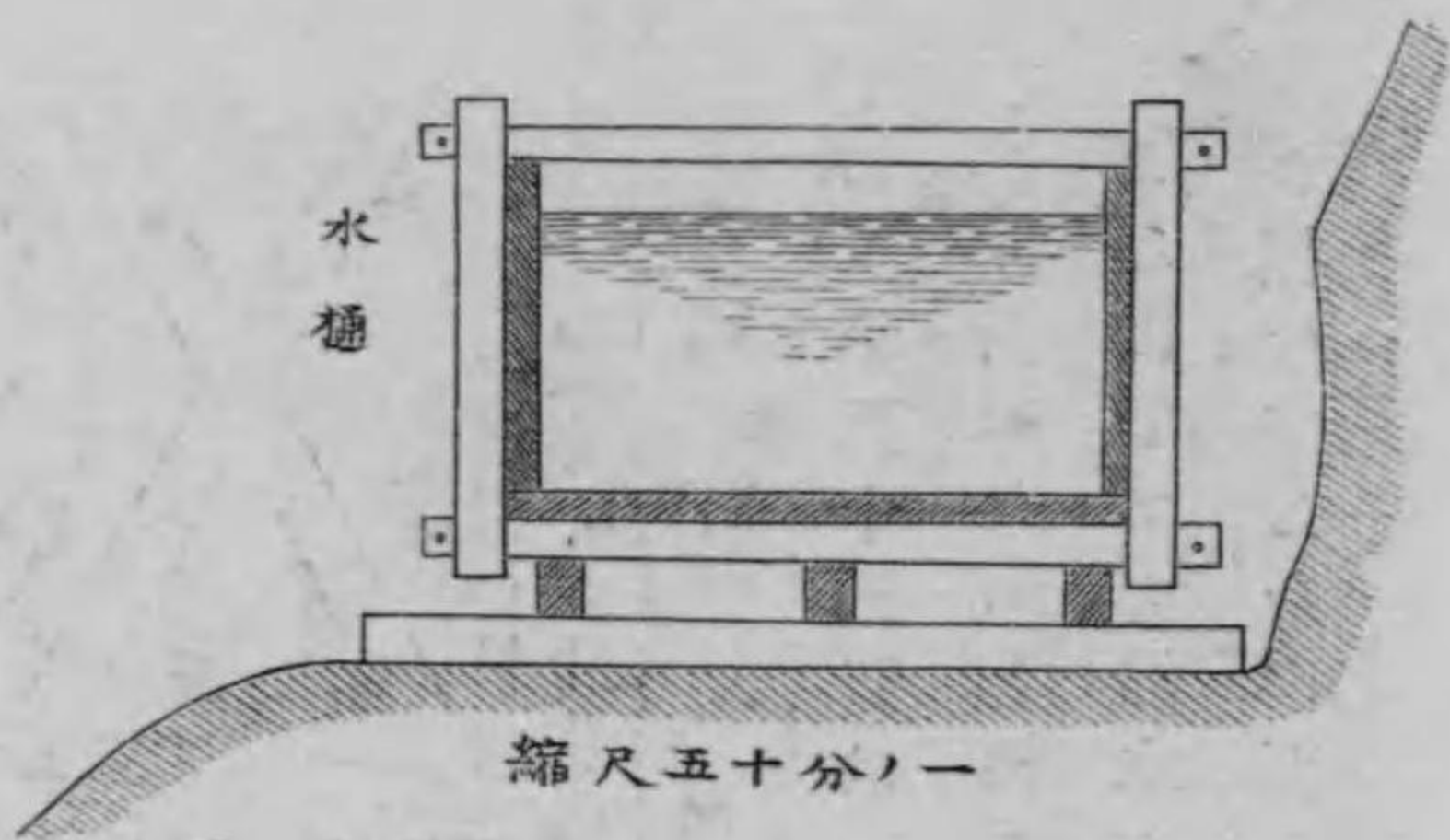
六四

水路の構造は流水の速度に適應せざれば其周邊流失するの患あり。

流水速度毎秒尺	之に換する地質
0.2 以下	粘土
0.5	砂
0.7	大豆大の礫
1.0	隠元豆大の礫
2.0	一時徑の礫
3.0	一時半徑の礫
4.0	二時徑の礫
6.0 以上	岩、石、カ、石、壘、ト

水路の構造に木樋を用ふるも

第四十九圖



のは第四十九圖に示すもの、如く。

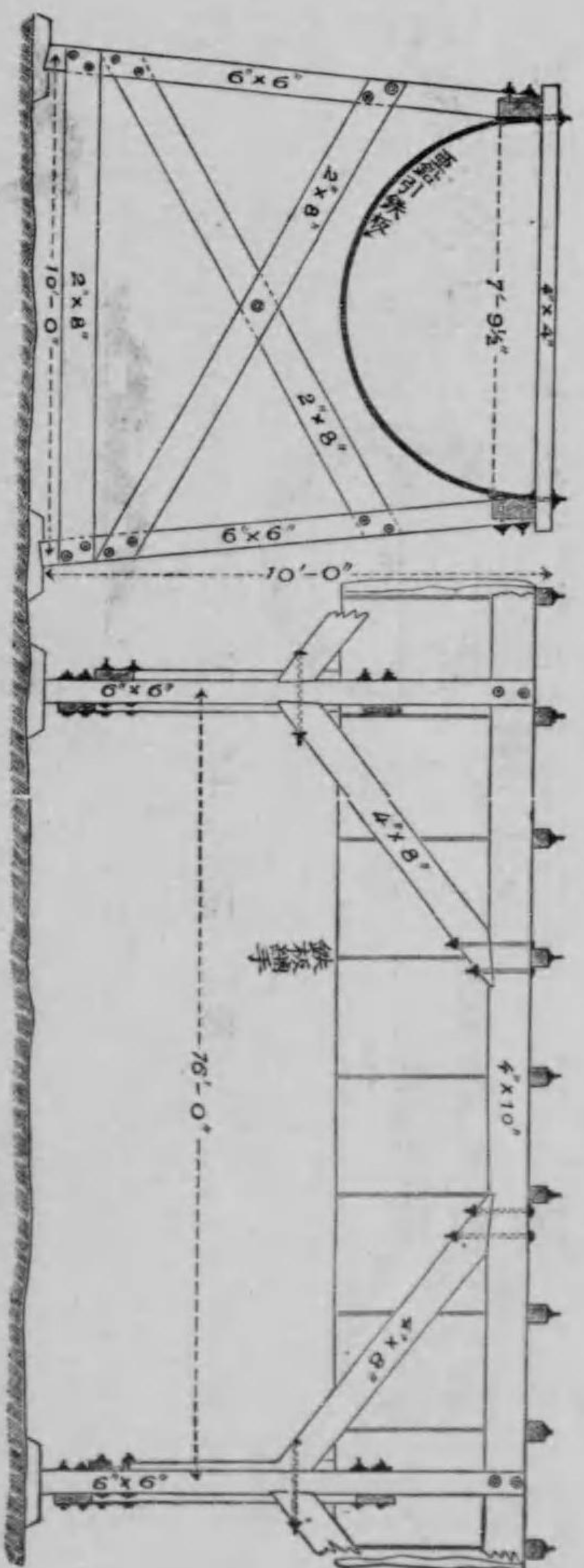
鐵板を用ふるものは第五十圖の如し。

第五十一圖は「シンゾロ」隧道工事用の爲めに作りたる水力電氣水路にし

水路構造

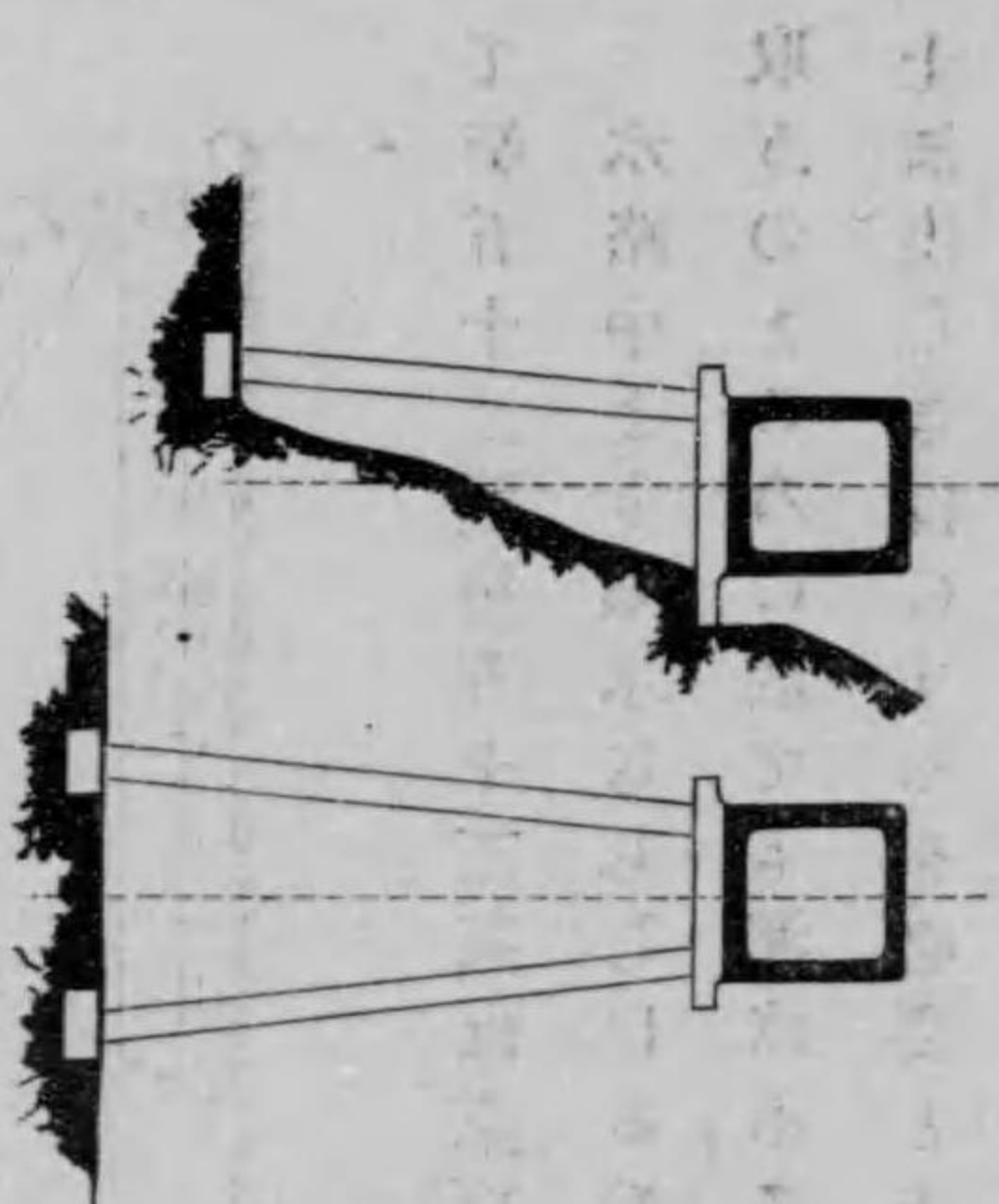
六五

第五十圖



て第五十二圖第五十三圖は京都疏水の水路なり。
 水路中より漏水ならしむる爲めに築立水路に於ては羽金粘土を入れ又切
 取りのところに於ても漏水ある場處へは張粘土を置き其上へ張石を爲し粘
 土流出なき様にするを必要とす。

第五十一圖



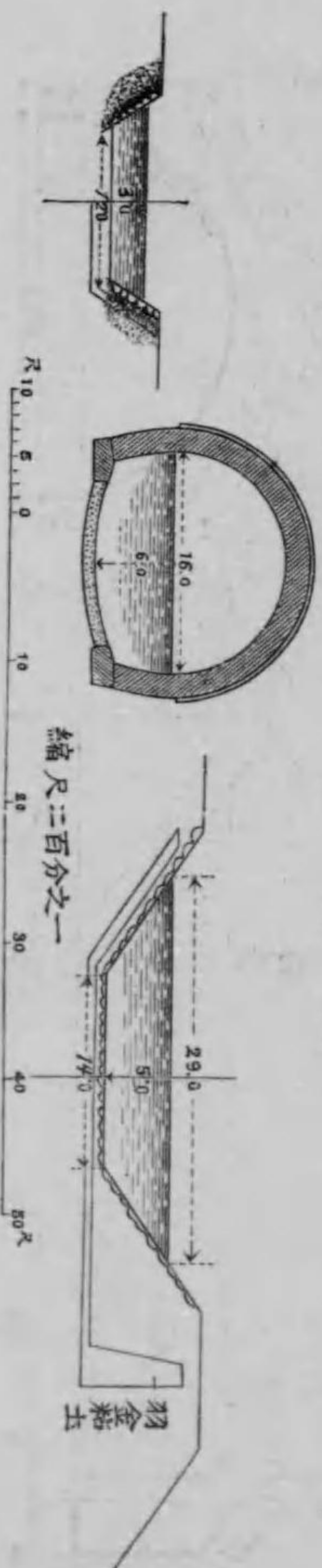
鐵道邊土ヲ以テ作リタル水路

第五十二圖



京都第一琵琶湖疏水

第五十三圖



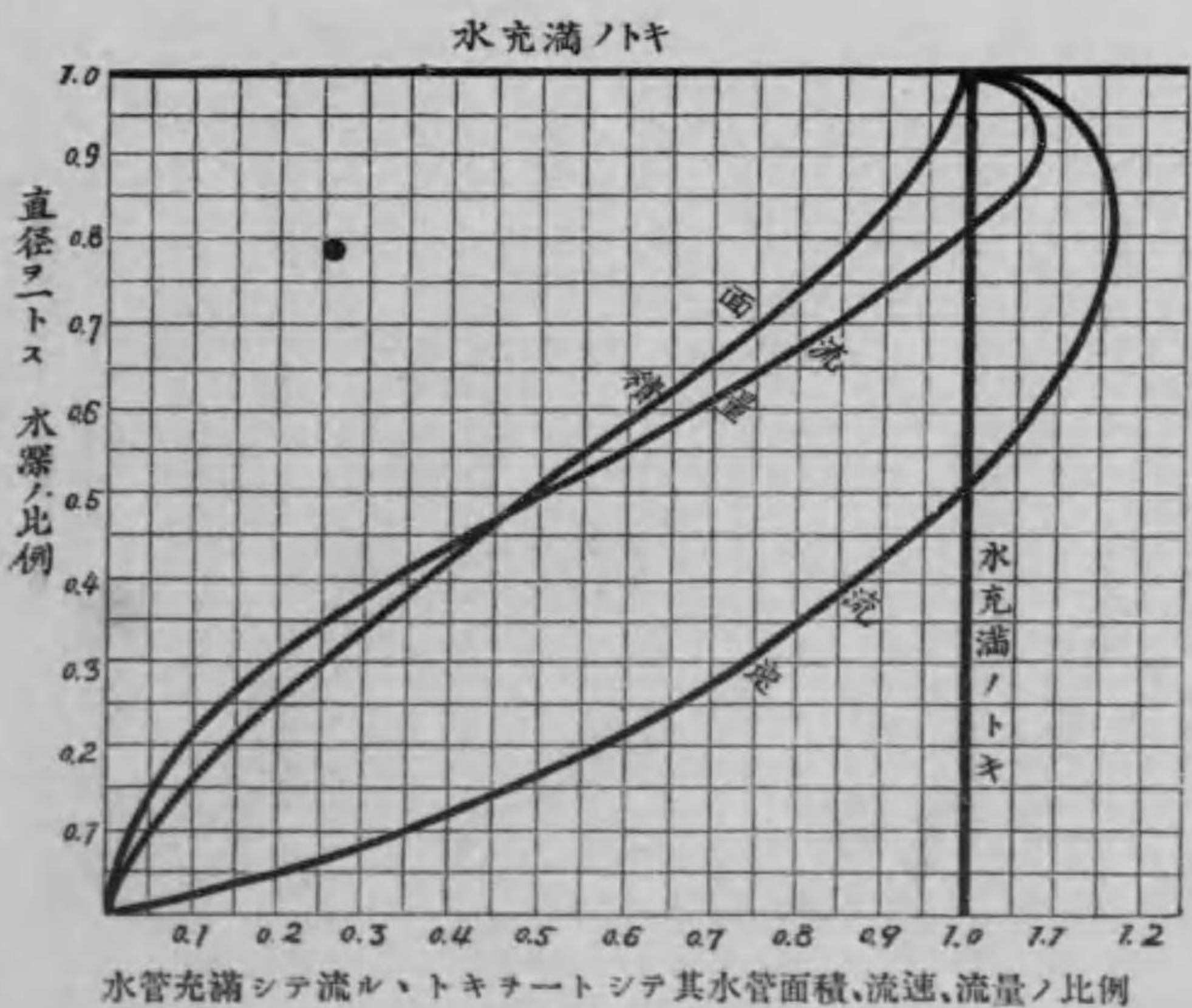
水路の構造

管中の流水

v を流速とし R を径深とし S を勾配とし C を係数とすれば

$$v = C\sqrt{RS}$$

となること前に述べし通りなるが故に水管中の流水は一杯に流る、ときよりも第五十四圖に示す如く九分目迄水ありて上部少しく明き居るときの方其速度百分の七餘多くして又流量は八分目流る、時の方一杯に流る、ときよりも百分の十五餘多し第五十四圖は其關係を示したるもの



第五十四圖

にして假令ば圓形水管半分迄水の流る、ときは其流速は一杯に流る、ときと略相等し其水の斷面積は全管の半分なる故に流量は管一杯に流る、ときの凡そ二分の一なり以上述べたることは壓力なき水が管中を流る、とき的事にして壓力を有する水が管一杯に充滿して流る、ときのこと、思ふ可からず。

圓形管に水充滿して流る、場合の流量管の直径を計算する一例を擧げんに例へばクッテル氏算式を用ひ $n = 0.010$ (新製木桶管の場合次頁表参照)とし流量 $Q = 60,000$ 立方呎毎分時とし水頭損失を一哩に付 6 呎とし管長を 6 哩とすれば其直径を定むるには次の如し。

今直径を 14 呎と假定したりとせば次の表によりて

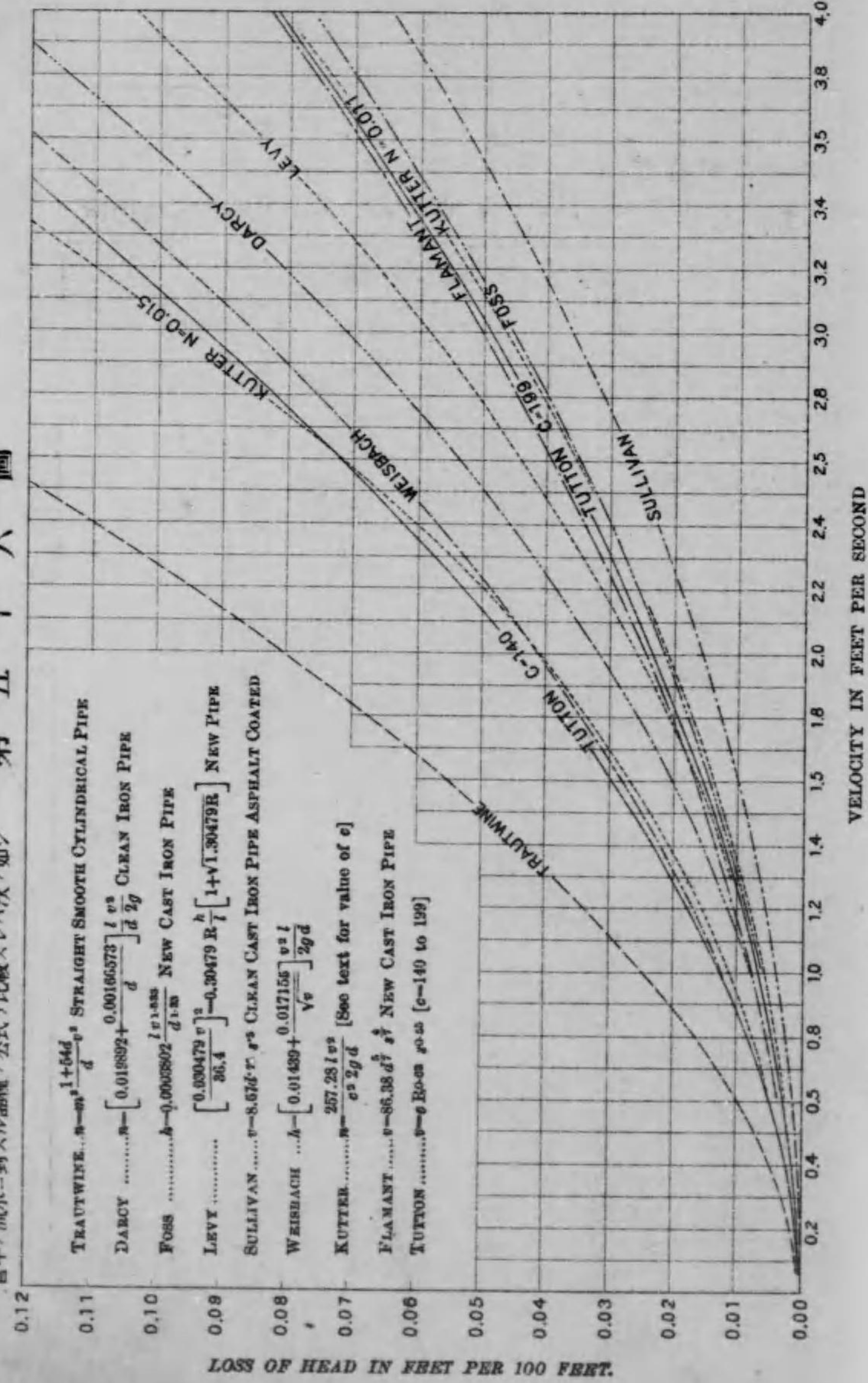
$$AC\sqrt{R} = 52491 \text{ を得べし}$$

$$\text{勾配 } S = \frac{6}{6 \times 5280} = \frac{1}{5280} \quad \sqrt{S} = 0.013762$$

$$\text{流量 } Q = AC\sqrt{R}\sqrt{S} = 52491 \times 0.013762 = 722.38 \text{ 毎秒立方呎}$$

$$\text{故に } 722.38 \times 60 = 43342 \text{ 立方呎毎分時}$$

Flow of Water in Pipes.



クッテル氏算式
 圓形管(水充滿シテ流ル、トキ) $Q = A.C.\sqrt{R}\sqrt{S}$ 毎秒立方呎

管ノ直徑 呎吋	AC√Rノ値					
	n=0.010	n=0.011	n=0.012	n=0.013	n=0.015	n=0.017
6	6.906	6.0627	5.3800	4.8216	3.9640	3.329
9	21.25	18.742	16.708	15.029	12.421	10.50
10	46.93	41.487	37.149	33.497	27.803	23.60
13	86.05	76.347	68.44	61.867	51.600	43.93
16	141.2	125.60	112.79	102.14	85.496	72.99
19	214.1	190.79	170.66	155.68	130.58	111.8
2	307.6	274.50	247.33	224.63	188.77	164.0
23	421.9	377.07	340.10	309.23	260.47	223.19
26	559.6	500.78	452.07	411.27	347.28	299.3
29	722.4	647.18	584.90	532.76	451.23	388.8
3	911.8	817.50	739.59	674.09	570.90	493.3
33	1128.9	1013.1	917.41	836.69	709.56	613.9
36	1374.7	1234.4	1118.6	1021.1	866.91	750.8
39	1652.1	1484.2	1345.9	1229.7	1045.	906.
4	1962.8	1764.3	1600.9	1463.9	1245.3	1080.7
46	2682.1	2413.3	2193.	2007.	1711.4	1487.3
5	3543.	3191.8	2903.6	2659.	2272.7	1977.
56	4557.8	4111.9	3742.7	3429.	2934.8	2557.2
6	5731.5	5176.3	4713.9	4322.	3702.3	3232.5
66	7075.2	6394.9	5825.9	5339.	4588.3	4010.
7	8595.1	7774.3	7087.	6510.	5991.6	4893.
76	10296.	9318.3	8501.8	7814.	6717.	5884.2
8	12196.	11044.	10083.	9272.	7678.3	6995.3
86	14298.	12954.	11832.	10889.	9377.9	8226.3
9	16604.	15049.	13751.	12663.	10917.	9580.7
96	19118.	17338.	15847.	14597.	12594.	11061.
10	21858.	19834.	18134.	16709.	14426.	12678.
106	24823.	22534.	20612.	18996.	16412.	14434.
11	28020.	25444.	23285.	21464.	18555.	16333.
116	31482.	28593.	26179.	24139.	20879.	18395.
12	35156.	31937.	29254.	26981.	23352.	20584.
126	39104.	35529.	32558.	30041.	26012.	22938.
13	43307.	39358.	36077.	33301.	28850.	25451.
136	47751.	43412.	39802.	36752.	31860.	28117.
14	52491.	47739.	43773.	40432.	35073.	30965.
146	57496.	52308.	47969.	44322.	38454.	33975.
15	62748.	57103.	52382.	48413.	42040.	37147.
16	74191.	67557.	62008.	57343.	49824.	44073.
17	86769.	79050.	72594.	67140.	58387.	51669.
18	100617.	91711.	84247.	77932.	67839.	60067.
19	115769.	105570.	96991.	87759.	78201.	69301.
20	132133.	120570.	110905.	102559.	89423.	79259.

水力

Out

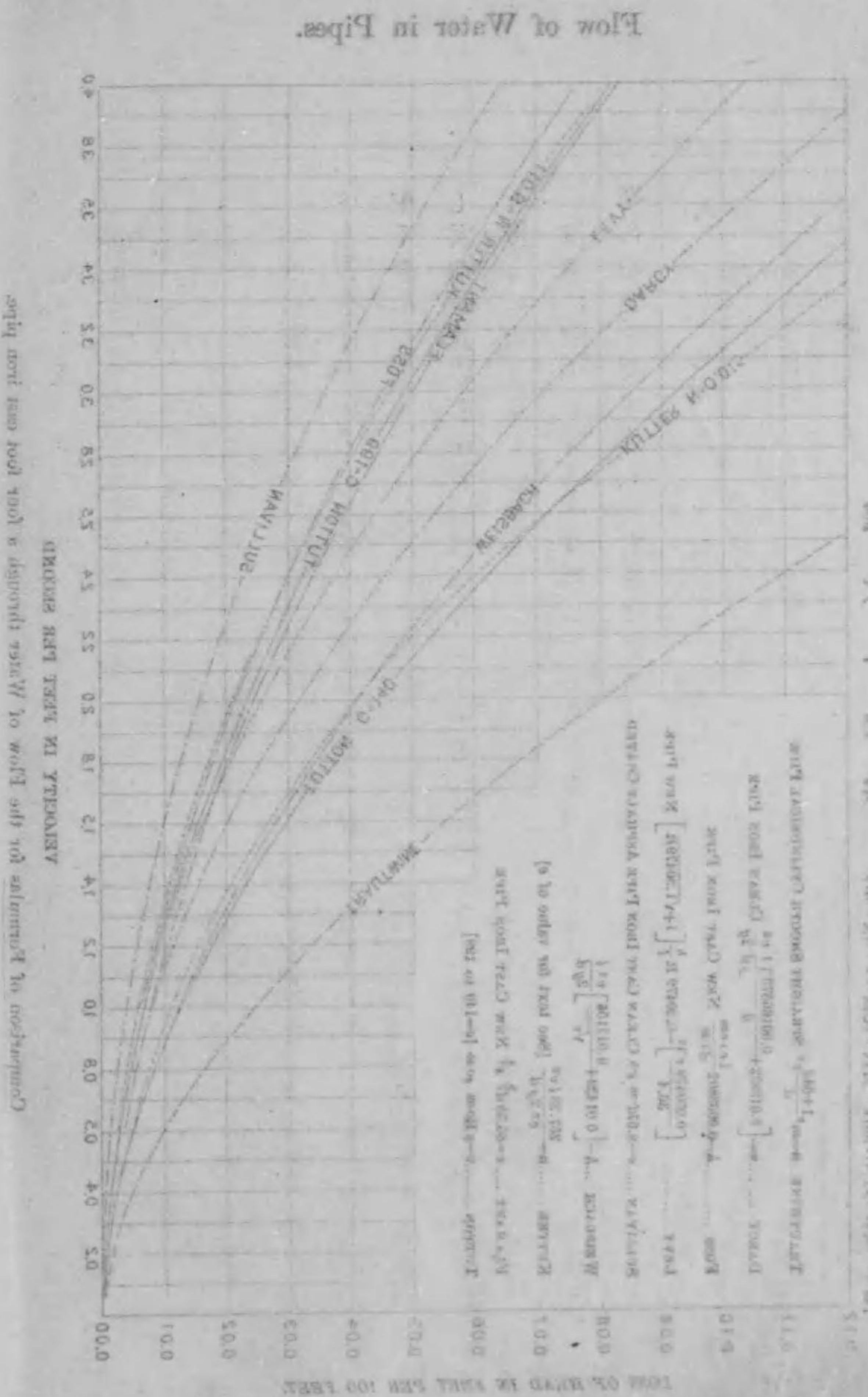


圖 六 十 五 第

即ち14呎直徑にては不足なる故に更に16'と假定すれば

$$AC\sqrt{R} = 74191$$

$$\sqrt{S} = 0.013762$$

$$\therefore Q = 74191 \times 0.013762 \times 60 = 61260 \quad \text{立方呎毎分時}$$

水管の直徑、流速、流量、勾配の關係の大略は第五十五圖により知ることを得べし、假令ば此圖上に示す如き任意の直線を引きたりとせば、水管直徑九吋勾配千分の三とすれば、速度毎秒二呎三にして、流量毎秒一立方呎なりと知るべし、其他任意の直線皆其關係を示すを得べし、但し此圖は極めて大略の事を知り得るに止まるものなり。

流水に關する算式は多數ありて、其計算の結果は同一なることを得ず、其選擇に注意を要す、第五十六圖は各式比較を示すものなり。

水管 直径吋 Penstock	管 ノ 積 平方吋	流 水 速 度 每 秒 呎															
		3		4		5		6		7		8		9		10	
12	113	B 141	C .340	B 188	C .570	B 235	C .85	B 283	C 1.19	B 330	C 1.59	B 377	C 2.04	B 424	C 2.55	B 470	C 3.11
15	177	B 221	C .572	B 294	C .880	B 368	C 1.19	B 442	C 1.59	B 515	C 2.04	B 589	C 2.55	B 663	C 3.11	B 733	C 3.77
18	254	B 318	C .827	B 424	C 1.19	B 530	C 1.59	B 636	C 2.04	B 742	C 2.55	B 848	C 3.11	B 954	C 3.77	B 1060	C 4.43
20	314	B 393	C 1.024	B 523	C 1.42	B 654	C 1.91	B 785	C 2.41	B 916	C 2.90	B 1047	C 3.39	B 1178	C 3.88	B 1308	C 4.66
24	452	B 565	C 1.70	B 753	C 2.28	B 942	C 3.11	B 1131	C 3.88	B 1320	C 4.66	B 1508	C 5.72	B 1697	C 6.88	B 1884	C 8.04
30	706	B 883	C 2.54	B 1177	C 3.88	B 1472	C 5.11	B 1767	C 6.44	B 2062	C 7.77	B 2356	C 9.11	B 2651	C 10.44	B 2944	C 12.22
36	1017	B 1272	C 5.11	B 1696	C 6.44	B 2120	C 8.04	B 2544	C 10.44	B 2969	C 12.88	B 3393	C 15.77	B 3817	C 19.11	B 4240	C 22.44
40	1256	B 1571	C 6.44	B 2097	C 8.04	B 2617	C 10.44	B 3141	C 12.88	B 3665	C 15.77	B 4189	C 19.11	B 4713	C 22.44	B 5234	C 27.11
48	1809	B 2262	C 8.04	B 3015	C 10.44	B 3769	C 12.88	B 4524	C 15.77	B 5278	C 19.11	B 6032	C 22.44	B 6786	C 27.11	B 7538	C 32.44
54	2290	B 2863	C 10.44	B 3816	C 12.88	B 4771	C 15.77	B 5725	C 19.11	B 6680	C 22.44	B 7624	C 27.11	B 8589	C 32.44	B 9542	C 39.11
60	2927	B 3534	C 12.88	B 4712	C 15.77	B 5890	C 19.11	B 7068	C 22.44	B 8246	C 27.11	B 9425	C 32.44	B 10603	C 39.11	B 11780	C 46.66

表中 B は管内を流るゝ水量一分時立方呎

○ は管長百呎に對する摩擦水頭の損失呎

取入口に於ける水頭損失

v = 流水速度毎秒呎

H = 水頭損失呎

欠

欠

$f = 0.015 - 0.030$ なら平均 $f = 0.02$ とす。

但し l は呎、 n は呎、 v は毎秒呎、 g は毎秒毎秒呎なり。

$h''' =$ 曲線に於て失ふ水頭(呎)

$\phi =$ 曲角度

$z =$ 係数

$$h''' = z \frac{\phi}{180} \frac{v^2}{2g} = n' \frac{v^2}{2g}$$

z の値は次の如し但し r は管の内半径 R は曲線の半径とす。

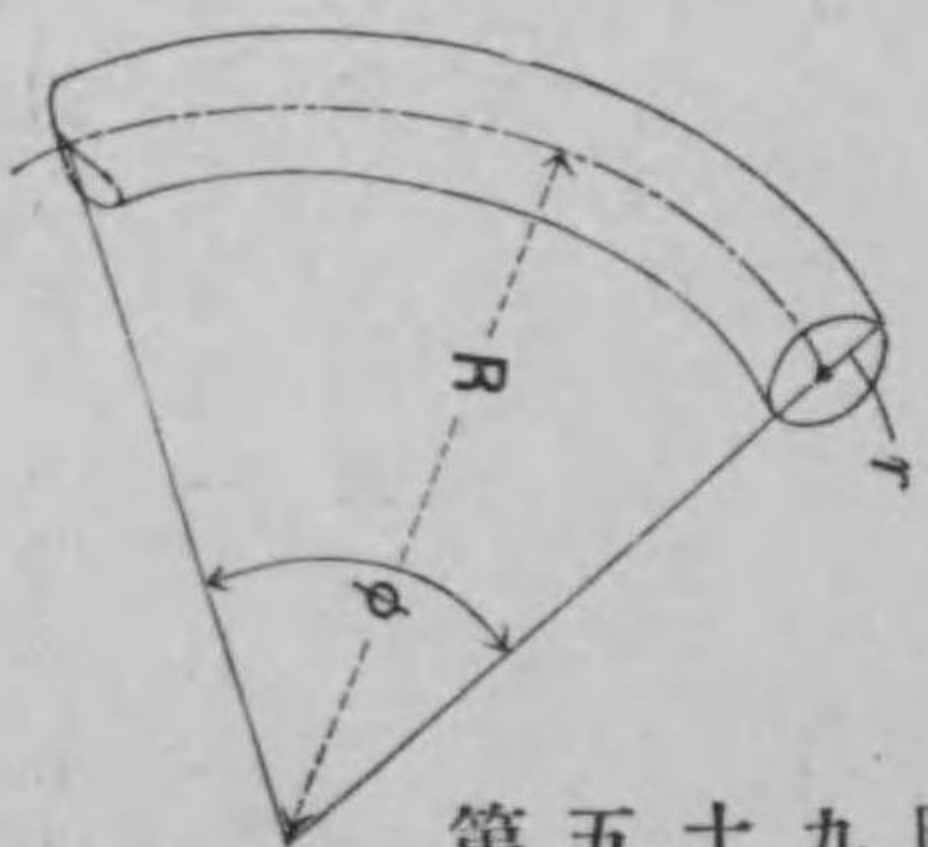
$$z = 0.131 + 1.847 \left(\frac{r}{R} \right)^2$$

r/R に対する z の量を計算すれば次表の如し

$\frac{r}{R}$.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
z	.138	.158	.216	.294	.440	.661	.977	1.408

九十度曲管に於ける水頭の損失は次表示す如し

管中の流水



第五十九圖

$\frac{r}{R}$	流水速度一秒時 = 付呎									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	水頭損失呎 (九十度曲管)									
.1	0.001	0.004	0.009	0.016	0.025	0.036	0.049	0.065	0.082	0.101
.15	0.001	0.004	0.009	0.017	0.026	0.038	0.051	0.067	0.084	0.104
.2	0.001	0.004	0.010	0.017	0.027	0.039	0.053	0.069	0.087	0.107
.25	0.001	0.004	0.010	0.018	0.028	0.040	0.055	0.071	0.091	0.112
.3	0.001	0.005	0.011	0.019	0.031	0.044	0.060	0.078	0.099	0.123
.35	0.001	0.006	0.012	0.022	0.035	0.050	0.068	0.088	0.112	0.138
.4	0.002	0.006	0.014	0.026	0.040	0.058	0.078	0.102	0.130	0.160
.45	0.002	0.008	0.017	0.030	0.049	0.068	0.093	0.121	0.154	0.189
.5	0.002	0.009	0.021	0.036	0.057	0.082	0.112	0.146	0.185	0.228
.6	0.003	0.014	0.031	0.055	0.085	0.123	0.167	0.218	0.277	0.342
.7	0.005	0.020	0.046	0.082	0.128	0.185	0.251	0.325	0.415	0.512
.8	0.007	0.030	0.068	0.121	0.189	0.273	0.371	0.485	0.614	0.758
.9	0.011	0.044	0.099	0.175	0.273	0.394	0.536	0.699	0.886	1.003

但し f は平均値即ち 0.022 の場合なり
 其他の角度を有する曲管に對しては
 此比例によりて定むるを得べし。

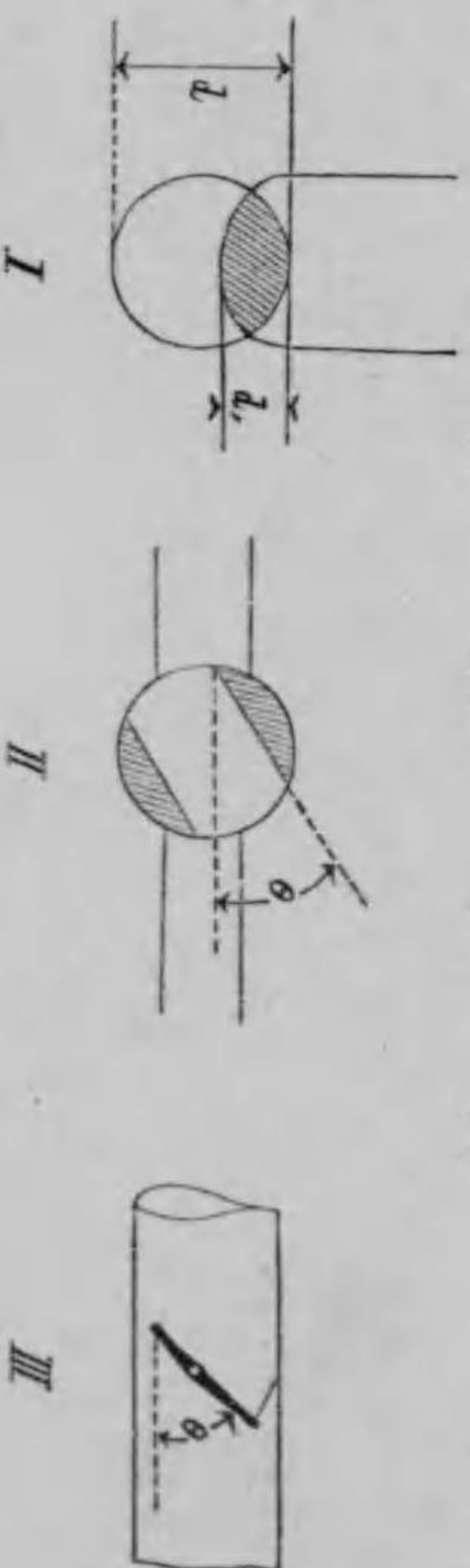
例へば
 管の半径 $\frac{r}{R} = 0.2$
 曲線の半径 $\frac{r}{R} = 0.2$

とし流速毎秒 5 呎とすれば 90° 曲線
 に對する水頭損失は上表により 0.027
 呎にして 45° Bend に對してはその半
 分即ち 0.0135 呎なりと知るべし。
 f の値は鐵管の種類及其新舊によ
 つて差あり。

第六十圖の如く開閉弁、廻轉弁等の
 ある場合に於ける水頭損失は

$$h'' = n'' \frac{v^2}{2g}$$

第六十圖



I. 開閉弁の場合

$\frac{d_1}{d}$	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
n''	0	0.07	0.26	0.81	2.1	5.5	17	98

II. 廻轉開閉器の場合

θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
n''	0	0.29	1.6	5.5	17	53	206

III. 廻轉弁の場合

θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
n''	0	0.52	1.5	5.9	11	33	118

管中の流水

$$\begin{aligned}
 h = \text{全水頭損失} &= h + h' + h'' + h''' + h^v \\
 &= m \frac{v^2}{2g} + f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g} + n' \frac{v^2}{2g} + n'' \frac{v^2}{2g} \\
 &= (m + f + n) \frac{v^2}{2g}.
 \end{aligned}$$

水管中の流水計算に關する参考書

Merriman—Hydraulics p 164

Coxe—Weisbach's theoretical mechanic (Ed. 1899) p 894—906

Weisbach—Lehrbuch der theoretischen Mechanik. s. 1043 bis 1056

Fanning—Watersupply Engineering (1902) p 223—276

William & Hazen—Hydraulic Table (1905)

Merriman—A treatise on hydraulics (1912) p 211—233

Moore—New table for the complete solution of Ganguillet & Kutter's formula.

Turneure & Russel—Public water supply (1908) p. 235—256

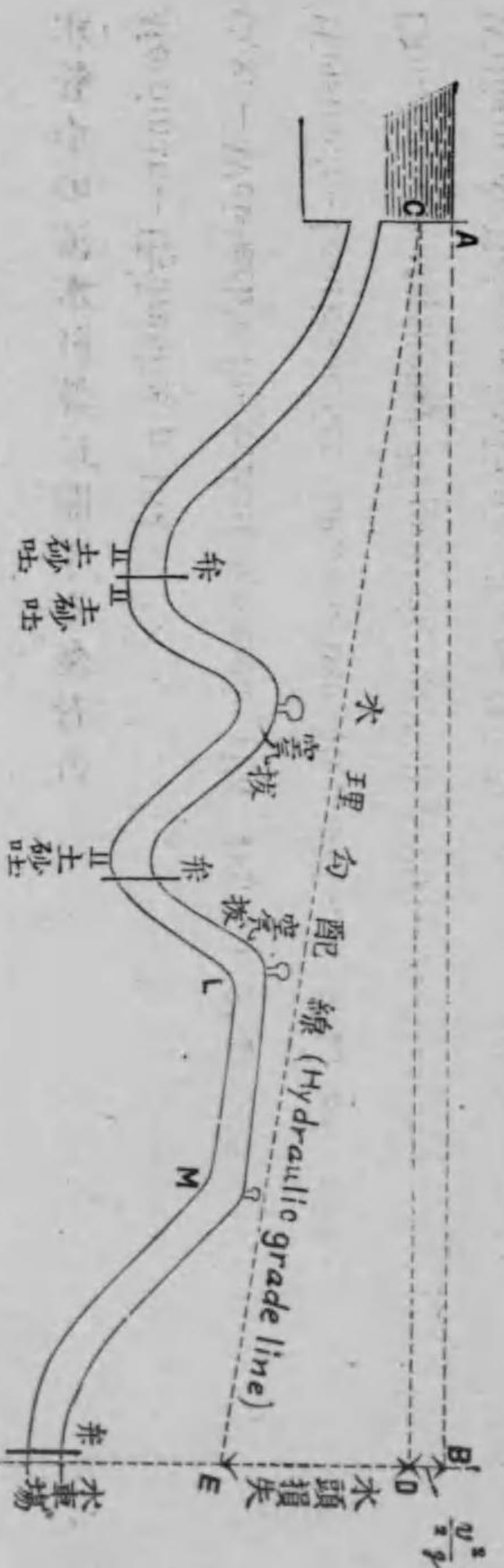
(On p. 251 of this book, "hydrant stream" is precisely treated.)

Taylor—Waterpipe discharge diagrams. (1891)

For smaller pipes, see Weston—Friction of water in pipes. (1903)

水管敷設

第六十一圖



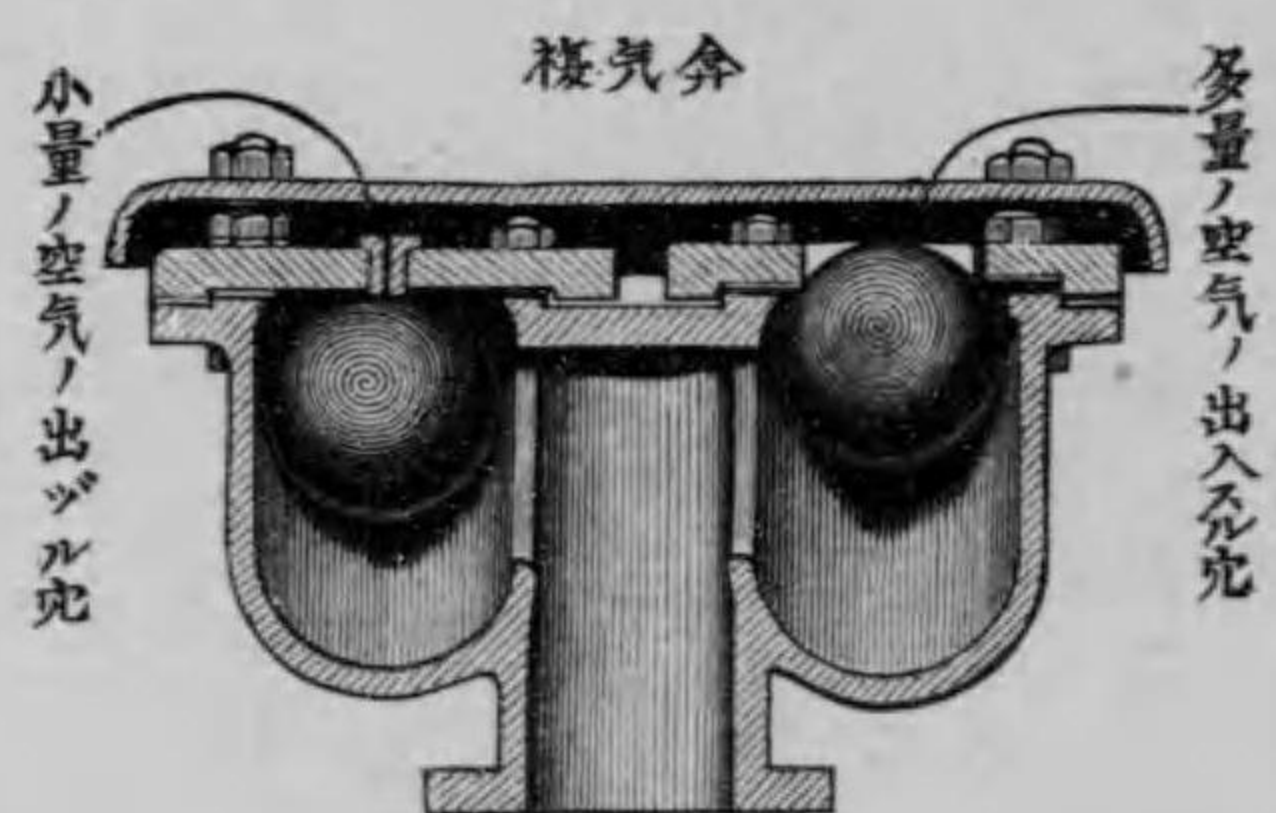
導水管は地盤の高低に随ひ敷設するも差支なしと雖も水力勾配線の上に出づるは宜しからず又管中を流るゝものは水以外に其含有する空氣及土砂ありて土砂は低部に集り空氣は高處へ集るが故に第六十一圖に示す如く低

處に土砂吐を要す土砂吐は場合により開閉弁の一方若は双方に置くべし高處に集る空氣を排出するか又は管中の水を排出さするとき空氣を吸入さする爲めに線路の各高處へ空氣弁を附すべし第六十一圖に於てA B線は水面を示す水平線にしてC Dは $\frac{1}{2}$ 丈け低き水平線D Eは損失水頭にしてE C線は水理勾配線なりL Mは水平には非ざれども水理勾配線よりも勾配緩なるときはL及Mの双方へ空氣弁を附するを好とすMに空氣弁なきときは通水には差支なけれども流勢不均一となる憂あり若又萬已を得ざる場合に於て水管の水理勾配線以上に出づることあるときは其場所へ排氣筒附空氣弁を置くべしと雖も水理勾配線上の高さは $\frac{1}{2}$ 呎を超ゆるは宜しからず敷設したる鐵管は水源より低きときは假令途中に於て高低あるも水は流下するに差支なし然れども普通管中を流る、水中に泥砂及び多少の空氣を混するを以て管内の流速減することあらば此泥砂は沈澱すべし又吾人は冷水を「コップ」に入れ温室に待ち來る場合にその表面に空氣の細胞の附着するを見るべしこれ冷水中の含有空氣が溫度の變化のために分離したるものな

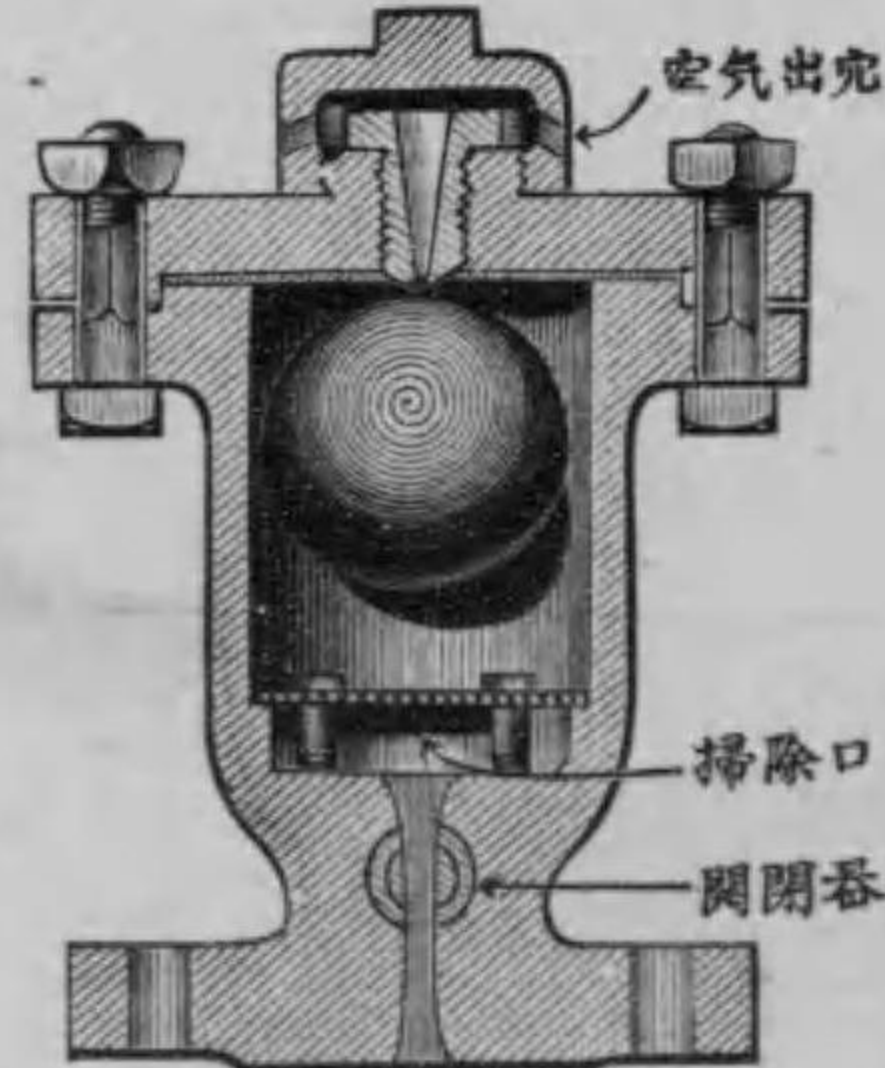
鐵管内にも同一作用ありて水中より分離したる空氣は管の高き處へ集り流水を阻害する故に此空氣を排出する爲めに空氣抜きを作る必要あり。

第六十二圖

甲



乙



此空氣弁のあるところへ空氣集り來れば木製ゴム製にして水より輕き球落下して之を排出し空氣なくなれば水壓の爲めに再び押し上げる。
水管敷設

欠

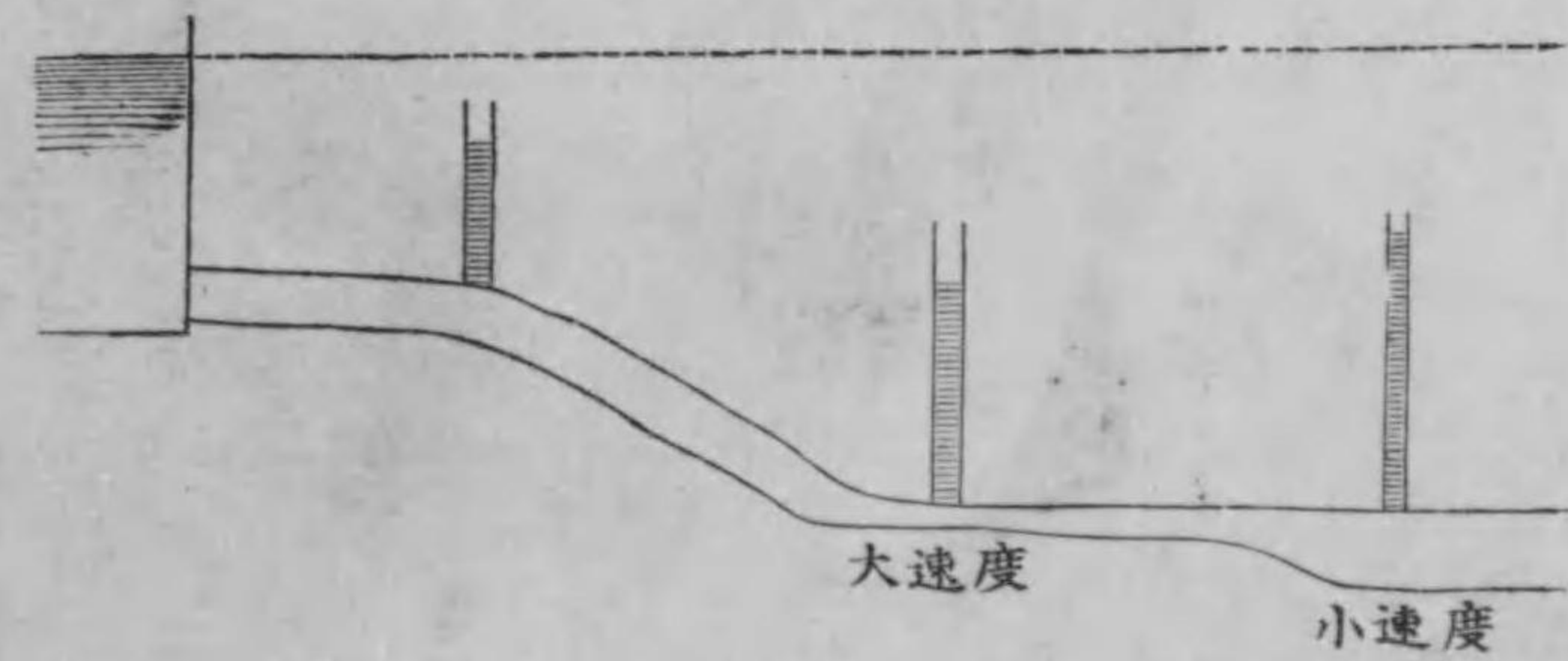
水力

第六十一圖に示す $h = \frac{v^2}{2g}$ は重力水車の場合に於ては水車力に對する水頭損失となるも衝撃水車及び反衝水車の場合には其所有速度は有効なるが故に水車力に對する水頭の損失とならざるものなり。

鐵管内を水が流る、場合に各所に第六十三圖の如き垂直管を立たりと假定し水管各點の直径に大小ありて流速不同なるときは其垂直管中にある水位は流水の速度によつて變じ速度大なる處は水位低く速度小なる處は水位高くなること第六十三圖に示す如くなるべし。

第六十四圖の如く直径に變化ある管内を水が流る、場合に於て v_1, v_2 及び s_1, s_2 を夫々其二點の斷面積及び流速とすれば流量 Q には變化なき

第六十三圖



八二

欠

鑄 鐵 管 の 重 量 (ソケットスベゴット形)

直 径 (吋)	A 水頭 116 呎				B 水頭 230 呎				C 水頭 300 呎				高ニ 詰 ムル 鉛ノ 深 (吋)	一 總 手 ニ 要 ス ル 鉛 (ポンド)
	厚 (吋)	平均 (ポンド)	種 類 十二 呎長ノ 全 重量 兩端 付 (ポンド)	種 類 十二 呎長ノ 全 重量 兩端 付 (ポンド)	厚 (吋)	平均 (ポンド)	種 類 十二 呎長ノ 全 重量 兩端 付 (ポンド)	種 類 十二 呎長ノ 全 重量 兩端 付 (ポンド)	厚 (吋)	平均 (ポンド)	種 類 十二 呎長ノ 全 重量 兩端 付 (ポンド)	種 類 十二 呎長ノ 全 重量 兩端 付 (ポンド)		
4	.4033	19.79	237.45	253.92	.4477	21.96	233.52	233.52	1 1/2	5.5				
6	.4383	31.57	378.84	413.64	.5050	36.24	434.88	434.88	1 3/4	6.25				
8	.4733	44.53	534.36	599.28	.5620	53.10	637.20	637.20	2	8.25				
10	.5083	59.47	713.64	812.64	.6194	72.56	870.72	870.72	2 1/4	10.25				
12	.5433	75.91	910.92	1052.04	.6766	94.62	1133.44	1133.44	2 1/2	13.00				
14	.5783	93.87	1126.44	1318.20	.7338	119.28	1431.36	1431.36	2 3/4	15.00				
16	.6166	114.08	1368.96	1618.56	.7944	147.18	1766.16	1766.16	3	24.25				
18	.6483	134.61	1615.32	1930.08	.8483	176.40	2116.80	2116.80	3 1/4	27.25				
20	.6833	157.30	1857.60	2276.88	.9055	208.04	2496.48	2496.48	3 1/2	30.75				
22	.7183	181.61	2179.32	2648.64	.9628	232.25	2926.32	2926.32	3 3/4	35.25				
24	.7533	207.53	2490.36	3049.32	1.0200	281.55	3378.60	3378.60	4	38.25				
27	.8058	249.42	2993.04	3695.64	1.1058	342.88	4114.56	4114.56	4 1/2	51.25				
30	.8583	294.78	3537.36	4405.08	1.1916	410.05	4920.60	4920.60	5	56.75				
33	.9108	322.80	3874.80	483.11	1.2775	483.11	5797.32	5797.32	5 1/2	62.25				
36	.9623	392.57	4710.84	6028.08	1.3633	561.04	6743.28	6743.28	6	79.50				
40	1.0333	471.91	5862.92	7293.84	1.4778	676.15	8113.80	8113.80	6 1/2	88.75				
42	1.0682	512.55	6148.20	7842.96	1.5350	737.26	8847.12	8847.12	7	95.75				
48	1.1733	642.40	7708.80	9917.16	1.7066	935.86	11230.32	11230.32	7 1/2	111.00				

鉛は之れを溶かすとき酸化其他の原因により損失を生ずるを以て此表に
凡そ一割方の過量を用意し置くべし。

鐵管の重量

D = 管の外徑(吋)

d = 管の内徑(吋)

W = 管の重量長一呎に付(封度)

$W = K(D^2 - d^2)$

K = 2.45 鑄鐵なるときは

2.64 煉鐵なるときは

表中に示す數字は管の長一呎に付其重量何封度と云數字を顯すものなり管の續手のフランジは前後二ヶ所合計して管の長凡一呎の目方に相當するものと知るべし。

假令ば内徑七吋厚二分一吋依て外徑八吋となるの「フランジ」附鑄鐵管長八呎六吋のもの、重量

D = 8"

鑄鐵管の重量を示す表

内徑(吋)	管の厚(吋)							
	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
6	23.4	31.9	40.6	49.7	—	—	—	—
7	27.1	36.8	46.7	56.8	—	—	—	—
8	30.8	41.6	52.8	64.3	—	—	—	—
9	34.4	46.0	58.9	71.7	—	—	—	—
10	—	51.4	65.1	79.0	93.3	—	—	—
11	—	56.4	71.0	86.4	101.8	—	—	—
12	—	—	77.3	93.7	110.4	127.4	—	—
14	—	—	89.6	103.4	127.5	147.0	—	—
15	—	—	—	115.7	136.1	156.8	177.7	—
16	—	—	—	123.3	144.7	166.6	188.7	—
18	—	—	—	137.9	161.8	186.2	201.8	—
20	—	—	—	—	178.6	205.8	232.9	260.3
22	—	—	—	—	—	225.4	254.9	284.8
24	—	—	—	—	—	245.0	276.9	309.3

d = 7"

$W = K(D^2 - d^2) = 2.45(8^2 - 7^2) = 2.45 \times 15$

= 36.75 封度但長一呎に付

此數字は前の表中に四捨五入して三十六封度八とあるものなり。

「フランジ」は二箇合計長一尺と同じき故に此長八呎六吋とあるを以て此數に九五を乗ず。

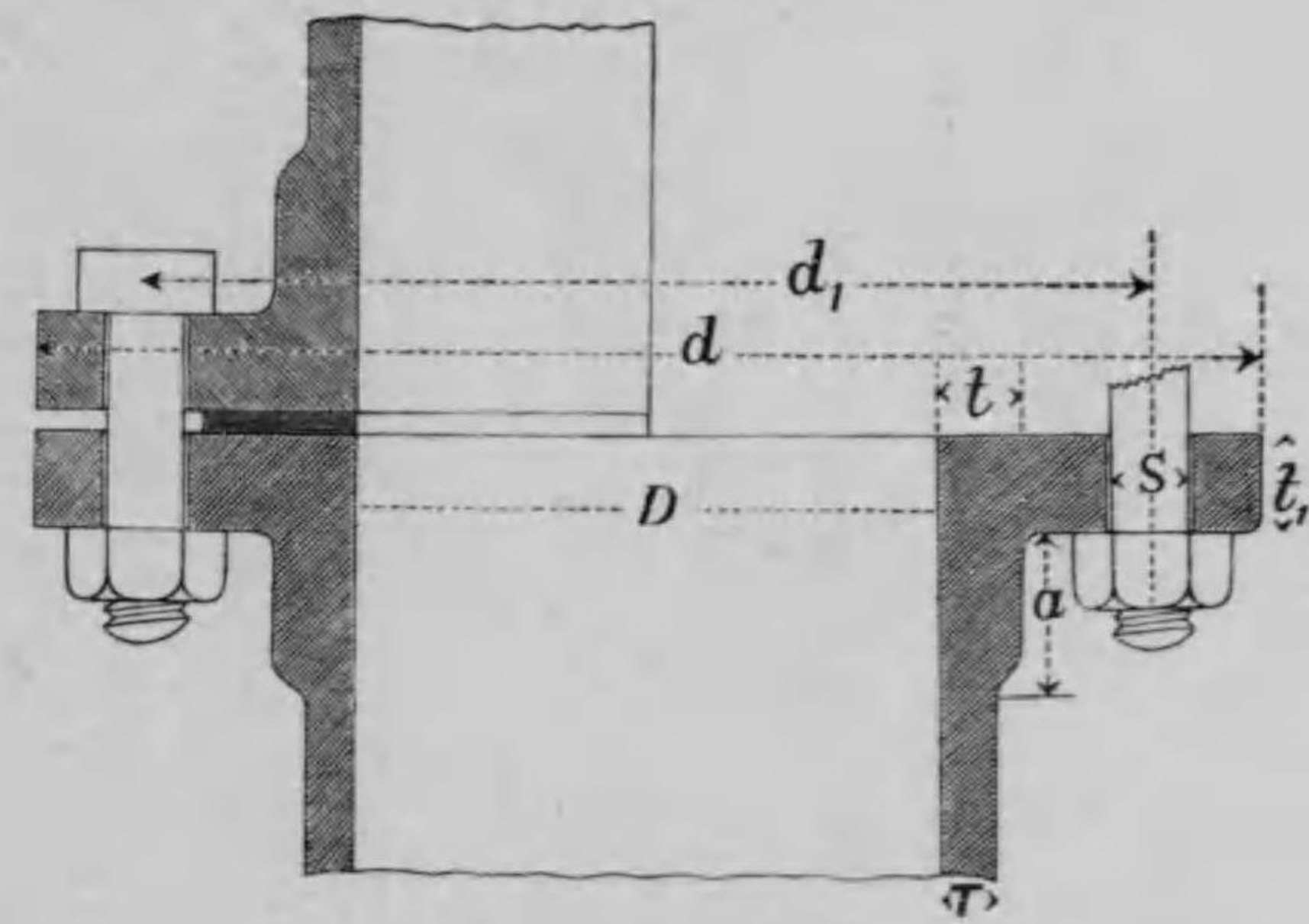
$36.8 \times 9.5 = 349.6$

此重量三百四十九封度六分を得るなり。

八十五ページにある表中の鐵管長一呎の重量平均とは管の兩端にあるソケットスピゴットの重量を加へて平均せしものなり

フランジ及ソケットスピゴットに種々の形あり次ページに示すものは其一例なり

第六十五圖



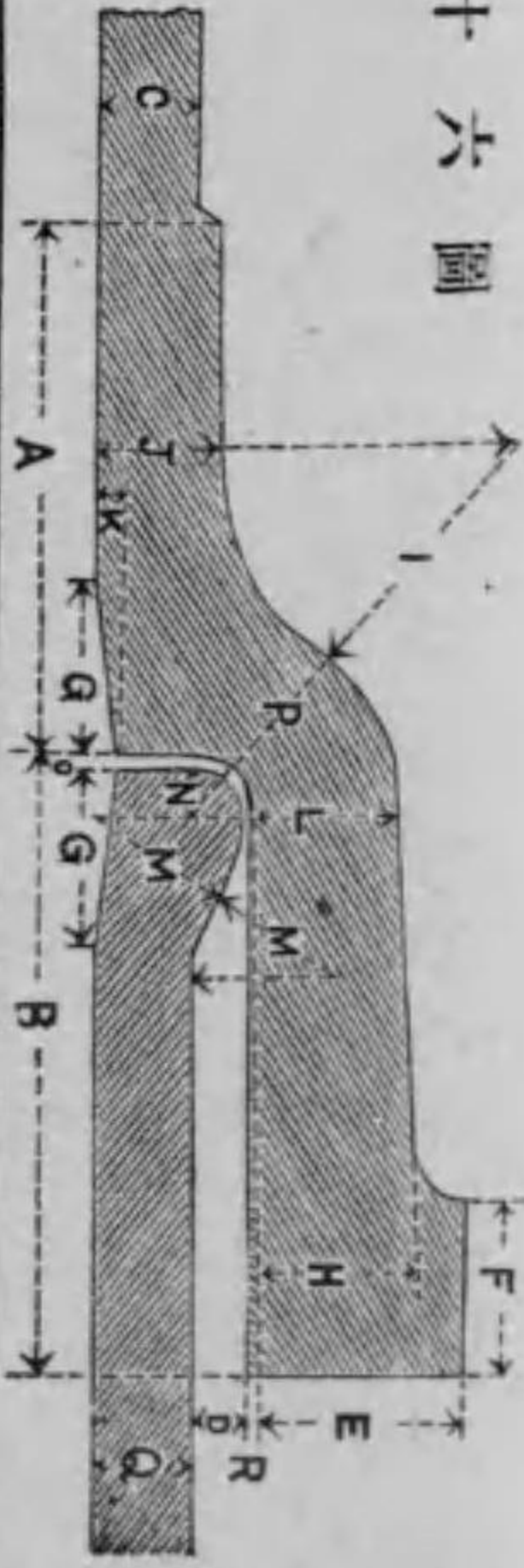
フランジ附鑄鐵管各部分比例表

壓力	管内徑 D (吋)	T 厚 (吋)	厚 t (吋)	太 a (吋)	仕上フランジ (吋)	厚離フランジ (吋)	ボルト穴直徑 (吋)	フランジ直徑 d (吋)	ボルト圓ノ直徑 d ₁ (吋)	ボルトノ數	ボルトノ直徑 s (吋)
壓五	3	0.328	0.40	1.25	0.50	0.56	0.55	6.5	5.25	4	0.500
百封	4	0.354	0.43	1.30	0.53	0.59	0.61	8.0	6.44	5	0.563
七度方	5	0.380	0.46	1.35	0.55	0.63	0.61	9.0	7.50	6	0.563
十呎力	6	0.406	0.49	1.40	0.60	0.67	0.68	10.25	8.69	6	0.625
二即付	8	0.458	0.55	1.50	0.66	0.74	0.68	12.50	10.80	8	0.625
七寸	10	0.510	0.61	1.60	0.72	0.81	0.81	15.0	13.19	10	0.750
相水	12	0.563	0.67	1.70	0.80	0.89	0.93	17.75	15.56	10	0.875
當水	16	0.667	0.79	1.90	0.93	0.01	0.93	22.0	19.80	14	0.875
百度壹	3	0.382	0.55	1.25	0.72	0.80	0.61	7.5	6.00	4	0.563
三平	4	0.414	0.58	1.30	0.76	0.84	0.68	9.0	7.25	5	0.625
十力方	5	0.444	0.62	1.35	0.80	0.89	0.68	10.0	8.38	6	0.625
尺即付	6	0.474	0.65	1.40	0.84	0.93	0.68	11.0	9.38	6	0.625
ニニ	8	0.535	0.72	1.50	0.92	0.02	0.68	13.5	11.75	8	0.625
相水	10	0.596	0.79	1.60	1.00	1.11	0.81	16.0	11.00	10	0.750
當水	12	0.657	0.86	1.70	1.08	1.20	0.93	19.0	16.75	10	0.875
ス二	16	0.778	1.00	1.90	1.24	1.38	0.93	23.5	21.00	14	0.875

水カ

八八

第六十六圖



鑄鐵管継手寸法表

孔徑	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	長 (吋)	一本目方 (封度)
3 1/2"	3"	3"	3"	3 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	9"	140.58
5"	3"	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	1"	1 1/4"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	9"	300.79
6"	3"	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	1"	1 1/4"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	9"	334.02
8"	3"	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	1"	1 1/4"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	9"	352.94
9"	3"	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	1"	1 1/4"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	9"	357.61
10"	3"	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	1"	1 1/4"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	9"	367.53
12"	3"	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	1"	1 1/4"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	9"	382.08
14"	3"	3 1/2"	3 1/2"	3 1/2"	1"	1 1/4"	1"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1 1/2"	1 1/2"	1"	1"	1"	1"	1 1/2"	9"	394.51
16"	3 1/2"	3 3/4"	3 3/4"	3 3/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	9"	1304.75
20"	3 1/2"	3 3/4"	3 3/4"	3 3/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	9"	1788.11
22"	3 1/2"	3 3/4"	3 3/4"	3 3/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1 1/2"	9"	2155.68
24"	4"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	9"	2349.62
26"	4"	4 1/2"	4 1/2"	4 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	9"	2972.18
28"	4 1/2"	4 3/4"	4 3/4"	4 3/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	9"	3439.73
30"	4 1/2"	4 3/4"	4 3/4"	4 3/4"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	9"	3699.45
31"	5"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	9"	3816.18
36"	5"	5 1/2"	5 1/2"	5 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	9"	4764.54

水管敷設

八九

鉸釘鐵管の厚さ

R = 鐵管半徑時

p = 水壓平方時に付「ボンド」

T = 管の長さ一時に受くる應力「ボンド」

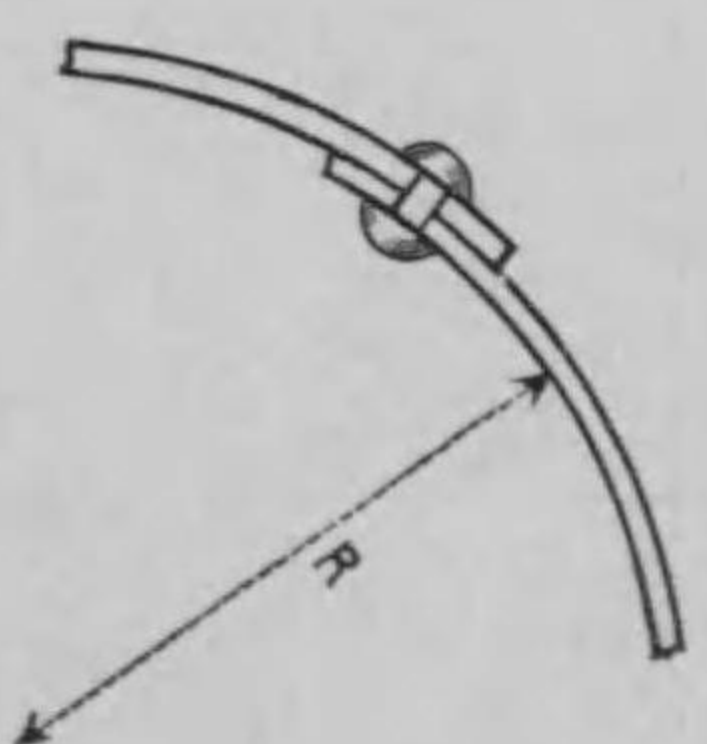
とすれば $T = p \cdot R$

又 $d =$ 鉸釘直徑

t = 鐵管の厚さ

l = 重合の長さ

p = 鉸釘の間隔とす



第六十七圖

九〇



普通の鐵板に於て一列鉸釘の接合板の強さは継手なる一枚の44%-59%にして二列鉸釘に於ては61%-74%の強度となるものなり委しき計算は鉸及板の大小と鐵質とにより差あるものなり(九十二頁参照)

第六十八圖 丙

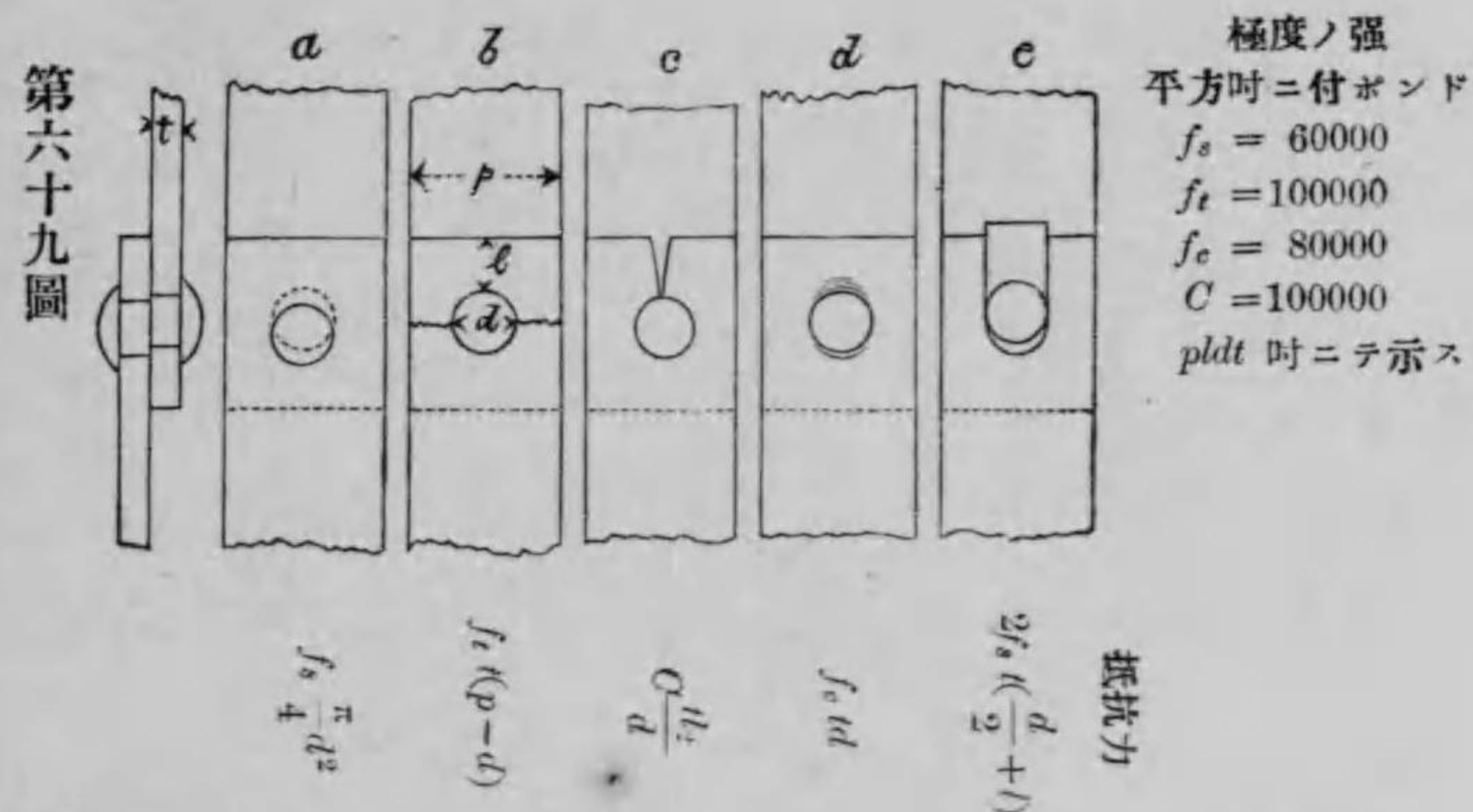


d は通例 t の二倍にして l は t の六倍に相當す。

$t = \frac{1}{4}$ 吋	$\frac{5}{16}$ 吋	$\frac{3}{8}$ 吋	$\frac{7}{16}$ 吋	$\frac{1}{2}$ 吋	$\frac{9}{16}$ 吋	$\frac{5}{8}$ 吋
$d = \frac{1}{2}$ 吋	$\frac{5}{8}$ 吋	$\frac{3}{4}$ 吋	$\frac{7}{8}$ 吋	1 吋	$1\frac{1}{16}$ 吋	$1\frac{1}{8}$ 吋
$l = 1 - \frac{1}{8}$ 吋	$1\frac{7}{8}$ 吋	$2 - \frac{1}{4}$ 吋	$2\frac{1}{8}$ 吋	$2\frac{1}{4}$ 吋	$2\frac{1}{2}$ 吋	$2\frac{3}{4}$ 吋

二列鉸釘鐵管に對する表

管直徑(吋)	鐵厚(吋)	安全ニ受ケ得ル水頭(呎)	鐵管長一呎ノ重量(ホンヅ)	管直徑(吋)	鐵厚(吋)	安全ニ受ケ得ル水頭(呎)	鐵管長一呎ノ重量(ホンヅ)
3	.050	810	2.25	14	.140	455	25.00
4	.050	607	3.00	15	.062	202	11.75
4	.062	760	3.75	15	.078	232	14.75
5	.050	485	3.75	15	.109	332	20.50
5	.062	605	4.50	15	.125	405	23.35
5	.078	757	5.75	15	.140	433	28.05
6	.050	405	4.25	16	.062	190	13.00
6	.062	505	5.25	16	.078	237	18.00
6	.078	630	6.50	16	.109	322	22.25
7	.050	346	4.75	16	.125	379	24.50
7	.062	433	6.00	16	.140	435	28.50
7	.078	540	7.50	18	.062	162	14.75
8	.062	378	7.00	18	.078	210	18.50
8	.078	472	8.75	18	.109	295	25.25
8	.109	660	12.00	18	.125	331	30.00
9	.062	336	7.50	18	.140	378	32.50
9	.078	420	9.25	18	.171	450	40.00
9	.109	587	12.75	20	.062	151	16.00
10	.062	307	8.25	20	.078	183	19.75
10	.078	378	10.25	20	.109	255	27.50
10	.109	530	14.25	20	.125	304	31.50
10	.125	607	16.25	30	.140	340	35.00
10	.140	680	18.25	20	.171	415	45.50
11	.062	275	9.00	22	.062	133	17.75
11	.078	344	11.00	22	.078	172	22.00
11	.109	420	15.25	22	.109	240	33.50
11	.125	553	17.50	22	.125	276	36.50
11	.140	617	19.50	22	.140	308	39.00
12	.062	252	10.00	22	.171	376	50.00
12	.078	316	12.25	24	.078	158	23.75
12	.109	442	17.00	24	.109	220	32.00
12	.125	506	18.50	24	.125	253	37.50
12	.140	567	31.75	24	.140	283	42.00
13	.062	233	10.50	24	.171	344	50.00
13	.078	291	13.00	24	.200	405	59.00
13	.109	407	18.00	26	.078	145	25.50
13	.125	467	20.50	26	.109	203	33.50
13	.140	522	23.00	26	.125	233	39.30
14	.062	216	11.25	26	.140	301	44.25
14	.078	271	14.00	26	.171	313	54.00
14	.109	378	19.50	26	.200	373	64.00
14	.125	433	32.25	28	.078	135	27.25



極度ノ強
平方吋ニ付ホンヅ
 $f_s = 60000$
 $f_t = 100000$
 $f_c = 80000$
 $C = 100000$
 p/d 吋ニテ示ス

水
力

普通方法

$d = 1.25\sqrt{t}$ 汽罐用

$d = 1.1\sqrt{t}$ 橋梁用 p/d 吋にて示す

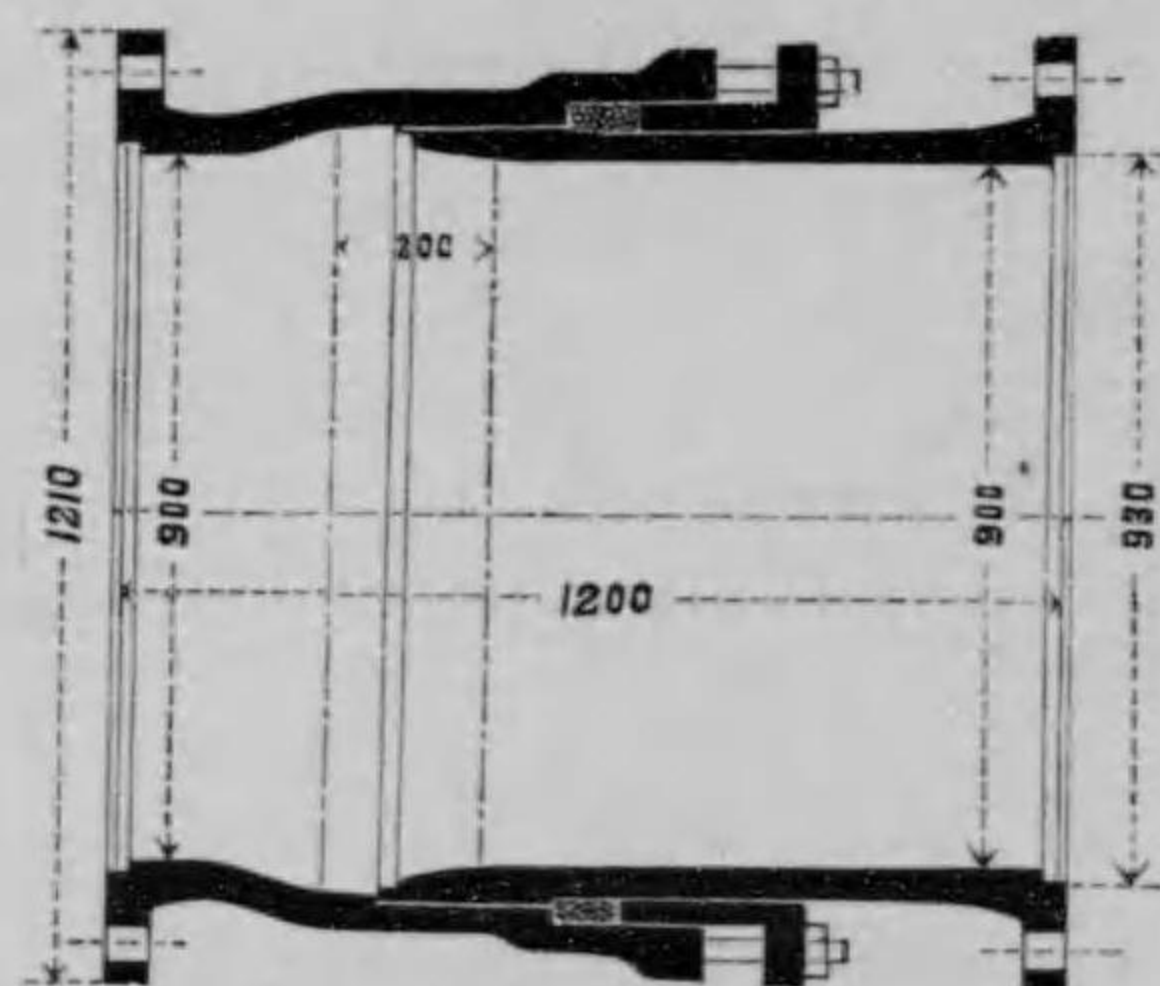
鍊鐵板及鉸釘 { 打抜穴のとき $p = d + 1.5$ 吋
錐鑿したるとき $p = d + 1.4$ 吋

鋼鐵板及鉸釘 { 打抜穴のとき $p = d + 1.13$ 吋
錐鑿したるとき $p = d + 1.0$ 吋

$l = 1.1\sqrt{d}$

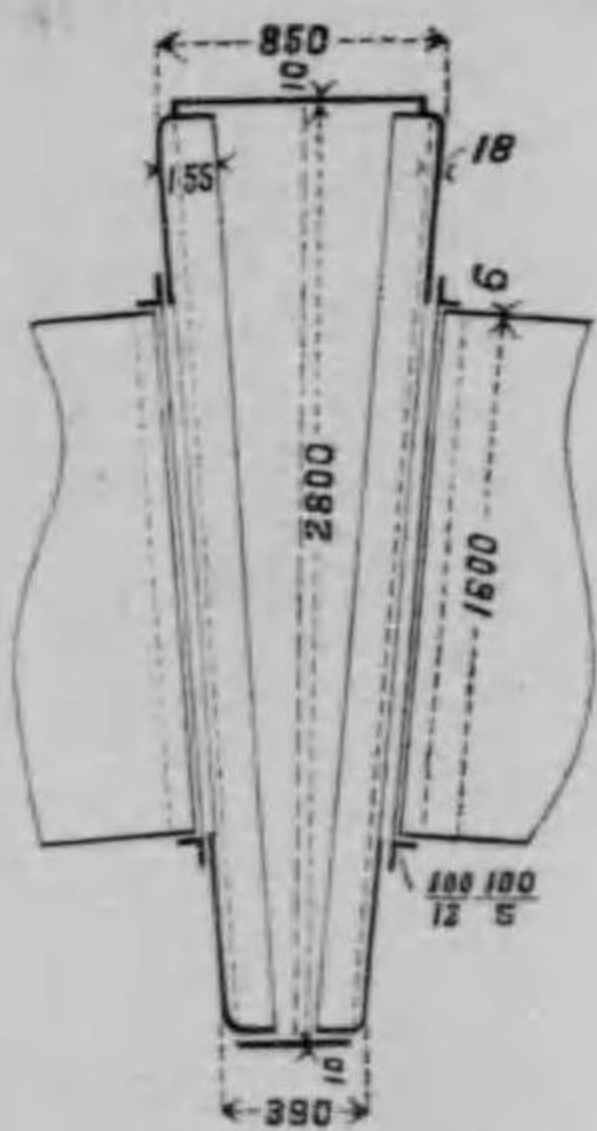
鉸釘ニタル板ト連續ニタル一枚板ト比シテ其強サ百分率表	打抜タル穴直徑吋			錐鑿ニタル穴直徑吋		
	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1
一列鉸釘						
鍊鐵板及鉸釘	56%	51%	48%	59%	54%	50%
鋼鐵板及鉸釘	51	47	44	54	49	46
二列鉸釘						
鍊鐵板及鉸釘	72	68	65	74	70	66
鋼鐵板及鉸釘	68	64	61	70	66	63

第七十二圖



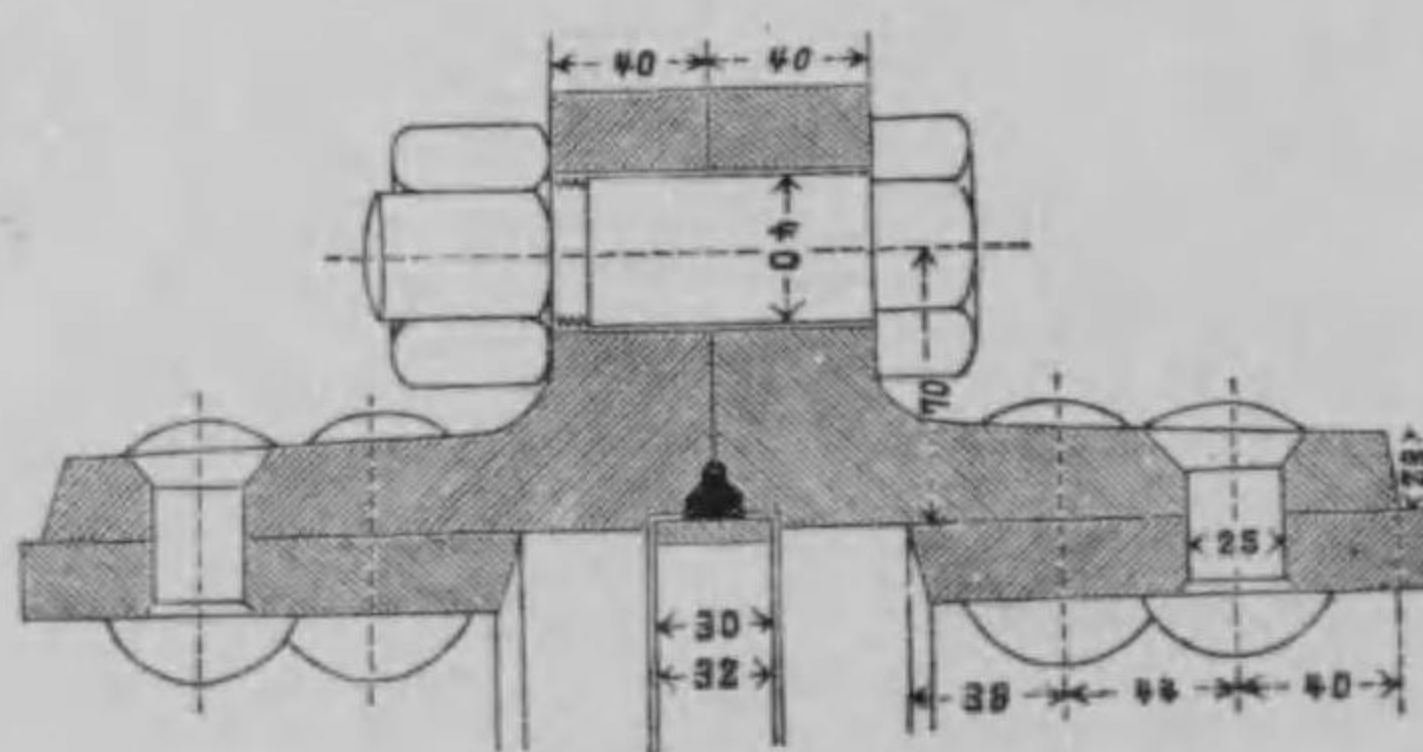
Expansion Slip-Joints for Penstocks.

第七十一圖



Wedge-Shaped Expansion Joint.

第七十三圖



Type of Penstock Flange used in recent Swiss Practice

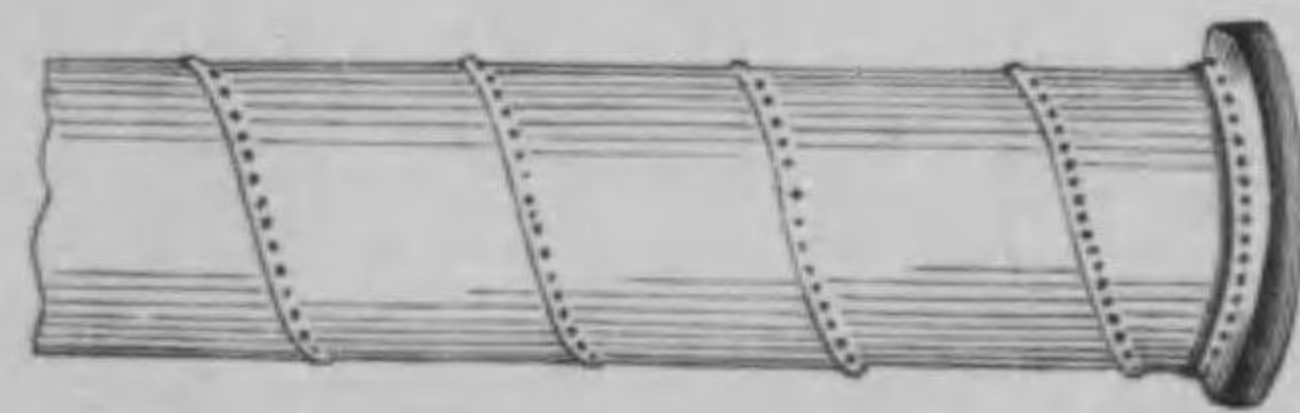
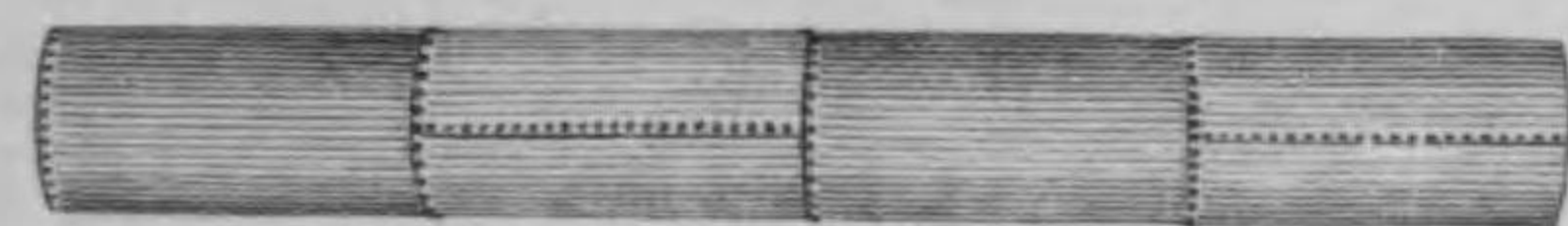
十一圖第七十二圖参照

管直徑 (吋)	鐵厚 (吋)	安全ニ受ケ得ル水頭 (呎)	重量 (ポンド) 鐵管長一呎ノ	管直徑 (吋)	鐵厚 (吋)	安全ニ受ケ得ル水頭 (呎)	重量 (ポンド) 鐵管長一呎ノ
28	.109	168	38.00	36	.187	233	81.00
28	.125	215	43.35	36	.250	337	109.00
28	.140	242	47.50	36	.312	420	135.00
28	.171	285	58.50	40	.140	170	67.50
28	.200	346	69.00	40	.187	233	90.00
30	.109	176	39.50	40	.280	303	130.00
30	.125	202	45.00	40	.312	373	150.00
30	.140	226	50.50	40	.375	455	180.00
30	.171	276	61.75	42	.140	162	71.00
30	.200	323	73.00	42	.187	216	94.50
30	.250	404	80.00	42	.250	288	123.00
36	.125	168	54.00	42	.312	380	153.00
36	.140	183	60.50	42	.375	435	180.00

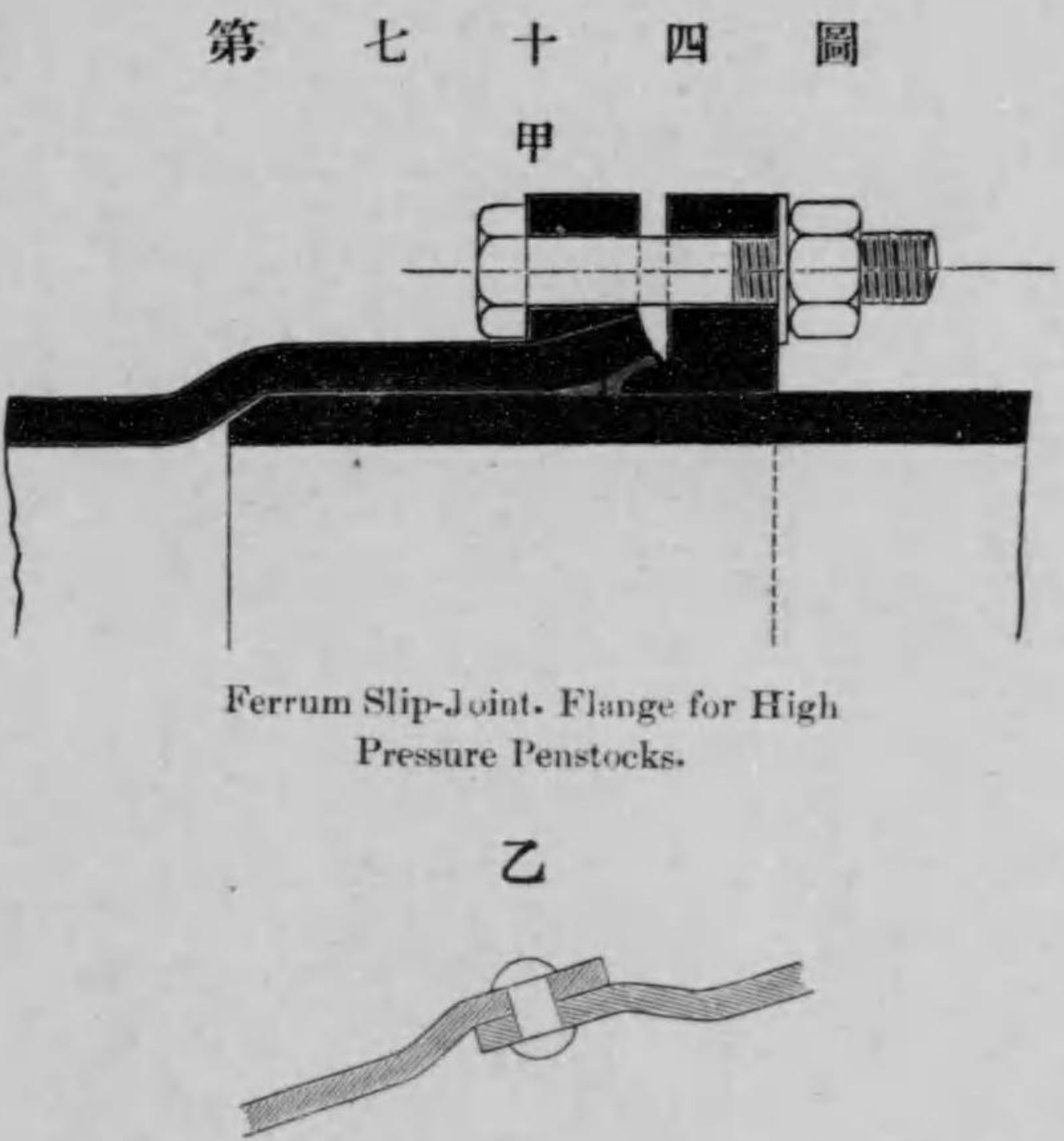
第七十圖は riveted pipe の cylindrical joint 及び spiral joint pipe を示す。
 鉸釘鐵管は圖に示す如く鉸行管軸に平行なるを普通とす時に螺線狀を爲すものもあり。
 鐵管の外氣に接するところは溫度の變化に從ひ伸張若は短縮するを以て之を調整するために伸縮接合を必要とす第七

第七十圖

普通形



水
力



第七十四圖

甲

Ferrum Slip-Joint. Flange for High Pressure Penstocks.

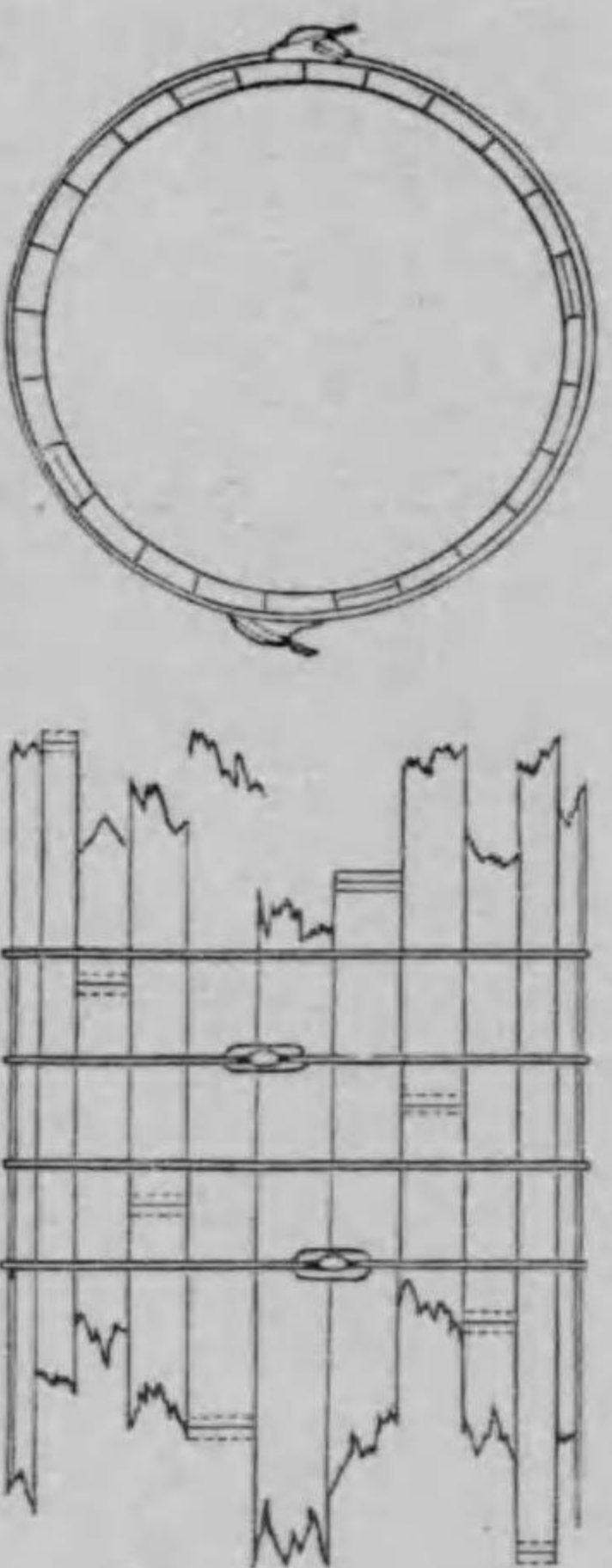
乙

九六

の桶板にて管を作りその周囲を徑1/4吋若しくは徑1/2吋までの鐵棒又はこれに相當する板金にて帶巻きするものなり。
第七十六圖は桶管を土臺の上に置きし所を示す。

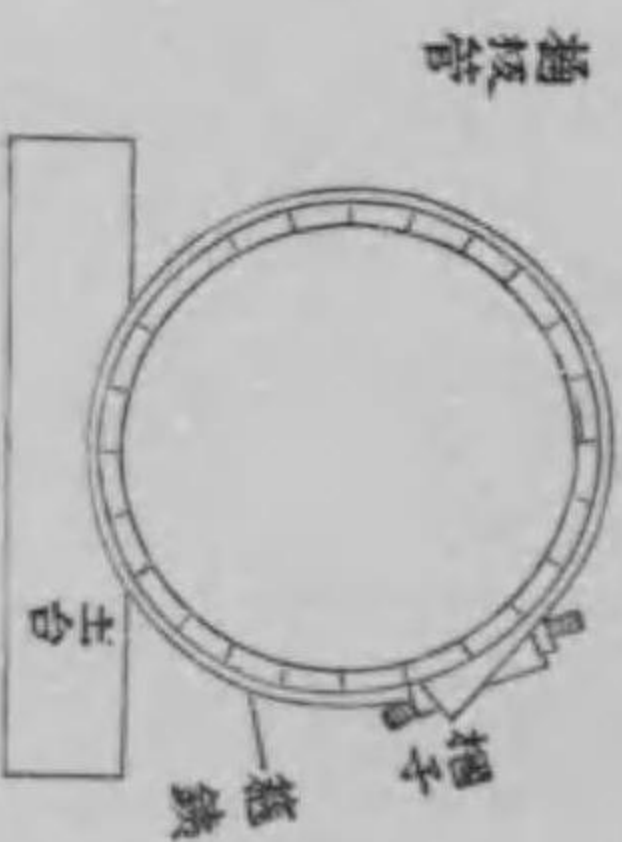
鉸釘したる鐵板を以て作りたる鐵管接合處は第七十三圖第七十四圖に示す如し近來製作する續目なし Weld-less pipe の鐵管接合は第七十四圖乙に示す如し此鐵管は近來大に發達し徑6呎位のものを作し得るに至れり。
木桶管 Wooden stave pipe は第七十五圖に示す如く厚1吋乃至3吋幅、4吋乃至6吋

第七十五圖



Wooden Stave Pipe

第七十六圖



桶管に板管若は弁を取付ける場合には鐵鞍を附す第七十七圖の如し。
近來鐵帶を有する桶管 Stave pipe は北米に於て導水用に供せらる其維持年月等は未だ不明なれども木材多き地方に於ける急速なる工事に適當す。

水管敷設	管直徑(吋)	桶	鐵帶
	10	厚 1 吋 幅 4 吋	5 吋 x 9 吋
	12	2 吋	16 吋 x 16 吋
	18	2 吋	6 吋



九七

水力

管直径(吋)	桶 厚	桶 幅	鐵帶 吋 吋 徑 棒
24	2吋	6吋	$\frac{3}{8}$ 吋 徑 棒
30	"	"	$\frac{1}{2}$ " " "
36	"	"	" " "
36	"	"	" " "
48	"	"	" " "

P = 水の壓力(平方吋に付ポンド)

R = 桶の半径(吋)

s = 帶の受くる應力(ポンド)

t = 桶の厚(吋)

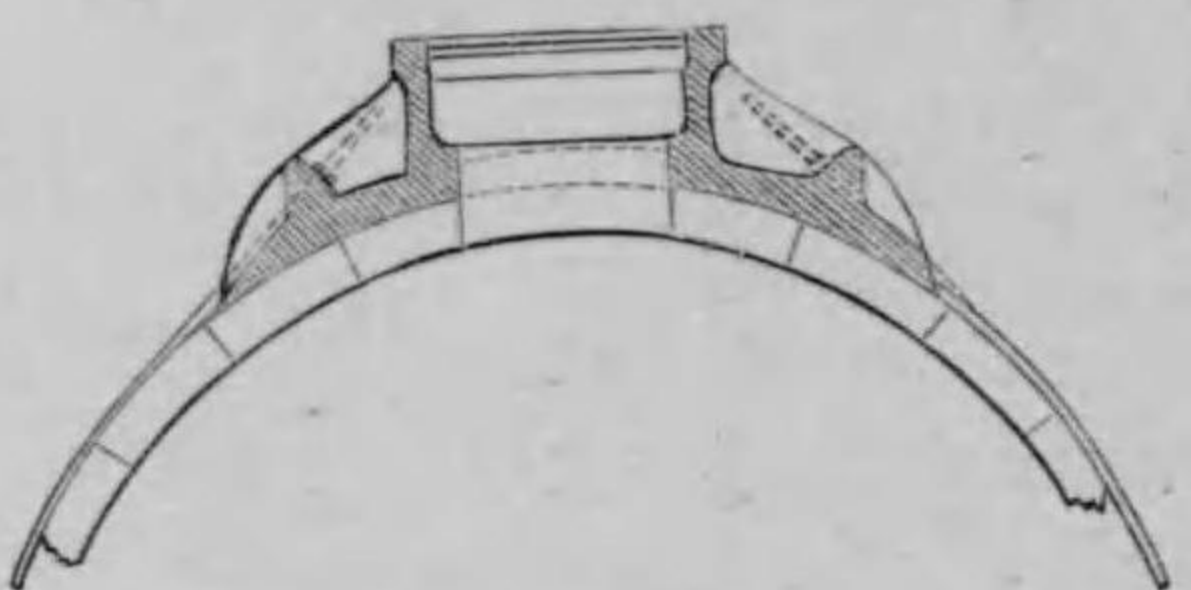
d = 帶間の距離(吋)

$s = d(pR + 100t)$

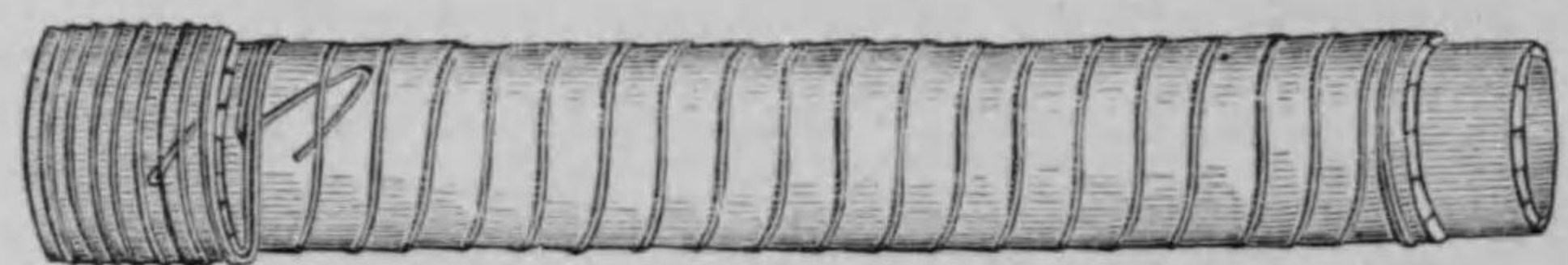
桶は木材にして膨脹する傾向を有するを以て鐵帶は桶の管軸に平行なる

向の断面平方吋に付百ポンド宛の膨脹力あるものと見做せり。
此式により帶の受くる應力を計算し其距離を定むべし。

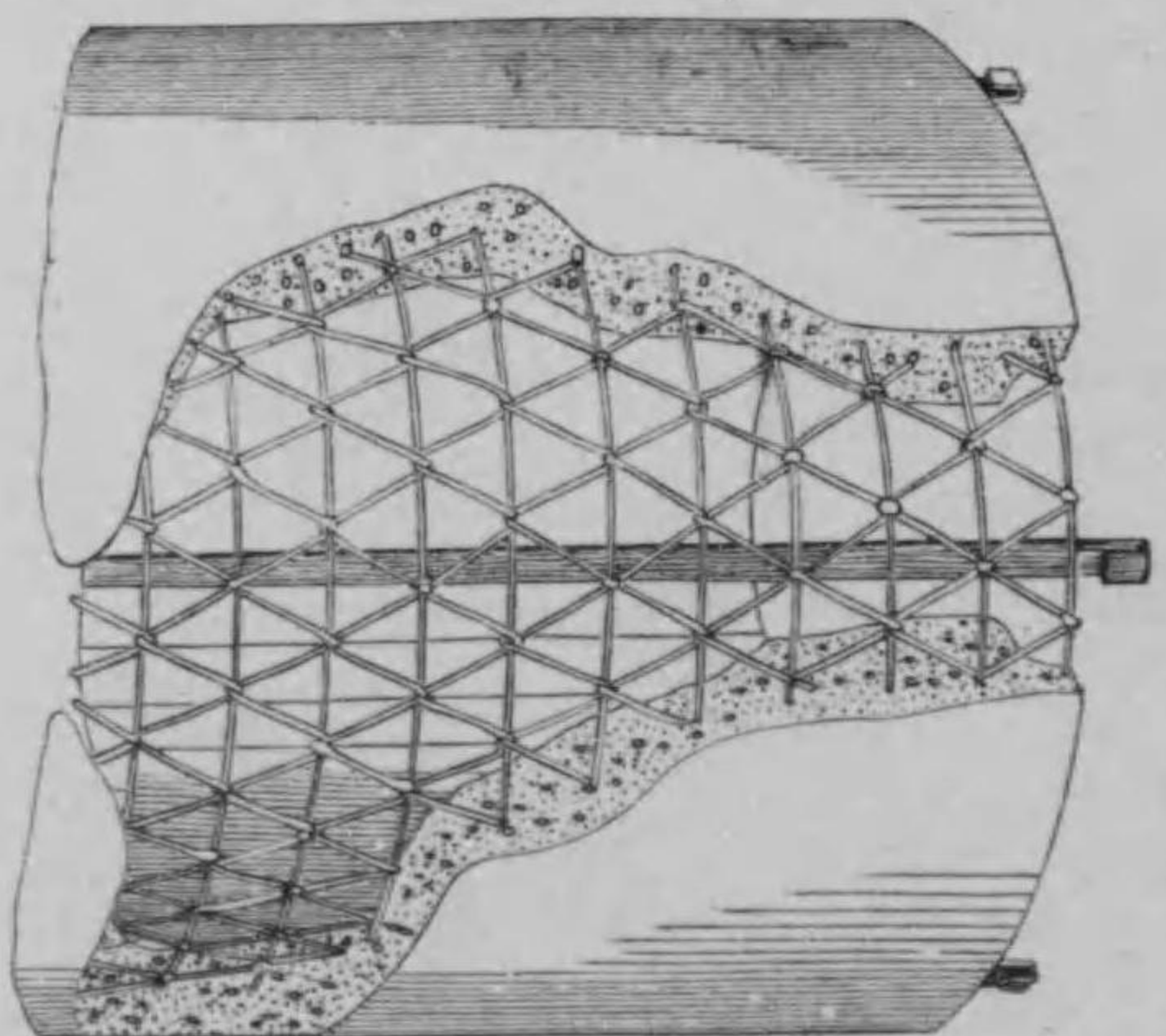
第七十七圖



第七十八圖



第七十九圖



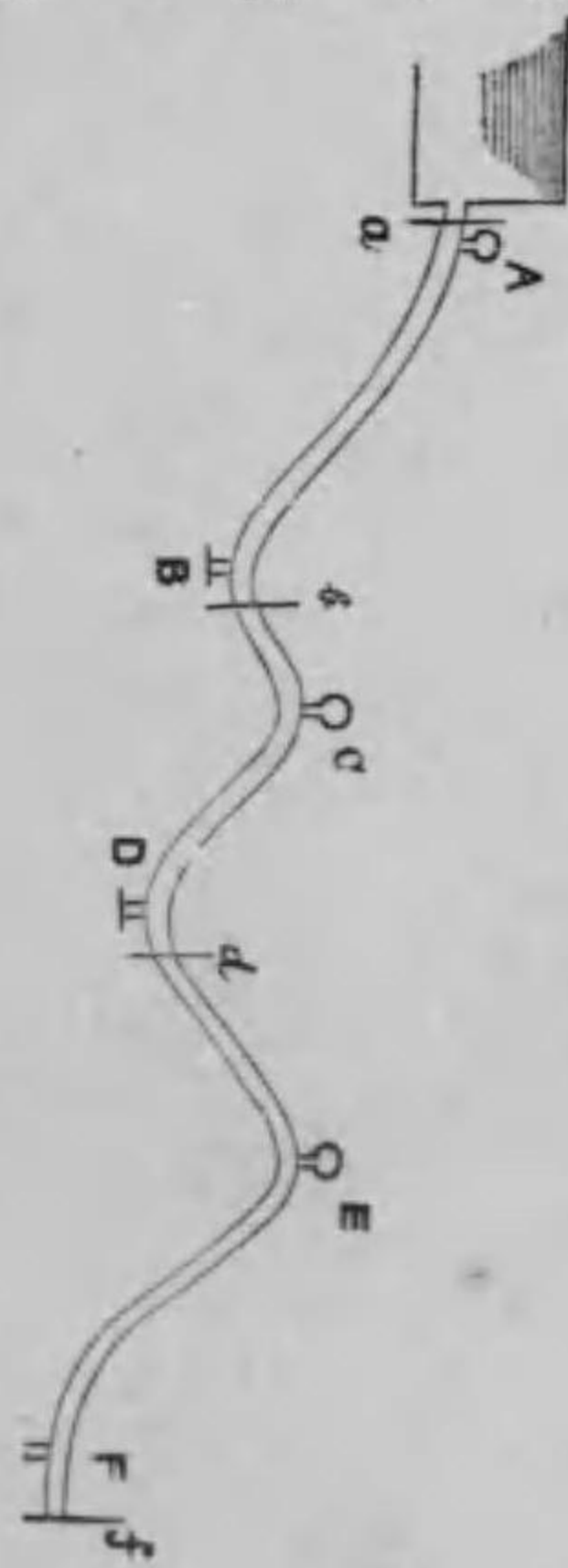
水管の細きものには圖に示す如き螺條鐵を巻きたるもの

水管敷設

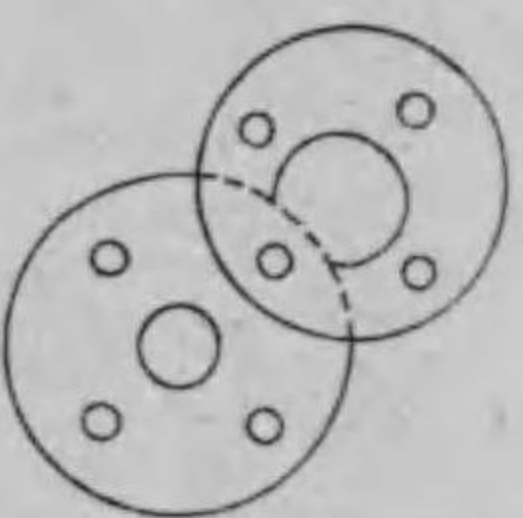
あり。
 鉄筋混凝土を以て導水管を作ることあり第七十九圖は其一例なり其製作中に龜裂を生ずることある故に注意を要す水壓の大なるところに於ては未だ實用されず。

鐵管注水

初めて水を水管中へ注入するときは先づ開閉弁 b を閉ぢ土吐 B を開き開閉弁 a を少しく開き a b 間の管を掃除して後に B を閉づべし然る後は空氣は A より排出して a b 間の管注水終了す A に空氣弁なきときは a b 間の空氣は a 開閉弁より直に水溜中に吹出づるに至るべし次に d を閉ぢ D を開き B の弁を少し開き d まで通水し掃除出來の後は D を閉づべし若し C の空



第八十圖

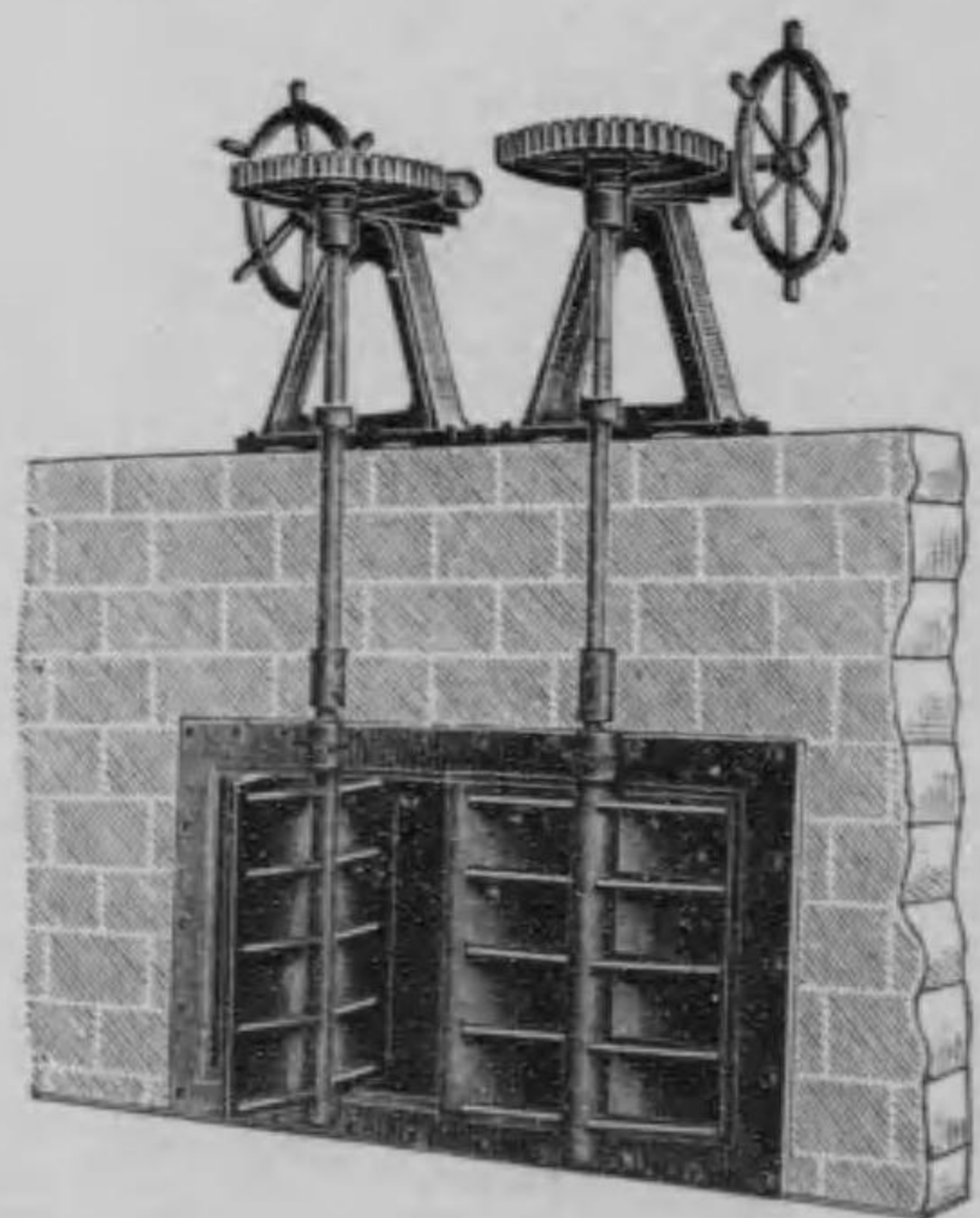


氣弁穴が小にして澤山の空氣を出すこと能はざれば弁の下の接合「フランジ」の「ボルト」を取除き一本のみによりて之を取付け弁を他方に廻し置くこと圖の如くなし將に水が噴き出せんとするに當り手早く弁を廻轉さして取付けべし。

以下の水管注水之に準ずべし尤も場合によりては d 若は f 迄も一度に注水することもあり斯くの如く或る區域を限りて水を通したる後管の漏水を検査するを要す先づ a 及 b を閉ぢ置き a を極めて少しく開くべし管に漏水あらば水は a を通過するの音響を生ず開閉弁に耳を當れば容易に此音響を聞き得べし b d 以下之に準ず。

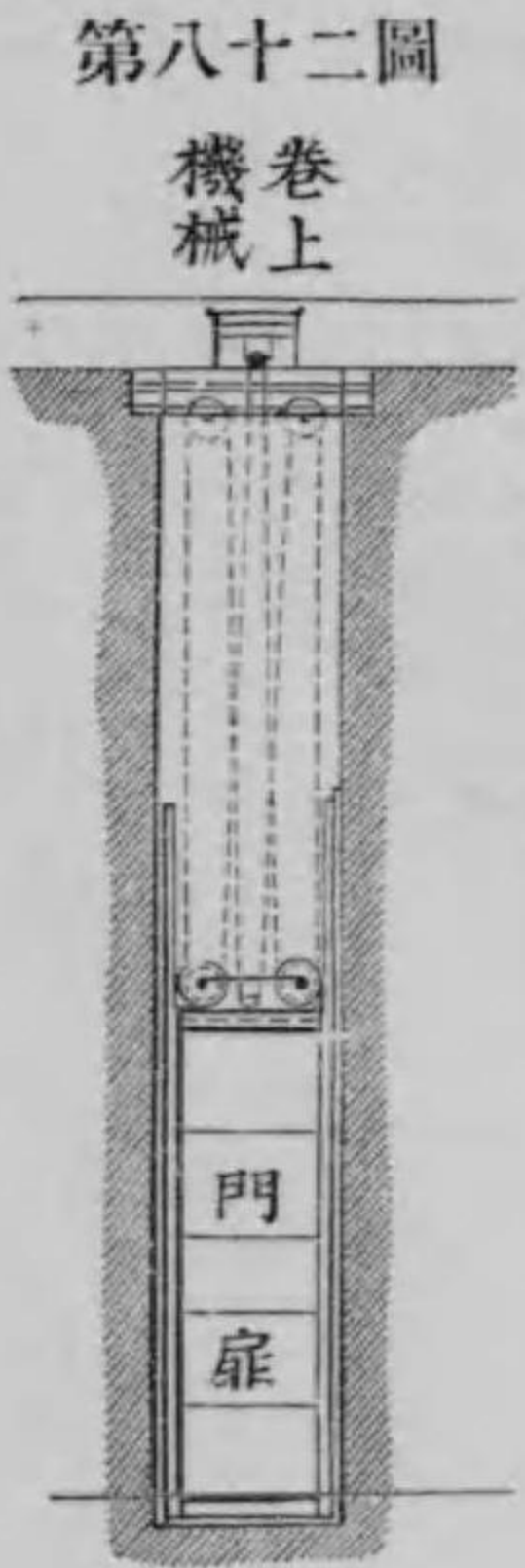
水路取入口水門

第八十一圖



水門の最も簡單なるは角落しと稱

するものにして四角なる角材を兩側にある溝中に落し水を遮るものにして水門は第八十一圖に示す如く中央の軸によりて廻轉する門扉あり又上下に曳上げ曳下す門扉あり。

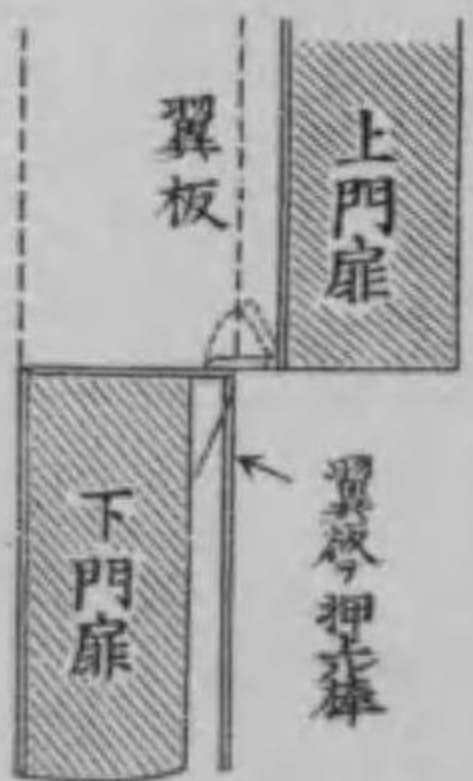
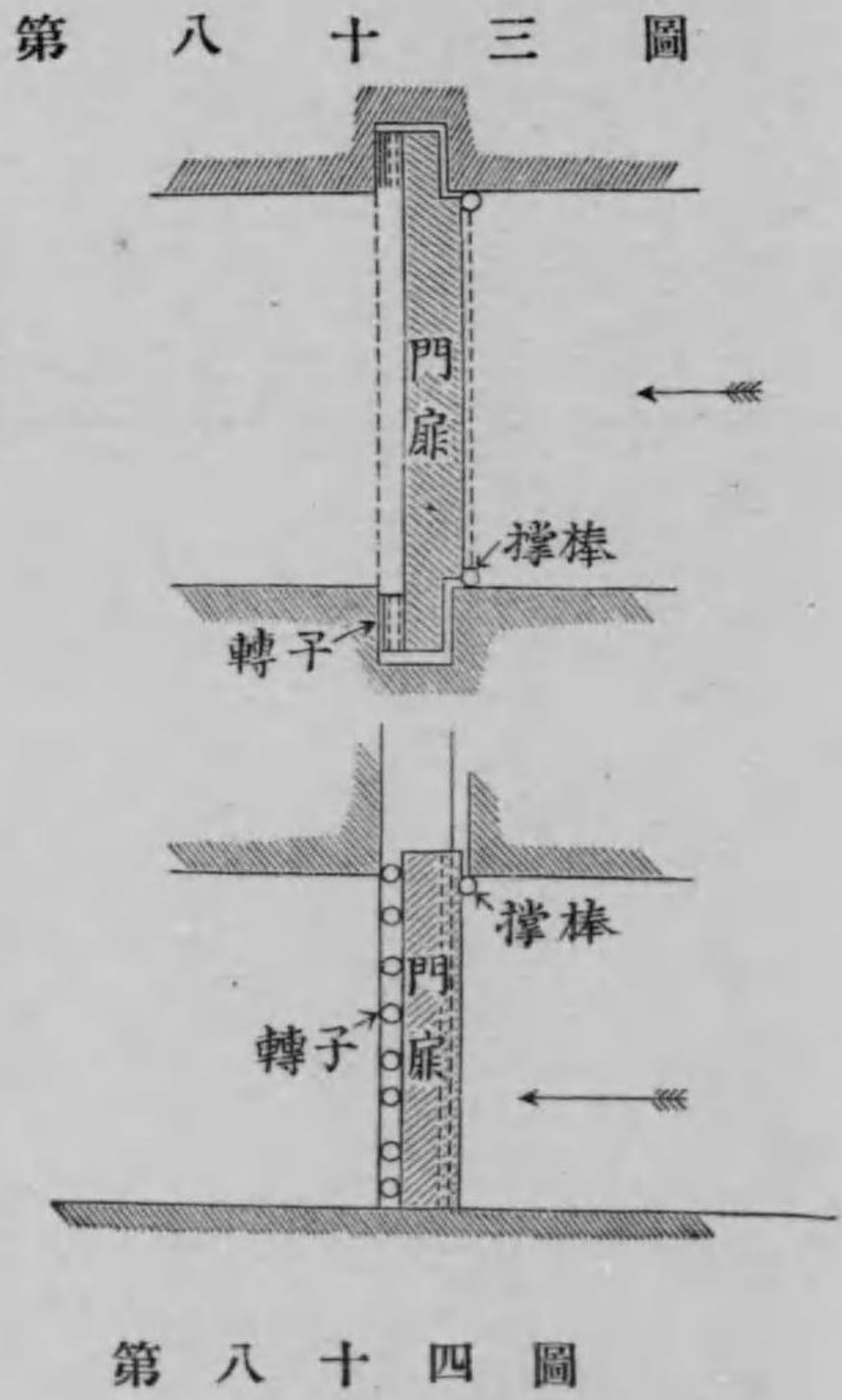


第八十二圖に示す如く繩若は鎖にて引上ぐるもの及螺線を廻轉し之によりて門扉を上下させるものあり。

門扉引上に要する力を減少する目的を以て轉子「ローラー」を附け平衡重を有するものあり又水漏を減する爲めに撐材あるものあり第八十三圖の如し「ストリー」門扉は此類なり。

第八十四圖は門扉を上下二枚とせし場合なり、その間隙より水の流出するを防ぐために翼板を有するものなり。

水路取入口に於ては砂の流入するを防ぐ目的を以て水門の附近に砂吐口を設く、又水路の所々に深き所を作り砂吐門を設くることあり。

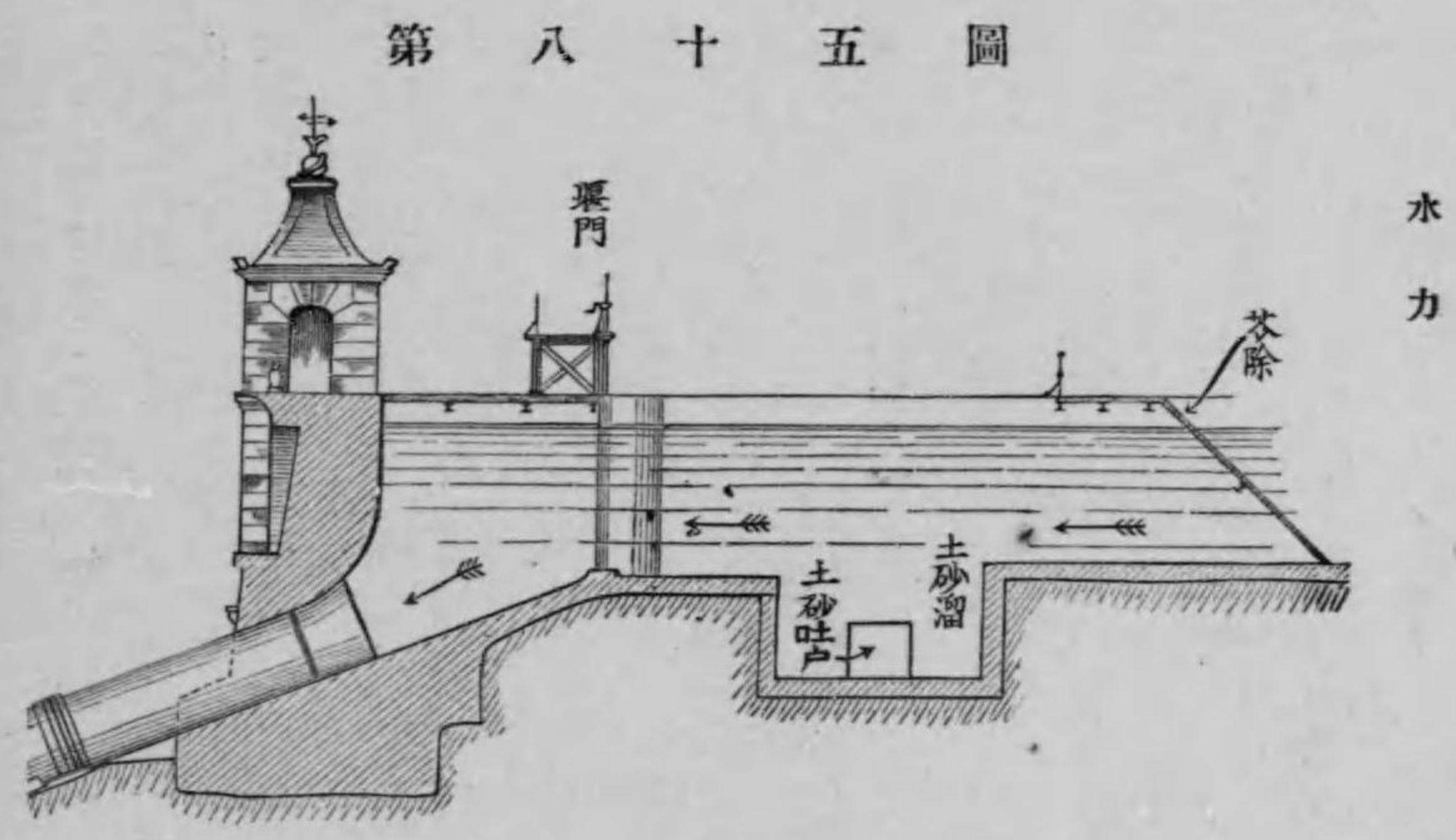


平面圖

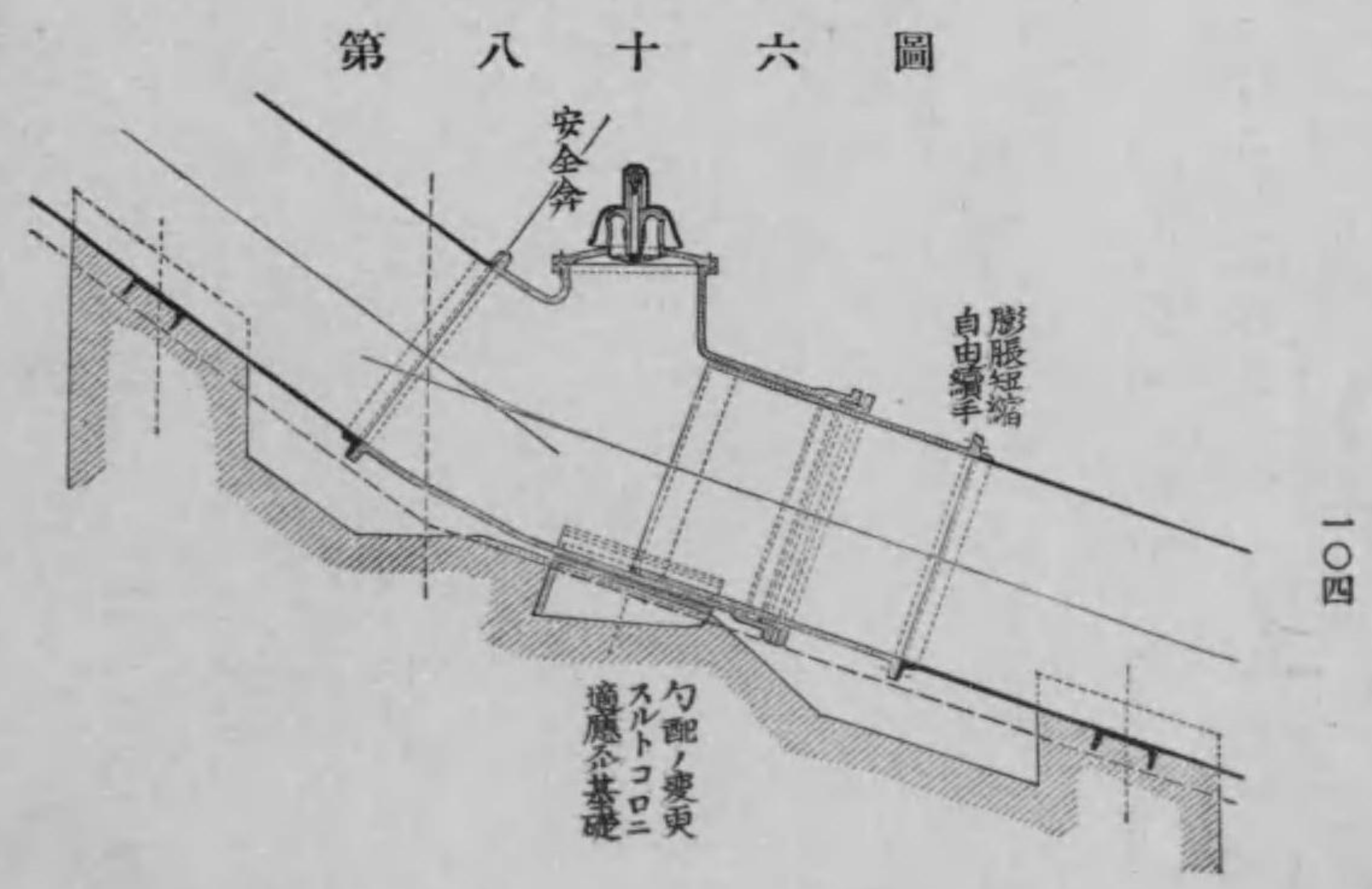
縦断面

壓力水管 Penstock

第八十五圖は鐵管の取入口を示す、取入口の前面に堰門、土砂吐戸及芥除を必要とす其順序は必ずしも此圖の通りにするに及ばず。

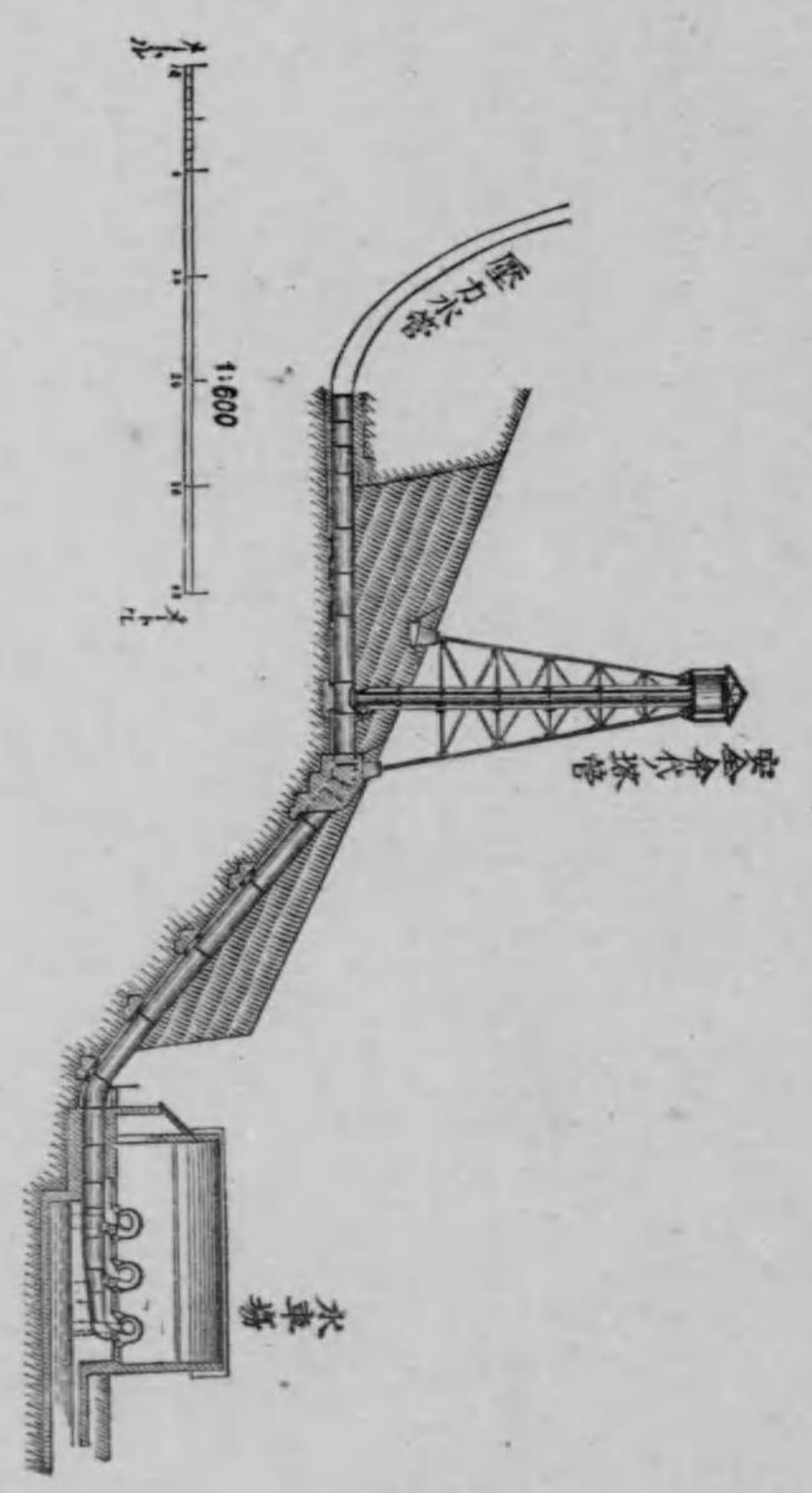


第八十五圖



第八十六圖

水車場に近き壓力水管に於ては安全弁を置くこと第八十六圖の如くするを好とす。



第八十七圖

或る場合に急に開閉弁を閉づる時は一時水衝 water ram を生じ非常に壓力を増大し鐵管を破壊することあり之を防がんとため Safety valve 安全弁又は第

壓力水管

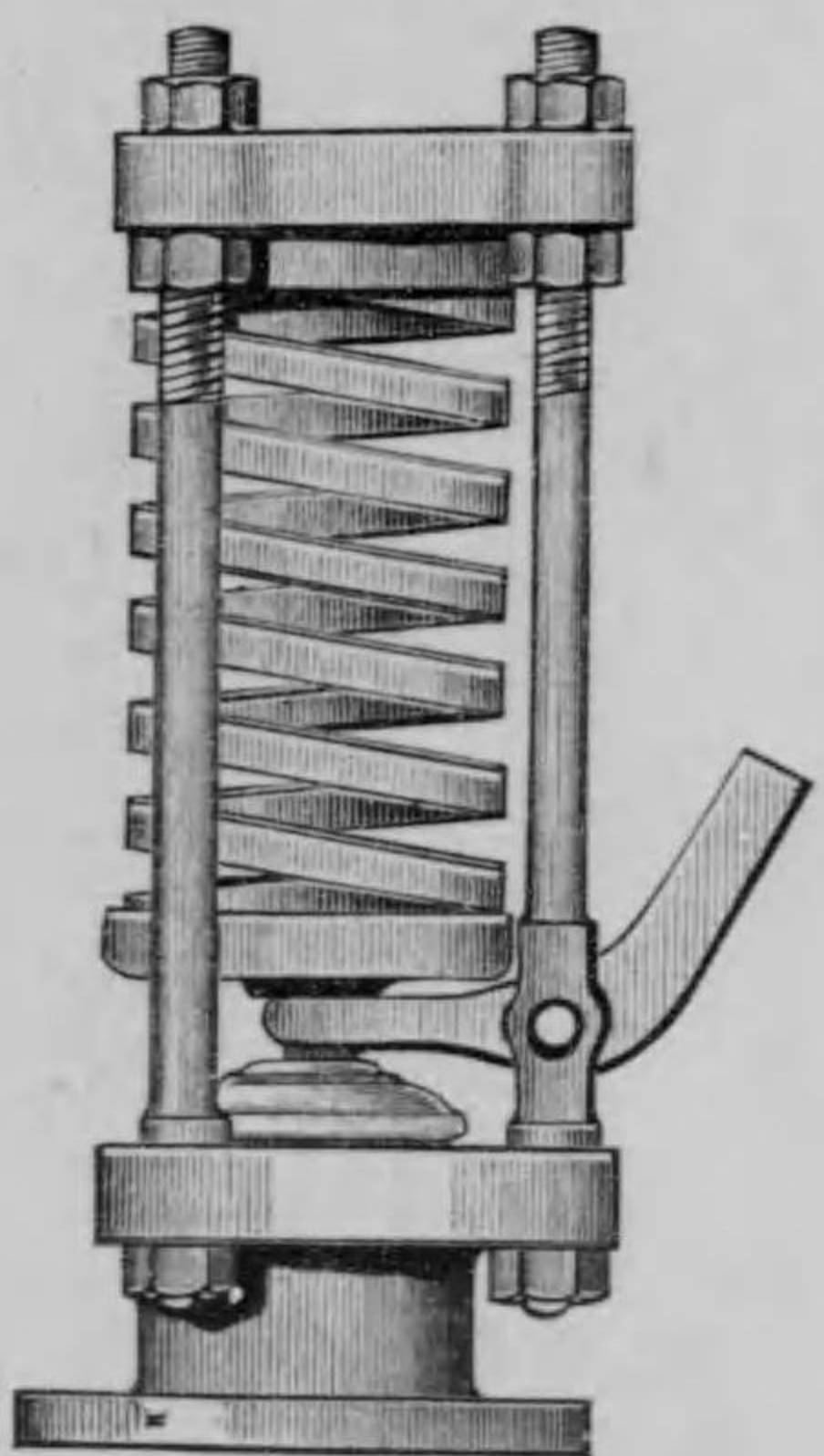
104

八十七圖に示す如き Stand Pipe 水塔管を設くるを要す。

水衝力は前に一平方時に 100「ポンド」と假定したれども一定のものにあらず流水の速度管の太さ、

管の長さ管の材質と開閉弁を閉づる時間とによるものにして委しきことを知らんと欲せば

Gilson-Water ram in hydraulic pipe line



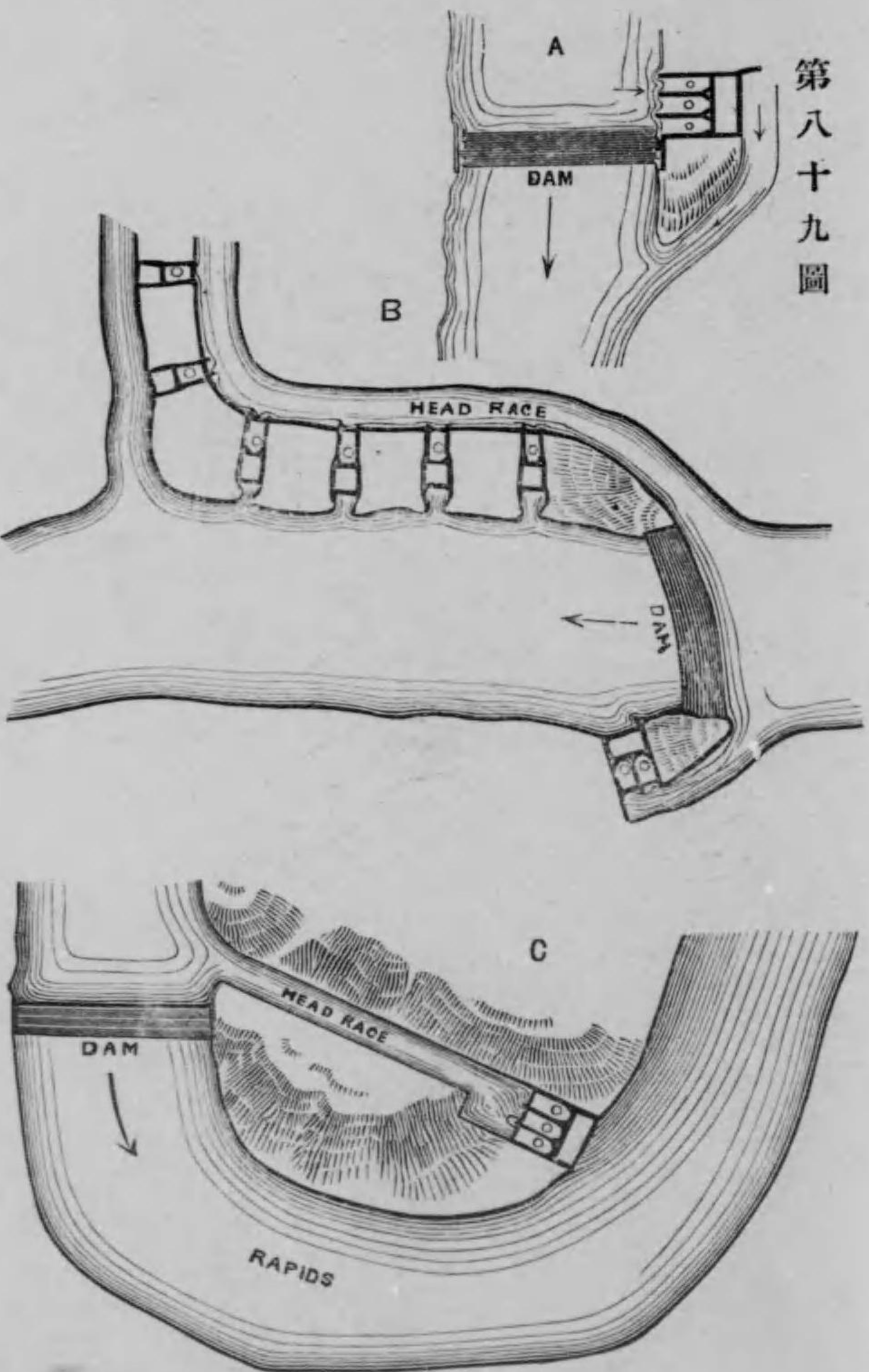
第八十八圖
安全弁

Mead-Water power engineering (1908) p.446-468 を見るべし。

水車場

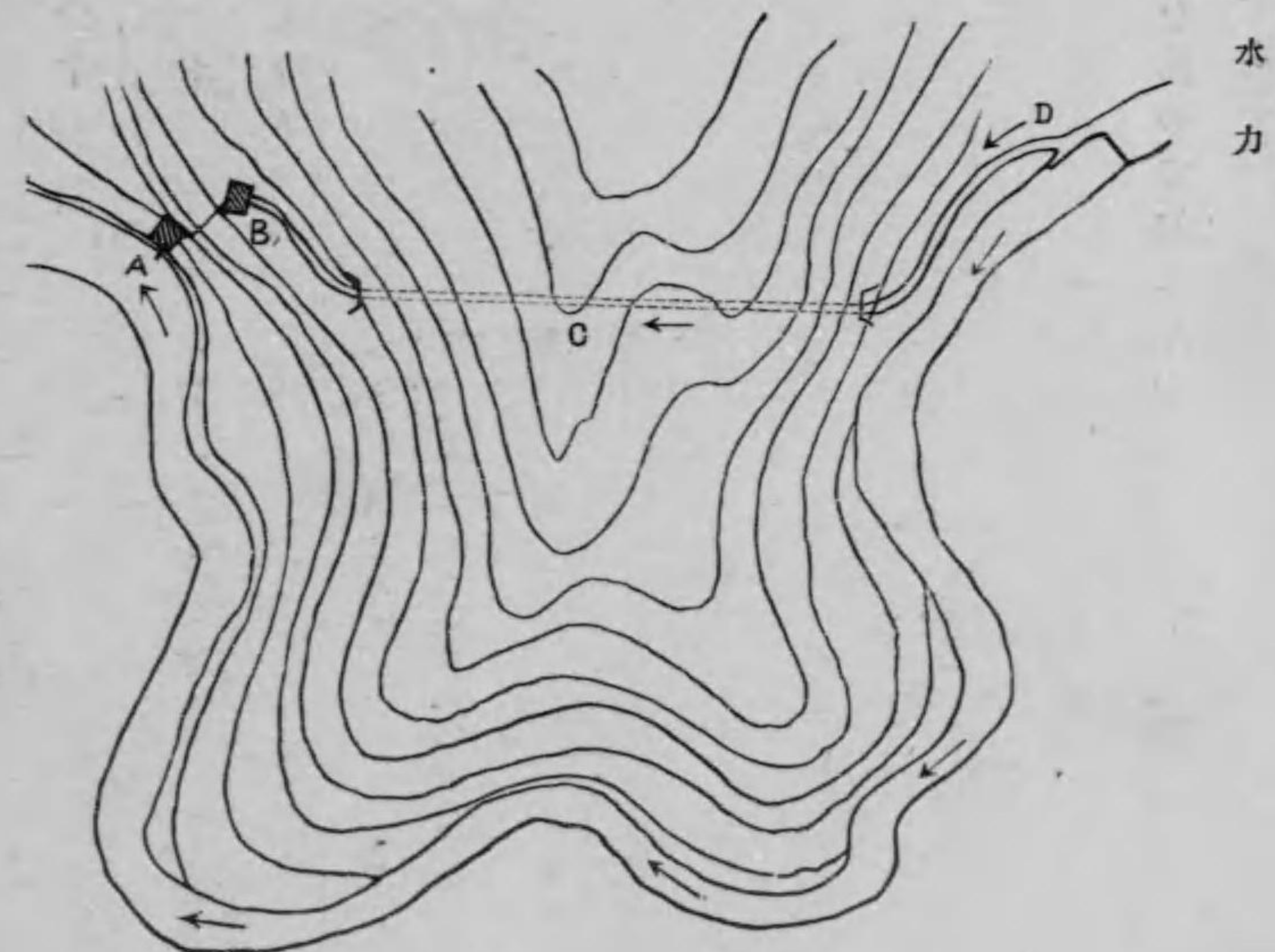
堰堤、取入口、水車室等の配置は地形によりて種々あり、河川をべ切り堰堤を作り其傍に水車場を置くものは第八十九圖に示す如く。

第八十九圖



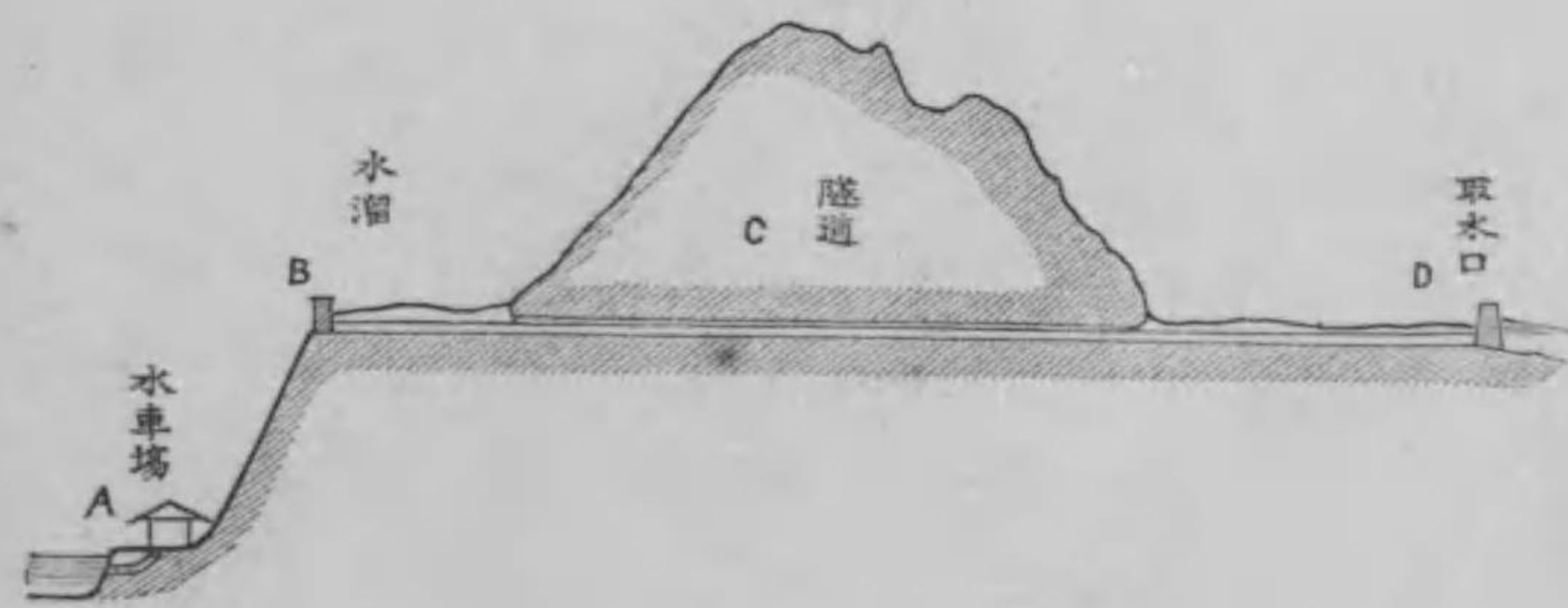
水路を作つて他に水を導き水車場を設置するものは第九十圖の如し。

第十圖
第九平



水力

縦斷

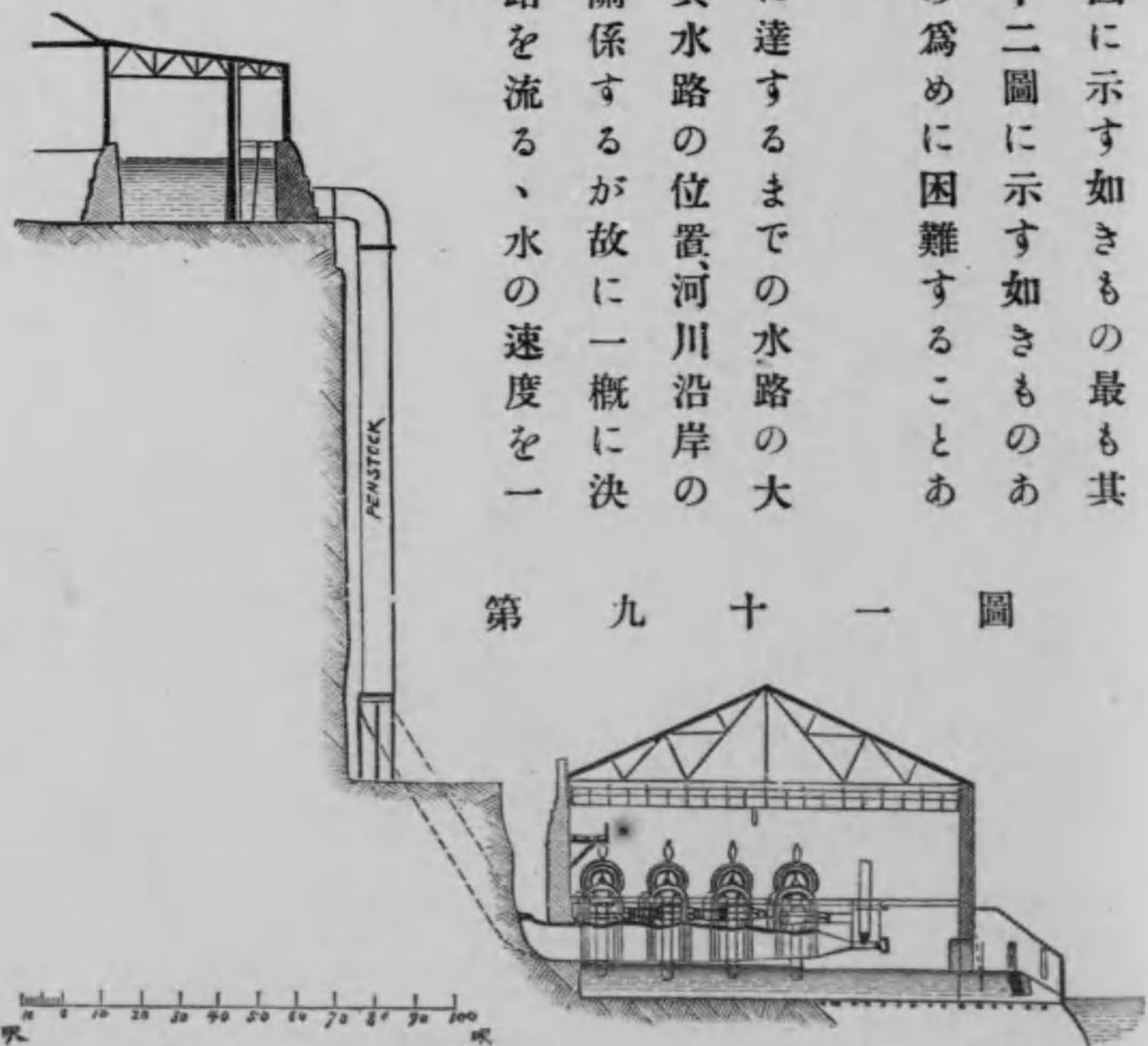


一〇八

發電所の形は第九十一圖に示す如きもの最も其例多けれども又時に第九十二圖に示す如きものありと雖も電氣機械其濕氣の爲めに困難することあり注意を要す。

水の取入口より水車場に達するまでの水路の大きさ及構造を定むることは其水路の位置、河川沿岸の状況、地質、水路の長さ等に關係するが故に一概に決定し難しと雖も普通は水路を流る、水の速度を一秒時間三呎乃至六呎とす尤も寒氣甚敷地方に於ては拾呎以上にせざれば氷結する患あるところあり又水車へ導ける水管 Pen-stock も其長さ太さに

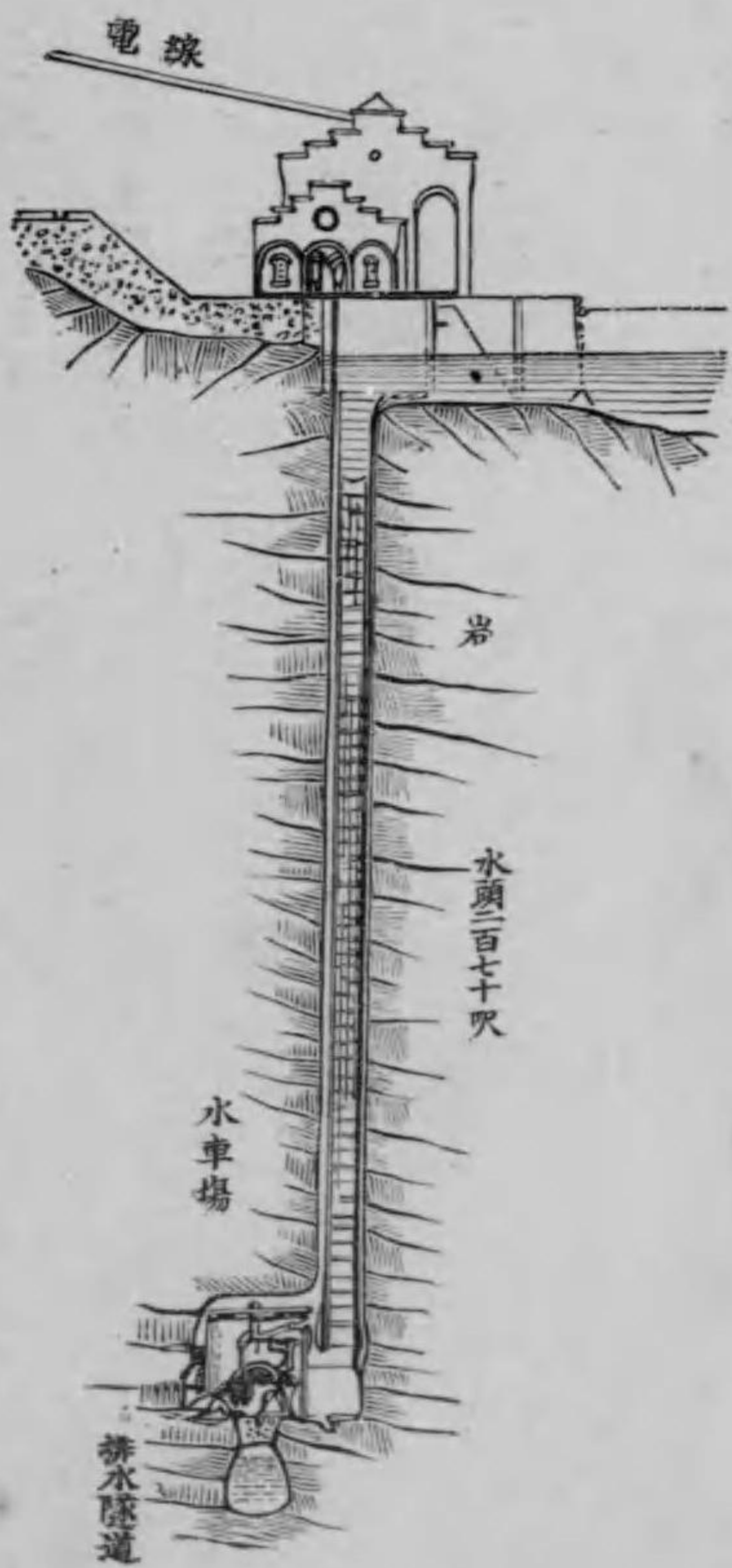
第九十一圖



一〇九

壓力水管

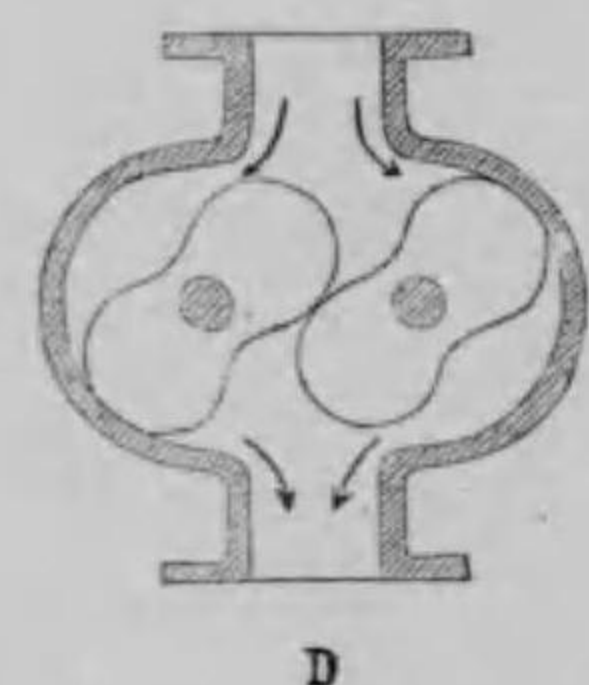
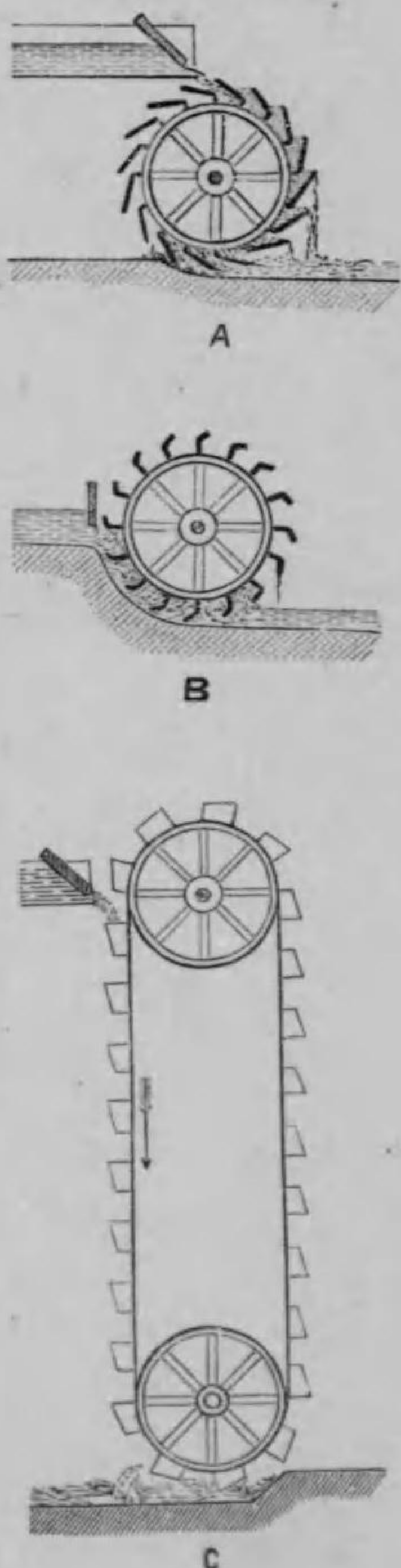
第九十二圖



よつて其流水速度を定むるに大差ありと雖も普通小徑の水管にて事足るところに於ては一秒時三呎位とし大徑の水管を要するところに於ては一秒時十呎位とす尤も水車に衝撃水車 impulse wheel を使用するところに於ては大なる速度を水に生せしめたることは水力の損失とならずして其速度の爲めに失ふ摩擦水頭丈けが實際の損失となる故に水管 Penstock 短く勾配甚だ急にして水頭多き場處に於ては前記の速度よりも遙かに大なる流速を有せしむ

水車

第九十三圖



水車

水車 water wheel とは車の周圍の一部分へ水の掛りつゝ廻轉するものを云ひ「タービン」水車 turbine とは車周圍全體へ同時に水の掛るものを云ふ。

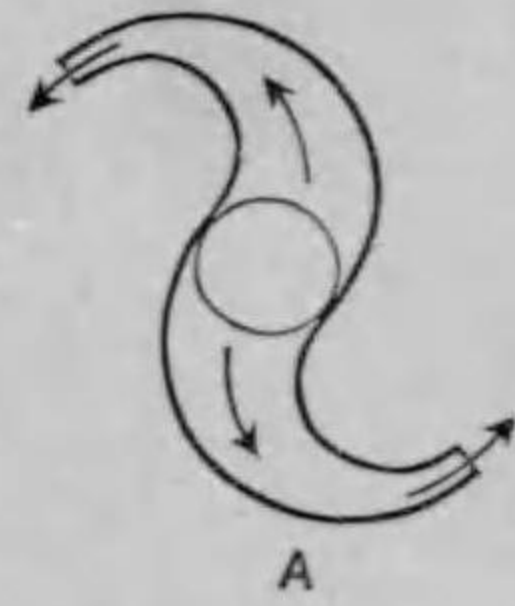
水車は大別して重力水車 Gravity wheel, (第九十三圖)

ることあり又排水管の下流水位洪水面上にあるべき高さも最高水位に好都合なる位置に置くときは平素水力に大なる損失を生ずるものなるが故に幾多の好實例を参照して實地に照らし決定するの外に途なし。

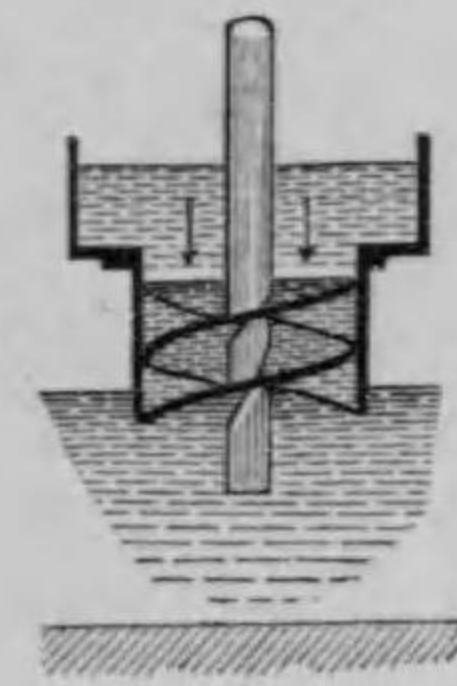
反衝水車 Reaction wheel (第九十四圖) 及び衝擊水車 Impulse wheel (第九十五圖) の三種とす。

第九十六圖は「トルビン」水車の据付圖を示す。

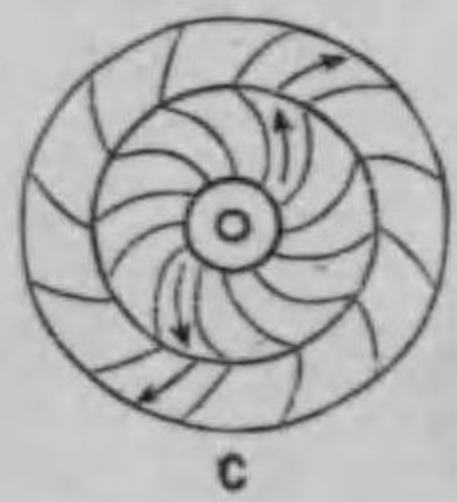
第九十四圖



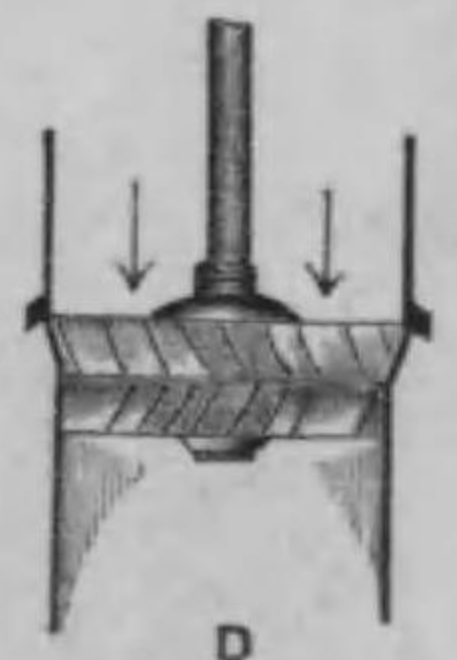
A



B

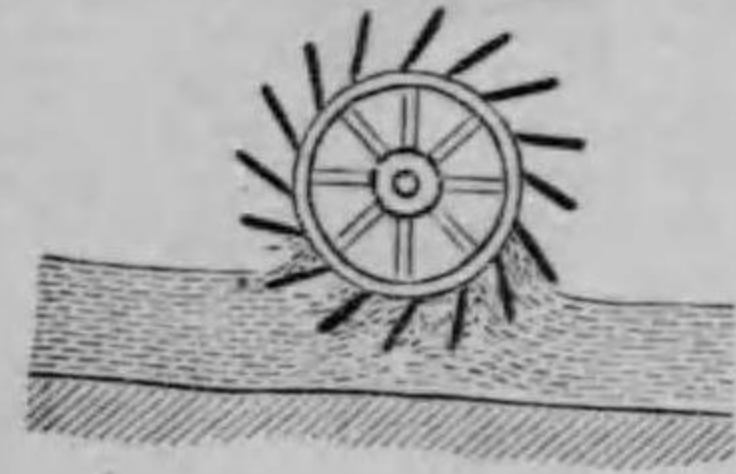


C

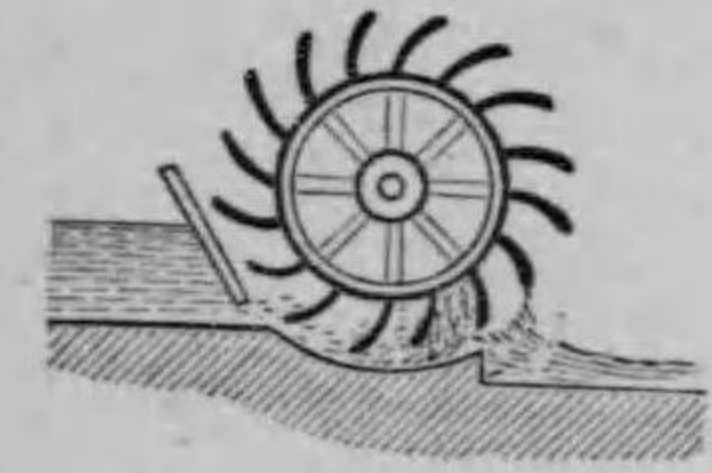


D

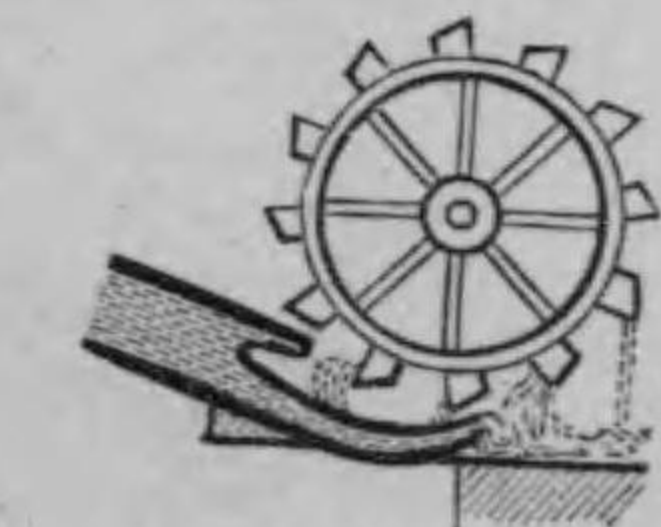
第九十五圖



A



B



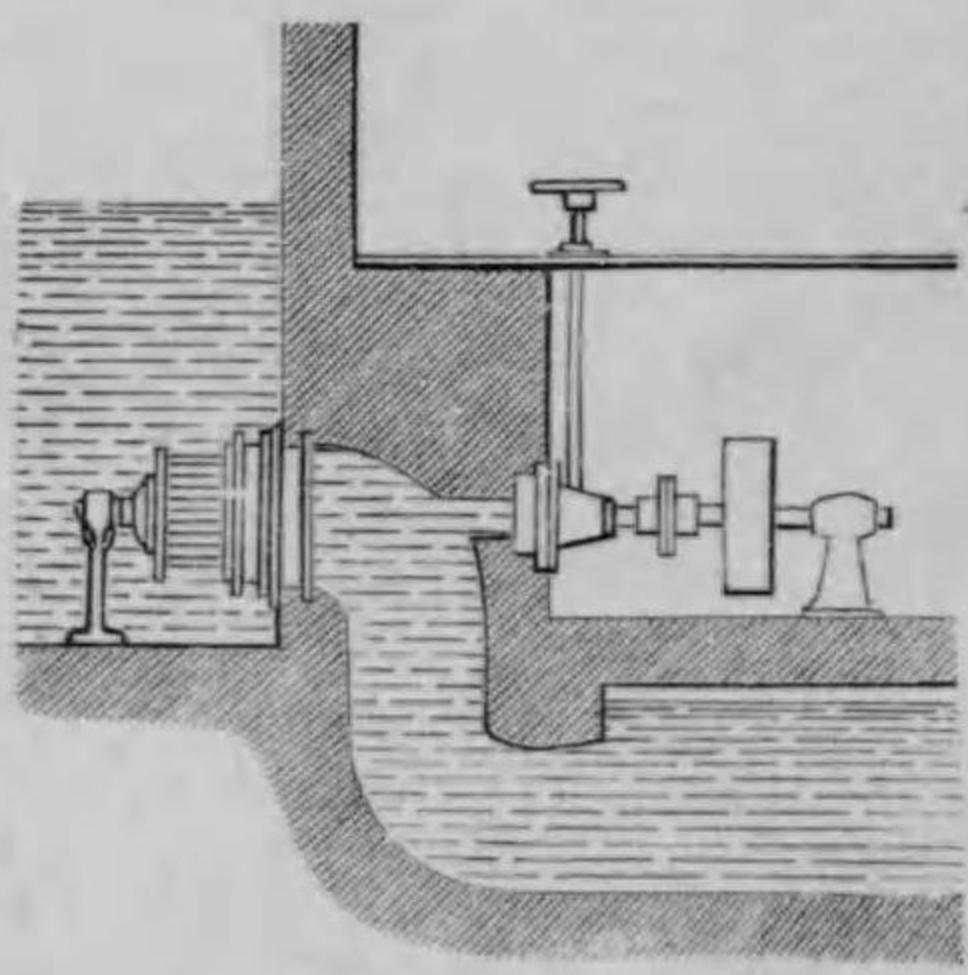
C



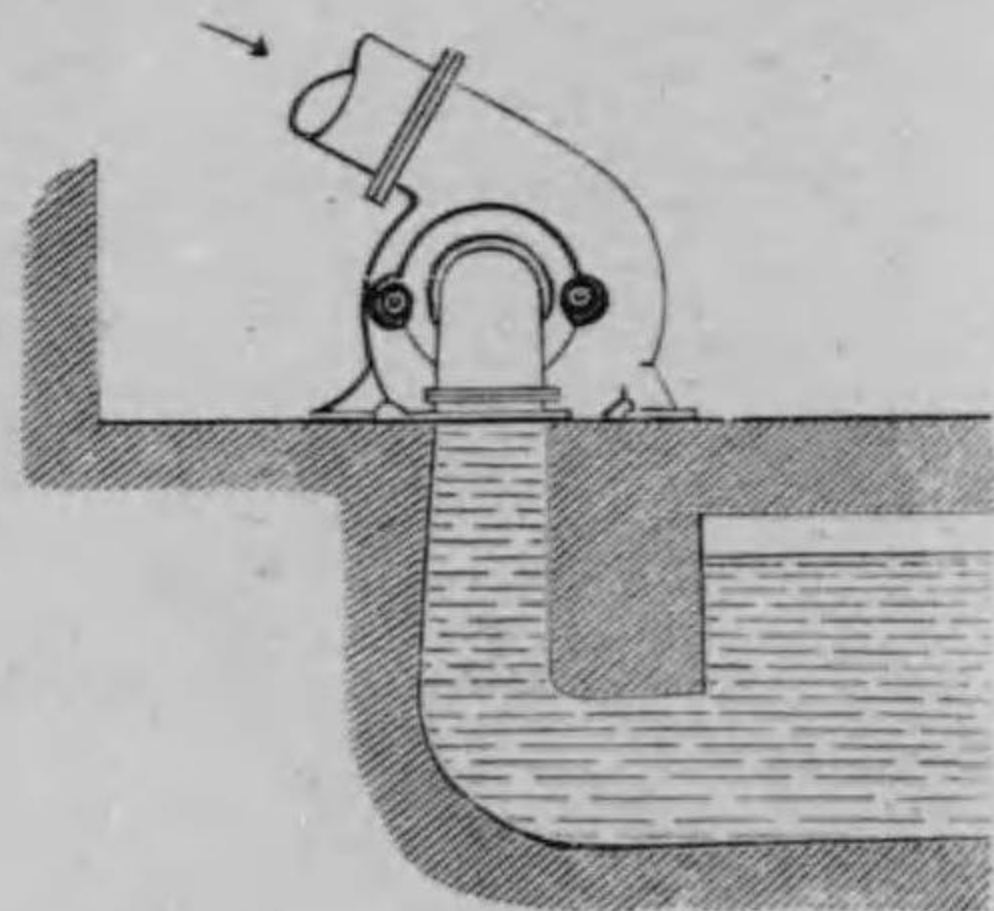
D

第九十六圖

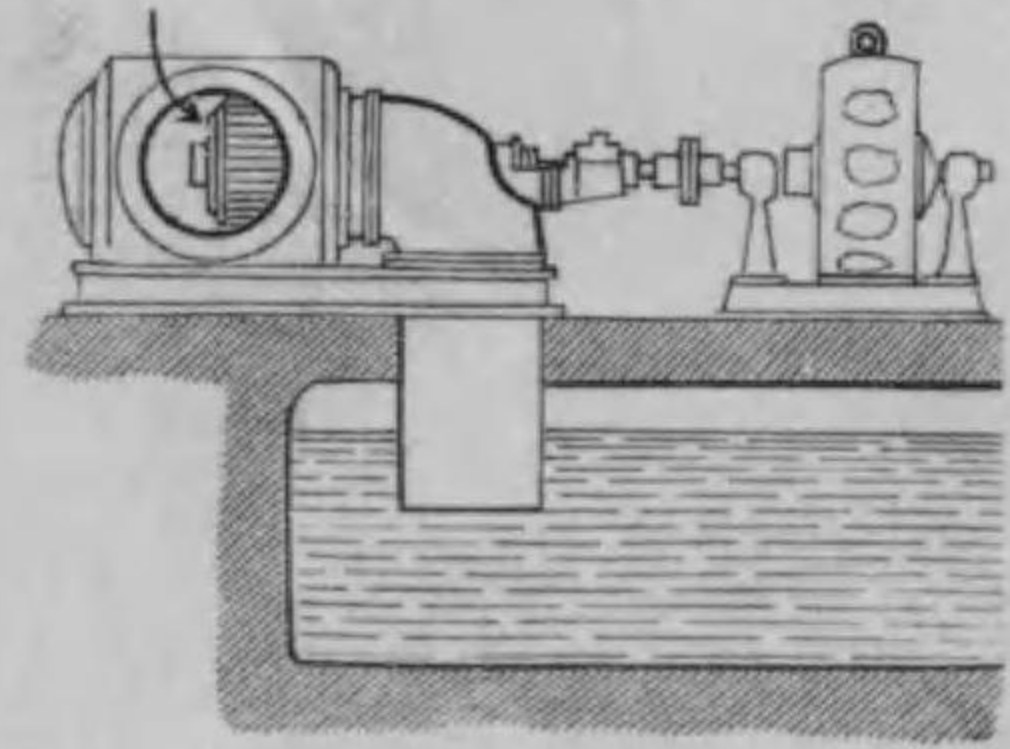
水車



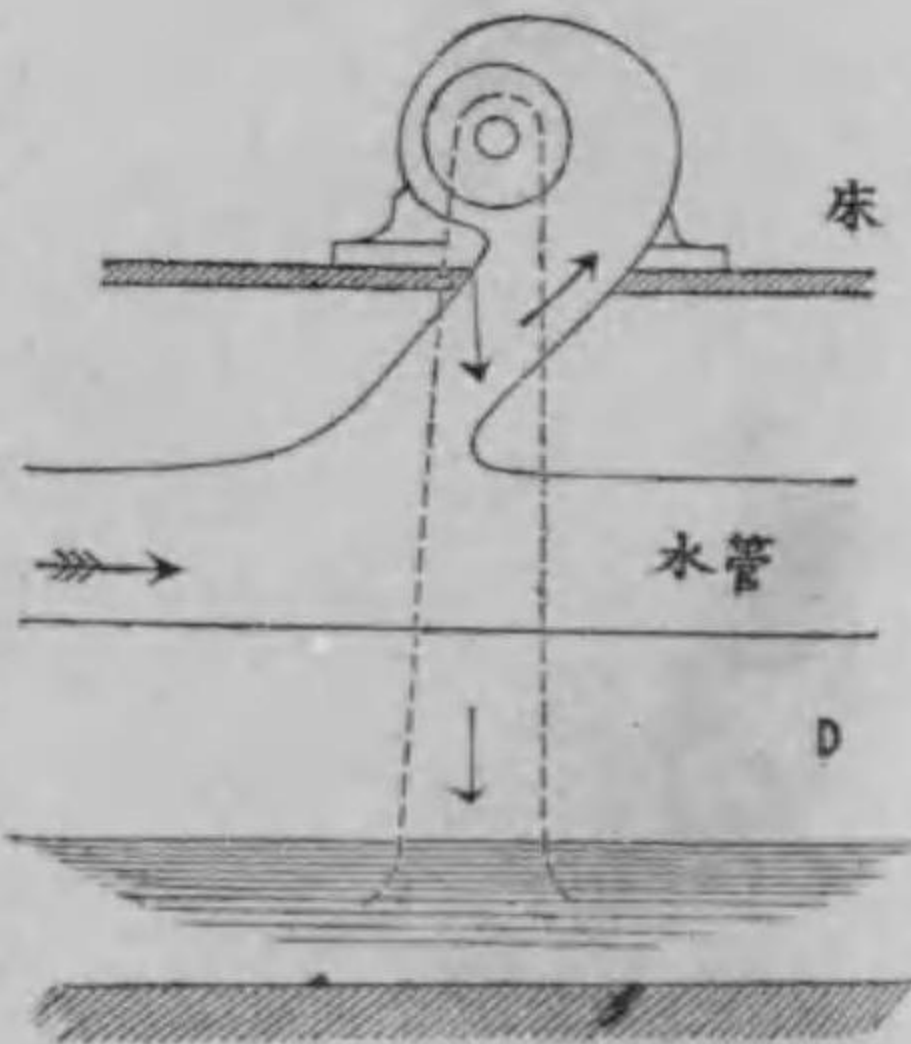
A



B



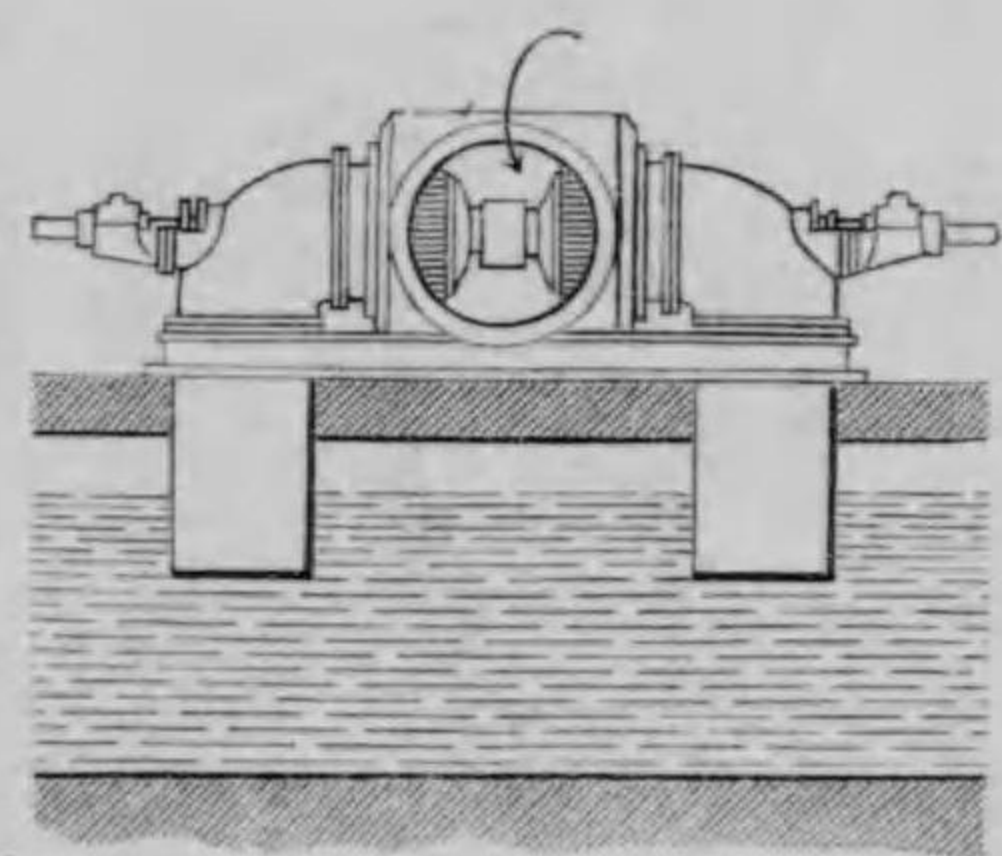
C



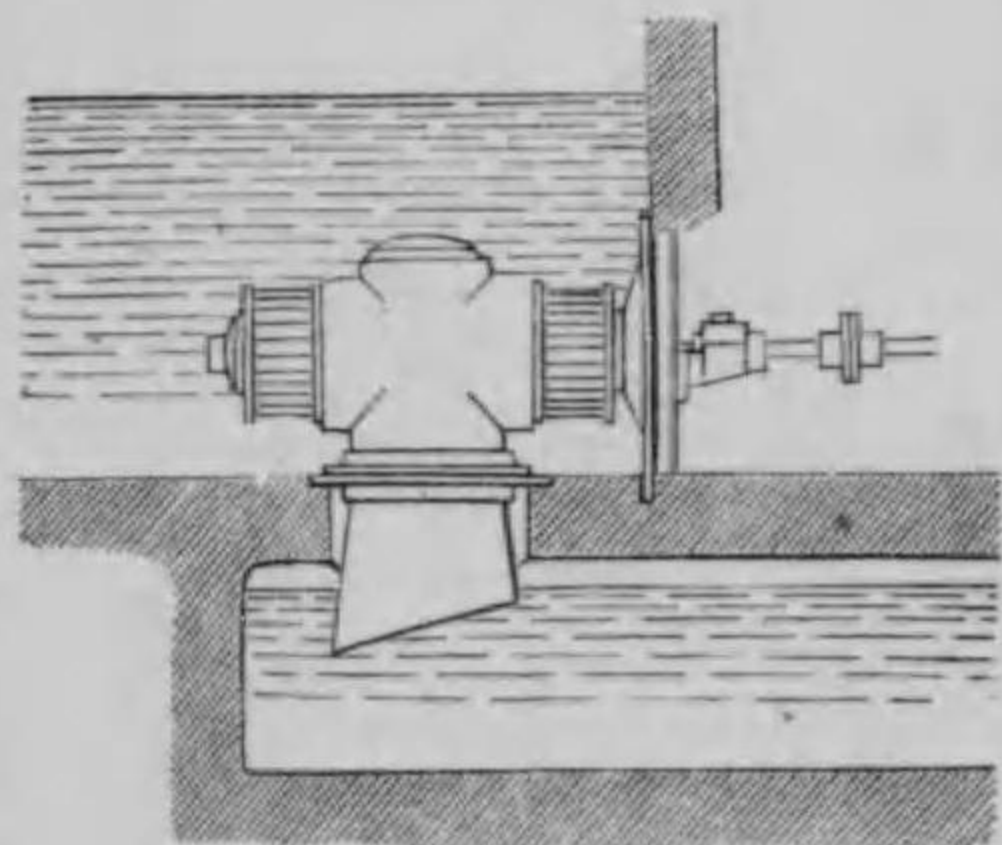
床

水管

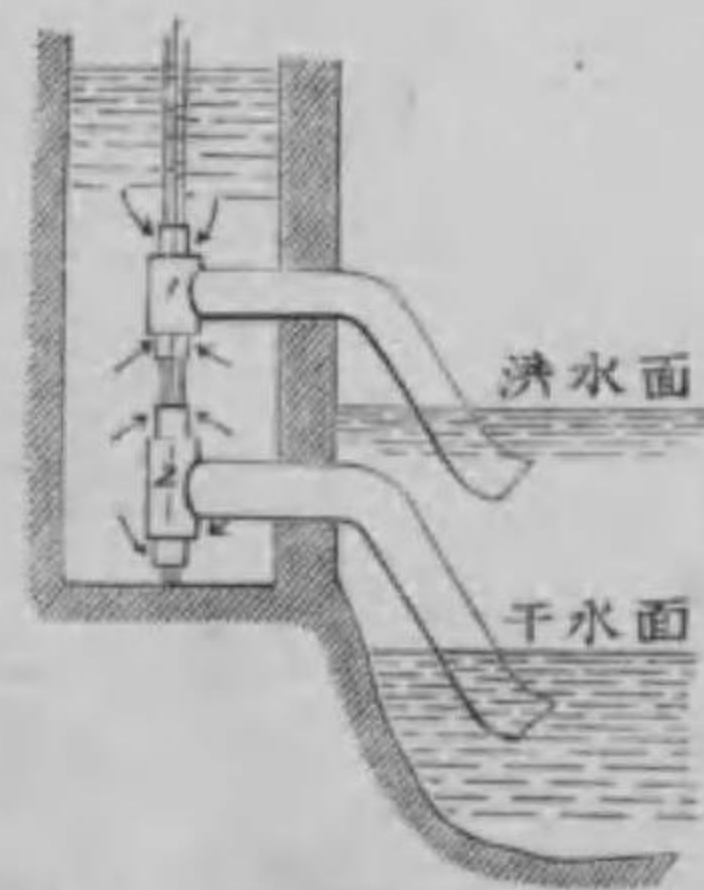
D



E



F



G

「タービン」水車据付方は第九十六圖に示す如し。

「タービン」水車には車軸の垂直なるものあり水平なるものあり流水の方向によつて区分すれば Radial flow, Axial flow, Mixed flow あり導水器に Full admission と Partial admission とあり名稱としては Fourneyron, Jonval, Francis, Thomson, Fountain, Herschel, Koecklin, Victor, American, Swain, Hercules, Bidson, Tremont, Girard 等あり。

衝撃水車に於ては Pelton, Doble, Cascade あり概して水頭四十呎未満のこ

ろに於ては American 形よろしく三四百呎以満には Francis 形よろしく三四百呎以上のものに於ては Girard 及 Pelton 形よろしと雖も簡略には説明し難し。

單水口「ペルトン」水車の水頭馬力廻轉數表

水頭 呎	水車直徑 六吋		水車直徑 十二吋		水車直徑 十八吋		水車直徑 二十四吋	
	A	B	A	B	A	B	A	B
50	1083	0.21	541	0.49	361	0.84	370	2.65
100	1530	0.60	765	1.40	510	2.32	382	7.49
150	1875	1.10	937	2.58	625	4.37	468	13.77
200	2160	1.70	1080	3.97	720	6.74	540	21.20
250	2418	2.38	1209	5.56	806	9.42	605	29.63
300	2652	3.13	1326	7.31	884	12.38	663	38.95
350	2865	3.94	1432	9.21	955	15.61	716	49.09
400	3063	4.82	1531	11.25	1021	19.07	765	59.98
450	3249	5.75	1624	13.43	1083	22.76	812	71.57
500	3426	6.74	1713	15.73	1142	26.66	856	83.83

水頭 呎	水車直徑 二呎		水車直徑 四呎		水車直徑 五呎		水車直徑 六呎	
	A	B	A	B	A	B	A	B
50	180	5.98	135	10.60	108	16.63	90	23.93
100	255	16.84	191	29.93	153	46.85	127	67.36
150	312	31.01	234	55.08	187	86.22	156	124.04
200	360	47.75	270	84.81	216	132.70	180	191.00
250	408	66.74	302	118.54	241	185.47	202	266.96
300	442	87.73	331	155.83	265	243.82	221	350.94
350	477	110.56	358	196.38	285	307.25	238	442.27
400	510	135.08	382	239.94	306	375.40	255	540.35
450	541	161.19	406	286.34	324	447.95	270	644.78
500	571	188.80	428	335.31	342	524.66	285	755.20
600	625	248.16	469	440.77	375	689.63	312	992.65
700	675	312.73	506	555.46	405	869.06	337	1250.92
800	722	382.09	542	678.66	433	1061.81	361	1528.36
900	766	455.94	574	809.82	459	1267.02	383	1823.76
1000	807	534.01	605	948.4	484	1483.97	403	2136.04

A ハ一分時ノ水車軸ノ廻轉數 B ハ水車軸ノ馬力數

又極めて水頭少なきところにして餘分の水あるところは之を利用して排水管に真空を作らしめんとする Fall increaser なるものを併用すれば水力を増

加することを得るものなり。

以上水車に關し参考とすべしを書籍に

Frizel — Water power (1903)

Bligh — The practical design of irrigation works.

Koester — Hydro-electric developments and engineering (1909)

Mead — Water power engineering (1908)

Church — Hydraulic motors. (1905)

Beadsley — Hydro-electric power plants. (1907)

Adams — Electric transmission of water power. (1906)

水力馬力の計算

Q = 一秒時の流量立方呎

H = 總落差呎

H_r = 總水頭損失呎 H = H - H_r

HP = 水力馬力.

とすれば

$$HP = \frac{Q \times (H - H_r) \times 62.425}{550}$$

又 Q' = 一分間の流量立方

呎とせば

$$HP = \frac{Q' \times (H - H_r) \times 62.425}{33,000}$$

水車軸に於ける馬力 EHP

(Effective Horse Power) は HP

に能率 E (Efficiency) を乗じた

るものにして

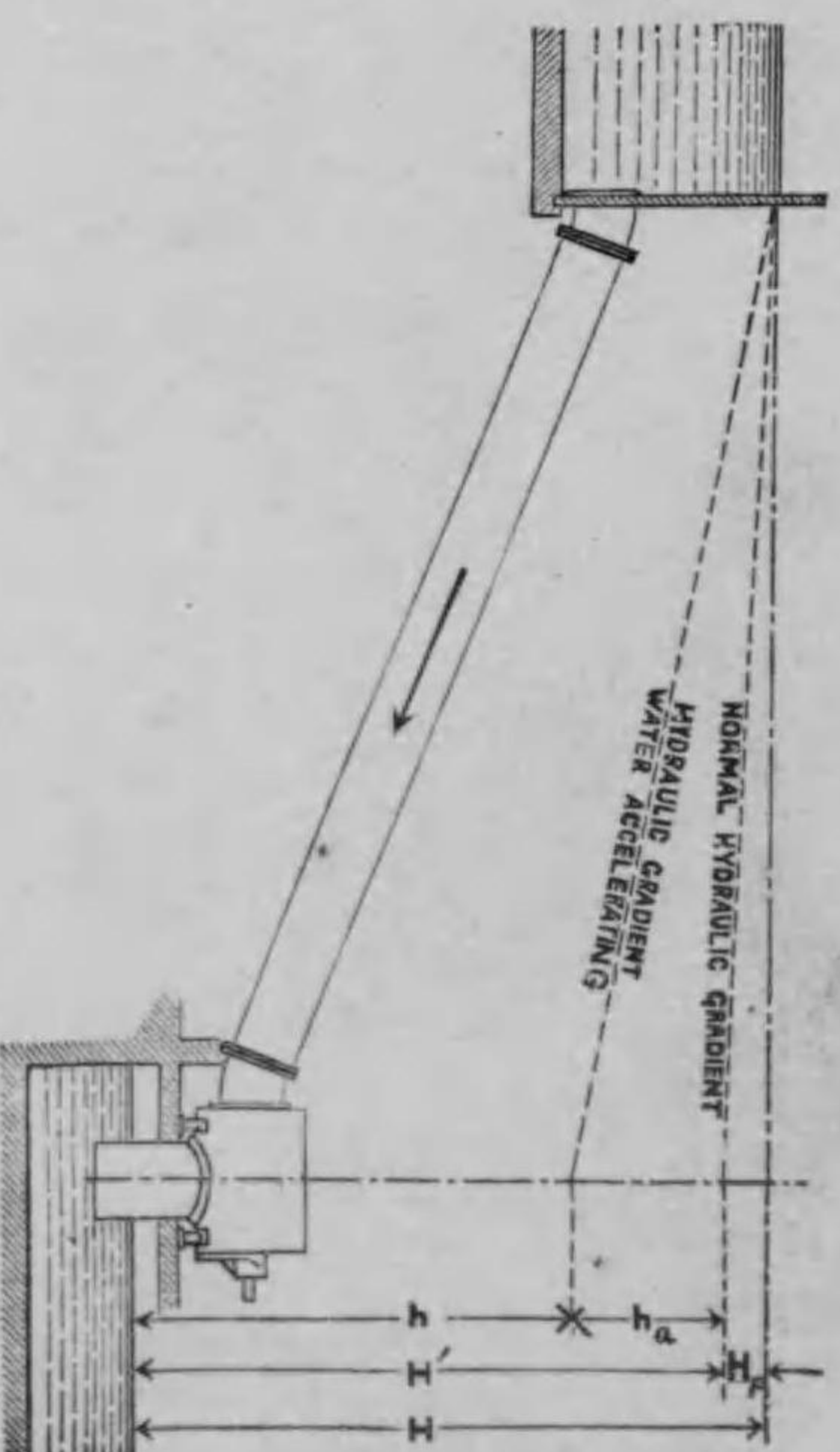
$$EHP = E \times \frac{Q(H - H_r) \times 62.425}{550}$$
$$= E \times \frac{Q'(H - H_r) \times 62.425}{33,000}$$

能率 E は水車の形及状態によつて差あり其大略次頁に示すもの、如し。

流水の度合を増加しつゝ、ある場合 water accelerating は計算複雑なる故に圖

水車

第九十七圖



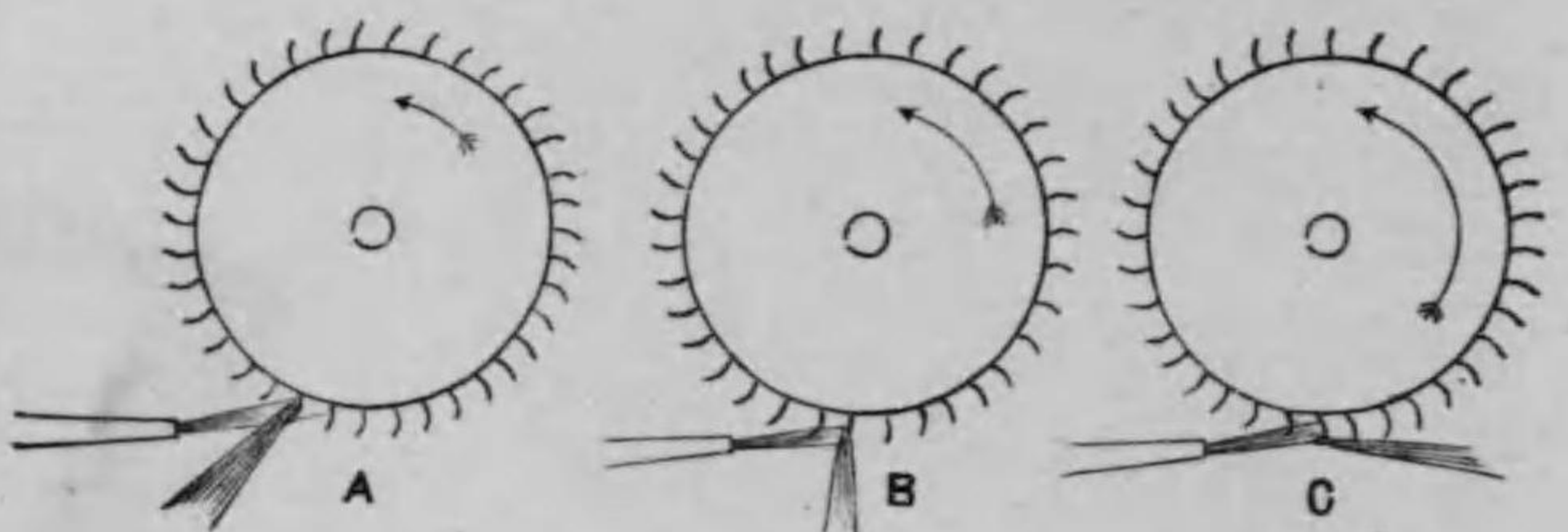
中には其状態を示せども流水の度合減ずるとも water retarding と共に之を略す。

水車の種類	E 能率
Undershot water wheel (下掛水車)	20 — 50 100 — 100
Breastshot " " (腰掛水車)	50 — 60 100 — 100
Overshot " " (天井掛水車)	60 — 70 100 — 100
Poncelet undershot water wheel (ポンセロツト氏下掛水車)	60 100
Pelton water wheel (ペルトン水車)	80 — 85 100 — 100
Turbine (タービン水車)	70 — 85 100 — 100

(Water Wheelとは水が水車の一部面にかゝるものを其全面にかゝるものを Turbine と稱す)

Pelton wheel に於ては第九十八圖Bに示す如く衝撃したる水が垂直に落るべき場合は能率最大にして水車廻轉數割合に少なきときはA圖の如く又過

第九十八圖



Pelton wheel

大なる廻轉をなすときはC圖の如くになり共に能率悪し Turbine も之に類す Gravity wheel の場合又は Water pressure engine 水壓機等の場合に於ては速度によつて能率の變化を生ずること前二者よりも少なし。

水車に於て速度の調整は必要なることにして殊に發電機を動かす場合に最も肝要なり余が明治二十三年京都琵琶湖疏水工事の水車に deflecting nozzle 速度調整器を工風して「ペルトン」會社に製作せしめ急場の用に供し當時世の賞賛を受けたるものは一臺僅に一百馬力の水車にして今日考ふれば實に不完全のものなり其後水車も大に進歩し器械も完全となり一臺一萬馬力以上のもの少なからず其速度調整器も大に改良せられたり。

水力を電氣に移し遠隔の地に導くときは發電機送電線の都合によりて有効に使用し得るものは原水力の凡そ二分の一に出でざるべし今總水力を100と假定して計算したる一例を示せば左の如し。

能率	平均能率	有効割合
水車(.75-.85)	0.80	$1.00 \times 0.80 = 0.80$
發電機(.92-.96)	0.95	$0.80 \times 0.95 = 0.76$
變壓器(.94-.96)	0.95	$0.76 \times 0.95 = 0.72$
送電線路(.85-.90)	0.88	$0.72 \times 0.88 = 0.63$
變壓器(.94-.96)	0.95	$0.63 \times 0.95 = 0.62$
配電線路(.88-.92)	0.90	$0.62 \times 0.90 = 0.56$
發動機(.70-.90)	0.85	$0.56 \times 0.85 = 0.45$

左に附録として掲ぐるものは水力の計算に必要な數及水力事業の實例なり。

附録

氣象觀測區の圖



全國氣象區

第一區	臺灣、澎湖諸島、先島群島、沖繩群島、奄美群島
第二區	薩摩、肥後、大隅、日向、土佐、阿波、紀伊
第三區	豐後、周防、伊豫、安藝、備後、備前、美作、備前、美濃、和泉、播磨、淡路、攝津、丹波、和泉、河内、山城、大和、伊賀
第四區	肥前、筑後、筑前、豐前、壹岐、對馬、長門、石見、隱岐、出雲、伯耆、因幡、但馬、丹後
第五區	伊勢、志摩、尾張、美濃、三河、遠江、駿河、伊豆、相模、武藏、安房、上總、下總
第六區	飛騨、信濃、甲斐、上野、下野、岩代
第七區	近江、若狹、越前、加賀、能登、越中、越後、佐渡、羽前、羽後
第八區	常陸、磐城、陸前、陸中
第九區	陸奥、渡島、膽振、日高、後志、石狩、天鹽
第十區	十勝、釧路、根室、北見、千島、樺太南部

水 力 に 關 する 必 要 諸 表

1 馬力	= 550 呎ポンド毎秒.	= 33000 呎ポンド毎分
1 キロワット	= 746 ワット	= 0.746 キロワット
1 ワット	= 1000 ワット	= 1.34 馬力
	= 1 ⁷⁴⁶ ワットアーンパー毎秒.= 0.7373呎ポンド毎秒.= 44.24呎ポンド毎分	
	= $\frac{1}{746}$ 馬力	= 0.00134 馬力

1 立方呎 (39°F 大氣壓三十呎)ノ重量	= 62.425 ポンド
1 立方呎 (100°F)ノ重量	= 62.000
1 立方呎 (212°F)ノ重量	= 59.842 ポンド
1 立方呎 (39°F)ノ重量	= 0.03613 ポンド
1 ガロン (62°F)ノ重量	= 10 ポンド
1 ガロン	= 277.123 立方吋 = 0.16037 立方呎
1 立方呎	= 6.235 ガロン (英)
1 ボンド (62°F)ノ容量	= 0.016037 立方呎
1 噸 (2240 ボンド)ノ容量	= 35 立方呎
1 立方メートルノ重量	= 1000 キログラム
1 立方センチメートルノ重量	= 1 グラム
1 リットルノ重量	= 1 キログラム

1 立方尺ノ重量	= 7420 匁
1 立方寸ノ重量	= 7.42 匁
1 寸ノ重量	= 481 匁
1 寸ノ容量	= 64.827 立方寸
1 貫目ノ容量	= 0.1348 立方尺
1 立方尺ノ寸目	= 1 斗 5 寸 4 合
1 貫目ノ寸目	= 2 寸 0 合 8 勺

1 英ガロン	= 1.19967 アメリカガロン = 2.51735 寸 = 4.54099 リットル
1 アメリカガロン	= 0.8333565 英ガロン = 2.09834 寸 = 3.78521 リットル
P = 水壓平方時に付ポンド	
h = 水頭呎	
P = $\frac{62.425}{144} h = 0.434 h$	

故に水頭 100 呎なれば水壓毎平方時に付 43.4 ポンドなり

又水壓毎平方時に付 100 ポンドは水頭 230 $\frac{1}{2}$ 呎に相當す

一氣壓 = 14.7 ポンド平方吋 = 2116.267 ポンド毎平方呎

= 1.0333 キログラム毎平方センチメートル = 水頭凡 34 呎

圓の直徑を知て其周圍及面積を求むる表

直徑 Dia- meter.	周圍 Circum- ference.	面積 Area.	直徑 Dia- meter.	周圍 Circum- ference.	面積 Area.	直徑 Dia- meter.	周圍 Circum- ference.	面積 Area.
1	3.1416	0.7854	1	3.1416	0.7854	1	3.1416	0.7854
1 1/4	3.927	1.227	1 1/4	3.927	1.227	1 1/4	3.927	1.227
1 1/2	4.712	1.767	1 1/2	4.712	1.767	1 1/2	4.712	1.767
1 3/4	5.497	2.405	1 3/4	5.497	2.405	1 3/4	5.497	2.405
2	6.283	3.141	2	6.283	3.141	2	6.283	3.141
2 1/4	7.068	3.976	2 1/4	7.068	3.976	2 1/4	7.068	3.976
2 1/2	7.854	4.608	2 1/2	7.854	4.608	2 1/2	7.854	4.608
2 3/4	8.639	5.411	2 3/4	8.639	5.411	2 3/4	8.639	5.411
3	9.424	7.068	3	9.424	7.068	3	9.424	7.068
3 1/4	10.21	8.295	3 1/4	10.21	8.295	3 1/4	10.21	8.295
3 1/2	10.99	9.621	3 1/2	10.99	9.621	3 1/2	10.99	9.621
3 3/4	11.78	11.04	3 3/4	11.78	11.04	3 3/4	11.78	11.04
4	12.56	12.56	4	12.56	12.56	4	12.56	12.56
4 1/4	13.35	14.18	4 1/4	13.35	14.18	4 1/4	13.35	14.18
4 1/2	14.13	15.90	4 1/2	14.13	15.90	4 1/2	14.13	15.90
4 3/4	14.92	17.72	4 3/4	14.92	17.72	4 3/4	14.92	17.72
5	15.70	19.63	5	15.70	19.63	5	15.70	19.63
5 1/4	16.49	21.64	5 1/4	16.49	21.64	5 1/4	16.49	21.64
5 1/2	17.27	23.75	5 1/2	17.27	23.75	5 1/2	17.27	23.75
5 3/4	18.06	25.96	5 3/4	18.06	25.96	5 3/4	18.06	25.96
6	18.84	28.27	6	18.84	28.27	6	18.84	28.27
6 1/4	19.63	30.67	6 1/4	19.63	30.67	6 1/4	19.63	30.67
6 1/2	20.42	33.18	6 1/2	20.42	33.18	6 1/2	20.42	33.18
6 3/4	21.20	35.78	6 3/4	21.20	35.78	6 3/4	21.20	35.78
7	21.99	38.48	7	21.99	38.48	7	21.99	38.48
7 1/4	22.77	41.28	7 1/4	22.77	41.28	7 1/4	22.77	41.28
7 1/2	23.56	44.17	7 1/2	23.56	44.17	7 1/2	23.56	44.17
7 3/4	24.37	47.17	7 3/4	24.37	47.17	7 3/4	24.37	47.17
8	25.13	50.26	8	25.13	50.26	8	25.13	50.26

附
録

一
二
五

圓の直徑を知て其周圍及面積を求むる表

直徑 Dia- meter.	周圍 Circum- ference.	面積 Area.	直徑 Dia- meter.	周圍 Circum- ference.	面積 Area.	直徑 Dia- meter.	周圍 Circum- ference.	面積 Area.
40 1/2	127.2	1288.2	60 1/2	190.0	2874.7	80 1/2	252.8	5089.5
41	128.8	1320.2	61	191.6	2922.4	81	254.4	5153.0
41 1/2	130.3	1352.5	61 1/2	193.2	2970.5	81 1/2	256.0	5216.8
42	131.9	1385.4	62	194.7	3019.0	82	257.6	5281.0
42 1/2	133.5	1418.6	62 1/2	196.3	3067.9	82 1/2	259.1	5345.6
43	135.0	1452.2	63	197.9	3117.2	83	260.7	5410.6
43 1/2	136.6	1486.1	63 1/2	199.4	3166.9	83 1/2	262.3	5476.0
44	138.2	1520.5	64	201.0	3216.9	84	263.8	5541.7
44 1/2	139.8	1555.2	64 1/2	202.6	3267.4	84 1/2	265.4	5607.9
45	141.3	1590.4	65	204.2	3318.3	85	267.0	5674.5
45 1/2	142.9	1625.9	65 1/2	205.7	3369.5	85 1/2	268.6	5741.4
46	144.5	1661.9	66	207.3	3421.2	86	270.1	5808.8
46 1/2	146.0	1698.2	66 1/2	208.9	3473.2	86 1/2	271.7	5876.5
47	147.6	1734.9	67	210.4	3525.6	87	273.3	5944.6
47 1/2	149.2	1772.0	67 1/2	212.0	3578.4	87 1/2	274.8	6013.2
48	150.7	1809.5	68	213.6	3633.6	88	276.4	6082.1
48 1/2	152.3	1847.4	68 1/2	215.1	3685.2	88 1/2	278.0	6151.4
49	153.9	1885.7	69	216.7	3739.2	89	279.6	6221.1
49 1/2	155.5	1924.4	69 1/2	218.3	3793.6	89 1/2	281.1	6291.2
50	157.0	1963.5	70	219.9	3848.4	90	282.7	6361.7
50 1/2	158.6	2002.9	70 1/2	221.4	3903.6	90 1/2	284.3	6432.6
51	160.2	2042.8	71	223.0	3959.2	91	285.8	6503.8
51 1/2	161.7	2083.0	71 1/2	224.6	4015.4	91 1/2	287.4	6575.5
52	163.3	2123.7	72	226.1	4071.5	92	289.0	6647.6
52 1/2	164.9	2164.7	72 1/2	227.7	4128.2	92 1/2	290.5	6720.0
53	166.5	2206.1	73	229.3	4185.3	93	292.1	6792.9
53 1/2	168.0	2248.0	73 1/2	230.9	4242.5	93 1/2	293.7	6866.1
54	169.6	2290.2	74	232.4	4300.8	94	295.3	6939.7
54 1/2	171.2	2332.8	74 1/2	234.0	4359.1	94 1/2	296.8	7013.8
55	172.7	2375.8	75	235.6	4417.8	95	298.4	7088.2
55 1/2	174.3	2419.2	75 1/2	237.1	4476.9	95 1/2	300.0	7163.0
56	175.9	2463.0	76	238.7	4536.4	96	301.5	7238.2
56 1/2	177.5	2507.1	76 1/2	240.3	4596.3	96 1/2	303.1	7313.9
57	179.0	2551.7	77	241.9	4656.6	97	304.7	7289.8
57 1/2	180.6	2596.7	77 1/2	243.4	4717.3	97 1/2	306.3	7466.2
58	182.2	2642.0	78	245.0	4778.3	98	307.8	7542.9
58 1/2	183.7	2687.8	78 1/2	246.6	4839.8	98 1/2	309.4	7620.1
59	185.3	2733.9	79	248.1	4901.6	99	311.4	7697.7
59 1/2	186.9	2780.5	79 1/2	249.7	4963.9	99 1/2	312.5	7775.6
60	188.4	2827.4	80	251.3	5026.5	100	314.2	7853.9

附
録

一
二
四

英	日	英
1 平方吋	0.70255 平方寸	6.45137 平方センチメートル
1 平方呎 = 144 平方吋	1.01168 平方尺	0.09289 平方メートル
1 平方ヤード = 6 平方呎	0.25292 坪	0.83610 平方メートル
1 平方チェン = 484 平方ヤード	4.08043 畝	404.6710 平方メートル
1 エーカー = 10 平方チェン	4.08043 反	0.40467 ヘクタール
1 平方哩 = 640 エーカー	0.16792 平方里	2.58989 平方キロメートル

英	日	英
1 平方ミリメートル	0.00109 平方寸	0.00155 平方吋
1 平方センチメートル = 100 平方ミリメートル	0.1089 平方寸	0.155 平方吋
1 平方デシメートル = 100 平方センチメートル	10.89 平方寸	15.5 平方吋
1 平方メートル = 100 平方デシメートル	10.89 平方尺	10.7643 平方呎
1 アール = 100 平方メートル	30.25 坪	0.02471 エーカー
1 ヘクタール = 100 アール	1.00833 町	2.47114 エーカー
1 平方キロメートル = 100 ヘクタール	0.06484 平方里	0.38612 平方哩

容 積 之 部

日	英	日
1 立方寸	1.69817 立方吋	27.82647 立方センチメートル
1 立方尺 = 1000 立方寸	0.98274 立方呎	0.02783 立方メートル
1 立坪 = 216 立方尺	7.86189 立方ヤード	6.01052 立方メートル

英	日	英
1 立方吋	0.58887 立方寸	16.38618 立方センチメートル
1 立方呎 = 1728 立方吋	1.01757 立方尺	0.02832 立方メートル
1 立方ヤード = 27 立方呎	0.1272 立坪	0.76451 立方メートル

日	英	日
1 立方センチメートル	0.03594 立方寸	0.06103 立方吋
立方メートル = 1000000 立方センチメートル	{ 35.93701 立方尺	{ 35.31658 立方呎
1 = 1000000	{ 0.16538 立坪	{ 1.30802 立方ヤード

度 量 衡 比 較 表
尺 度 之 部

1 メートル = 39.37079 吋

1 尺 = $\frac{10}{33}$ メートル

日	英	日
1 寸 = $\frac{1}{10}$ 尺	1.19305 吋	3.08030 センチメートル
1 尺 = 10 寸	0.99421 呎	0.30479 メートル
1 間 = 6 尺	1.98842 ヤード	1.81818 メートル
1 町 = 60 間	5.42297 チェン	109.09091 メートル
1 里 = 36 町 = 2160 間	2.44034 マイル	1.92727 キロメートル

英	日	英
1 吋 = $\frac{1}{12}$ 呎	0.83818 寸	2.53995 センチメートル
1 呎 = 12 吋	1.00582 尺	0.30479 メートル
1 ヤード = 3 呎	3.01747 尺	0.91438 メートル
1 チェン = 66 呎	11.06404 間	20.11644 メートル
1 哩 = 80 チェン = 5280 呎	0.40978 里	1.60931 キロメートル
1 海里 = 6080 呎	0.47187 里	1.85315 キロメートル

日	英	日
1 ミリメートル = $\frac{1}{1000}$ メートル	0.033 寸	0.03937 吋
1 センチメートル = $\frac{1}{100}$ メートル	0.33 寸	0.39371 吋
1 デシメートル = $\frac{1}{10}$ メートル	0.33 尺	0.32809 呎
1 メートル	3.3 尺	3.28089 呎
1 キロメートル = 1000 メートル	0.25463 里	0.62138 哩

面 積 之 部

日	英	日
1 平方寸	1.42338 平方吋	9.18294 平方センチメートル
1 平方尺 = 100 平方寸	{ 142.33784 平方吋 } ...	0.09183 平方メートル
1 坪 = 36 平方尺	{ 35.58446 平方呎 } ...	3.30579 平方メートル
1 畝 = 30 坪	{ 0.24507 平方チェン } ...	99.17355 平方メートル
1 反 = 10 畝	{ 118.61487 平方ヤード } ...	991.73554 平方メートル
1 町 = 10 反	0.24507 エーカー	0.99174 ヘクタール
1 平方里 = 1555.2 町	2.45072 エーカー	15.42347 平方キロメートル
	5.95525 平方哩	

英	アボイジユボイ	日	英
1	グレーン = $\frac{1}{70.4}$ ボンド	0.173 分	0.0648 グラム
1	オンス	7.5599 匁	28.35 グラム
1	ボンド = 16 オンス	{ 120.95811 匁 } { = 0.75599 斤 }	0.45359 キログラム
1	クォーター = 28 ボンド	3.38683 貫	12.70052 キログラム
1	ハンドレツド = 112 ボンド	13.54731 貫	50.80241 キログラム
1	トン = 2240 ボンド	270.94616 貫	1016.04812 キログラム

	日	英
1	グラム	0.26667 匁
1	キログラム = 1000 グラム	{ 0.26667 貫 } { = 1.66667 斤 }
1	メトリック = 1000 キログラム	266.66667 貫
		2204.62 ボンド

1「グラム」ハ水1「立方センチメートル」ノ重量ナリ(但温度攝氏4度氣壓760ミリメートルノ時)米國ニテハ2000「ボンド」ヲ以テ1「トン」トスルコトアリ之レチ一名「シヨートトン」ト稱ス又1000「キログラム」ヲ1「トン」トスルコトアリ之レチ「メトリックトン」ト稱ス

壓 度

1 平方寸 = 付匁	= 0.40837	每平方センチメートルニ付「グラム」	= 0.00581	每平方吋ニ付「ボンド」
1 平方尺 = 付貫	= 40.8375	每平方メートルニ付「キログラム」	= 8.36387	每平方呎ニ付「ボンド」
1 平方吋 = 付「ボンド」	= 172.1686	每平方寸 = 付匁	= 0.07031	每平方センチメートルニ付「キログラム」
1 平方呎 = 付「ボンド」	= 0.11956	每平方尺 = 付貫	= 4.88261	每平方メートルニ付「キログラム」
1 平方呎 = 付「トン」	= 267.81870	每平方尺 = 付貫	{ = 1.09370 } { = 1.05847 }	每平方センチメートルニ付「キログラム」
1 平方センチメートルニ付「キログラム」	= 14.22281	每平方吋 = 付「ボンド」	{ = 0.91432 } { = 0.96769 }	每平方吋ニ付「ボンド」
1 平方メートルニ付「キログラム」	= 0.02449	每平方尺 = 付貫	= 0.20481	每平方呎ニ付「ボンド」
1 氣壓	{ = 14.69630 } { = 0.94476 }	每平方吋ニ付「ボンド」	{ = 1.08329 } { = 253.02496 }	每平方センチメートルニ付「キログラム」

斗 量 之 部

日	英	日
1 合	0.31741 ポイント	0.18039 リットル
1 升 = 10 合 = $4.9 \times 4.9 \times 2.7$ = 64.827 立方寸	{ 0.39725 ガロン } { = 0.47657 アメリカン・ガロン } { 3.9725 ガロン } { = 4.7657 アメリカン・ガロン }	1.80391 リットル
1 斗 = 10 升		18.03906 リットル
1 石 = 10 斗	4.96563 プッシュェル	0.18039 キロリットル

英	日	英
1 ポイント	3.1505 合	0.56823 リットル
1 ガロン = 8 ポイント	2.51735 升	4.54099 リットル
1 プッシュェル = 8 ガロン	2.01338 斗	36.33792 リットル

	日	英
1 リフトル = 1000 立方センチメートル	5.54353 合	0.22022 ガロン
1 キロメートル = 1000 リフトル	5.54353 石	27.5275 プッシュェル

1「ガロン」トハ氣壓30吋温度華氏62°ノ時重量10「ボンド」ノ水ノ容積ニシテ1.19967「アメリカン・ガロン」及ビ277.123立方吋ト同容積ナリ

本邦ノ斗量タル日本樹寸法ハ下ノ如シ

- 一 升 四寸九分角 二寸七分深
- 五 合 三寸九分五厘角 二寸五分深
- 二合五勺 三寸五厘角 一寸七分四厘二毛深
- 一 合 二寸一分角 一寸四分七厘深

重 量 之 部

1 キログラム = 2.20462 ボンド
1 貫 = $\frac{15}{4}$ キログラム

日	英	日
1 分	5.882 グレーン	0.375 グラム
1 匁 = 10 分	0.13228 オンス	3.75 グラム
1 百目 = 100 匁	0.82673 ボンド	0.375 キログラム
1 斤 = 160 匁	1.32277 ボンド	0.6 キログラム
1 貫 = 1000 匁	8.26733 ボンド	3.75 キログラム

速 度

<p>1 秒ニ付1尺 =一時ニ付0.27778里 =一秒ニ付0.99421呎 =一時ニ付0.67787哩 =一時ニ付0.58868「ノット」 =一時ニ付1.09091「キロメートル」 =一秒ニ付0.30303「メートル」</p>	<p>1 時ニ付1里 =一秒ニ付3.6尺 =一秒ニ付3.57916呎 =一時ニ付2.44034哩 =一時ニ付2.11924「ノット」 =一秒ニ付1.09091「メートル」 =一時ニ付1.92727「キロメートル」</p>
<p>1 秒ニ付1呎 =一秒ニ付1.00582尺 =一時ニ付0.27940里 =一時ニ付0.68182哩 =一時ニ付0.59211「ノット」 =一秒ニ付0.30479「メートル」 =一時ニ付1.09726「キロメートル」</p>	<p>1 時ニ付1「ノット」 =一秒ニ付1.69872尺 =一時ニ付0.47187里 =一秒ニ付1.68889呎 =一時ニ付1.15152哩 =一秒ニ付0.51476「メートル」 =一時ニ付1.85313「キロメートル」</p>
<p>1 時ニ付1哩 =一秒ニ付1.47521尺 =一時ニ付0.40978里 =一秒ニ付1.46667呎 =一時ニ付0.86842「ノット」 =一秒ニ付0.44703「メートル」 =一時ニ付1.60931「キロメートル」</p>	<p>1 秒ニ付1「メートル」 =一秒ニ付3.3尺 =一時ニ付0.91667里 =一秒ニ付3.28090呎 =一時ニ付2.23698哩 =一時ニ付1.94264「ノット」 =一時ニ付3.59999「キロメートル」</p>
<p>1 時ニ付1「キロメートル」 =一秒ニ付0.91667尺 =一時ニ付0.25463里 =一秒ニ付0.91136呎 =一時ニ付0.62138哩 =一時ニ付0.53962「ノット」 =一秒ニ付0.27778「メートル」</p>	

密 度

1 立方寸ニ付匁 = 0.13476	每立方センチメートルニ付「グラム」 = 0.00487	每立方吋ニ付「ポンド」
1 立方尺ニ付貫 = 134.76355	每立方メートルニ付「キログラム」 = 8.41256	每立方呎ニ付「ポンド」
1 立方吋ニ付「ポンド」 = 0.02768	每立方センチメートルニ付「キログラム」 = 205.405	每立方寸ニ付匁
1 立方呎ニ付「ポンド」 = 0.11887	每立方尺ニ付貫 = 16.01935	每立方メートルニ付「キログラム」
1 立方センチメートルニ付「グラム」 = 0.03613	每立方吋ニ付「ポンド」 = 7.4204	每立方寸ニ付匁
1 立方メートルニ付「キログラム」 = 0.00742	每立方尺ニ付貫 = 0.06242	每立方呎ニ付「ポンド」

働 及 び 勢

1 吋「ポンド」	= 1.15211「キログラム」	「センチメートル」
1 呎「ポンド」	= 0.13885「キログラム」	「メートル」 = 0.12166尺・貫
1 吋「トン」	= 25.80716「キログラム」	「メートル」
1 「キログラム」	「センチメートル」 = 0.86798	「インチ」
1 「キログラム」	「メートル」 = 7.23314	「フット」

馬 力

1 英馬力 = 33000	一分ニ付「フット」	= 550	一秒ニ付「フット」
	「ポンド」		「ポンド」
1 佛馬力 = 4500	一分ニ付「キログラ	= 75	一秒ニ付「キログラム」
	ム」		「メートル」
1 英馬力 = 1.01385	佛馬力		
1 佛馬力 = 0.98634	英馬力		

水力事業實例

工事中に於ては其竣工し能ふや否を疑はれたる琵琶湖疏水工事は明治十八年六月に起工し豫定の期日豫算の金額を誤らず明治二十三年四月に於て完成し絶大の事業として其竣工式に

天皇皇后兩陛下臨御あらせられ

疏水の工事竣るを告ぐ吏民協賛の功洵に嘉す可し從來我國美術工藝の盛なる此土を最とす自今此水利に籍つて以て人工を資け倍々精良を加へ他日の般富を期せよ。

との勅語を賜りたり琵琶湖疏水工事の實測を爲し其計畫を立たる當時の我國工業は甚だ幼稚にして東海道へ鐵道を敷設し東京と京阪地とを聯絡せんとするの議も未だ確定せられず大阪の工場甚だ微々たるの秋なりしが故に世人の此疏水事業に掛念を抱きしは實に故あり然るに其竣工を見るに至つて復其效果と經濟とを疑ふもの多かりき抑琵琶湖疏水事業は其工事の中途に於て計畫を更めて其水力を藉つて以て電氣を起すこととなせしものにし

て我國水電事業の元祖たるは勿論世界に於ても有數の例なりしが故に世人の此疏水運河終に廢渠となるものに非ずやとの疑を持せしは無理ならざる事なりし。

竣工の翌年明治二十四年度末に於て使用馬力僅に三十六を算したる水電は明治二十八年度末に需用一千馬力を超え明治三十二年度末に於ては二千馬力を超え其水電力の不足を訴へ遂に第二の琵琶湖疏水工事を起すの氣運に達せり明治四十一年第二疏水事業の起工式を擧げたる年に於ては第一琵琶湖疏水工事の電力は凡二千五百馬力、水力五百三十餘個、京都大津間の運輸七十五萬駄、京都伏見間三十一萬駄、通船乘客十五萬人餘にして其總收入金二十一萬八千餘圓、純益金十三萬餘圓に達し尙第二の疏水工事の工事用として二百馬力の電力を供給せり。

第二の疏水工事と聯關して起工せし京都市の上水工事も既に完成し又京都市中東西四線南北三線の道路を擴築し電氣鐵道を敷設するの事業も既に其大半を了せり之を合せて京都市三大事業と稱し其事業費凡千八百萬圓に

上れり(後少シク工事ヲ増シテ)就中佛國に於て募集せし市債三千五百萬フランは其主なる財原なり。

今第一及第二の琵琶湖疏水事業の大略を左に掲載す。

第一琵琶湖疏水工事明治四十四年度末
京都市水利部調

疏水運河は京都市唯一の奇觀たるのみならず、實に我國稀有の一大事業なり。明治十六年前京都市知事北垣國道男發起し工學博士田邊朝郎氏本線水路工事擔任者となり明治十八年六月起工同二十三年四月竣工セリ大津三保崎より京都夷川通鴨川落合迄二里廿九丁餘鴨川落合より伏見迄二里十丁枝線(蹴上より小川まで)二里五丁其構造方法は管に惰夫をして一驚を喫せしむるのみならず、亦都人士をして三嘆せしむ可し、而して此河は或は發電用水力となりて、京都工業の資に供せられ、或は運輸の利を琵琶湖より、大阪海港に通ずるの舟路となり、又直接に水力を使用する諸機械の運轉、田畑の灌溉、火災の防禦、上水路の改良、其他種々有益の用に供せらるゝなり。

其水源は、近江國琵琶湖三保崎に起り、三井寺山下を貫き山城國宇治郡山科地方を経て、京都三條蹴上に至る。此處に百十八尺の高底の差あるを以て、勾配

十五分の一長三百二十間の傾斜鐵道(レキ)を要するなり。

南禪寺前に設置せる、ドラム工場は、五十馬力發動機一基を裝置し、其電動力の作用に依て、船筐に連結せる、鋼繩を巻き一順一逆して傾斜鐵道に船筐を行くものなり。

琵琶湖より引用する水量は全量三百個にして、一秒時間に一立方尺の流量を一個と云ふ、丙二百五十個は鐵管、内徑三呎五本、延長千二百三十七間に依りて發電場に至り、各百二十馬力ベルトン水車二十臺を連轉し、發電の素をなせり、殘量五十個は蹴上より分流し、南禪寺永觀堂を繞り、若王寺の前を過ぎ、吉田山の東北を迂廻し、高野加茂二川の河底を潜り、新町頭に於て、御所御用水路に分水し、其餘は小川頭に至り堀川に合す。

發電所内据付發電機は直流四臺、交流十二臺、合計十六臺、千七百六十五、キロワットにて夫より發する電力は製造工場電氣鐵道若くは電燈用に供せらる。而して此發電所の水車を運轉したる水は再び流れて、夷川通鴨川落合に至り、鴨川に沿ふて、七條下鐵道橋畔より折れ、伏見稻荷深草村を経て、黒染の南數丁

の處に至る、此處に四十九尺餘の高低あるを以て、長百六十間、勾配十分の一の傾斜鐵道を設けて、船艇を行り、百二十個の水量は、鐵道に沿ひ、鐵管に依て下り、水力及發電の用に供し、下流は堀詰に落合ひ、宇治川に會す。

今該電力の用途を擧ぐれば、電氣鐵道、電燈、織物、燃絲、揚水、黃銅延板、紡績、鍛冶、組紐、及時計、炭團、油、ラムネ、氷、其他諸種の製造用にして、其現在使用高は、二千四百七十九馬力餘に達せり。

又現時直接水力を使用せる水量は、五百三十四個（一度捨たる水を再び使用するものを合算す）餘にして、精米、製粉、燃絲、艶出、鍛冶及電線等の製造用等に供せり。

運河に依て、京津間、及び京伏間を往復する、貨物運送船（貨物の重なるものは、米、木材、石材、薪炭等とす）の運送總量は、京津間は最近一ヶ年間七十五萬駄、京伏間三十一萬五千駄あり。

此事業より生ずる、最近一年の収入金二十一萬八千七百七十一圓餘に達し、其年の經常費を引き去り、收支殘金十三萬圓餘を得たり。

又疏水運河に藉て、運送の便を得たるが爲に、運河開通以前より、京津間運賃一駄に付四錢四厘を減じ、且疏水々方に藉て、精米水車の増設したるが爲め、白米一升に付平均五厘方安價となりたり、此等間接の利益を積算せば、一ヶ年間數十萬圓の多額に達す。

此他田畑灌溉の利益の如き、實に驚くべきものあり、山科村にて開墾せし田野數十町歩に達し、愛宕、葛野、宇治、紀伊にて旱災を免れたるは、其幾千町歩なるを知らず。

琵琶湖疏水事業の京都に利益を與ふる實に大なりと云ふべし。

電動力使用料一覽表

五馬力未滿	毎日十二時間遣	一馬力に付一ヶ年	九十五圓
十	"	"	七十八圓
三十馬力	"	"	六十六圓
五十馬力	"	"	五十九圓
百馬力	"	"	五十三圓

百馬力以上

”

”

四十八圓

但し使用時間一日十時以上、十四時未滿は時間割(十二時間遣の率に依る)を以てし、十五時未滿は三割増とし、十五時間以上は五割増とす。

運河使用料一覽表

三十石積運輸船	年額四十二圓
十五石積運輸船	年額二十八圓
旅客渡航船	年額三十六圓
端艇	年額十二圓

渡航船、インクライン使用料(運輸船は無料)

蹴上、インクライン 金三十錢

伏見、インクライン 金十五錢

本線の部

運河水面幅 十九尺より六十二尺まで

水深平均 五尺

水量一秒時間に付三百立方尺

隧道高十四尺中心幅十六尺

同水面幅十六尺水深六尺

枝線の部

隧道八尺の圓形

水面幅八尺水深四尺五寸

水路水面幅廿尺より八尺まで水深四尺五寸より一尺餘まで

自大津三保ヶ崎
至鴨川落合

運河延長六千七百七間七厘

第一隧道長千三百四十間
第二隧道長六百八十五間
第三隧道長四百六十七間
インクライン長三百廿間(勾配十五分ノ一)

勾配二千分ノ一ヨリ三千分ノ一迄 通水量一秒時三百立方尺

自藏上船漕
至京都市小川頭

枝線運河延長四千六百十五間一分九厘

第四長隧道七十五間
第五長隧道五十六間
第六長隧道一百間

勾配百分ノ一ヨリ二千五百分ノ一迄 通水量一秒時五十立方尺

右工費金百貳拾五萬貳千五百七拾九圓參錢貳厘

明治十八年六月起工
明治廿三年四月竣工

自鴨川落合
至紀伊郡伏見町

運河延長四千九百二十間

閘門八ヶ處
インクライン長百六十間(勾配十分ノ一)

勾配凡一千分ノ一 通水量百二十個

右工費金拾四萬八千貳百七圓拾七錢四厘
 運河總延長一萬五千六百四十二間二分六厘
 總費金百四拾萬七百八拾六圓貳拾錢六厘
 明治廿三月六月起工
 同廿七年九月竣工

發電所概要

本工事業ハ明治廿三年二月起工シ翌廿四年五月豫期ニ至リ豫期ノ二千馬力發電ノ設備及其供給(第二疏水工事完成ニ付此發電所ハ)ヲ完了セリ(不用トナリシ故ニ目下取壊中)

建坪四百拾七坪八合四勺 平屋煉瓦造三棟建

使用水量 毎秒二百五拾立方尺 落差百二拾尺(新發電所へ合併)

引水鐵管 内徑三呎五列 此延長千二百三拾六間九分四厘(不用トナリシ故ニ取除)

排水路 發電所内ヨリ南禪寺船溜マテ延長九拾五間五分ノ隧道ヲ以テス
 内參列ハ第四隧道北口ヨリ二列ハ賦上船溜ヨリ布設シテ發電所内ニ到ル

水車 ハルトン式水車徑八呎百二拾馬力二拾基(不用トナリシ故ニ取除)

發電機種類(不用トナリシ故取除)							
第一號	第二號	第三號	第四號	第五號	第六號	第七號	第八號
ウエスチングハウス會社製交流三相式三千五百ボルト 二百キロワット	スタンレー會社製交流二相式二千ボルト 六十キロワット	ゼネラル會社製直流五百ボルト 百キロワット	ゼネラル會社製直流五百ボルト 百キロワット	ゼネラル會社製交流三相式二千ボルト 百五十キロワット	ゼネラル會社製直流五百ボルト 七十五キロワット	シーメンス會社製交流三相式二千ボルト 九十六キロワット	ゼネラル會社製直流五百ボルト 百キロワット
第九號	第十號	第十一號	第十二號	第十三號	第十四號	第十五號	第十六號
スタンレー會社製交流二相式二千ボルト 八十キロワット	ゼネラル會社製交流三相式二千ボルト 二百五十キロワット	シーメンス會社製交流三相式二千ボルト 九十七キロワット	ウエスチングハウス會社製直流五百ボルト 百キロワット	シーメンス會社製交流三相式二千ボルト 八十キロワット	ゼネラル會社製交流三相式二千ボルト 百キロワット	シーメンス會社製交流三相式二千ボルト 九十七キロワット	スタンレー會社製交流二相式二千ボルト 八十キロワット

年別	電力水力使用年別		運輸船通過年別				渡航船通過年別	
	電力	水力	京 津 間	京 伏 間	津 伏 間	艘 數	乘 客 數	
明治二十四年	三六〇〇	二五八〇	五八九	一六六〇	〇	〇	八二	
同 二十五	一七三六	六四三〇	四一七	一三二六	〇	〇	八〇	
同 二十六	三三六〇	一三三〇	七三二	二五八七	〇	〇	一三三	
同 二十七	五七四一	二二〇五	七四三	二八二六	〇	〇	一〇八	
同 二十八	一〇八一九	二八八〇	一〇三三	三九五七	〇	〇	一九六	
同 二十九	一五〇四〇	四〇三六	一八五三	三三〇九	〇	〇	三〇〇	
同 三十	一九三三六	四一六二	二一八六	三三〇九	一	〇	一八九	
同 三十一	一九九五〇	四一五七	二一八九	三三〇九	二	〇	二〇〇	
同 三十二	一〇九〇八	四〇四〇	二〇〇〇	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 三十三	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 三十四	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 三十五	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 三十六	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 三十七	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 三十八	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 三十九	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 四十	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	
同 四十一	二二二二二	五〇〇一	二一八五	三三〇九	〇	〇	二〇〇	

水利事業收入年別

年別	電力		運輸船		渡航船		總 收 入
	動力	水力	料船	料船	料船	料船	
明治二十四年	八〇〇	三三〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一八〇〇
同 二十五	二四八〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	六六〇〇
同 二十六	八七五〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一五〇〇
同 二十七	一七三三〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	三〇〇〇
同 二十八	三五二〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	五〇〇〇
同 二十九	五三二〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	六〇〇〇
同 三十	七八〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	九〇〇〇
同 三十一	八六〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 三十二	九七〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 三十三	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 三十四	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 三十五	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 三十六	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 三十七	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 三十八	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 三十九	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 四十	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇
同 四十一	九九〇〇	一〇〇〇	一六六〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇	一〇〇〇

附 録

一四四

經 濟

本事業經濟ハ本市ノ特別經濟ニシテ電力水力運河使用料其他水利事業ニ
 關スル雜收入ヲ以テ經營スルモノニシテ其收入殘金即チ純益ノ十分ノ七
 ナ資金償還ニ充テ十分ノ三ヲ維持金トシ餘裕アレバ之ヲ積立ツルモノニ
 シテ資金總額ニ達スルヲ限度トスルモノナリ今日迄償還セシ資金ハ左ノ
 如シ。

三十一年度	一四、〇〇〇円
三十二年度	一七、〇〇〇
三十三年度	二〇、六〇〇
三十四年度	三八、七〇〇
三十五年度	四三、九〇〇
三十六年度	四〇、〇〇〇
三十七年度	六六、〇〇〇
三十八年度	四八、三〇〇
三十九年度	八五、〇〇〇
四十年度	一〇、〇〇〇
四十一年度	一〇、〇〇〇
四十二年度以降公債償還ノ減少セルハ四十年年度ニ於テ拾壹萬圓四十一年 度ニ於テ拾貳萬圓ヲ收益金中ヨリ第二疏水、上水、及道路擴築ノ臨時事業 費へ繰入レタルニ因ル。	

第二琵琶湖疏水工事

明治四十五年六月
京都市臨時事業部調

事業沿革

本事業は明治二十八年市會に於て水利調査委員を設け各種の調査を遂げ
 たる後同三十二年一月六日第一疏水路に増水を企て是に對する請願をなし
 同三十五年四月十一日前案を改め獨立水路を計畫し之を地方廳に出願した
 るを以て初めて第二琵琶湖疏水工事の名起り同年十月二十日更らに前案を
 訂正して市會の決議を経之を出願し同三十八年九月一日河川法に依り又之
 れを滋賀縣にも出願し翌三十九年四月四日京都府滋賀縣兩知事の連署許可
 の指令を得たるを以て同月十三日實測設計調査費を市會に求め直に線路の
 測量を行ひ實施の設計を爲し同年十二月四日工事施行認可を申請し越えて
 四十一年二月二十八日認可を得十月十四日大津三尾神社に同十五日平安神
 宮に於て起工奉告祭を行ひ同日起工式を擧げ爾來三年六ヶ月を経本年三月
 三十一日を以て大體の工事を竣り翌四月二十五日以降三日間地方廳の検査
 を受け五月十日内務大臣より通水許可を得たり。

電氣事業は明治三十九年七月十日地方廳を経て逓信省に事業變更の申請を爲し同十月十二日許可を得同四十年三月八日工事施行申請を爲し同四月六日認可を得續ひて工事に著手し水路事業と同時に完了し發電機五基の内二基は同四十五年二月検査を受け同四月二日使用の認可を得残り三基及地中送電等に係るものは同五月検査を受け同月十日使用の認可を得たり。

業務大綱

本事業は明治三十九年四月四日京都府滋賀縣兩知事の許可を得たるを以て市長は同月十三日實測設計調査費を市會に提出せしに即日決定せしを以て第二水利部を栗田口町水利部に設け第二水利部長を置き以て第二疏水事業に關する一切の事務を管掌せしめ同年十二月二十一日更らに第二水利部を改めて臨時事業部となし部長を置き且つ部内を分つて水利水道の二課となし疏水工事と水道工事を分管せしめ同四十年七月二日水利課を廢し水路電氣の二課を置き同四十一年八月十一日職務章程を定め部内を總務、水路、水道、電氣の四課に分ち總務課は事務員を以て課長となし水路、電氣、水道は

各技術者を以て課長となし俱に部長の命を受け事務を分掌せしめたり。

工費豫算

明治三十五年四月十一日市會に於て新水路開鑿費貳百拾四萬六千參百六圓四拾九錢を決議し同三十九年四月四日起工の許可ありたるを以て再調の結果同年十一月二十八日工事實設計認可を受くるに當り豫算を參百七拾八萬壹千八百九拾六圓と改め同四十二年十二月二十五日鴨川運河改築の爲め更らに五拾貳萬圓を追加し同四十三年三月二十九日大津市西部飲料水補給工事費の内に四千圓を追加し同四十三年十一月二十四日夷川及伏見に於て發電所新設の爲め又拾七萬壹千九百八圓を増加し遂に四百四拾七萬七千八百五圓を以て確定豫算となせり其の内譯左の如し。

内譯

金九千四百四拾四圓四拾貳錢九厘 實測設計調査費
 金貳拾六萬參千參百六拾壹圓 用地費

金貳百貳拾四萬參千九百參拾四圓四拾六錢	水 路 費
金百拾九萬五千五百五拾參圓七拾錢參厘	發 電 及 配 電 費
金壹萬八千七百九拾圓	白 川 附 替 費
金五萬壹千五百四拾貳圓九拾四錢	材 料 貯 藏 及 運 搬 費
金拾壹萬八千五百拾參圓五拾貳錢參厘	器 具 器 械 及 運 用 費
金四拾貳萬貳千參百五拾八圓七拾錢五厘	總 係 費
金七萬壹千六拾參圓	大 津 市 西 部 飲 料 水 供 給 費
金六千圓	補 償 費
金七萬七千五百四拾參圓貳拾四錢	豫 備 費

工 事 概 要

水路は起點を琵琶湖大津三保崎市^{大津市}内に取り第一疏水運河の北に沿ひ十五間の間隔を以て三井寺山下を貫き藤尾^(滋賀縣下)に出で此より第一疏水路を離れ柳山^{京都府下宇治郡山科村}の下を貫き安朱^{山科村}内に至り第一水路に近づき復離れて安祥寺山下を貫き再度第一水路に近接す是より以西は大概併行して黒岩日岡の

兩山下を貫き三條蹴上に至り第一水路を合併す此距離四千〇七十九間四厘勾配二千二百分の一平均速度五尺三寸水量一秒時五百五十立方尺水位は三保崎取入口に於て第一水路と平均すれども制水門に於て此れより二尺低下したる所を基準と爲したるを以て三條蹴上に於ては勾配及距離の關係により兩水を澮合せしむる爲め洗堰を設け第一水路より來る三百立方尺の水をして此の洗堰を超流して第二水路に澮流せしむ。

此の兩水路に由つて引用する總水量は一秒時八百五十立方尺にして是が使用は各種の状態に由り同からずと雖ども山科地方に於て灌漑用として約九立方尺蹴上に於て上水及防火用として五十立方尺御所御用水として十立方尺其他防火或は水車用として十一立方尺合計八十立方尺を分ち残り七百七十立方尺の内七百五十立方尺は發電用に供し其餘は從來の分線路に放流する豫定なり。

第一第二兩水路澮合の水量は大日山腹に穿てる合流隧道を経て潜水池に入る發電使用の水量は該池の北端に設けたる制水門を経て二條の水壓管に注

ぎ蹴上發電所に至り水車運轉の用を遂げ排水隧道に由り南禪寺通の地下を通過して船溜に入り運河の水量と爲る而して滯水池の一方に別に放水路を設け「インクライン」の東側に沿ひ下船溜に連絡しあるを以て發電使用外の水は常に此の水路に由つて運河に注げり。

上滯水池と下船溜と水面の高低の差は百十五尺にして有効落差は百六尺なり而して發電使用水量は既記の如く毎秒時七百五十立方尺にして水車の總發生力は六千八百馬力發電機の總發生力は四千八百「キロワット」なり。

發電所に於て發生せし電氣は特別高壓に屬するものにして内千八百「キロワット」は小川變電所に千二百「キロワット」は姉小路電氣軌道變電所に孰れも地中電纜に依り送電所に於ける殘餘の千八百「キロワット」及小川變電所に送る千八百「キロワット」は各遞降變壓器に依り高壓電氣に遞降せる後架空線により市内及附近の郡村に配電せり。

南禪寺船溜以西鴨川迄九百六十四間は舊水路を襲用し断面を大にする爲め夷川に至る迄は現在川幅廣きを以て單に川底に於て幅三十尺深四尺一割

勾配の堀増をなし夷川以下は現在川幅狭き爲め基礎に於て高五尺の石垣を築き以て護岸となせり。

夷川閘門に於て得る落差十二尺を利用し茲に發電所を設くる爲め舊堰門を改造し且つ發電所地盤工事を施せり。發電氣工事ハ第二計畫ニ屬スルヲ以テ茲ニ省ク

夷川鴨川出會點以南伏見終點橋土に至る迄は五千三百七十二間二分にして内四千九百二十二間二分は舊運河の部分にして残り四百五十間は舊桃山城の殘壕を改築擴張したるものなり而して夷川鹽小路間は東は人家櫛比したるを以て西は鴨川に沿ひ鴨の幅員を減縮して運河を鴨川の方に擴張せり此が爲め鴨川に堆積する土砂を浚渫し幅に失ふ所は之を深さに得せしめ以て鴨川洪水の疏通に支障なからしめたり又此の間に於ける運河の勾配は鴨川の勾配に抑制せられ急峻となり流速亦急なるを以て之を防がん爲め途中に六個の閘門を設け千百分の一乃至三千七百分の一の勾配を附し之れを調節したり然れども市街地を離れ郡部地内に入りしより以南は所謂南郊の一部にして他に支障物なきを以て四千分一の勾配にて一直線に田圃間を經過し

伏見インクライン上の船溜に到着せり。

船溜は一方に放水堰門を設け水は此の堰門に由りて百十八間一分の隧道を流過し、インクライン下の船溜に入り再度運河の水量となれり而して此の地點に於て五十尺の落差あるを以て茲に發電所を新設する爲め水路取入口工事を施したり。發電工事ハ第二計畫ニ屬スルヲ以テ茲ニ省ク

「インクライン」下船溜より土橋に至る間は伏見市街に在る舊壕を利用したるを以て水路は曲折すれども勾配は二千二百分の一なり、右は工事の大體に繋るものにして其節目は左の如し

水路延長一萬〇八百五十四間

三保崎防波堤 長百二十間 幅五間

水路の起點は大津市北國町水陸分界線に在り此の位置は南に京都築地を控へ北に觀音寺崎突出して灣形をなせども湖邊一帶は水浅く泥深く北風起れば濁浪岸を打つを以て此等の豫防として水路起點の北部に防波堤を築けり構造は塊石を以て水中に地盤を作り其の上に石垣を築き

之れを埋むるに隧道掘鑿の土砂を以てし兩地間の土砂は淤漑機を用ひ之れを除き水路の下底と均一ならしめたり。

水路取入口

三保崎防波堤と現在第一築地の會合點にあり爰に鐵門を設け外面に鐵棚を設け以て泛艸の流入を豫防せり。

埋立水路 長二百七十五間一分

此の埋立水路は湖岸取入口より古關隧道東端迄の距離にして構造は専ら鐵筋コンクリートを用ひ此れより三條蹴上に至る迄は同一の構造なりとす高十三尺五寸幅十三尺深十尺隧道断面も亦同じ

水路の目的は單に通水のみ在るを以て一旦土地を開鑿し水路の構築を終れば隨つて土を覆ひ舊に復するが故に工事施行中に非ざれば現狀を窺ふこと能はず此の間は大津市街北國町鹿關町及三尾神社境内并に大津物産陣列場等の地下を貫きたる爲め障碍物殊に多く且つ地質粗惡、湧水多量にして頃刻も唧筒の運轉を休止すること能はず之れを山間の

工事に比すれば煩雜多事、意外の勞役を費したり。

制水閘門 高三十尺五寸幅十三尺

閘門位置は運河の北部にあり構造は總て鐵を用ひ磚石を以て之れを補ひ門扉は「ストリーニ」式に由つて開閉し得る装置となせり閘身は地中に在るを以て開扉のときに非ざれば見ることも能はず。

水路の水位は三保崎量水標零點下二尺を以て基點となせり即ち海面上二百八十尺六寸の所となす此れ湖の水位低落して零點以下二尺に達することあるも所定の水量を得るに支吾なからしめん爲めなり。

古關隧道 長一千四百七十一間

本道は三井寺山下即ち古關峠の下を貫くを以て古關隧道と稱せり各隧道中、最長のものたり地質は中央は堅硬なる花崗石にして其の他は砂岩、角硅岩、石盤岩等にして掘鑿頗る困難なりき。

工事は本道掘鑿に先だち第一水路の第一隧道より北に向つて十有一個の横導坑を穿ち新水路の位置に達すれば左右に分岐して各掘鑿に著手

し監督員の出入、工夫の交代、材料の搬送、土砂の運出、湧水の排除等一切之に由りたるを以て著しく工程を進歩せしむることを得たり又坑中を照す燈火及卿筒を運轉する電力は俱に水利事務所の送電に由りたるを以て其の便利亦大なりき。

埋立水路自古關隧道西口至柳山隧道東口二百七十五間六分

構造同前

開展水路 長三十間

水路中大津蹴上間に於て水量調査の爲め之を設く構造は穹窿の一部を

開展し他は埋立水路に同じ幅十三尺深十二尺

柳山隧道 長三百五十八間三分

本道は宇治郡山科村字四の宮地内に在り構造は古關隧道と同型にして地質は石盤岩大部分を占む掘鑿中湧水ありと雖ども著しき困難はなかりき。

埋立水路自柳山隧道至安祥寺隧道百六十五間

構造同前

安祥寺隧道 長四百〇六間

本道は宇治郡山科村大字安朱地内にして地質は堅硬なる石盤岩にして山上に小溪ありしを以て湧水多量、作業稍困難なりき。

埋立水路自安祥寺隧道至黒岩隧道 長四百十八間三分四厘

構造同前

黒岩隧道 百二十一間

本道は宇治郡山科村大字御陵に在り構造は同前

埋立水路自黒岩隧道至日岡隧道 長五十九間七分

構造同前

日岡隧道 長四百九十九間

本道は宇治郡山科村字日岡にあり兩端は山勢急峻にして且第一水路の船溜を帯びたるを以て湧水の量殊に多く空氣亦稀薄にして是が爲め唧筒の運轉、空氣の輸送、日夜絶えず作業甚だ困難なりき開鑿は兩端の外第

一水路の第三隧道内より横孔一個所を穿ち左右に分岐して各著手せり。本隧道西口は大日山隧道に對峙し共に石造の洞門を建造せり。

洗堰 長十八間

第一水路は運河を兼用するを以て線路迂曲、速度緩漫なりしも新水路は直線を取り二千二百分一の勾配を以て大津より蹴上に達したるを以て兩水路の蹴上に滄するや舊水路の水位は新水路より高きこと二尺三寸に及び仍て新舊兩水滄合點に於て長さ十八間の洗堰を築き水をして此堰を超えて新水路に滄合せしむ地盤はセメントコンクリートを用ひ堰堤は總て花崗石を用ひたり。

上水取入口

市街全體に供給する上水は日岡隧道終點に鐵管二條を布敷し以て取入口となし一秒時五十立方尺を送水すべき装置をなせり而して御所御用水も亦該所を以て取入口となし十立方尺の水を引けり。

滄流口 六間八分

本口は舊水路より来る三百立方尺の水を受容する滄合點にして背に日岡洞門を負ひ前は大日山洞門に面し右は山峴にして左は即ち洗堰なり山峴は石を以て築き下底は「セメントコンクリート」を用ひたり。

大日山合流隧道 長四十八間

本道は大日山の半腹上京區栗田口町地内にありて新舊兩水を併呑する咽喉にして構造は他の水路に同じ口に洞門を備ふ悉く石造となす地質は全部角硅岩のみにして工事中湧水少く操業甚だ困難ならざりき支保工は總て煉瓦のみを用ひたり断面は南に接続する埋土隧道に同じ。

發電瀦水池 長六十間

本池は大日山隧道の北端にあり地盤は裂激ある石板岩なるを以て漏水を防ぐ爲め悉く「セメントコンクリート」を用ひ側壁は花崗石を積砌して寸分の虧隙なからしめたり幅は五間より八間に至る而して池中の北端に更らに分水路を設け以て北部を迂廻する分線路に連絡せしめたり。

放水路 長二百九十七間七分五厘

本水路は大日山隧道の北端三十間の處を起點となし「インクライン」の東側に沿ひ南禪寺船溜に達す水路の位置頗る急斜にして流水の速力極めて猛迅なるを以て左右は花崗石を以て石壁を築き下底は「セメントコンクリート」を基礎となし上に割石を施せり。

制水門 高二十七尺 幅三十六尺

本門は大日山の半腹瀦水池の北部即ち發電所送水管の咽喉に在り地形の一部は絶壁なるを以て「セメントコンクリート」にて地盤を築き石材及煉瓦を以て高十六尺幅三十六尺の閘室を作り而して送水管は双列なるを以て更らに閘室を二分し中央に徑八尺の母柱を建て左右兩室を各十四尺となし亦室毎に徑七尺の双扉を付す扉の開閉は機によつて一上一下して其の用を爲す装置となせり。

埋立隧道 長五十間五分

本道は送水鐵管を布設する爲め「インクライン」下を横貫せり支保材は總て煉瓦を用ひたり。

蹴上發電所

此地は東山の一部分なる華頂山の北麓にして地勢は十五分の一の勾配を以て岡崎町に至つて盡く此の中央に發電所を設くる爲め地中を掘鑿する六十尺餘、其の下底を以て水車の放水點となし且之れを發電所建築物の地盤となせり。

基礎は鐵筋コンクリートを用ひ四壁の要所は石材其他は煉瓦を使用し屋根は石綿板を以て之を葺けり地上五十五尺五寸地下十四尺室内を大分して三個所となし東の一室は配水鐵管室となし中央の廣室には水車直結發電機五基及び水車直結勵磁機二基を据付け西の一室は二階造にして階上に配電盤を裝置し階下は變壓器室及倉庫となせり其の建坪左の如し。

鐵管室

九十九坪〇八

機械室

百七十七坪八五六

配電盤室

四十四坪一六七

共計三百二十一坪一合三勺

附屬室

木造

十六坪五

發電所設備機械

水壓管 二條

内徑七呎四吋八分の三 互長八百六十四呎十吋
構造は軟鋼板銲綴フランヂ接續型にして厚さ最上部取入口に於て四分の一時、發電所外部に於て八分の三吋、其の内部にて二分の一時、及八分の五吋弱

水車 七基

横軸フランシス型レアクションタービン發電機用五基内一基豫備每基一千七百馬力廻轉數毎分四百五十

勵磁機用二基内一基豫備每基二百馬力廻轉數毎分七百

調速機

油壓式

附 録

發電機 五基内一基豫備

廻轉磁田型

交流

千五百「キロヴォルトアムペア」力率八十「パーセント」千二百「キロワット」六千六百「ヴォルト」

三相式 六十「サイクル」毎分四百五十廻轉

星形結線 單一勵磁 水車直結

勵磁機 二基内一基豫備

百二十五「キロワット」毎分七百廻轉 百二十五「ヴォルト」複巻水車

直結

變壓器 四個内一個豫備

「シエルタイプ」七百五十「キロヴォルトアムペア」一次電壓六千六百

「ヴォルト」二次電壓二千二十「ヴォルト」單相式 六十「サイクル」油

入通水冷却

一次線三角 二次線星形結線

保安裝置

發電機の鐵臺變壓器の外函并に特別高壓用機械器具に屬する變壓器及變流器の二次線并に發電機より自働遮斷器に至る電線の鉛被は之を接地せり。

配電盤は全部大理石盤にして之に裝置せる諸器具に接続せる電路は總て低壓とす。

發電機より母線に至る電路には「レバース、カーレント、リレー」及「トリツブコイル」付油入自働遮斷器并に單極單投及單極双投開閉器并に檢漏器を裝置せり。

母線より送電線に至る電路には單極單投開閉器「タイムリミットリレー」及「トリツブコイル」付油入自働遮斷器并に「スタチック、ヂスチャージャー」を裝置せり。

母線より變壓器に至る電路には單極單投開閉器「タイムリミット、リレー」

及「トリップコイル」付油入自働遮断器を装置せり。
 配電線母線には檢漏器及「ポテンシャル」ヂスチアーチャーを備へ母線より各配電線に至る電路には單極單投開閉器「タイムリミット、リレー」及「トリップコイル」付油入自働遮断器并「チョーキングコイル」及「マルチギャツプ」型避雷器を装置せり。

各送電線及配電線路には豫備油入遮断器を備へり。

送電線路設備

自上發電所地中送電線路 亘長一萬二千九百三十五尺

至小川變電所

地中電線路構造

電線 二條内一條豫備

布設方法

地下約三尺の處に線路を穿ち下部は直に土に接し左右兩側及上部は各厚さ三寸の板石を用ひ其内は砂を填充し以て他動的の損傷を豫防

せり。

電路地下線及電氣軌道其他下水溝を横斷する部分は悉く各特種の工事を施こし互に支障なからしめ河川横斷の個處は橋脊に添架したり。電線の構造は三心入鎧裝電纜にして紙を以て被覆絶縁物となせり。心線は軟銅線三十七本燃にして斷面積は百二十平方「ミリメートル」となす。

保安裝置

地中電線の鉛被は電氣的完全に接續接地せしめたり又地中電線路の兩端には「スタチックヂスチアーチャー」を設置せり。

自上發電所地中送電線路

至電氣軌道變電所

地中電線路構造

電線 一條 別に小川變電所に至る電線を共通豫備線となす。

布設方法及保安裝置は蹴上發電所小川變電所間地中送電線路に同じ。

電線構造は三心入鍍装電纜にして紙を以て被覆絶縁物となせり心線は軟銅線十九本撚にして斷面積は七十平方「ミリメートル」

小川變電所 上京區小川通夷川角

機械室 煉瓦二階建四十坪二合三四

事務室 木造平家建八坪五合

機械室は地下六尺を穿ち「セメント、コンクリート」を施こし地上煉瓦二枚積となし屋根は石綿葺となす高さ三十尺八寸二五、

變電所機械設備

「シエルタイプ」型變壓器 四基内一基豫備七百五十「キロヴォルトアムペア」

第一次電壓 六千四百ヴォルト

第二次電壓 二千二十「ヴォルト」

單相式 六十「サイクル」

一次線三角 二次線星形結線 油入通水冷却

保 安 装 置

變壓器の外函并に特別高壓用機械器具に所屬する變壓器及變流器の二次線は之れを接地す配電盤は全部絶縁良好なる大理石盤にして之れに装置せる諸器具に接続せる電路は總て低壓とす。

地中電線引込より變壓器に至る電路には單極單投開閉器及油入遮斷器并に「スタチツク、ヂスチアードヤ」を装置せり。

配電線母線には檢漏器及「ポテンシャルヂスチアードヤ」を備へ母線より各配電線に至る電路には單極單投開閉器「タイムリミットリレー」及「トリツブコイル」付油入自働遮斷器并に「チョーキングコイル」及「マルチギャツプ」型避雷器を装置せり。

各送電線及配電線路には豫備油入遮斷器を具備す。

排水隧道 長百四十三間

水車運轉使用後の水は此の隧道に由り南禪寺町船溜に排出す。

運河自南禪寺船溜至夷川開門 八百間八分五厘

此の部分は舊運河を襲用し川幅は六十尺なれども下底に於て更らに幅三十尺深四尺を掘下げ從來の水深五尺を九尺に改めたり勾配は七千分の一

夷川通船閘門 長十四間

本門は從來の設備に依り改造せず落差十一尺九寸

通水路

從來の放水路を毀ち更らに閘門に併行して其北部に通水路を開き且制水閘門を設く高十尺幅十二尺基礎及側壁は煉瓦及石材を用ひ木扉を備ふ舊水量は一秒時二百五十立方尺にして其の大部分は此の近傍に於て需求者に供給せしを以て平素の水量は極めて少數なりしも新工事は更らに五百立方尺を増加したるを以て此水量を通過し得る水路を新設したり而して新に制水閘門を設けたるは此水路に隣り將來發電所を建設すべき計畫なるを以て其の水面を調整する必要あるに據る。

夷川發電所

此の夷川閘門の上下水面に於て十一尺九寸の高低差あるを以て制水閘門の上流に於て水路取入口を設け發電所設置の準備として基礎工事を

施せり發電工事ハ第二期ニ屬スルヲ以テ茲ニ之レヲ省ク

運河自夷川閘門至鴨川運河長百四十七間

此間も亦舊運河を襲用したれども河心に於て更らに四尺を増掘したるを以て此れに係る部分は左右兩岸に於て高五尺の石垣を築き以て護岸となせり幅四十八尺深十尺

白川放水路 百三十四間二分

從來白川の水は南禪寺舟溜に於て一旦運河に合し慶流橋西に於て再度白川に放流して鴨川に排出せしめしも新設計に於て該水量は四條閘門下手に於て合流せしめられたれば洪水に際して四條閘門以南の運河に白川の洪水を受け正面の放水所迄導かざる可からざるを以て是等の困難を避けん爲め現状を變更して慶流橋西に於て白川に放流せしめずして之を夷川船溜に導き此より直に鴨河に放流せしめん爲め新水路を開鑿せ

り而して新水路の出口即ち船溜の西北部に堰門を設け水量を調整するものとす水路幅二十四尺深七尺。

鴨川運河自夷川出合至鴨川正面長千四百五十六間

此の間は東岸は人家櫛比し西岸は鴨川なるを以て線路は鴨川の状態に由り勾配も亦是に準せざるべからず故に流量と速力とを調節する爲め六個の閘門を設けたり而して鴨川に架せし三條四條五條の三大橋の外夷川、二條、團栗、松原、七條、鹽小路等の諸橋ありて施行頗る困難なりき川幅四十四尺水深八尺。

仁王門放水所及排水所

此の間、東山一帯より流下し來る谿流は一旦之れを運河に受容れ更らに此の放水所に由つて鴨川に排除するものとす。

排水所は運河掃除の爲め運河の水を排出するの用に供す。

仁王門閘門

閘室は長四十二尺幅五尺落差四尺九寸隻扉を具へ機に依つて開閉す閘

室の西側に放水溝を設く幅六尺深十三尺悉く石造となす閉扉の時は此に由つて通水す以上の勾配を二千分の一とす。

三條排水所

目的同前

三條閘門

構造同前落差六尺

四條排水所

目的同前

四條閘門

構造同前落差五尺

團栗排水所

目的同前

團栗閘門

構造同前落差六尺三寸

五條排水所

目的同前

五條閘門

構造同前落差四尺五寸

正面排水所

目的同前

正面閘門

構造同前落差六尺三寸

運河自正面閘門至伏見船溜延長 二千九百三十三間

此の間も亦舊運河を擴張改築したるものにして兩岸は悉く石垣を築き河幅を四十四尺水深を八尺勾配四千分の一とす線路は田畝の間を經過せしを以て工事は困難ならずと雖ども此邊水路は東山一帶より來る用悪水路と交叉するもの多く爲めに一轉降雨の際は多量の水量と土砂を流下し來るを以て成るべく運河に合流せしめざる方針を取りたり。

又鴨川東峯に於て東海道鐵道の下を横斷する爲め通船に支障するを以て更らに東側に幅十五尺の通船水路を設けたり。

伏見船溜

伏見船溜は一は「インクライン」上に在り一は其の下に在り上部船溜は發電溜水池を兼用せり長十三間五分七厘にして幅を二十間となす石垣を三方に築き繫船に便ならしめ下部船溜は舊形を襲ひ之れを擴張せず。

排水所 長八十七間九分

排水所は船溜の北部に沿ひ設置す發電使用後の水は此の排水所に由り隧道を過ぎ下部船溜に排出す。

伏見發電所

此の地五十尺の落差あるを以て發電所設置の爲め水路取入口工事を施したれども殘餘の工事は第二次の計畫に係るを以て未だ著手せず。

放水路 長三十間

「インクライン」上部に在り

伏見隧道 百十八間一分

本道は伏見街道の下を貫くものにして「インクライン」の北部にあり排水所及放水場より來る水を受け之を下部船溜に注ぐ將來發電所を設置する時は發電所にて使用したる水の排水路に兼用す。

「インクライン」長百五十間

伏見墨染町にあり構造は専ら舊形に仍り長十間を短縮せり。

運河自「インクライン」下船溜至伏見町土橋 七百五十八間七分

「インクライン」下部船溜に起り伏見市街を屈折して宇土橋に達す是れ即ち本水路の終點なり本河は舊運河を擴張延長したるものにして線路は桃山城の廢壕を利用せり川幅四十二尺水深五尺五寸勾配二千二百分一舊運河に比すれば更らに四百五十間を延長せり。

用地買収

本事業の爲め起點大津より終點伏見に至る迄水路及電氣工事の爲め買収せし用地反別及買収價格は左の如し

大津市	七反六畝四步三合一	貳萬貳千四拾九圓九拾五錢
山科村	三町五反九畝六步	貳萬四千五百貳拾壹圓參拾錢
京都市	二反〇二十七步八合一勺	七萬九千六百五拾九圓七拾五錢
柳原町	二反七畝二十一步	貳萬四千貳百參拾六圓九拾五錢
深草村	三町七反七畝二十九步	六萬五千六百六拾八圓參拾四錢
堀内村	八畝十一步	千七百貳圓九拾參錢
伏見町	四畝十四步〇七勺	四千六百六拾壹圓四拾八錢
合計	八町〇四畝二十三步一合九勺	合計金貳拾貳萬貳千五百圓七拾錢

使用材料

水路工事に使用せし材料中其の價格の最大なるもの左の如し

煉瓦	拾四萬壹千七百四圓九拾六錢
礫	五萬五千四百六拾九圓參拾貳錢
砂	參萬四千七百參拾圓九拾五錢四厘
石材	六萬四百貳拾九圓參錢壹厘

セメント	貳拾八萬七千四圓貳拾貳錢
火山灰	壹萬參千九百六拾八圓九拾七錢
鐵材	四萬七千九百參拾七圓七拾四錢七厘
木材	九萬六千九百拾六圓參拾九錢四厘
合計	金七拾參萬八千百六拾壹圓五拾九錢六厘
電氣工事の爲め使用せし材料價格の最も大なるもの左の如し	
鐵管	拾萬百九圓
電線	七萬貳千貳百六拾貳圓九拾八錢貳厘
電纜	四萬六千八百四拾五圓
木材	貳萬五千四百五拾四圓九錢
鐵類	八千四百貳拾七圓七拾四錢四厘
石材	八千貳百六拾五圓四拾八錢
煉瓦	九千貳百參拾八圓五拾錢
砂礫	四千貳百七拾圓八拾五錢

合計 金貳拾七萬四千八百七拾參圓六拾四錢六厘
 又電氣機械價格の主なるもの左の如し

起 重 機	參千六百圓
發電機用水車五基及附屬品	八萬壹千九百五拾圓
勵磁機用水車二基及屬品	七千六百八圓
發電機 五 基	拾壹萬參千八百八拾圓
勵磁機 二 基	壹萬貳千四百八拾圓
發電所内配電盤及附屬品	四萬九千貳百八拾五圓
變電所内配電盤及附屬品	貳萬四千八圓
發電所及變電所變壓器	四萬五千貳百拾八圓
合計	金參拾參萬八千貳拾九圓

電氣使用の棗

○使用受電器の種類

一、第一種電動機(第二種第三種に屬するものを除く)整流機の種類 廣告燈用電燈機を除

きたる半馬力以上の電機若くは整流機を總稱するものにして半馬力以上百馬力二百馬力にても制限なく一般工業用に使用する電動機整流機を云ふ整流機は交流を直流に變換する機械にして之に依り諸種の電氣鍍金其他の電氣化學工業に應用し又は蓄電することを得るものなり。

二、

第二種電燈(第三種に屬す)、電熱器、半馬力未満の電動機(第三種に屬す)の類

右の電燈とは門燈、軒燈、廣告燈を除きたる總ての電燈を云ひ主としてメートルに依り點火し例外として一使用場内に於て六十ワット(炭素心電球)以下のもの五個以内を設備するものに限り定額に依り點火することをも得るものなり又電熱器は醫療、湯沸、鍍、暖爐其他に應用し得るものなり又半馬力未満の電動機(廣告燈、電機を除く)は扇風器其他の他手工に代用し得る工業用にも使用し得るものなり。

三、

第三種、門燈、軒燈、廣告燈、廣告燈附屬電動機、門燈、軒燈は白熱燈、弧光燈を問はず街路を照すもの又廣告燈は屋外は勿論屋内に於て

も商品の特別陳列を爲し之れと同時に終夜街路を照らすものを謂ひ

廣告燈附屬電動機は右廣告燈の變換點燈裝置に用ふる電動機を云ふ。

○使用時間の種別

一、

晝夜間 右は晝夜二十四時間を通じ送電するものに付き第三種、門燈、軒燈、廣告燈、廣告燈附屬電動機需用者並に電燈五個以内を定額に依り使用せらる、需用者を除きたる他の需用者は此の時間内に於て電動機、電燈等が必要に應じ使用することを得るものなり。

二、

晝間 右は午後十一時より翌日日出迄送電するものに付き需用者は此の時間内に於て電動機等が必要に應じ使用することを得るものなり。

三、

夜間 右は日没十五分前より翌日日出迄定額にて終夜使用し得るものにして六十ワット以下即ち炭素心電球なれば十六燭光五個以内タンクステン電球なれば三十二燭光五個以内並に第三種、門燈、軒燈、廣告燈、廣告燈附屬電動機等を併用若くは別々にても使用し得るもの

なり。

四、深夜間 右は午後十一時より翌日日出迄の間に於て動力、電燈、蓄電等最も低廉する使用料を以て使用することを得るものなり。

○使用料

一、第一種半馬力以上の電動機(廣告燈用電機整流器等を使用したる場合の使用料は其使用電力量の多少に依り使用料に増減あるも今各電動機の種別に依り一ヶ年を通じ全負荷の六割五割を使用したる時の一分使用料を示せば凡そ左の如し。

馬力	動力使用料 (電力計使用) (料ヲモ含ム)		動力使用料 (電力計使用) (料ヲモ含ム) (二十四時間)	
	六割を使用したる場合の一分	五割を使用したる場合の一分	六割を使用したる場合の一分	五割を使用したる場合の一分
一馬力	八二〇〇	七三〇〇	一四五〇〇	一二七〇〇
二馬力	一五四六〇	一三七五〇	二七五二〇	二四一〇〇

馬力	動力使用料 (電力計使用) (料ヲモ含ム)		動力使用料 (電力計使用) (料ヲモ含ム) (二十四時間)	
	六割を使用したる場合の一分	五割を使用したる場合の一分	六割を使用したる場合の一分	五割を使用したる場合の一分
三馬力	二二七二〇	二〇二〇〇	三八八六〇	三五四三〇
五馬力	三七一四〇	三三〇〇〇	五八五八〇	五二九五〇
七馬力半	五〇六五〇	四六五五〇	七九三二〇	七二五六〇
十馬力	六四、五八〇	五九、一三〇	九九一九〇	九二、一四〇
十五馬力	八九、四一〇	八二、七六〇	一三五三二〇	一二五、二七〇
二十馬力	一一二、五八〇	一〇五、六五〇	一六八、〇四〇	一五六、七〇〇
二十五馬力	一三四、一五〇	一二五、五六〇	二〇〇、四六〇	一八六、四〇〇
三十馬力	一五五、六四〇	一四五、五八〇	二三五、七二〇	二一六、三四〇
四十馬力	一九五、七五〇	一八四、五一〇	二九四、二三〇	二七六、七四〇
五十馬力	二二四、七〇〇	二一〇、八三〇	三四〇、九二〇	三一九、三五〇
七十五馬力	三一五、四六〇	二九九、三八〇	四七九、四三〇	四四七、二七〇
百馬力	三六八、七〇〇	三四七、五四〇	五九五、七一〇	五五三、三八〇

二、第二種電燈、電熱器半馬力未満の電動機(廣告燈用電機を除く)を使用したる場合

附録
 一八二
 の使用料は前項と同じく使用電力量の多少に依り使用料に増減を来たすものなるが今電燈を使用する場合に於て一ヶ年を通じ平均左記の時間を使用するものとせば其の使用料左の如し。

電燈使用料

個別	七時間使用料		六時間使用料		五時間使用料		四時間使用料	
	炭素心電球	タングステン電球	炭素心電球	タングステン電球	炭素心電球	タングステン電球	炭素心電球	タングステン電球
一個ニ付	六〇七〇	二四二〇	五三八〇	二二七〇	四六九〇	一九三〇	四〇一〇	一六八〇
一個ニ付	四六〇〇	三三〇〇	五〇〇〇	一九三〇	四三〇〇	二一〇〇	三六〇〇	一五三〇
一個ニ付	三〇五〇	一六八〇	二七〇〇	一三五〇	四七〇〇	二八〇〇	四〇〇〇	一三二〇
一個ニ付	二二〇〇	一三八〇	二〇〇〇	一三二〇	五九〇〇	四一〇〇	五二〇〇	一六六〇
一個ニ付	一三六〇	一〇八〇	一二九〇	一〇六〇	一二一〇	一〇三〇	一二五〇	一〇一〇

を料用使計力電)料用使分期一光燭十

(ム含モヲ料用使計力電)料用使分期一光燭六十							(む含も)	
一個ニ付	一個ニ付	一個ニ付	一個ニ付	一個ニ付	一個ニ付	一個ニ付	一個ニ付	一個ニ付
七六〇九〇	三九一九〇	九九九〇	七〇七〇	四五〇〇	二九〇〇	一六〇〇	五二六〇〇	二六二七〇
二八七〇〇	一四七五〇	三二七〇	二八二〇	二二二〇	一六五〇	一二七〇	一九〇九〇	一〇七〇〇
六九八四〇	三五二六〇	八九九〇	六二二〇	三九八〇	二五九〇	一四九〇	四七四二〇	二二二二〇
二四九二〇	一二九五〇	二八九〇	二五二〇	一九三〇	一五三〇	一二三〇	一六八〇〇	九五七〇
六六一〇	三〇二〇〇	七八七〇	五三六〇	三三四〇	二二七〇	一三八〇	四二二二〇	二〇二八〇
二二五三〇	一一一五〇	二五二〇	二二〇〇	一七三〇	一四二〇	一〇九〇	一四五五〇	八三七〇
五三七〇〇	二五四六〇	六八〇〇	四五一〇	二九一〇	一九三〇	一二七〇	三六〇一〇	一六六七〇
一七九五〇	九三五〇	二二二〇	一八九〇	一五〇〇	一〇九〇	一〇五〇	二二〇〇〇	七二七〇

三、 第三種門燈、軒燈、廣告燈、廣告燈、附屬電動機を使用したる場合の使用料は之を定額とし其の一期分の使用料は左の如し。

種 別	炭 素 球 心 電 球	タングステン 電 球	終 用 料 夜
二十「ワット」以下ノモノ（一個ニ付）	五 燭 光	十六 燭 光	〇・三五〇
四 十 同 上	十 燭 光	三十二 燭 光	〇・五〇〇
六 十 同 上	十六 燭 光		〇・七〇〇
九 十 同 上	二十五 燭 光	五十 燭 光	一・二〇〇
百 二 十 同 上	三十五 燭 光	七十五 燭 光	一・四〇〇
百 六 十 同 上	五十 燭 光	百 燭 光	一・九〇〇
二 百 三 十 同 上	七十五 燭 光		二・七〇〇
三 百 同 上	百 燭 光		三・五〇〇
五 百 同 上	弧 光 燈		五・五〇〇
五 百「ワット」ヲ超過スルモノ一個ニ付一	同 上		五・五〇〇
五 百「ワット」以上ノモノ（一個ニ付）迄ヲ増ス毎ニ	同 上		一・〇〇〇

四、 六十「ワット」以下の電燈五個以内を設備するときは定額使用料にて申込に應ずることあり門燈、軒燈、廣告燈等を除きたる他の使用料は總てメートルに依り其の使用電力量に應じ申受くる規定なるも右の場合に於ては特に需用者の便益を計り特例を設けたるものなり即ち其の一期分の使用料は左の如し。

種 別	炭 素 球 心 電 球	タングステン 電 球	終 用 料 夜
二十「ワット」以下ノモノ（一個ニ付）	五 燭 光	十六 燭 光	〇・四五〇
四 十 同 上	十 燭 光	三十二 燭 光	〇・六〇〇
六 十 同 上	十六 燭 光		〇・八〇〇

五、 電動機、整流機等を使用せらるる、需用者にて電燈を使用し又は單に門燈、軒燈、廣告燈を多數使用せらるる、場合には夫々割引せらるる、ものなるが今電動機、整流機等を使用せらるる、需用家にて電燈を使用する場合の使用料は左の如し。

個 種 別	十燭光一期分		十六燭光一期分	
	炭素球心料	電力計使用料(料ヲモ含ム)	炭素球心料	電力計使用料(料ヲモ含ム)
一個ニ付	一・二九〇	一・〇六〇	一・四九〇	一・二三〇
一個ニ付三	二・〇〇〇	一・三三〇	二・五九〇	一・五三〇
一個ニ付五	二・七〇〇	一・五五〇	三・九八〇	一・九三〇
一個ニ付八	四・〇五〇	二・四〇〇	六・二二〇	三・一〇〇
一個ニ付一〇	五・三八〇	二・二七〇	八・九九〇	二・八九〇
一個ニ付五〇	二二・二二〇	九・五七〇	三五・一六〇	一二・九五〇
一個ニ付一〇〇	四七・四二〇	一六・四二〇	六九・八四〇	二四・九二〇

右使用料は一ケ年を通じ毎日平均午後十一時迄に五時間を使用し午後十一時より五時間を使用するものと假定し算定したるものなり。

六、臨時使用料は多量使用せらる、場合には夫々割引するものとする。

○使用場内の設備 使用場内に於ける電動機、電線、電燈、其の他の器具は總て水利事務所より購求取付を請求せらる、か又は電圧二百五十「ヴォルト」以下の場合には最寄電氣機械器具販賣店若しくは工事請負者より購求且つ取付を委託せらる、か何れにても需用者の隨意とす

京都市電氣使用條例

- 第一條 市ハ其ノ施設ニ係ル電氣使用ニ關シテハ本條例ノ定ムル所ニ依ル
- 第二條 本條例ニ於テ使用場ト稱スルハ電氣ヲ使用スル構内ヲ云フ
- 第三條 本條例ニ於テ一馬力ト稱スルハ電動機、整流機等ノ記録ニ依リ七百四十六「ワット」又ハ七百三十六「ワット」ヲ云フ
- 第四條 電氣使用ノ期間ハ五年以内トス滿期後繼續使用セムトスル者ハ一月前ニ書面ヲ以テ申出ツヘシ