

S	N	D	R	\sqrt{R}	A	V	Q
$\frac{1}{450}$	8.617	0.560	1.125	1.061	15.904	5.980	95.106
$\frac{1}{480}$	8.347	0.561	"	"	"	5.789	92.068
$\frac{1}{500}$	8.181	0.561	"	"	"	5.674	90.239
$\frac{1}{520}$	8.025	0.562	"	"	"	5.563	88.474
$\frac{1}{550}$	7.806	0.563	"	"	"	5.407	85.993
$\frac{1}{580}$	7.605	0.564	"	"	"	5.265	83.735
$\frac{1}{600}$	7.479	0.565	"	"	"	5.175	82.305
$\frac{1}{620}$	7.360	0.566	"	"	"	5.089	80.935
$\frac{1}{650}$	7.192	0.567	"	"	"	4.970	79.043
$\frac{1}{680}$	7.034	0.568	"	"	"	4.858	77.262
$\frac{1}{700}$	6.935	0.569	"	"	"	4.786	76.117
$\frac{1}{720}$	6.840	0.570	"	"	"	4.718	75.035
$\frac{1}{750}$	6.705	0.571	"	"	"	4.622	73.508
$\frac{1}{780}$	6.578	0.572	"	"	"	4.532	72.077
$\frac{1}{800}$	6.498	0.572	"	"	"	4.477	71.202

内径四尺五寸圓管

S	N	D	R	\sqrt{R}	A	V	Q
$\frac{1}{100}$	18.180	0.547	1.125	1.061	15.904	12.719	202.283
$\frac{1}{150}$	14.855	0.549	"	"	"	10.380	165.084
$\frac{1}{200}$	12.875	0.551	"	"	"	8.985	142.897
$\frac{1}{220}$	12.280	0.551	"	"	"	8.570	136.297
$\frac{1}{240}$	11.761	0.552	"	"	"	8.203	130.460
$\frac{1}{250}$	11.516	0.552	"	"	"	8.032	127.740
$\frac{1}{280}$	10.895	0.553	"	"	"	7.594	120.774
$\frac{1}{300}$	10.528	0.554	"	"	"	7.334	116.460
$\frac{1}{320}$	10.197	0.555	"	"	"	7.099	112.902
$\frac{1}{340}$	9.896	0.556	"	"	"	6.885	109.499
$\frac{1}{350}$	9.756	0.556	"	"	"	6.788	107.956
$\frac{1}{380}$	9.367	0.557	"	"	"	6.513	103.583
$\frac{1}{400}$	9.132	0.558	"	"	"	6.346	100.927
$\frac{1}{420}$	8.915	0.559	"	"	"	6.191	98.462
$\frac{1}{440}$	8.713	0.559	"	"	"	6.001	96.235

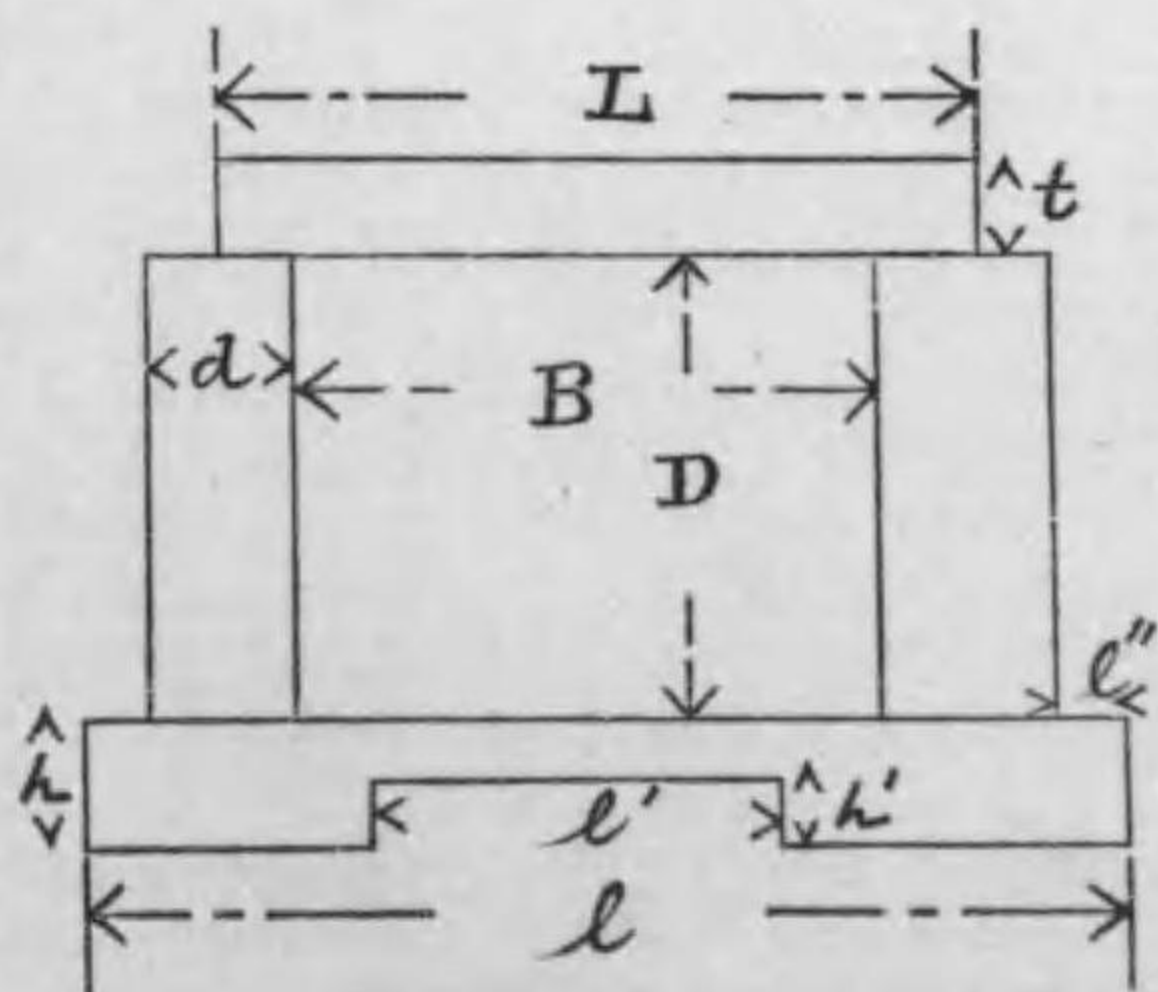
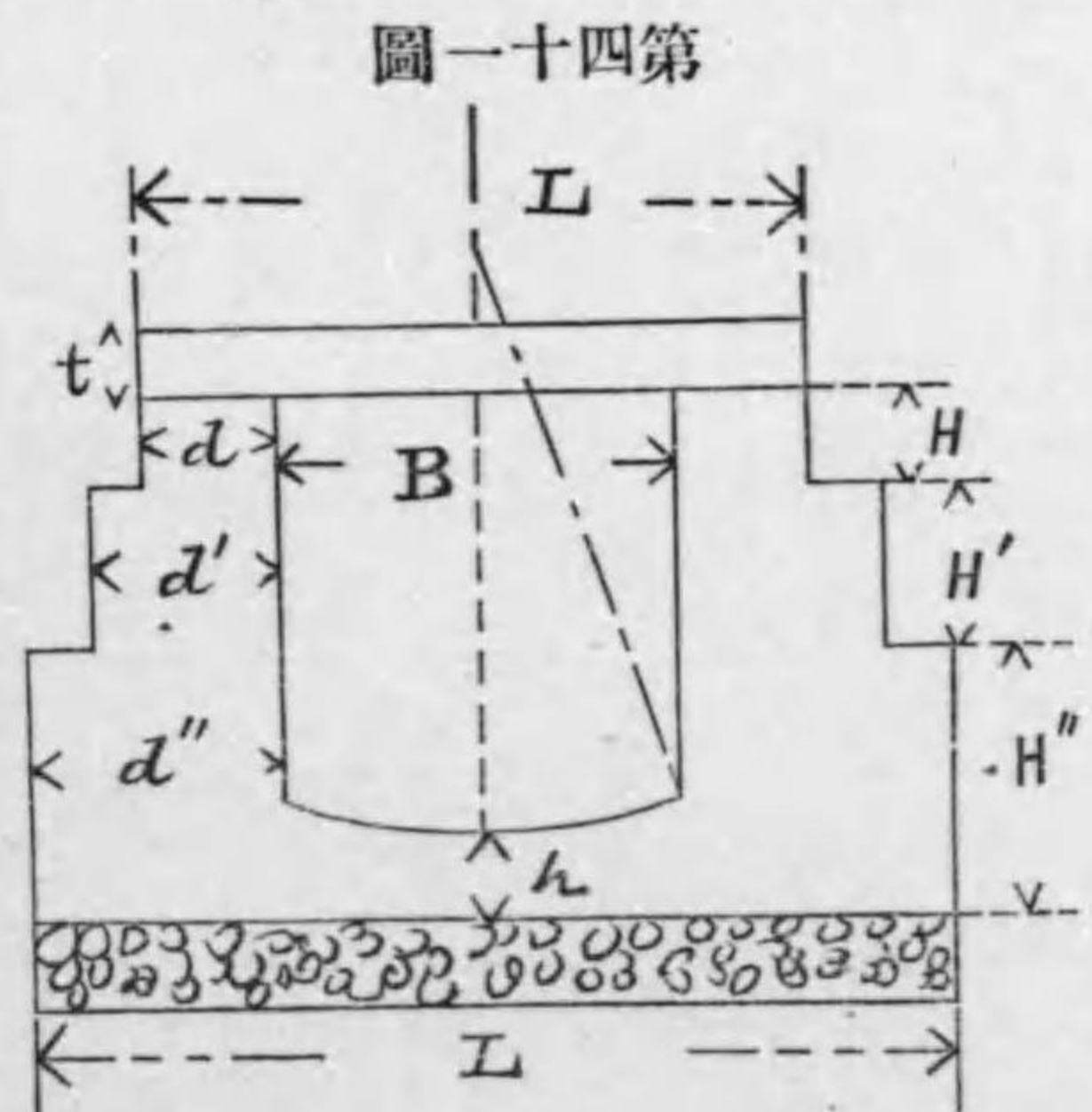
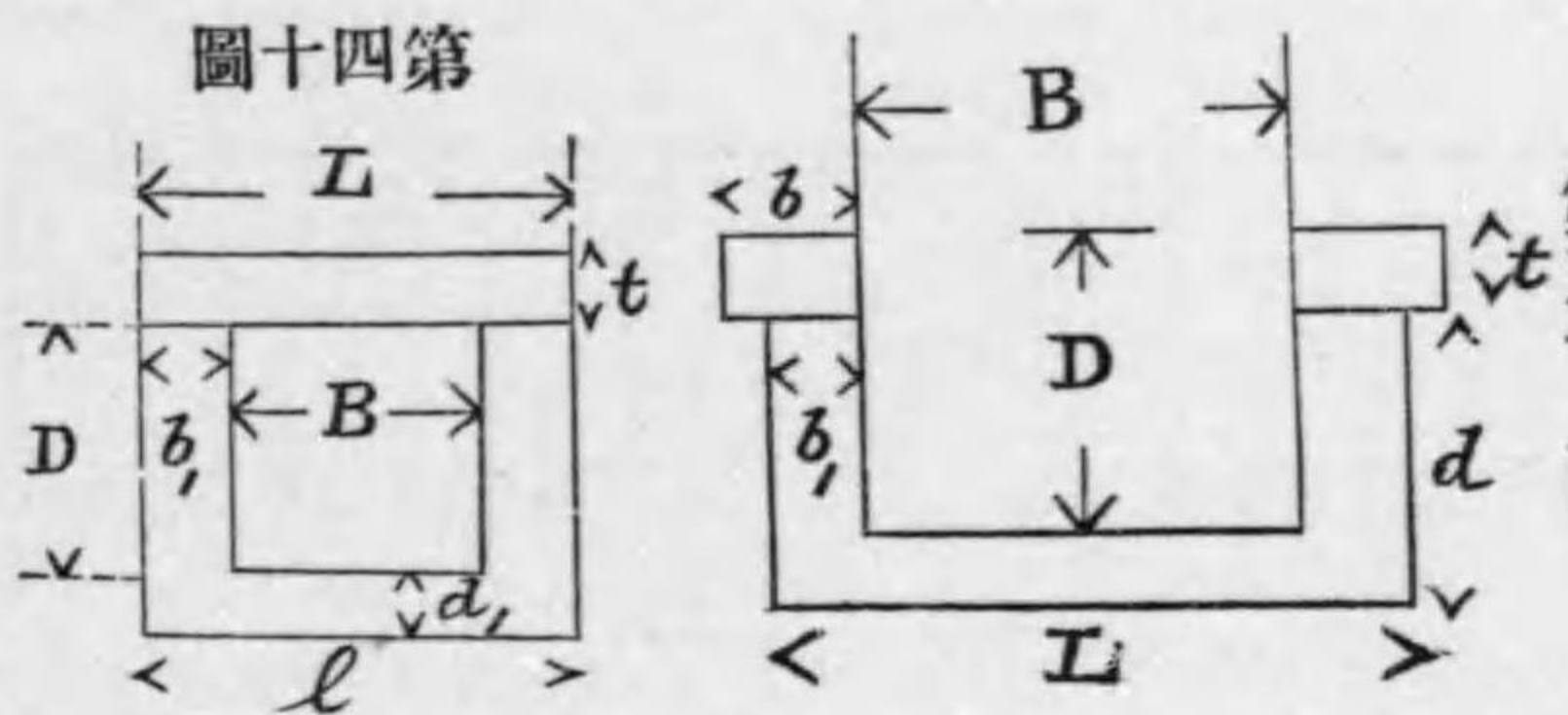
S	N	D	R	\sqrt{R}	A	V	Q
$\frac{1}{1180}$	5.381	0.586	1.125	1.061	15.904	3.676	58.463
$\frac{1}{1200}$	5.338	0.587	”	”	”	3.644	57.954
$\frac{1}{1220}$	5.295	0.588	”	”	”	3.612	57.445
$\frac{1}{1250}$	5.233	0.589	”	”	”	3.568	56.745
$\frac{1}{1280}$	5.174	0.590	”	”	”	3.525	56.062
$\frac{1}{1300}$	5.135	0.591	”	”	”	3.497	55.616
$\frac{1}{1320}$	5.099	0.592	”	”	”	3.470	55.187
$\frac{1}{1350}$	5.044	0.593	”	”	”	3.431	54.567
$\frac{1}{1380}$	4.991	0.594	”	”	”	3.393	53.962
$\frac{1}{1400}$	4.956	0.594	”	”	”	3.369	53.581
$\frac{1}{1420}$	4.924	0.595	”	”	”	3.345	53.199
$\frac{1}{1450}$	4.874	0.596	”	”	”	3.309	52.626
$\frac{1}{1480}$	4.827	0.597	”	”	”	3.275	52.088
$\frac{1}{1500}$	4.796	0.598	”	”	”	3.252	51.720

S	N	D	R	\sqrt{R}	A	V	Q
$\frac{1}{820}$	6.420	0.573	1.125	1.061	15.904	4.420	70.296
$\frac{1}{850}$	6.308	0.574	”	”	”	4.340	69.023
$\frac{1}{880}$	6.203	0.574	”	”	”	4.268	67.878
$\frac{1}{900}$	6.135	0.576	”	”	”	4.216	67.051
$\frac{1}{920}$	6.070	0.577	”	”	”	4.169	66.304
$\frac{1}{950}$	5.976	0.578	”	”	”	4.102	65.238
$\frac{1}{980}$	5.887	0.579	”	”	”	4.038	64.224
$\frac{1}{1000}$	5.829	0.580	”	”	”	3.996	63.552
$\frac{1}{1020}$	5.773	0.580	”	”	”	3.955	62.900
$\frac{1}{1050}$	5.694	0.582	”	”	”	3.899	62.009
$\frac{1}{1080}$	5.617	0.583	”	”	”	3.844	61.135
$\frac{1}{1100}$	5.566	0.583	”	”	”	3.809	60.578
$\frac{1}{1120}$	5.518	0.584	”	”	”	3.774	60.022
$\frac{1}{1150}$	5.449	0.585	”	”	”	3.724	59.226

● 水路の構造

第三十九圖 矩形水路の構造は、主として第三十九圖より第四十二圖に至る種類にして、之に對する定規は次表の如し。

但し第三十九圖は開渠にして、其の他は凡て暗渠とす。



第四十二圖

(第二十九表)

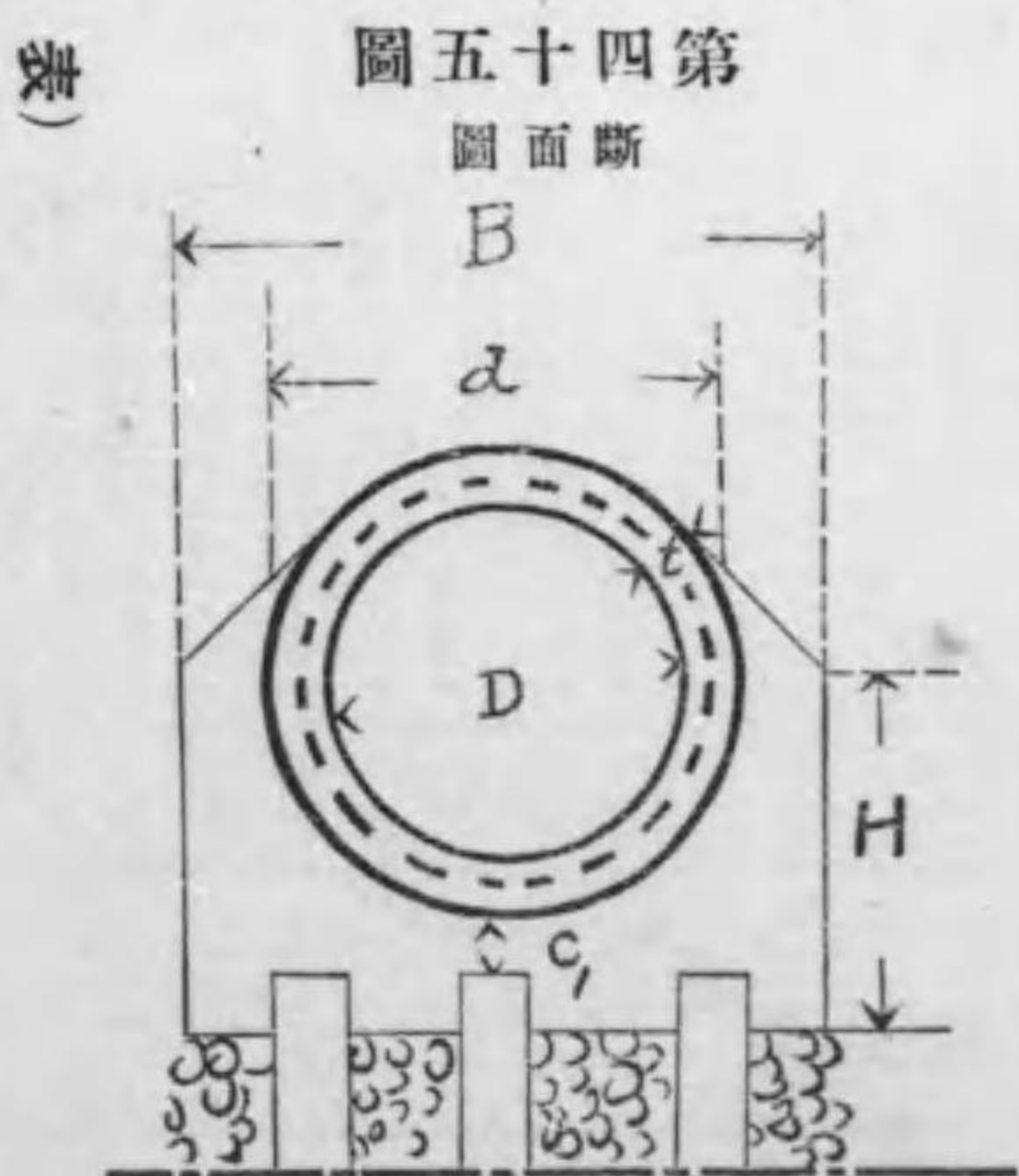
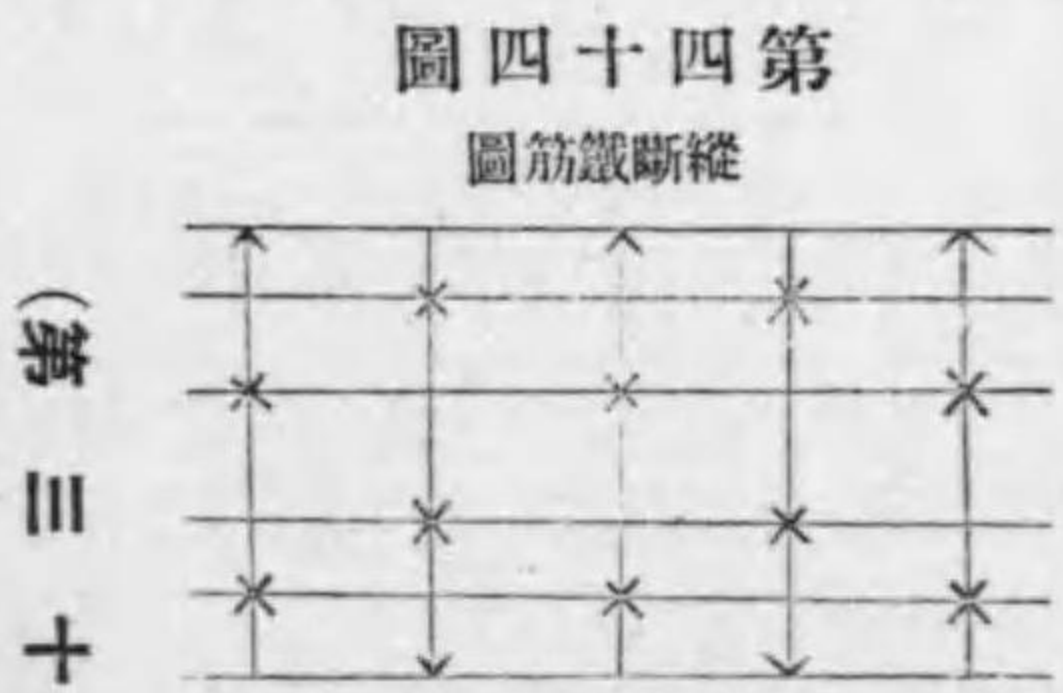
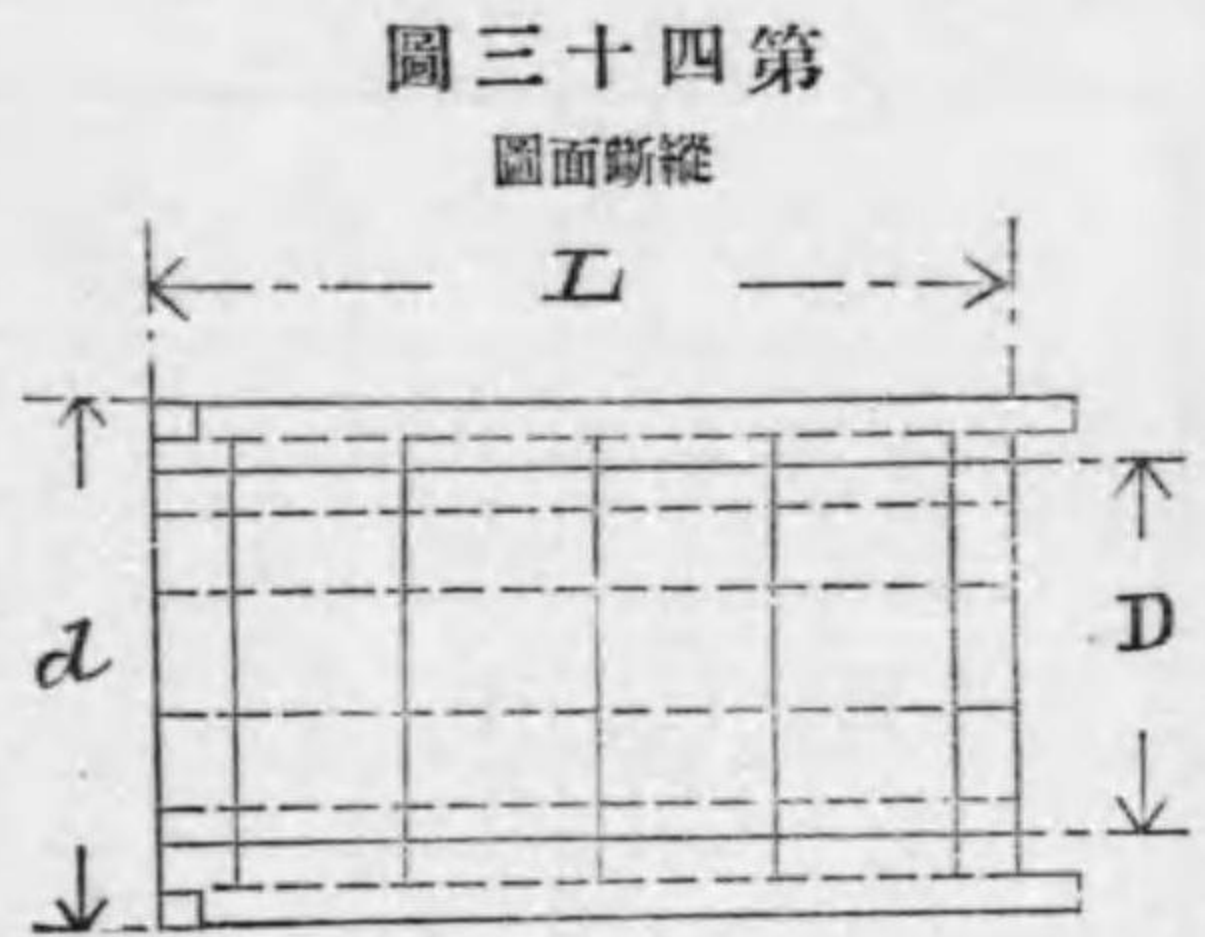
矩形水路定規 (第三十九圖及第四十圖)						
B	D	L	b	b ₁	d	d ₁
1.5	1.2	2.5	0.7	0.5	0.7	0.5
1.8	1.5	2.8	"	"	1.0	"
"	1.2	"	"	"	0.7	"
"	1.5	"	"	"	1.0	"
2.5	1.8	3.0	"	0.6	1.2	"
"	1.5	3.5	"	0.5	1.0	"
"	1.8	3.7	"	0.6	1.3	"
"	2.0	"	"	"	1.5	"
3.0	2.5	4.0	"	0.5	2.0	"
"	1.8	"	"	0.6	1.5	"
"	2.0	"	"	"	2.0	"
3.5	2.5	"	"	"	1.9	"
4.0	3.0	4.9	0.8	0.7	2.4	0.6
4.5	2.5	5.9	"	"	1.9	"

矩形水路定規 (第四十一圖)

B	D	t	d	h	h'	L	l	l'	l''
2.0	2.5	0.30	0.7	0.45	0.30	2.70	3.80	1.60	0.20
"	3.0	"	"	"	"	"	"	"	"
2.5	"	0.35	"	0.55	0.39	3.20	4.40	2.00	0.25
"	3.5	"	0.8	"	"	3.40	4.60	"	"
3.0	"	0.40	0.9	0.60	0.42	3.90	5.10	2.40	0.30
"	4.0	"	"	"	"	4.10	5.40	"	"
3.5	"	0.45	1.0	0.70	0.49	4.60	5.90	2.90	"
"	4.5	"	"	"	"	6.20	6.20	2.80	0.35
4.0	"	0.50	1.0	0.75	0.53	5.10	6.70	3.30	"
"	5.0	"	1.05	"	"	"	6.80	"	"
4.5	"	0.55	"	0.85	0.60	5.60	7.40	3.70	0.40
"	5.5	"	1.1	"	"	5.70	7.50	"	"
5.0	6.0	0.60	1.2	0.90	0.63	6.20	8.30	4.10	0.45

矩形水路定規 (第四十二圖)

B	D	t	d	d'	d''	H	H'	H''	h	L	l
2.0	2.5	0.30	0.50	0.70	0.90	0.8	0.8	1.35	0.45	3.0	3.8
"	3.0	"	"	"	"	1.0	1.0	1.45	"	"	"
2.5	"	0.35	"	"	"	"	"	1.55	0.55	3.5	4.3
"	3.5	"	0.60	0.80	1.00	1.2	1.2	1.65	"	3.7	4.5
3.0	"	0.40	"	"	1.00	"	"	1.70	0.60	4.2	5.0
"	4.0	"	0.70	0.90	1.10	1.3	1.3	2.00	"	4.4	5.2
3.5	"	0.45	"	"	1.10	1.3	1.3	2.10	0.70	4.9	5.7
"	4.5	"	0.80	1.00	1.20	1.5	1.5	2.20	"	5.1	5.9
4.0	"	0.50	"	"	1.20	"	"	2.25	0.75	5.6	6.4
"	5.0	"	0.85	1.05	1.25	1.6	1.6	2.55	"	5.7	6.5
4.5	"	0.55	"	1.10	1.30	"	"	2.65	0.85	6.2	7.0
"	5.5	"	0.90	1.10	1.30	1.8	1.8	2.75	"	6.3	7.1
5.0	6.0	0.60	1.00	1.20	1.50	2.0	2.0	2.90	0.90	7.0	8.0



(第三十表)

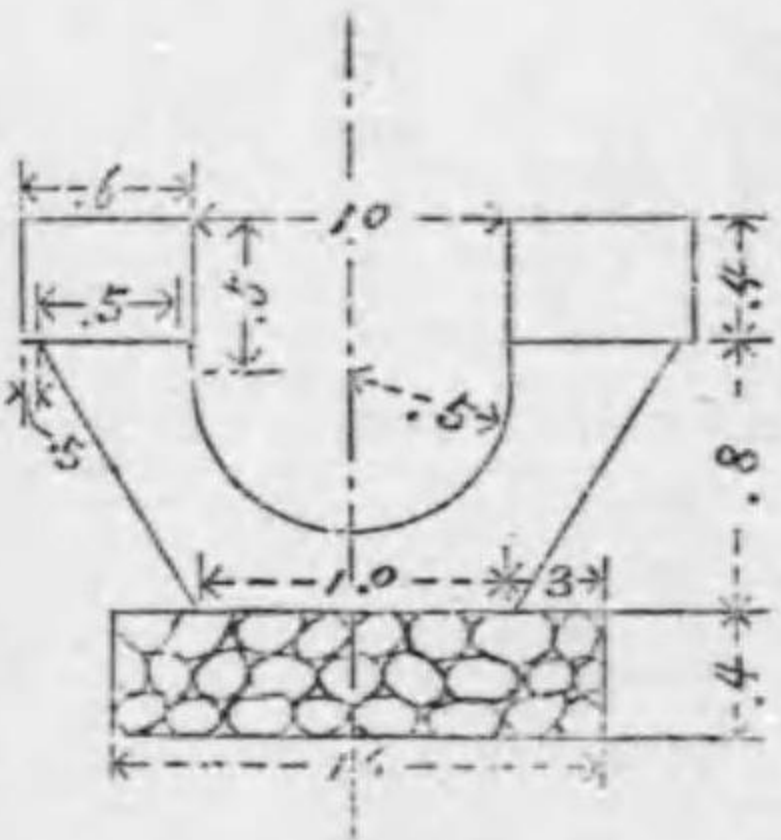
圓管に對する定規 (第四十三圖乃至第四十五圖)					
D	d	B	L	H	t
1.0	1.24	1.5	2.0	0.92	0.12
1.2	1.48	1.8	"	1.04	0.14
1.5	1.86	2.1	"	1.23	0.18

1.75	2.15	2.4	3.0	1.40	0.20	0.30
2.0	2.44	2.8	"	1.52	0.22	"
2.25	2.75	3.2	"	1.73	0.25	0.35
2.5	3.06	3.5	"	1.88	0.28	"
2.75	3.35	4.1	"	2.05	0.30	"
3.0	3.66	4.6	"	2.25	0.33	0.40
3.5	4.30	5.1	"	2.60	0.40	0.45
4.0	4.90	6.0	"	3.00	0.45	0.50

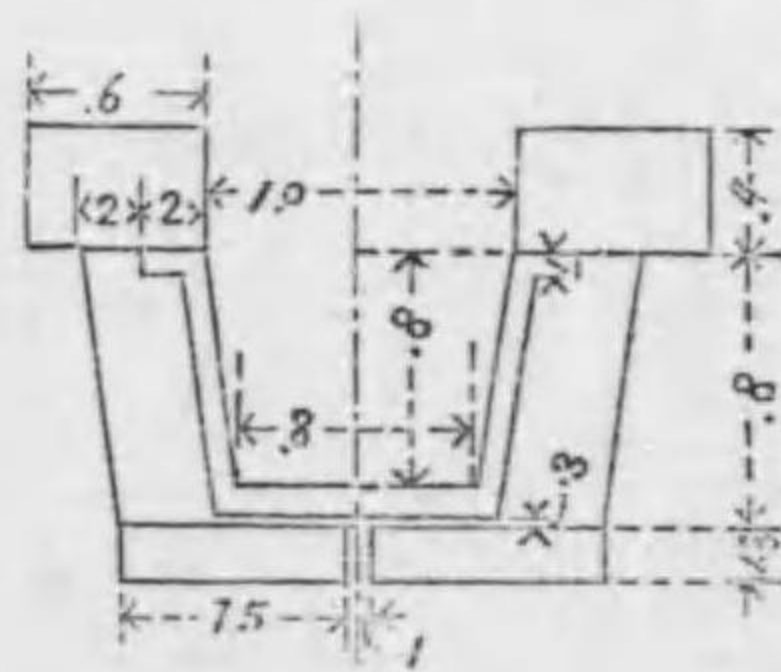
(備考) 本表中tなる厚は普通0.9tなるも、本管は安全を見込み上表の如くせり。

尙参考として各種水路の断面を示さば次の如し。

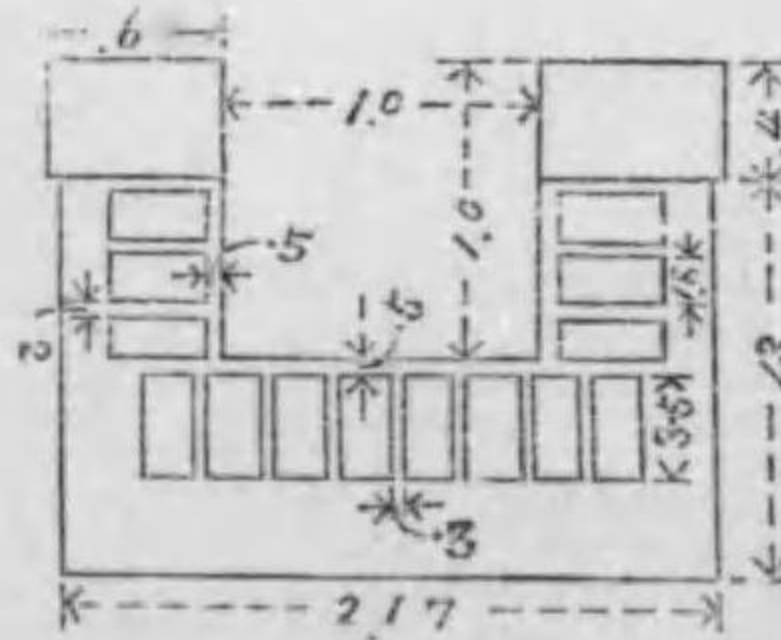
圖六十四第

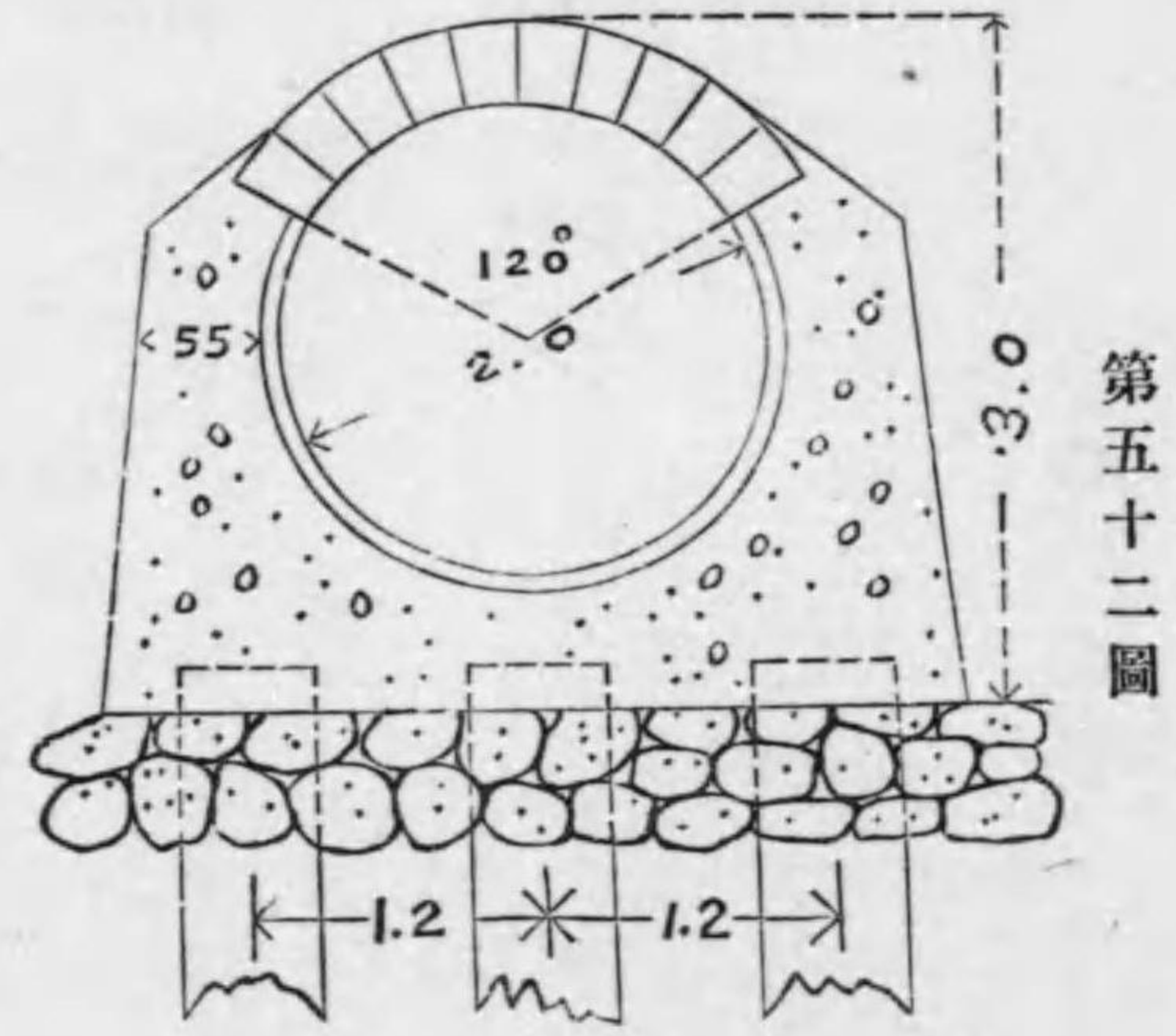


圖七十四第



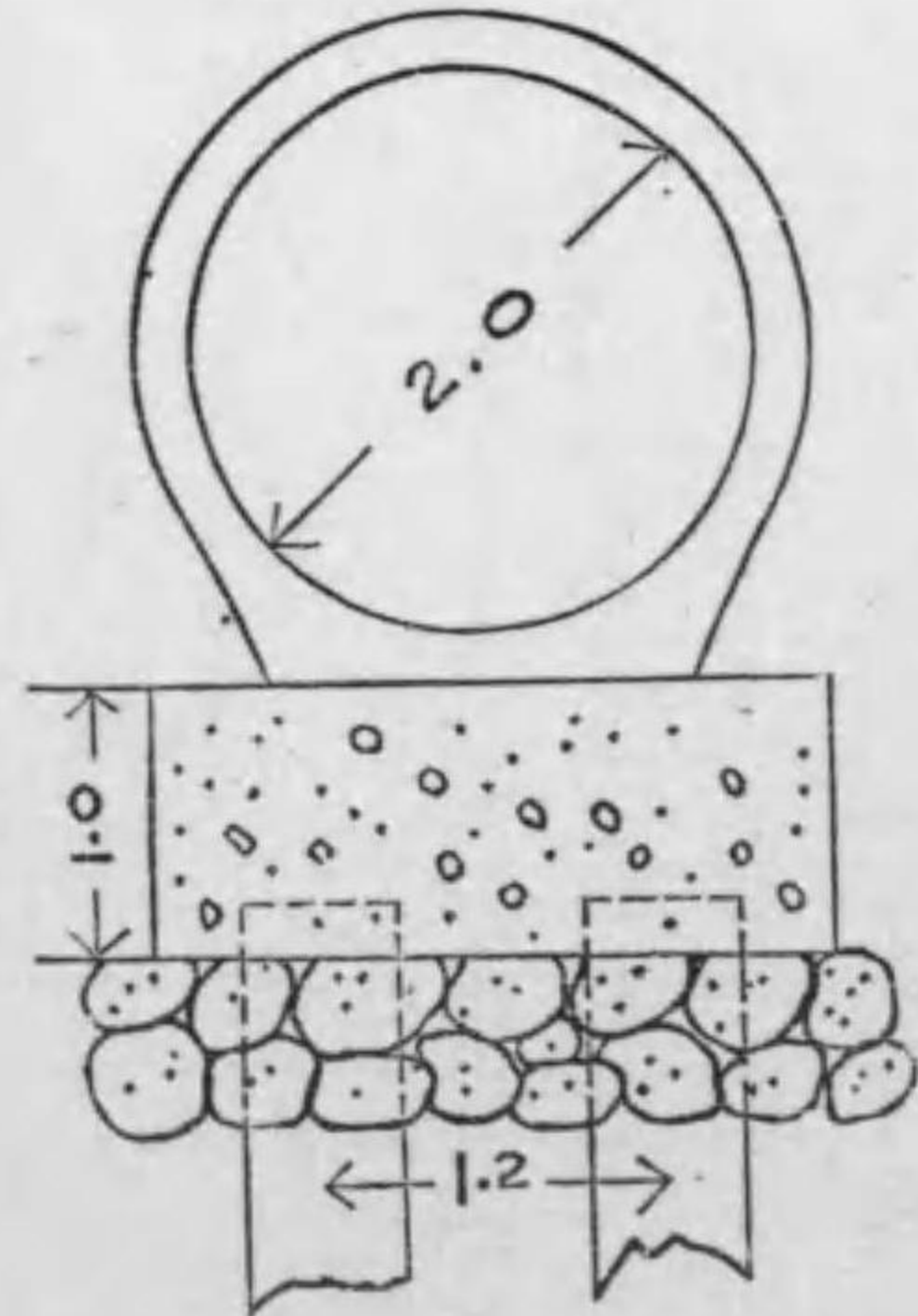
圖八十四第





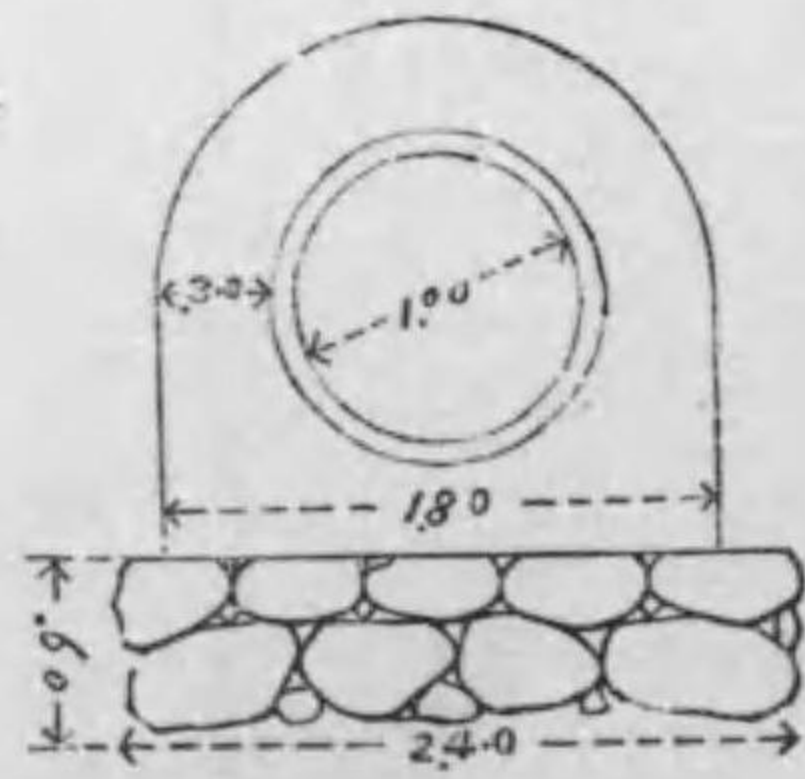
第五十二圖

圖四十五第

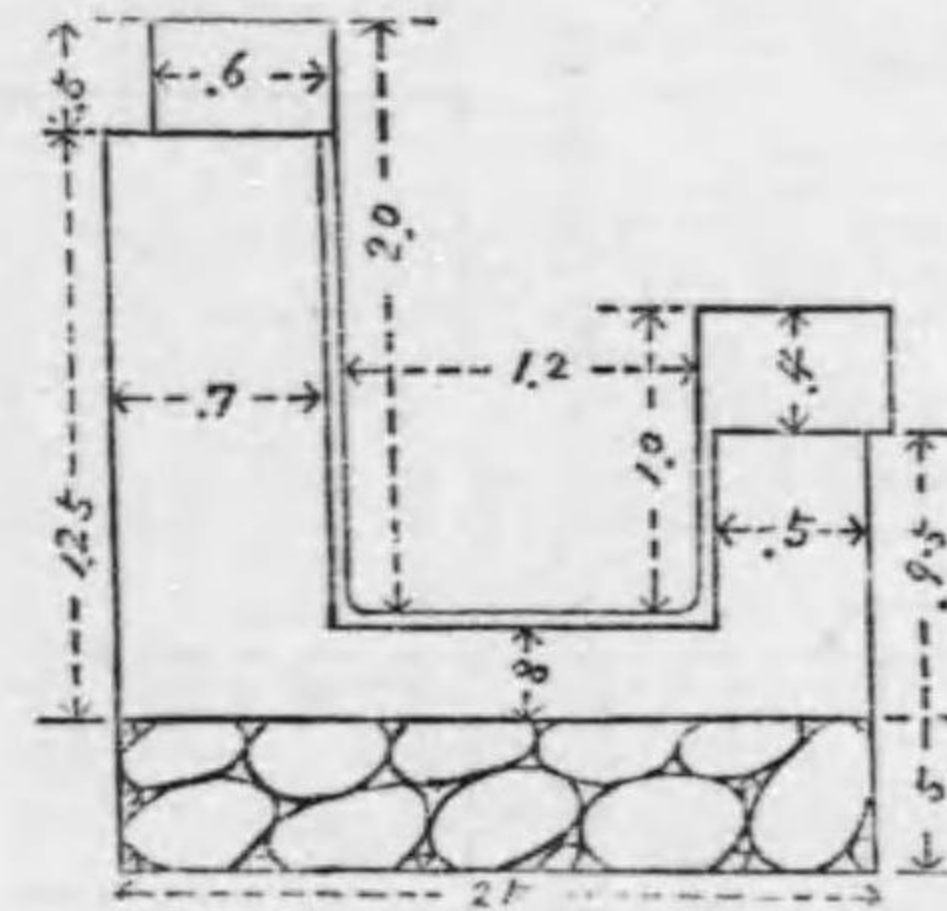


(一八三)

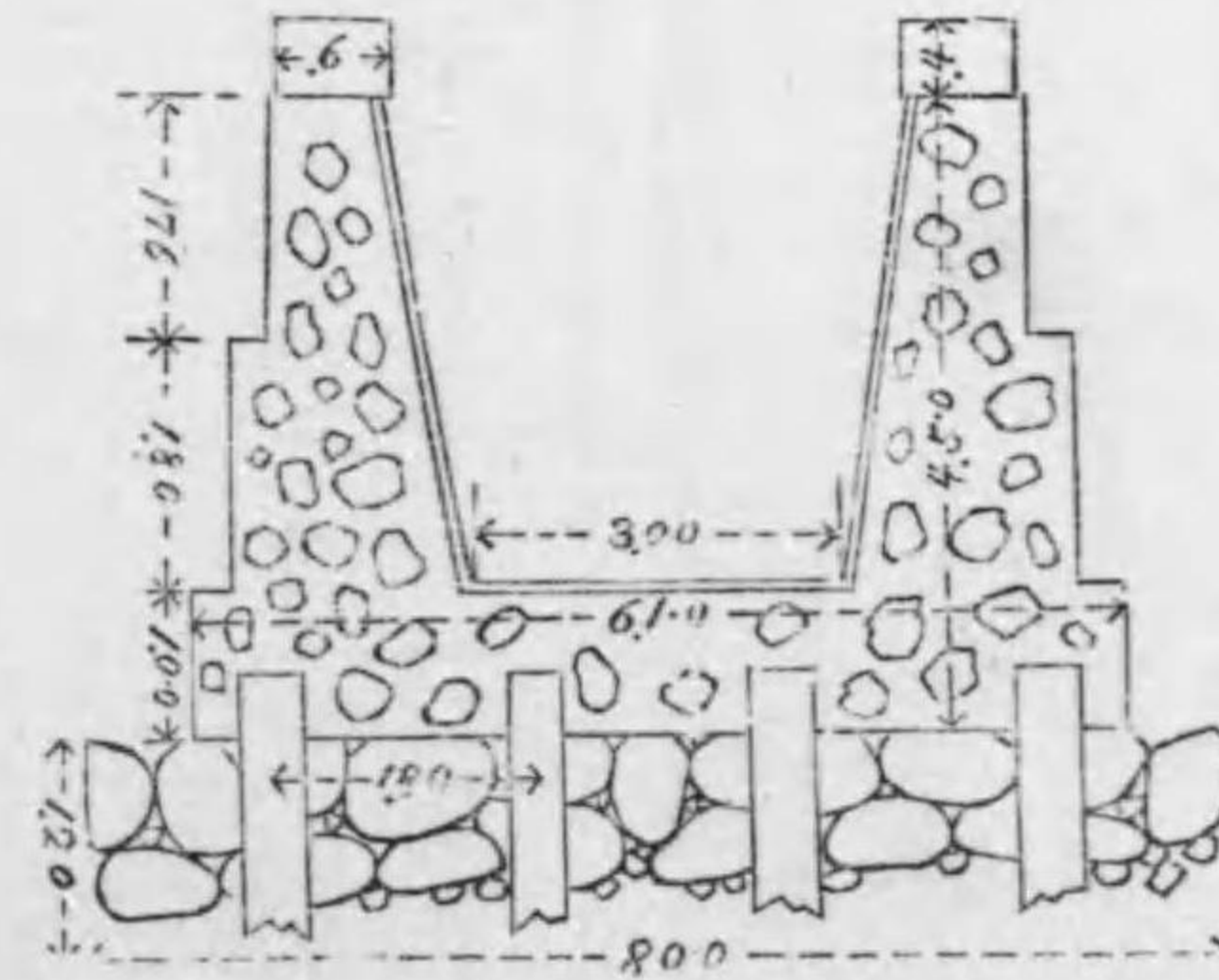
圖三十五第



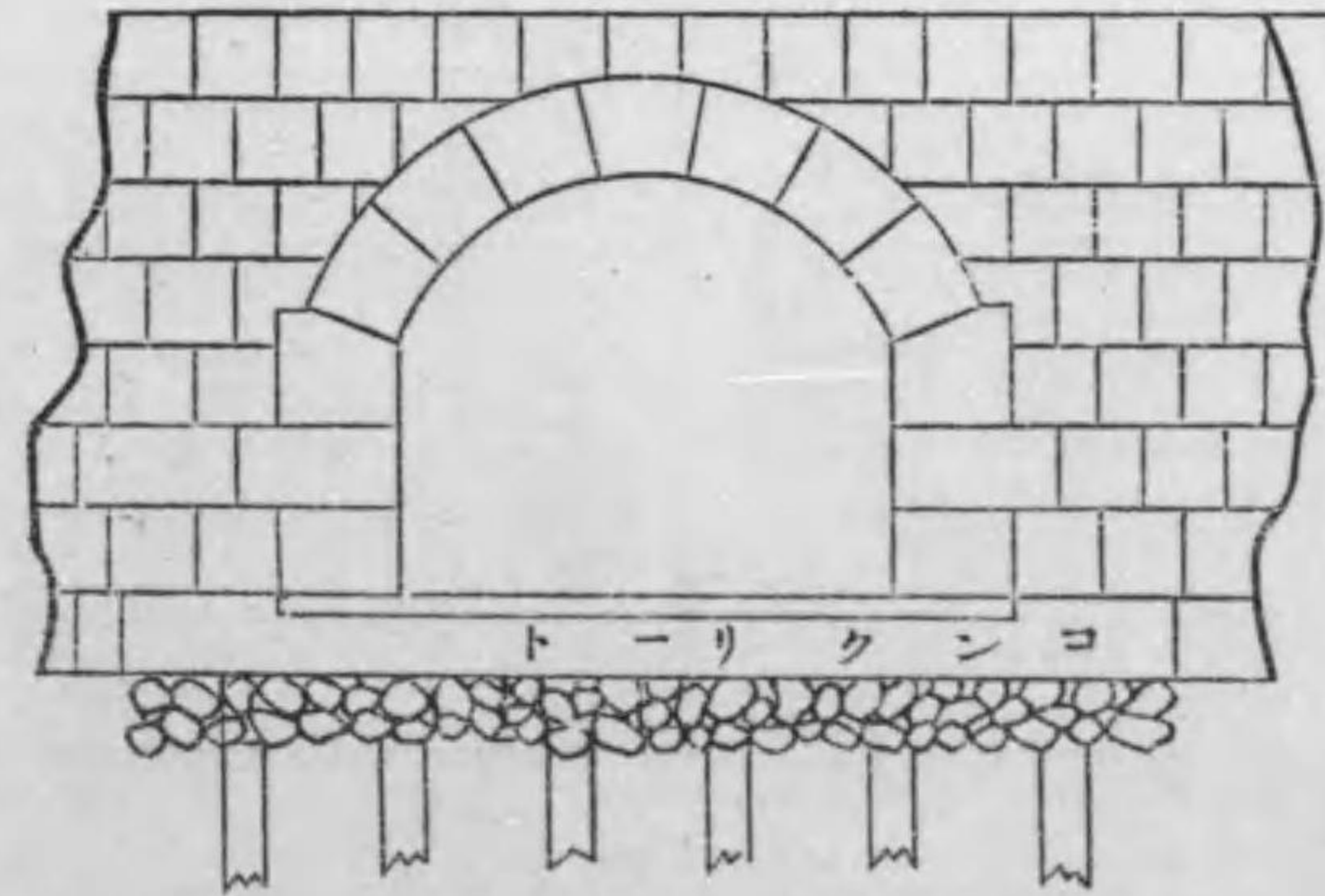
第四十九圖



第五十圖



第五十一圖



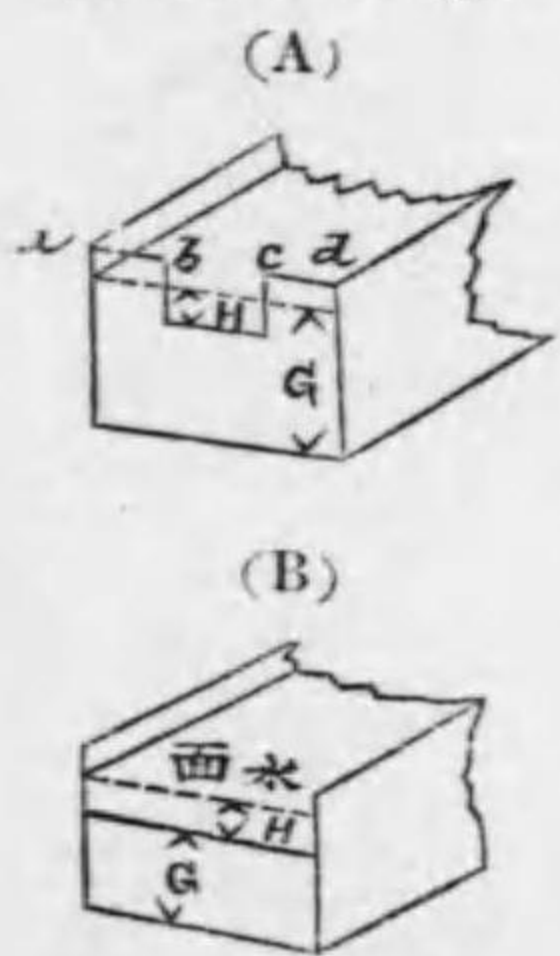
(一八二)

第七章 堰及堰堤

○堰 (Weirs)

堰とは水を制限する爲め貯水池或は水槽に取り附けたる一種の流出口にして、矩形を普通とし、其の下縁は水平にして、之を堰冠 (Crest) と云ふ。

圖五十五第



堰に二種あり、一を縮端堰 (Weirs with End Contraction) と云ひ、第五十五圖中 (A) にして、次を平端堰 (Weirs without End Contraction) と云ひ (B) の如し、而して堰冠上の水深は、冠幅より小にして、其の適當なる深は二寸乃至八寸なりとす。

○縮端堰に於ける流量

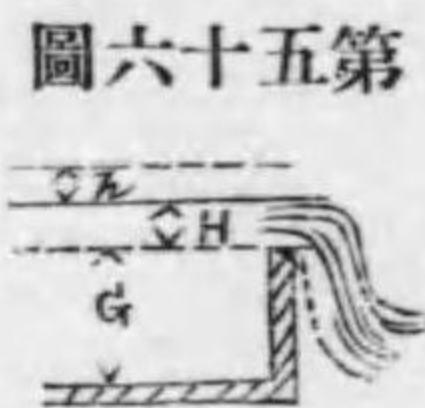
縮端堰に於ては、其の水流は兩邊及び底に於て收縮さるゝものにして、此の場

合に於ける理論上の流量は、

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} (bH)^{3/2} \dots \dots \dots (74)$$

にして、若し接近速度あるときは、第五十六圖の如くにして、

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot b (h+H)^{3/2} \\ = 5.35b (h+H)^{3/2} \dots \dots \dots (75)$$



上式中 h は通例甚小なるを以て、平均速度 $v = \sqrt{2gh}$ の公式

により發見すべし。

即ち此の場合に於ける v を見出すには、 h を零とし流量を見出し $v = \frac{Q}{A}$ なる公式により、其の概略の數を得、然る後 $v = \sqrt{2gh}$ の公式により h を見出すべし、又第五十七圖の如き場合にありては、 $v = \frac{2}{3} \sqrt{2gh}$ を用ゆべし、然るに速度は水底に至るに従ひ小にして、水面に近づくに従ひ大なるを以て、 h の代りに nh を用ゆ、而して n は普通一乃至一・五にして、

其の平均数は $\frac{1}{3}$ なり、故に實際の流量は次の如し。

$$Q = C \times \frac{2}{3} \sqrt{2g} (bH)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (76)$$

にして、若し接近速度のある場合には、

$$Q = C \times \frac{2}{3} \sqrt{2g} b \left(H + \frac{4}{3} h \right)^{\frac{3}{2}} \\ = 5.35 C b \left(H + \frac{4}{3} h \right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (77)$$

上式中

b = 堰の口幅、(即ち流出口の幅)

H = 堰冠上の水深、

C = 流量に對する係數にして、次表の如し。

但し此の場合に於て、

$H + \frac{4}{3} h$ を有効水頭とす。

(第三十一表)

有効水頭 ⁽⁷⁶⁾ $H + \frac{4}{3} h$	堰の幅 ⁽⁷⁷⁾ b				
	1	2	3	5	10
0.1	0.639	0.646	0.652	0.653	0.655
0.2	0.618	0.626	0.630	0.631	0.633
0.3	0.608	0.616	0.619	0.621	0.624
0.4	0.601	0.609	0.613	0.615	0.618
0.5	0.596	0.605	0.608	0.611	0.615
0.6	0.593	0.601	0.605	0.608	0.613
0.7	0.590	0.598	0.603	0.606	0.612
0.8		0.595	0.600	0.604	0.611
0.9		0.592	0.598	0.603	0.609
1.0		0.590	0.595	0.601	0.608
1.2		0.585	0.591	0.597	0.605
1.4		0.580	0.587	0.594	0.602
1.6			0.582	0.591	0.600

上式中に於ける h は非常に小なるを以て、場合によりては H のみを使用して可なりとす。

(例題。三一) 縮端堰の幅即ち b は五呎、堰冠上の水深 H は〇・五呎にして平均速度 v は〇・四呎なるとき、有効水頭及び流量を求む。

$$\text{速度水頭 } h = \frac{v^2}{2g} = \frac{0.4^2}{2 \times 32.2} = \frac{.16}{64.4} = 0.00025 \text{ (呎)}$$

$$\therefore \text{有効水頭} = H + \frac{4}{3}h$$

$$= 0.5 + \frac{4}{3} \times 0.00025 = 0.5 + 1.333 \times 0.00025$$

$$= 0.5 + 0.00033325 = 0.50033325$$

上式に於ける如く、 h は實に僅少なりとす。

今上表により堰の幅五呎に對する係數 C は〇・六一一なるを以て、 Q の流量は、(77) 式により次の如し。

$$Q = C \times \frac{2}{3} \sqrt{2g} b \left(H + \frac{4}{3}h \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 0.611 \times \frac{2}{3} \sqrt{2 \times 32.2} \times 5 \cdot (0.50033325)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 0.611 \times \frac{2}{3} \times 8.02 \times 5 (0.50333325)$$

$$= 3.2668 \times 2.642499375 = 8.6325 \text{ (立方呎)}$$

○ 平端堰に於ける流量

平端堰は前者と異なり、水流は單に底に於てのみ收縮せらるゝものにして、此の場合に於ける理論上の流量は、

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} (bH)^{\frac{3}{2}} \quad \text{フット}^3$$

接近速度あるときは、

$$Q = C \times \frac{2}{3} \sqrt{2g} b (H + 1.33h)^{\frac{3}{2}} \quad \text{なりフット}^3$$

而して之に對する係數 C は次表の如し。

有効水頭 ^(呎) $H+1.3h$	堰の幅 ^(呎) b				
	2	3	4	5	10
0.1	0.645	0.642	0.641	0.659	0.658
0.2	0.639	0.636	0.633	0.638	0.637
0.3	0.636	0.633	0.630	0.631	0.628
0.4	0.637	0.633	0.630	0.628	0.623
0.5	0.638	0.634	0.630	0.627	0.621
0.6	0.640	0.635	0.631	0.628	0.620
0.7	0.643	0.637	0.633	0.629	0.621
0.8	0.645	0.639	0.635	0.631	0.622
0.9	0.648	0.641	0.637	0.633	0.624
1.0		0.646	0.641	0.636	0.626
1.2			0.644	0.640	0.629
1.4			0.647	0.642	0.631
1.6					

今縮端堰と平端堰とに對する流量係數を比較せば平端堰に於ける係數甚大なるを見るべし、之れ前者は流水の收縮甚しきが爲めにして、且つ縮端堰の流量係數は、堰幅の増すに従ひ増大し、後者は之に反するを以て、少量の水を流出せしむる幅に於ては、寧ろ縮端堰によるを得策なりとす。
又、フランス氏の實驗によれば、堰の幅八尺乃至十尺、水頭は〇・四呎乃至一・六呎までにして、其の結果は次式の如し。

$$\text{縮端堰のとき} \dots \dots \dots Q = 3.33(b - 0.2H)H^{\frac{3}{2}}$$

$$\text{平端堰のとき} \dots \dots \dots Q = 3.33bH^{\frac{3}{2}}$$

○浸水堰 (Submerged Weir) に於ける流量

浸水堰は之を溺堰とも云ひ、之が流量を見出すには第五十八圖の如く之を二個の部分と想像し、一は上部即ち $H-h=d$ を通過するものとし、他の部分は h の深さを通過するものとし計算すべし、然るときは、

上部に於ける理論上の流量 $Q_1 = \frac{2}{3} \sqrt{2g} b (H-h)^{\frac{3}{2}}$

下部に於ける理論上の流量 $Q_2 = bh \sqrt{2g(H-h)^{\frac{1}{2}}}$

∴ 総流量 $Q = Q_1 + Q_2$

$$= \frac{2}{3} \sqrt{2g} b (H-h)^{\frac{3}{2}} + bh \sqrt{2g(H-h)^{\frac{1}{2}}}$$

$$= \frac{2}{3} \sqrt{2g} b (H-h)^{\frac{1}{2}} + \frac{2}{3} \sqrt{2g} bh (H-h)^{\frac{1}{2}} \times \frac{3}{2}$$

$$= \frac{2}{3} \sqrt{2g} b \left\{ (H-h)^{\frac{3}{2}} + \frac{3}{2} h (H-h)^{\frac{1}{2}} \right\}$$

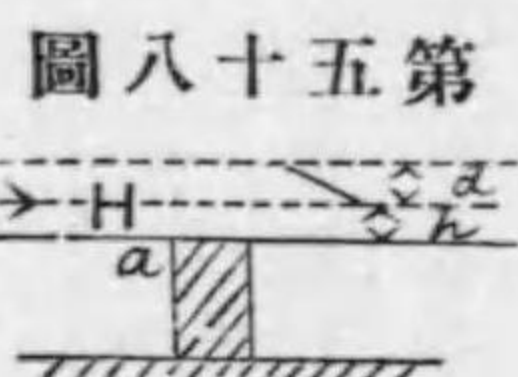
然るに

$$(H-h)^{\frac{3}{2}} = \sqrt{(H-h)(H-h)^2} = (H-h)(H-h)^{\frac{1}{2}}$$

$$\therefore Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} b (H-h)^{\frac{1}{2}} \left\{ H-h + \frac{3}{2} h \right\}$$

$$= \frac{2}{3} \sqrt{2g} b (H-h)^{\frac{1}{2}} \left(H + \frac{1}{2} h \right) \quad \text{--- (78)}$$

實際の流量は次式の如し。



圖八十五第

$Q = C \times \frac{2}{3} \sqrt{2g} b \left(H + \frac{1}{2} h \right) (H-h)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (78)$

又「フレレー」及び「スターン」の兩氏 (Feteley and Stearns) は $C \times \frac{2}{3} \sqrt{2g}$ の代りに m なる係数を用ゐる事とし、

$Q = mb \left(H + \frac{1}{2} h \right) (H-h)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (79)$

とし、 m の値は實驗の結果次表の如し。

(表 三十三表)

$\frac{h}{H}$	0.00	0.08	0.16	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
m	3.33	3.37	3.32	3.28	3.15	3.09	3.12	3.33

又「フランシス」氏は斯の如き場合に於て、堰冠 a より流下する水體の下部に、空氣の流通自在なるときは、
 $k = 0.017H$ 及び $0.023H$ の浸水堰に於ては、流量に關し大差なしと雖も、空氣の流通不十分なるときは、

$h=0.015H$ のときに於ても、尙百分の一以内の流量の増加を來すものとす。而して接近速度なき場合に於ける實際流量は次の如し。

$$Q = Cb \left(h + \frac{2}{3}d \right) \sqrt{2gd} \dots \dots \dots (80)$$

上式中 b は堰の幅にして、之に對する流量係數 C の値を示さば次の如し。

(第三十回表)

$\frac{h}{H}$	$H=0.325-0.815$ (呎)	$H=1.0-2.32$ (呎)
0.05	0.625—0.635	0.623—0.632
0.10	0.618—0.628	0.620—0.630
0.20	0.600—0.610	0.610—0.625
0.30	0.590—0.600	0.598—0.615
0.40	0.585—0.595	0.586—0.610
0.50	0.583—0.593	0.585—0.607
0.60	0.580—0.590	0.585—0.607
0.70	0.581—0.591	0.585—0.607
0.80	0.590—0.600	0.585—0.607
0.90	0.610—0.615	0.585—0.607

○ 廣冠堰

以上は單に平端堰の場合のみを示せしも、若し又堰冠の厚さ増加するか、若しくは堰冠の内縁が異なるときは、其の流量も又異なるべし、而して第五十九圖中甲圖の如く堰冠の内縁が圓きとき、或は乙圖の如く銳角なるときは、丙圖の如き場合よりは増加するものにして、又丁圖の如く傾斜せる數若しくは樋を ab の如く、堰の落口に設くるときは、其の水頭十五吋以上なれば、其の流量には大差なしと雖も、水頭十二吋以下なるときは、實用上の流量及び計算により求めたる流量の十分の一を減じ、又水頭六吋なれば十分の二、若し又二吋半なれば十分の三又一吋なれば其の半ばを減すべし。

圖九十五第



(例題。三二) 薄き平端堰あり、其の幅百三十呎にして、水頭 H は一呎半なるとき、毎秒時に於ける流量を求む。

(解) 此の場合に於て、

$$\begin{aligned}
 Q &= 3.33 b H^{3/2} \dots\dots\dots (81) \\
 &= 3.33 \times 130.0 \times \sqrt{1.5^3} \\
 &= 3.33 \times 130.0 \times 1.837 \\
 &= 795.2243 \text{ (立方呎)}
 \end{aligned}$$

(例題。三三) 前題に於て、堰の兩邊も又收縮せるとき、毎秒時に於ける流量を求む。

(解) 此の場合に於て、

$$\begin{aligned}
 Q &= 3.33 (b - 0.2H) H^{3/2} \dots\dots\dots (82) \\
 &= 3.33 (130.0 - 0.2 \times 1.5) \sqrt{1.5^3} \\
 &= 3.33 (130.0 - 0.3) 1.837
 \end{aligned}$$

第十六圖



堰堤とは、運河貯水池及び水路等に於ける過量の水を排出せしむる爲め、其の附近に接し、水中に一の堰を設くるものにして、普通次の二種とす。

$$\begin{aligned}
 &= 3.33 \times 129.7 \times 1.837 \\
 &= 793.40 \text{ (立方呎)}
 \end{aligned}$$

○ 堰 堤 (Dam)

- (一) 浸水堰堤。(第十六圖)
 - (二) 越水堰堤。(第六十一圖)
- 此の場合に於て、 xy は、堰堤を築造せざる前の水位にして、下流に於ける所要の水位 $D+d$ を求めんとするにあり。
- 而して浸水堰堤とは、堰堤が常に水面以下に沈溺し、越水堰堤とは、下流の水位が堰堤の高さより低くなるものを云ふ。
- 今第六十一圖の如く、堰堤が下流の水面より高き時、堰堤の高

さは次式の如し。

$$G = D + d - H \dots\dots\dots (83)$$

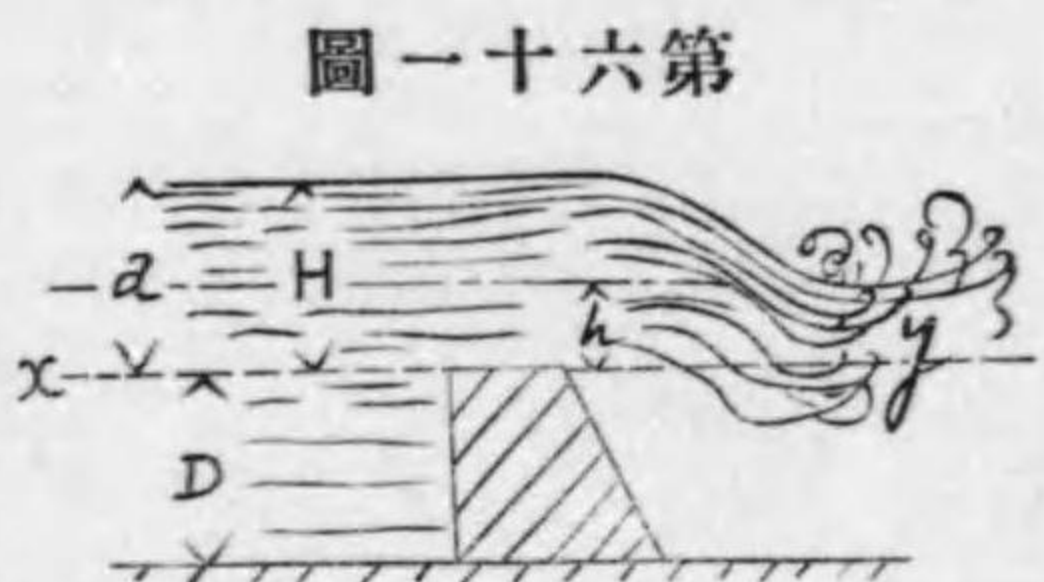
G = 所要堰堤の高さ、

而して普通堰堤の流量を求むるの公式は次式の如し。

$$Q = 3.33bH^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (84)$$

即ち $H = \left(\frac{Q}{3.33b} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (85)$

$$\therefore G = D + d - \left(\frac{Q}{3.33b} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots (86)$$



圖一十六第

上式中

b = 在來の河幅或は計畫する堰堤の長、

又第六十一圖の如く堰堤の高僅少にして浸水堰と同様の場合には、

$$H = D + d - G \dots\dots\dots (87)$$

$$h = D - G \dots\dots\dots (88)$$

而して之等 H 及び h の値を前述の浸水堰の公式即ち

$$Q = mb \left(H + \frac{1}{2}h \right) \left(H - h \right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (89)$$

に代用し、且つ G に就て解釋せば、

$$Q = mb \left(D + d - G + \frac{1}{2}D - \frac{1}{2}G \right) \left(D + d - G - D + G \right)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (90)$$

$$\therefore Q = mb \left(d + \frac{3}{2}D - \frac{3}{2}G \right) d^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (91)$$

$$\frac{Q}{mb\sqrt{d}} = d + \frac{3}{2}D - \frac{3}{2}G$$

$$\therefore G = D + \frac{2}{3}d - \frac{2Q}{3mb\sqrt{d}} \quad \text{なりつた。$$

第二編 動力 力

動力に關しては種々の方法ありと雖も、本編は水力を主とせるを以て、凡ての方法を省略し、單に水力電氣に關し、之が原動力たる水車、ポンプ及び馬力等に就き述べんとす、而して水力が電力となり、其の電力が一秒時間につき四億六千三百五十萬「メートル」の高速力を以て銅線を傳はり、一般各需要者に分配せらるゝものとす。

動力に關し、之が電壓及び電流等を示せば次の如し。

電壓とは恰も水力に於ける水頭の如き關係にして、其の單位は「ヴォルト」を以て表はすものとす、假令は百「ヴォルト」五百「ヴォルト」と云ふが如し、即ち水頭に於ける何呎と云ふと同意味なりとす。

又電流に於ける單位は「アムペア」と時間とにて表はすものにして、普通幾「アム

ペア」或は又何「アムペア」と云ひ、單に「アムペア」とあるときは、一秒時間に其れだけ電量の流るゝものとす。

假令は水量に於ける一秒時につき、何立方呎と云ふが如し。

又電壓に電流を乗するときは、電氣に對する馬力を得るものにして、之を一馬力の動力一秒時間につき、七四六「アムペアヴォルト」にて除し、馬力を得、假令は水壓に水量を乗じ、呎封度とし、之を一馬力の動力一秒時間につき、五百五十呎封度にて除し、何馬力を得ると同様にして、電氣に於ては呎封度の代りに「アムペアヴォルト」と云ふ、而して電氣の馬力に對しては、此の「アムペアヴォルト」を稱して、更に「ワット」と云ふ、即ち電力に於ては一秒時につき七百四十六「ワット」を以て一馬力とし、水力に於ては、一秒時につき五百五十呎封度を以て、一馬力とす、今參考として電力に於ける馬力、其の他を對照せば次の如し。

每秒一「ヴォルト」一「アムペア」。

每秒〇・七三七三呎封度。

一「ワット」時……………

毎分四二・二三八呎封度。

毎時二六五四・二八呎封度。

〇・〇一三四馬力。

七百七十六分の一馬力。

毎秒七三七・三呎封度。

毎分四四二・三八呎封度。

毎時五〇・二七哩封度。

一三四馬力。

毎秒五五〇呎封度。

毎分三三〇〇呎封度。

毎時三七五哩封度。

七四六「ワット」。

〇・七四六「キロワット」。

一馬力……………

一「ワット」時……………

二六五四・二八呎封度。

〇・五〇三哩封度。

一「アムペア」時「ヴォルト」。

〇・〇一三四馬力時。

七百四十六分の一馬力時。

一九八〇・〇〇呎封度。

三七五哩封度。

七四六「ワット」時。

〇・七四六「キロワット」時。

一時間「アムペア」の流れあること。

但し電圧にはかゝはらず。

「ワット」時を「ヴォルト」で除したるもの。

一「アムペア」時……………

第八章 水車の構造及計算

現今本邦に於て使用する處の水車は、舊式及び新式の二種にして、舊式は古來の習慣上、主として農業用及び水車製粉業等に使用せらるゝもの多く、工業用としては新式によるもの多し、而して舊式水車は落下する處の水頭により、其の構造を異にし、通例次の三種なりとす。

- 一 下射水車。
- 二 胸射水車。
- 三 上射水車。

○下射水車 (Undershot wheel)

下射水車は第六十二圖の如き構造にして、落差少なき流水を利用して水車を運轉するものにして、一の車輪の外周に數多の羽根水槽或は箱とも云ふを有し、流水をして此の羽根に激衝回轉せしむるにあり、而して其の回轉する速度

は、其の水源の高處より落下する水の理論上の速度に〇・五七を乗じたるものに相等し。

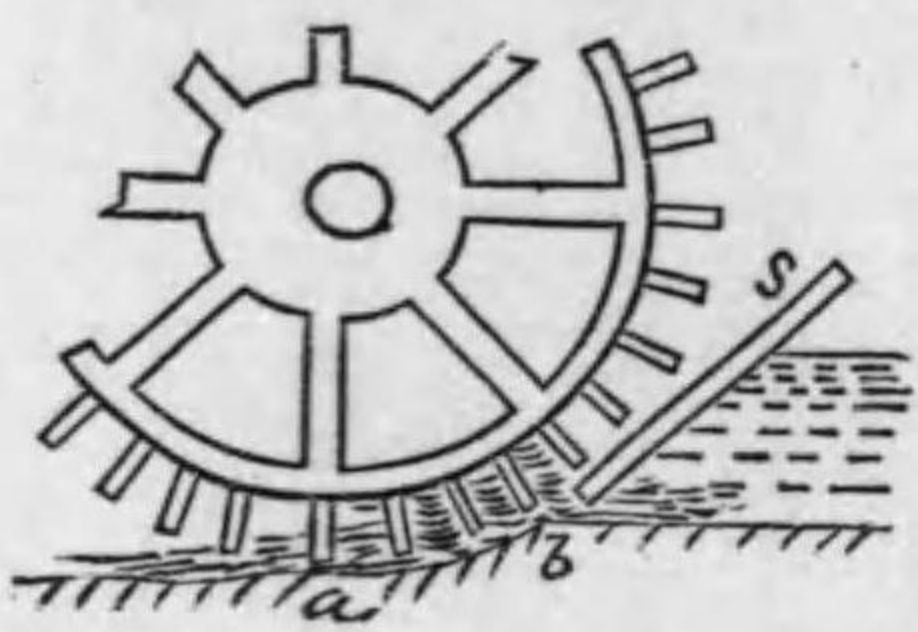
假令ば h = 水源よりの高(呎)

Q = 一分時間の水量(立方呎)

$P.H.$ = 實馬力 = $0.0006 Qh$

$Q = \frac{1511 P.H.}{h} \dots\dots\dots (92)$

圖二十六第



上圖に於て S は導水門、 ab は胸槽にして、切線の方向を以て傾斜せしむべし、而して水路の幅は水車の近傍に達するまでは、水車の幅より大ならしめ、水車位置に接近したるときは、其の幅は水車の幅より僅かに二分一吋乃至四分三吋、廣くすべし。又胸槽の降下は a に於て四吋とし、水門の點りに於て水の深さは六吋乃至十吋とすべし。

承水板の高さは水深の殆んど三倍とすべし、然れども二呎を超過せしむべか

らすして、承水板の距離は外邊に於ては、高さより少しく小ならしめ、通例十二吋乃至十五吋なりとす。

水車の速度は毎秒時につき、三呎乃至五呎を適度とし、水車の直径は機械力に要する速度に關係するものにして、通例十二呎乃至二十八呎なりとす。

假令ば下射水車に於ける實馬力を $H.P.$ とせば、

$$H.P. = .001892 Qh \times 0.27 \quad \text{より} \quad 4.5 \\ = 0.00511 Qh \quad \text{より} \quad .0008514 Qh \quad \text{なりとす。}$$

又「ホンセレー」氏の下射水車に於ては、

h 及び Q は前同斷にして、 $H.P.$ を實馬力とせば、

$$Q = \frac{880 H.P.}{h} \dots\dots\dots (93) \\ \therefore H.P. = .00113 Qh \quad \text{なりとす。}$$

水車輪周の速度は、理論上の速度に〇・五五を乗じたるものと同一にすべし、即ち $0.55V$ なりとす。

又車の羽根即ち水槽の數を知るには、水車の直径(呎)に 1.5 を乗じ、 1.5 を加ふべし。

堰口の高さは、少くも羽根二枚を覆ふだけの水を通ずる程にすべし、而して輪周の水槽の深さは、水の高さの三分の一乃至二分の一とすべし。

次に水車の直径は成るべく水の高さの二倍にすべし、但し其の直径は七呎以上十六呎以下たるべし、而して堰口に於ける最大の深さは、水の高さの八分の一とす。

○ 胸射水車 (Breast wheel)

胸射水車は、其の形状前者と大差なしと雖も、其の水を注射せしむべき位置、水車の中位にあるものなるが故に、水槽の數等には多少の相違あり、而して胸射水車は通例水の落差六尺以上の時に用ゆるを得策なりとす、又落差五六尺にして、高胸射水車を用ゆるべき、其の直径過大なるときは、低胸射水車を用ゆる

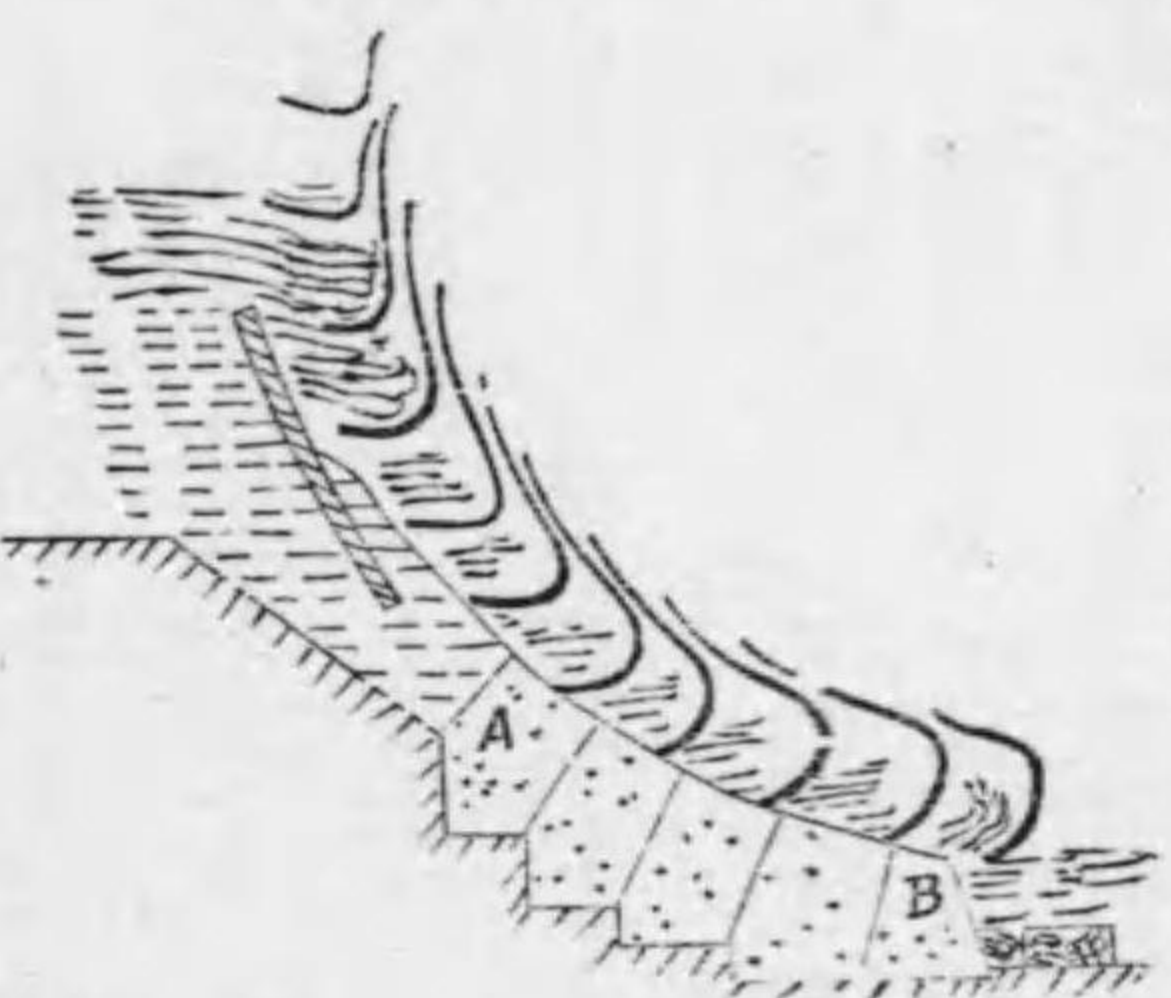
を利益なりとす。斯の如き時に於ては、水の漏洩を防ぐが爲め、第六十三圖 AB の如く垂直半径の後方に於て、長さ十吋内外の胸槽を石材にて造り、其の間隙を一時とすべし、而して胸射水車の速度は次の如し。

V は、水車の外邊の速度にして、毎秒時四呎より六呎とす。

v は、水の流入速度にして、V の二倍或は其以下とす。

今 v を十一尺とし、其れに對する h₁ を以て流入

圖三十六第



する水の速度 v に對する水頭とせば次の如し。

$$h_1 = 1.1 \frac{v^2}{2g} = 1.1 \times \frac{11^2}{64.4} = \frac{121}{64.4} = 2.0$$

又胸射水車の寸法は次の如し。

直徑 D は、水車の外邊三十度の内に流水を受くるものとするとき、n を以て水

承の數とし、d を以て水承の深さ、D を水車の直徑とせば、

$$n = \frac{\pi D}{d} \dots\dots\dots (94)$$

而して其の實馬力は次の如し。

$$\begin{aligned} H.P. &= 0.001892 Q h \times .60 \quad \text{よ} \quad .80 \\ &= 0.0011352 Q h \quad \text{よ} \quad 0.0015136 Q h \dots\dots\dots \text{高胸射水車,} \\ H.P. &= 0.001892 Q h \times .45 \quad \text{よ} \quad .80 \\ &= 0.0008514 Q h \quad \text{よ} \quad 0.0012296 Q h \dots\dots\dots \text{低胸射水車,} \end{aligned}$$

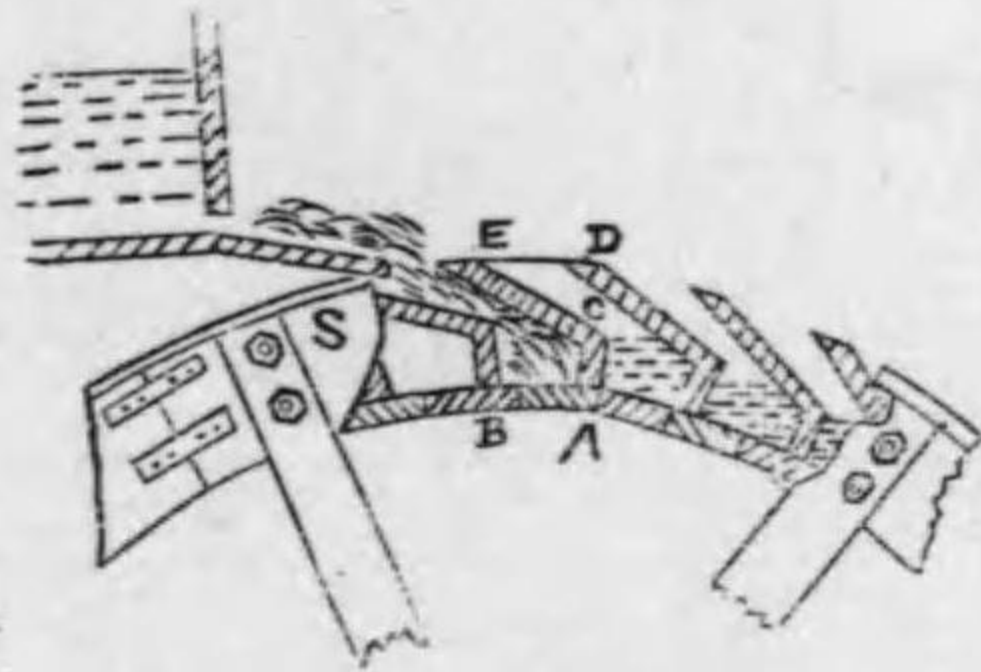
又水の落差十呎にして、流量毎秒時十六立方呎、水車の速度 V は五呎、水承の深さ d は一呎にして、水は其の容積の二分の一を満たすとき、其の實馬力は次の如し。

$$\begin{aligned} v &= 2V = 2 \times 5.0 = 10.0 \text{ (毎秒呎)} \\ h_1 &= 1.1 \frac{v^2}{2g} = 1.1 \frac{10 \times 10}{64.4} = 1.6 \end{aligned}$$

$$b = \frac{Q}{m d V} = \frac{16 \times 2}{1 \times 5} = 6.4 \quad m = \text{係数}$$

○上射水車 (Overshot wheel)

上射水車は第六十四圖の如き構造にして、用水路の水位の増減の差二呎以内なるときに用ひて利益あり、而してSなる軋は概ね二枚の板を合せて作り「ポルト」を以て緊結し、底板も又木造にして、水承は木或は鐵板を以て造り、ACなる水承の部分を首と云ひ、CEを臂と云ふ、臂は車輪の切線に二十五度の角度をなし、車輪は六角形木軸を以て鐵軸の周圍に回転す、而してVを以て車輪の外邊の速度とせば、善良なる水車にありてはVは毎秒時四呎半より六呎までとす。今vを以て、水車に流入する處の水の速度とせば、



圖四十六第

$$v = 2V \quad V = 0.5v$$

又善良なる水車にありては、vは九呎より十二呎なりとす。今h₁を以て、流入する水の水の速度vに對する水頭とせば、

$$h_1 = 1.1 \times \frac{v^2}{2g} = 1.3 \quad \text{より} \quad 2.4 \quad \text{なりとす。}$$

但し此の場合に於てh₁の十分の一は、流入の爲めに損失する水頭なりとす。

○水車の構造及寸法

水車の直径Dは、全水頭より流入する速度に對する水頭h₁を減じたるものに等しくすべし、即ち $D = h - h_1 = h_1 - 1.3$ より 2.4 上射水車は、水路用水所定のものより減するときは、其の回転甚だ不良となれば、前項のDを計算するに當り、hは用水の平均水面より一尺を減じたるものを用ゆべし、而して軋ADの深さは一般に十二吋より十六吋とす。

(例題。三四) 水の落差三十呎、放水量は毎秒時十立方呎にして、水車の速

度は毎秒四呎半、輻の深さ十二吋なるとき、水車の直径、毎秒時の回転數、水承の數、幅及び實馬力を求む。

$$h=30', \quad Q=10, \quad V=4.5, \quad v=2V=9.0$$

$$h_1=1.1 \frac{v^2}{2g} = 1.1 \times \frac{9 \times 9}{64.4} = 1.1 \times \frac{81}{64.4} = 1.3$$

$$D=30, -1.3=28.7 \quad R = \frac{60 \times 4.5}{3.14 \times 28.7} = 3.$$

$$n = \frac{3.14 \times 28.7}{1} = 90, \quad b = \frac{10 \times 3}{1 \times 4.5} = 6.6$$

$$H.P. = .0012298 Qh = .0012298 \times 10 \times 60 \times 30 = 22.136 \text{ (馬力)}$$

今参考として、各水車に於ける實馬力を示さば次の如し。

$$H.P. = \text{實馬力} \quad h = \text{水頭 (呎)} \quad Q = \text{水量 (毎秒時立方呎)}$$

$$\text{下射水車に在ては、} \quad Q = \frac{(961) H.P.}{h} \quad H.P. = .00104 Qh$$

$$\text{胸射水車に在ては、} \quad Q = \frac{(881) H.P.}{h} \quad H.P. = .00113 Qh$$

$$\text{上射水車に在ては、} \quad Q = \frac{(777) H.P.}{h} \quad H.P. = .00128 Qh$$

而して胸射及び上射水車の羽根(水槽或は水箱)と羽根との距離は十八吋とす。次に新式水車とは、各種の「ダービン」形及び「ベルトン」形にして、前者に比し能率大、且つ其の變化少なきを以て、工業用として多く利用せらるゝものとす。

新式水車は之を「ダービン」及び「ベルトン」の二種に區別し、更に「ダービン」水車を(一)衝動水車、(二)反動水車の二類に區別す。

衝動水車は、之を全部接流及び區分的接流の二種に別つと雖も、普通は後者の場合多しとす、而して反動水車にあつては、更に之を平行流、外方流、内方流及び混流法の各種に別ち、其の直径は次式によるべし。

$$\text{「ダービン」水車の公式} \dots\dots D = \sqrt{\frac{Q}{2\sqrt{H}}} \dots\dots (95)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{90 H.P.}{R}} \dots\dots (96)$$

上式は凡て外方流式にして、 D は排水側に於ける水車の直径(呎)、 H は水頭(呎)、 Q

は水量(毎分時立方呎) $H.P.$ は馬力 R は毎分時に於ける回轉數 d は車軸の直径(吋)なりとす。

次に「ペルトン」水車は、製作其他凡て簡單なるも、百五十呎以上の落差のある場所に適當なりとす。雖も、近來は斯の如き場合には、高水頭用「ダービン」水車を、使用せるもの多しとす。

「ペルトン」水車は、其の直径一呎内外より二十呎以上のものありと雖も、水力の、入用強大なるを以て、斯る場合には、小形のもの數個を連設するものとす。而して百呎の水頭に於ける「ペルトン」水車の出すべき馬力は、次式の如し。

$$\text{水車馬力} = H.P. = .091 Q \dots\dots\dots (97)$$

能率 = .85 とす、

$$\text{噴水孔斷面積平方吋} = 18.8 Q \div Vh$$

$$Q = \text{水量 (毎分時立方呎)} \quad h = \text{有効水頭 (呎)}$$

$$V = \text{速度 (呎)}$$

第九章 「ポンプ」の設計

「ポンプ」を設計するに當りては、第一水を吸ひ上る高さを、知ること必要なり、而して其の限度は次の如し。

假令ば管の斷面一平方呎とし、其の下端を水中に挿入し、(水中に入る、長さは適宜) 上口より管内の空氣を除去し、真空とせば、管内の氣壓は零なりとす、而して管外の水面は、毎平方吋につき、十四封度七の大壓を受くるを以て、此の氣壓と平衡すべき高さまで、外氣壓力は水を管内に吸ひ上ぐべし、而して水の一立方呎の重量は、六十二封度五なるを以て、管外の水面を壓する大氣の壓力と、管内に上昇せる水の重量と相等しきを以て、次の公式を得。

$$PA^2 = Wh \dots\dots\dots (98)$$

$$\therefore h = \frac{AP^2}{W} \dots\dots\dots (99)$$

上式中

〔第九章 「ポンプ」の設計〕

P は、管外に於ける氣壓毎平方呎につき一四・七。
 A は、一平方呎に對する管の斷面積(十二平方呎)。
 W は、一立方呎に於ける水の重量(封度)。
 h は、「ポンプ」の吸ひ上げる理論上の高(呎)。

$$PA^2 = Wh = 14.7 \times (12)^2 = 62.5 \times h \dots\dots\dots (100)$$

$$\therefore h = \frac{PA^2}{W} = \frac{14.7 \times 144}{62.5} = 33.87^{(98)} \dots\dots\dots (101)$$

即ち理論上に於ける「ポンプ」の吸ひ上げる高は、前式により三三呎八七なるも
 實際に於ては摩擦係數及び氣壓の變化等により減殺さるゝを以て、連續して
 吸ひ上るときは、理論上の高即ち水頭に〇・七五を乗じたるものとす。 $(h \times 0.75)$
 故に此の場合に於て、實際の吸ひ上げる高さは、

$$h = 33.87 \times 0.75 = 25.4025^{(99)}$$

即ち二十五呎四〇二五なりとす。

● 離心力「ポンプ」の構造及計算

離心力「ポンプ」は普通使用する處の單働「ポンプ」或は往復働「ポンプ」と異なり、弁
 の助けを借らずして、機械的回轉作用により揚水するものとす。
 其の構造は第六十五圖に示すが如くにして、其の作用は常に圖中 A なる扇車
 の回轉により、管中の水が絶へず回轉さるゝ、遠心力により、扇車より旋水室を
 通過して排出せらるゝものとす。

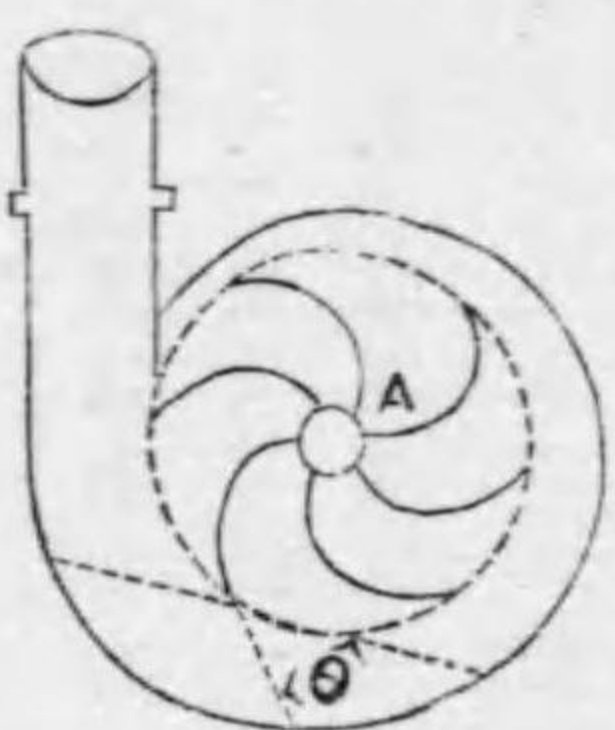
今此の場合に於て、

- V は、水の遠心速度。
- W は、水の一立方呎の重量。
- H は、揚水の高(即ち水頭)。

$$\text{とせば、} \quad Wh = \frac{W H^2}{2g} \dots\dots\dots (102)$$

$$H = \frac{V^2}{2g} \quad V = \sqrt{2gH}$$

第六十五圖



即ち前式により、水の遠心速度及び揚水の高さを知ることが得べし、然るに揚水の高さに従ひ、其の回転速度も又増加するを以て、此の場合に於ては、次の各水頭を算入すべし。

- 一、流速を生ずべき速度水頭 (Velocity Head)
- 二、流入水頭 (Entrance Head)
- 三、摩擦水頭 (Friction Head)

即ち H なる水頭に加へたる高さに、水を押し上るに必要なる速度に各速度を増加すべし。然るときは、

$$V = \sqrt{2gh} \dots\dots\dots (\text{理論上の速度})$$

$$V = \sqrt{2g(H + H_e + H_f + H_v)} \dots\dots\dots (\text{所要速度}) \dots\dots\dots (103)$$

上式中

H は、理論上に於ける水頭。揚水の高

H_e は、流入水頭。 H_v は、速度水頭。
 H_f は、摩擦水頭。

○ 離心力「ポンプ」の効率

揚水量は「ポンプ」の大小により差異ありと雖も、其の揚程及び効率に關しては、「ポンプ」の大小に關係なく、單に其の内部の構造即ち各部の釣合ひ、扇車の回転速度の二者にして、扇車の回転速度は第六十五圖に於ける翼板の彎曲度、即ち θ なる角度の大小により差異あるものにして、 θ なる角度の小なるに従ひ、「ポンプ」の効力は大なるを以て、從て回転速度を増加すべし。故に「ポンプ」の設計に關しては、水の揚程及び揚水量とにより、「ポンプ」の大き及び回転数を定むべし、而して θ なる角度は三十度内外を適當とす。今本邦に於て製作せるものにつき、東京芝浦製作所に於て試験せる結果、其の効率は次表の如し。

(第三十五表)

揚程 (呎)	扇車周 邊の速度 (呎秒)	効率
30.	呎秒 71.8	.282
40.	71.7	.347
50.	71.4	.404
60.	71.4	.453
70.	71.8	.497
80.	72.5	.537
90.	73.8	.573
100.	76.3	.606
110.	79.7	.636
120.	84.0	.664
130.	88.9	.690

● 扇車の軸の方向及作用

扉車の軸の方向は、排水及び吸水管と同様、水平、垂直或は傾斜の何れに不拘、同一の効果なりとす、而して普通使用する處の軸の方向は次の如し。

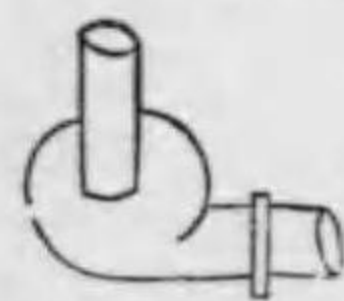
圖六十六第



圖七十六第

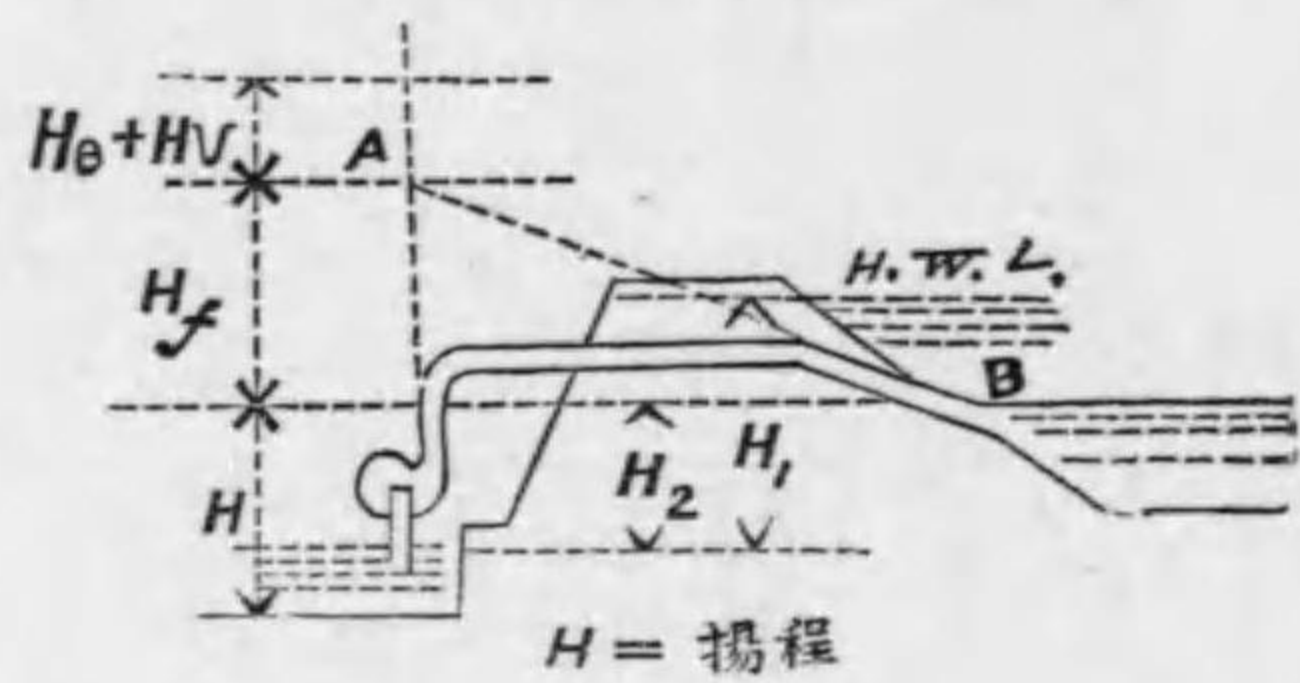


圖八十六第



離心力「ポンプ」を使用して、揚水の作用を起さしむるには、其の揚水を始むる前必ず其の内部に水を充滿せ

圖九十六第



しめたる後、回轉せしむるを要す、否らざれば揚水作用を起すこと不可なりとす、而して離心力「ポンプ」の吸水管は、成るべく短き方得策なりとす。
普通は「ポンプ」の中心(即ち扇車の軸)は、成るべく排出せる水溜の水面以下とすべし、而して排水管は成るべく導水勾配線(Hydraulic gradient)の下方に伏設すべし。
導水勾配線とは、全水頭より速度水頭(H)及び流入水頭(H)を減じたる水頭と、排出口とを連結したる直線にして、第六十九圖のABの如し。

● 離心力「ポンプ」の据附けにつき
注意すべき事項

之が据附けに關しては、次の各項に注意すべし。

- 一、吸水管又は「ポンプ」の内部より、空氣の侵入せざる様注意すべし。
- 二、設計するに當りては、必ず排水管内の摩擦水頭を忘るべからず。
- 三、排水管は「サイホン」の作用をなすべく設計しあるを以て、排水口をして水面に露出せしめざる様にすべし。
- 四、吸水管に、泥土又は「フートバルブ」或は「ストレーナー」の孔に塵埃の附着せざる様注意し、且つ「スルイスバルブ」は充分展開し置くべし。
- 五、「ポンプ」取り付けの際、各部の機械が正當の位置にあるや否や、充分検査すべし。

○ 離心力「ポンプ」の計算

離心力「ポンプ」に關し、簡單なる公式は次の如し。

但し排水管の長き場合には、必ず摩擦水頭を加入すべし。

H は、水頭(呎) Q は、流量(毎秒立方呎)

V は、翼板の周邊の回転速度(毎秒呎)

G は、一分時間に於ける揚水量(ガロン)

$$G = Q \times 60 \times 6.25 \dots\dots\dots (104)$$

$$V = C + 8.8 \sqrt{H} \dots\dots\dots (105)$$

上式中 C は係數にして、次の如し。

翼板の小なるか、或は又揚程の低くきときは、………五・〇

翼板の大なるか、或は又揚程の高きときは、………六・〇乃至一〇・〇

D は、扇車の直径(吋) N は、扇車一分時間の回転數。

W は、翼板の幅(吋) t は、翼板の厚さ(吋)

n は、翼板の數にして普通六枚とす。

d は、排水管の口徑(吋)にして次の如し。

$$d = \frac{\sqrt{G}}{4} \dots\dots\dots (106)$$

$$D = \sqrt{\frac{V \times 1000}{N}} \dots\dots\dots (107)$$

(備考) D は普通 d の1.5乃至2.5即ち $D=1.5d \dots\dots 2.5d$ を採用す、

$$N = \frac{V \times 1000}{D^2} \dots\dots\dots (108)$$

$$t = \frac{D}{100} + \frac{1''}{8} \dots\dots\dots (109)$$

(備考) t は通例 $\frac{1''}{2}$ を採用せり、即ち $t = \frac{1''}{2}$

$$W = \frac{d^2}{4D - 1.27nd}$$

(例題。三五) 離心力ポンプに於て、毎分三〇〇〇「ガロン」の水を、九呎の高に揚水せんとする「ポンプ」の大きさ、扇車の直径及び回転数并に翼板の幅、厚等を求む。

但し係数 C は五・〇とす。

$$G = \text{一分時間に於ける揚水量} \dots\dots\dots 3000 \text{「ガロン」}$$

$$H = \text{揚水の高さ} \dots\dots\dots 9 \text{ (呎)} \quad C = \text{係数} = 5.0$$

$$V = C + 8.8 \sqrt{H} = 5. + 8.8 \sqrt{9.} = 31.4$$

$$d = \frac{\sqrt{G}}{4} = \frac{\sqrt{3000}}{4} = 14'' \quad D = 2.5d = 2.5 \times 14'' = 35''$$

$$N = \frac{V \times 1000}{D^2} = \frac{31.4 \times 1000}{35 \times 35} = 281$$

$$W = \frac{d^2}{4D - 1.27 \times n \times t} = \frac{14 \times 14}{4 \times 35 - 1.27 \times 6. \times 0.5} = 1.92$$

上式中

$$n = \text{翼板の數} \dots\dots\dots 6. \quad t = \text{翼板の厚さ} \dots\dots\dots \frac{1''}{2} = 0.5$$

○揚水量に對する流速及び摩擦水頭の表

離心力「ポンプ」の大きさは、普通排水管の直径を其の儘採用して、何時の「ポンプ」と稱す、而して今管の長さ一〇〇呎に對する之等揚水量に應ずる、各排水管の直径及び流速、摩擦水頭等を掲げ参考に供す。

(第三十六表) 鐵管内水流の摩擦水頭

管直徑 (吋)	管斷面積 (平方呎)	毎秒下記の流速呎なる場合に於て管長 100 呎に對する摩擦水頭呎						
		2'	3'	4'	5'	6'	7'	
2.	0.0218	1.185	2.44	4.10	6.17	8.61	11.45	
4.	0.0873	.593	1.22	2.05	3.08	4.31	5.72	
6.	0.1964	.395	.815	1.37	2.05	2.87	3.81	
8.	0.3491	.296	.611	1.027	1.54	2.15	2.82	
10.	0.5454	.237	.488	.822	1.23	1.71	2.28	
12.	0.7854	.198	.407	.685	1.028	1.43	1.91	
14.	1.0690	.169	.349	.587	.881	1.229	1.63	
16.	1.3963	.147	.306	.513	.770	1.076	1.43	
18.	1.7672	.132	.271	.456	.685	.957	1.27	
20.	2.1817	.119	.245	.410	.617	.861	1.143	
22.	2.6398	.108	.222	.373	.561	.782	1.040	
24.	3.1416	.098	.204	.342	.513	.717	.953	
26.	3.6870	.091	.188	.315	.474	.662	.879	
28.	4.2761	.084	.174	.293	.440	.615	.817	
30.	4.9087	.079	.163	.273	.411	.574	.762	
36.	7.0686	.066	.135	.228	.342	.419	.636	
速度 入水 水頭(呎)		.062	.140	.250	.390	.562	.765	
		.031	.070	.125	.195	.281	.3825	

(第三十七表)

揚水量に對する管徑流速及び摩擦水頭の表

管直徑 (吋)	流速 (毎分呎)	流速 (毎秒呎)	水量 (毎分 立方呎)	水量 (毎秒 立方呎)	水量 (毎分 「ガロン」)	管長100呎 に對する 摩擦水頭 (呎)
2.	320.	5.33	7.0	0.116	43.65	6.88
2.5	343.	5.72	11.7	0.195	72.96	6.25
3.	360.	6.00	14.7	0.245	91.66	5.74
4.	384.	6.40	33.5	0.558	202.89	4.86
5.	400.	6.67	53.7	0.895	334.35	4.20
6.	411.	6.85	80.7	1.345	503.20	3.67
8.	427.	7.12	149.0	2.483	929.09	2.94
10.	436.	7.27	238.0	3.967	1484.05	2.47
12.	443.	7.38	348.0	5.800	2169.95	2.16
14.	448.	7.47	479.0	7.983	2986.80	1.90
16.	452.	7.53	631.0	10.517	3934.60	1.68
18.	455.	7.58	804.0	13.400	5013.34	1.50
20.	457.	7.62	997.0	16.617	6216.79	1.35
22.	459.	7.65	1210.0	20.167	7544.96	1.23
24.	461.	7.68	1450.0	24.167	9041.48	1.13
26.	462.	7.70	1780.0	29.667	11099.19	1.05
28.	463.	7.72	1980.0	33.000	12346.20	0.98
30.	465.	7.75	2280.0	38.000	14216.94	0.92
33.	466.	7.77	2770.0	46.167	17272.34	0.94
36.	467.	7.78	3300.0	55.000	20577.15	0.76
39.	468.	7.80	3830.0	63.833	23881.97	0.69
42.	469.	7.82	4510.0	75.167	28122.11	0.62
45.	470.	7.83	5190.0	86.500	32362.25	0.56
48.	470.	7.83	5900.0	98.333	36789.45	0.51
50.	470.	7.83	6410.0	106.833	39970.00	0.48

○ 離心力「ポンプ」設計實例

一「セントルファイガル」式「ポンプ」 貳臺

但し揚程十五呎、毎秒時に對する速度八呎にして、排水量毎秒時につき五十立方呎とし、之に要する「ポンプ」の口径、汽機の馬力及び其の他を求む。

(備考)

此の場合に於て揚程十五呎、排水量一秒時につき五十立方呎の水を排除するに「ポンプ」一臺を以てせば、非常に大なる口径を要し、從て價格も増大し且つ又不慮の事故の爲めに運轉を中止せば、全然一水をも排除し能はざるの不便を除かんが爲めに、此の排水量一秒時につき五十立方呎の水量を二分し、「ポンプ」二臺につき二十五立方呎の水量を排除する目的を以て、「ポンプ」の口径を算出し、五十立方呎一臺の箇處に對し、二十五立方呎を排除し得らるゝもの二臺を据附くることとし、其の口径を計算せば次の如し。

○ 「ポンプ」の口径を求むる法

$$D = \sqrt{\left\{ \left(\frac{Q}{V} \right) \div \frac{\pi}{4} \right\}} = \sqrt{\frac{\frac{Q}{V}}{\frac{\pi}{4}}} = \sqrt{\frac{\frac{25.0}{8.0}}{\frac{3.1416}{4}}} = \sqrt{3.98} = 2.0$$

上式中

D は、所要「ポンプ」の口径(呎)

Q は、毎秒時に於ける排水量(立方呎)

V は、毎秒時に於ける速度(呎)

π は、圓周率。

而して此の場合に於て、

Q = 25.0 (毎秒立方呎)

V = 8.0 (毎秒呎)

π = 3.1416

【第九章 「ポンプ」の設計】

(二二九)

以上計算の結果「ポンプ」の口径は約二呎にて充分なるを以て、二十四吋の口径を有する「ポンプ」二臺を据附くることとせり。

● 汽機の計算

汽機は普通「ポンプ」二臺につき一臺を以て充分なるものとし、之に要する實馬力を計算し、汽筒の直径を見出せば次の如し。

H.P.=實馬力

W.H.P.=水の馬力

Q=排水量(一勞時につき)50(立方呎)×60(分)=3000(立方呎)

H=揚程=15.0

W=水一立方呎の重量=62.5

$$\therefore W.H.P. = \frac{Q \cdot W \cdot H}{33000}$$

$$\therefore W.H.P. = \frac{Q \cdot W \cdot H}{33000} = \frac{3000 \times 62.5 \times 15.0}{33000} = 85.28$$

以上計算の結果、水の馬力は最大揚程十五呎のときに於て、八十五馬力三なるも、之は理論上の馬力なるを以て、實際にありては管内に於ける流水の摩擦、其他の損失を見込み、本計算に於ける約二倍半、即ち二百十五馬力を有する汽機を「ポンプ」二臺につき一臺宛を使用することとせり。
汽機を聯成凝縮汽機とし、常用汽壓百封度とし、汽筒の直径を計算せば次の如し。

Apurning of Clearanci

H.P. Cyl. 20 %

L.P. Cyl. 12 %

Ratio of Cyl.

$\frac{L.P. \text{ Cyl.}}{H.P. \text{ Cyl.}} = 3.5$

而して断汽點を高壓汽筒にて 0.60 と定むれば、

$$\text{Total Expansion} = \frac{3.5 \times 1.12}{.68 + .20} = \frac{3.92}{.88} = 4.454$$

$$\therefore P_m = (100 + 15 - 5) \frac{1 + \text{hyp } 4.454}{4.454} = 60 \text{#/sq"}$$

$$E_{pm} = (60 - 7) \times 0.6 = 3.18 \text{#/sq"}$$

然るとき Piston speed 500'/min とすれば、

$$\text{dia of L.P. Cyl.} = \frac{200 \times 33000}{31.8 \times 500} = 426 \text{sq"}$$

$$426 \text{sq"} = 23 \frac{3}{8} \text{"} = 24 \text{"}$$

$$\text{dia of H.P. Cyl.} = \frac{426}{3.5} = 12 \frac{1}{2} \text{"} = 13 \text{"}$$

而して回転数は、

Piston speed を 500'/min となしたれば strata を 10' と定むれば 168 回転

即ち一分時間に約 170 回転を要す、

以上の結果

- 高圧汽笛の径.....十三吋。
 - 低圧汽笛の径.....二十四吋。
 - 衝程.....十八吋。
 - 回転數(毎分時につき).....百七十回。
 - 常用汽壓(毎平方吋につき).....百封度。
 - 實馬力.....二百馬力。
- の汽機一臺を使用するものとす。

○汽罐の計算

汽罐は以上の汽機一臺につき「ランカッシャー」形汽罐一臺を使用するものと
し即ち汽機二百馬力のものに對し計算せば次の如し。
此場合に於て馬力は二〇〇とす。

$$\text{Working Pressure} \dots\dots\dots 100 \text{#/sq"}$$

Rate of Evaporation ... 10 lbs. per lbs. of coal
 Rate of Combustion ... 70 lbs. per sq. ft.

而して、一時間三十封度の水を蒸發するを一馬力とせば、之れにより火床面積を求むれば、

$$200 \times 30 = 6000$$

$$\frac{6000}{10} = 600$$

$$\frac{600}{20} = 30, \text{ sq. ft.}$$

以上計算の結果、火床面積は三十平方呎なりとす、而して觸火面積は其の二十五倍即ち七百五十平方呎なれば充分なりとす。故に此の場合に於て、

罐洞の直徑.....七呎。 火爐の徑.....三〇吋。
 罐洞の長.....三〇呎。 「ガロイチューブ」.....八本。

以上計算により算出せる、汽罐一臺を使用せば充分なりとす。

○單働「ポンプ」の徑を求むる公式

單働「ポンプ」の徑は、次式により之を求むべし。

$$F = .00545 D^2 L N \dots\dots\dots (110)$$

$$G = .034 D^2 L N \dots\dots\dots (111)$$

$$D = \sqrt{\frac{G}{.034 L N}} \dots\dots\dots (112)$$

$$D = \sqrt{\frac{F}{.00545 L N}} \dots\dots\dots (113)$$

上式中

L は、呎に於ける衝動の長。

G は、毎分輸送すべき「ガロン」の數。

F は、同 立方呎の數。

N は、毎分の衝動數。

D は、時に於ける「ポンプ」の直徑。

○「ポンプ」の計算に必要な數

普通「ポンプ」に使用する必要な計數は次の如し。

D = 「ポンプ」の直徑(吋)

S = 撞動の長(吋)

$D^2 S \times 0.7854$ = 立方吋

$D^2 S \times 0.002833$ = 「ガロン」

$D^2 S \times 0.0004545$ = 立方呎

$D^2 S \times 0.02833$ = 淡水の量(封度)

○「ポンプ」に對する馬力の計算

「ポンプ」に使用すべき馬力の計算は、通例次式の如し。

$$H.P. = \frac{Gh}{4752000} \dots\dots\dots (114)$$

或は $H.P. = \frac{Fh}{762088} \dots\dots\dots (115)$

上式中

G は、二十四時間に揚ぐべき水量。(「ガロン」)

F は、同上 水 量。(立方呎)

h は、水面より揚程までの高。(呎)

$H.P.$ は、揚水用實馬力。

(備考) 實用馬力は〇・七乃至〇・八なりとす。

○給水及補水用「ポンプ」の直徑を

求むる公式

此の場合に於ては次式によるべし。

$$D = \sqrt{\frac{HQ^{2/300}}{SN}} \dots\dots\dots (116)$$

上式中

D は、「ポンプ」の直徑。

S は、「ポンプ」の撞動。

Qは、一分時間に一馬力の要する水量。(立方呎)

Nは、一分時間に撞動の數。Hは、蒸汽機械の馬力。

「ポンプ」の撞動が蒸汽機械の半ばなるときは、其の蒸汽機械の圓筒の直徑に○・三を乗じたるものを以て、給水「ポンプ」の直徑とす。

同じく四分の一なるときは、其の蒸汽機械の圓筒の直徑に○・四三を乗じたるものを以て、給水「ポンプ」の直徑とす。

高壓機械の補水用「ポンプ」にあつて、若し「ポンプ」の撞動機械の撞動等しきときは、其の直徑を機械の圓筒の十一分の一とす、又機械の撞動二分の一なるときは、其の直徑を機械圓筒の直徑の八分の一とす、撞動四分の一なるときは、其の直徑を機械圓筒の直徑の六分の一とす。

若し又低壓機械の補水用「ポンプ」にあつては、撞動二分の一なるときは、其の直徑を機械圓筒の直徑の十一分の一とす、撞動四分の一なるときは、其の直徑を機械圓筒の直徑の八分の一とす、而して又注入する水量は次式によるべし。

$$Q = T \times 0.00304 \dots \dots \dots (117)$$

上式中

Qは、一分時間に於ける一馬力の水量。(立方呎)

Tは、蒸汽の温度。(華氏)

(備考) 上式に於て普通一馬力に要する水量は、約○・八立方呎なりとす。

第十章 馬力の計算

動力に關し、水の落差に對する馬力を知ること最も必要にして、之が計算を示さば次の如し。

普通一馬力とは、一分時間に高さ一呎の處に、三萬三千封度の重さを擧ぐるに要する工程に等しきものとす、故に今一分時間の流量をQとし、Hを水の落下する高さとし、nを馬力の數、又Wを水一立方呎の重量六二五とせば、

$$n \times 33000 = Q \times H \times W$$

$$\therefore n = \frac{Q \times H \times W}{33000} \dots\dots\dots (118)$$

(例題。三六) 二十呎の高處より、一分時間に七百立方呎の水量が落下する馬力を求む。

$$Q = \text{一分時間の流量} = 700 \text{ (立方呎)}$$

$$W = \text{水一立方呎の重量} = 62.5 \text{ (重量)}$$

$$H = \text{水の落下する高} = 20 \text{ (呎)}$$

$$\therefore n = \frac{H.P. = \frac{Q \times H \times W}{33000} = \frac{700 \times 20 \times 62.5}{33000} = 26.51 \text{ (馬力)}$$

● 流水に對する馬力の計算

又流るゝ水に對す馬力の計算は、理論上の速度即ち $v = \frac{V^2}{2g}$ なる公式により、其の速度を水頭に改算し、前式により之を算出すべし、今例題を掲げ之を示せば次の如し。

(例題。三七) 流水の速度毎一秒時につき、四呎五なるとき、長六呎、幅一呎の板を壓する馬力を求む。

$$h = \frac{V^2}{2g} = \frac{4.5 \times 4.5}{2 \times 32.2} = 0.314$$

而して一秒時間に四呎五の速度は、之を一分時間に換算せば、二七〇呎 (4.5 × 60 = 270) なり、又板の面積は六平方呎 (1 × 6 = 6) なるを以て、

$$Q = 6 \times 270 = 1620 \text{ (立方呎)}$$

$$\therefore H.P. = \frac{Q \times H \times W}{33000} = \frac{1620 \times 0.314 \times 62.5}{33000} = 1.5312 \text{ (馬力)}$$

然れども以上は凡て理論上の馬力にして、實際に於て利用し得べき馬力は、算出馬力の約十分の四なりとす、故に此の場合に於ける實用馬力は、
1.5312 × 0.4 = 0.61248 なりとす。

● 水車用馬力の計算

又水車にあつては其の構造の種類、摩擦等により、之又實際上利用し得べき實

用馬力は算出馬力に比し大略次の如し。

上射水車の能率…… 60 乃至 70 (即ち 100 に對し 60 乃至 70 の割合とす)

下射水車の能率…… 25 乃至 30 (同 25 乃至 30 の割合とす)

胸射水車の能率…… 30 乃至 50 (同 30 乃至 50 の割合とす)

「ペルトン」水車の能率 80 乃至 85 (同 80 乃至 85 の割合とす)

「ダービン」水車…… 75 乃至 85 (同 75 乃至 85 の割合とす)

(備考)「ダービン」其他の水車は、主に水頭百五十呎以下に適するものにして其以同は「ペルトン」式の方優れるものとす而して「ペルトン」式に於ける實馬力は〇・八〇乃至〇・八五なりとす。

○流水に對する水車用馬力の計算

流水に對する水車用馬力の計算は次式によるべし。

$$H.P. = V.A. \times 0.028 (V - V_1) \dots\dots\dots (119)$$

上式中

A は、浸水されたる水車の羽根の面積。(平方呎)

V は、水の流速。(毎秒呎)

V₁ は、水車板の速度(毎秒呎)にして次の如し。

$$V_1 = 0.4V$$

理論上に於ける揚水作用は、吸ひ上げ或は押し上げに拘らず、水を同じ高さに揚ぐるるときも、又同量の水を同じ高さより落下せしむるときも、同じ作用なりとす。

例令ば二百馬力を以て揚げたる水を落下せしむるときは、同じく二百馬力の働力を得べし。

又理論上の揚水量五〇立方呎の重さは、

$$50 \times 62.5 = 3125.0 \quad \text{にして}$$

今之を二十五呎の高に揚水せんと欲せば、次式によるべし。

$$H \times Q \times W = 25 \times 50 \times 62.5 = 7812.5 \text{ (呎呎度)}$$

而して之を馬力に換算せば次の如し、即ち揚水量毎分時間につき Q 立方呎なるときは、

$$H.P. = \frac{H \times Q \times W}{33000} = 0.0019 QH \dots\dots\dots (120)$$

又之を毎秒時間につき Q' 立方呎即ち前式の分を秒に改算するときの場合なるときは、

$$H.P. = \frac{H \times Q' \times W}{550} = 0.114 Q'H \dots\dots\dots (121)$$

又最も簡單なる方法は、揚水すべき呎に於ける水の垂直高と、一秒時間に於ける揚水量の立方呎に於ける數とを相乗し、之を九にて除せば、理論上の馬力を得べし、即ち

$$H.P. = \frac{H'Q'}{9} \dots\dots\dots (122)$$

上式中

H' は、揚水すべき水の垂直高(呎)

Q' は、揚水すべき水量(毎秒立方呎)

○「ベルトン」式水車用馬力の計算

「ベルトン」式水車は、水頭百五十呎以上の場合に多く利用せらるゝものにして、水力發電其他高水力を揚水せしむる工場等に最も適當なりとす、又其の直徑は四吋以上二十吋内外を適宜とし、其の實用馬力に對する効率は〇・八〇乃至〇・八五なりとす、即ち

$$A = \frac{188Q}{VH} \dots\dots\dots (123)$$

上式中

A は、「ポンプ」の斷面積(平方吋)

V は、水の速度(毎秒呎)

Q は、給水量(毎秒立方呎)

H は、有効水頭(呎)

以上は、水車其他凡て水利に關する馬力の計算なるも、電車等に利用する馬力

の計算は次の如し。

● 電車用馬力の計算

電車用馬力の計算は、水車用とは全く其の趣きを異にし、即ち或る線路中に於ける最急勾配の部分を一定の荷重にて、車が回轉するものなり、而して其の公式は次の如し。

$$H.P.m. = \frac{W(f+10P)V}{3.6 \times \Delta 75 \times y} \dots\dots\dots (124)$$

上式中

W は、車體並に荷重(噸) V は、速力 km(毎時「キロメートル」)

P は、「センチメートル」にての昇りにして、毎米突につき四「センチメートル」……………(4 cm)

f は、係數にして、kg(即ち「キログラム」を以て表す)にして、毎噸米突を以て表すものとす、而して普通は十二「キログラム」(12 kg)

なりとす。

γ は、發動機効率……………〇七五。

Δ は、佛國の一馬力……………七五米突噸。

今参考として、例題を掲げて示さば次の如し。

(例題。三八) 電車の重量、車輪、車體乗客とも七噸にして、速力十「キロメートル」(10 km) 昇り、勾配毎「メートル」につき四「センチメートル」電動機効率〇・七五、係數十二「キログラム」(即ち f=12 kg) なるとき、其の馬力を求む。

$$H.P.m. = \frac{W(f+10P)V}{3.6 \times \Delta 75 \times y} = \frac{7 \cdot (12 + 10 \times 4)}{3.6 \times \Delta 75 \times 0.75} \\ = \frac{3640}{2025} = 18 H.P.m.$$

上式中

$$W = 7 \text{ (噸)} \quad f = 12 \text{ 「キログラム」}$$

$$V = 4 \text{ 「センチメートル」} \quad y = 0.75$$

$$\Delta = 75 \text{ 「メートル」噸 (佛制)}$$

〔第十章 馬力の計算〕

○ 蒸汽機械用馬力の計算

蒸汽に用ふる馬力の計算は、次式によるべし。

$$H.P. = \frac{2APRS}{33000} \text{ (分に於けるとき)} \dots\dots\dots (125)$$

$$H.P. = \frac{2APrS}{550} \text{ (秒に於けるとき)} \dots\dots\dots (126)$$

上式中

A は、吸子(ピストン)の面積(平方呎)

R は、圓筒(シリンドル)内にて、毎平方呎に於ける蒸汽の平均壓力(封度)

S は、吸子(ピストン)の運動の長(呎)

R は、一分時間に於ける回轉數。

r は、一秒時間に於ける回轉數。

又英國海軍省に於て定められたる馬力の公式は次の如し。

$$H.P. = \frac{7AV}{33000} \dots\dots\dots (127)$$

$$\text{或は又 } H.P. = \frac{D^2V}{6000} \dots\dots\dots (128)$$

上式中

V は、毎分時に於ける吸子(ピストン)の平均速度(呎)

D は、圓筒(シリンドル)の直径(吋)

A は、圓筒(シリンドル)の面積(呎²)

而して、普通用ふる處の號馬力實用馬力にあらずの公式は次の如し。

$$\text{高壓機械に於ては} \dots\dots H.P_h = \frac{D^2 \times \sqrt{S}}{15.6} \dots\dots\dots (129)$$

$$D = \sqrt{\frac{15.6 \times H.P.}{\sqrt{S}}} \dots\dots\dots (130)$$

$$V = 128 \sqrt{S} \dots\dots\dots (131)$$

低壓機械に於ては……… $H.Ph. = \frac{D^2 \times \sqrt{S}}{4.7}$ ……………(132)

$$D = \sqrt{\frac{4.7 \times H.P.}{\sqrt{S}}} \dots\dots\dots(133)$$

$$V = 128 = \sqrt[3]{S} \dots\dots\dots(134)$$

上式中

S は、機械の運動の長(呎)

H.Ph. は、號馬力。

V 及び D 等は凡て前式と同一なりとす。

○佛國に於ける馬力の計算

佛國に於ける馬力の計算は、普通次式の如し。

$$H.Pf = 1.695 D^2 S N \dots\dots\dots(1) \text{ 個の「シリンダルの長さ」}$$
$$= 3.39 D^2 S N \dots\dots\dots(2) \text{ 個の「シリンダルの長さ」}$$

上式中

D は、圓筒(シリンダル)の直徑(メートル)

H.Pf は、號馬力。

S は、機械の運動の長(メートル)

N は、毎分時に於ける回轉數。

(備考)

佛の「キログラメートル」は、英の七・二三三・一四呎封度。

英の一呎封度は、佛の〇・一三八二五「キログラメートル」。

英の一馬力は、佛の一〇・一三九馬力に相當す。

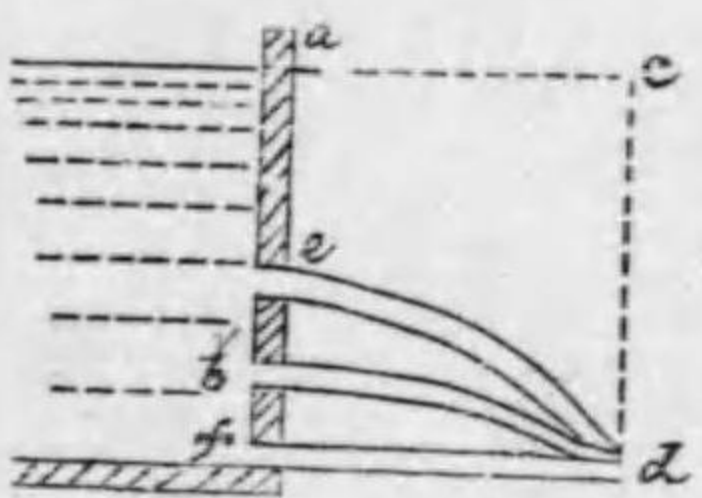
第十一章 鐵管に於ける流量

鐵管内を流るゝ水量は、其の摩擦、貯水池或は水槽との取附け口及び管の末端の放流口に於ける、流水收縮等の爲め、大に其の水頭を減するものにして、之等の損失水頭を計算せば次の如し。

○ 總水頭及各損失水頭

第七十圖に於て、 h 即ち ed は總水頭に於て、之に對し損失すべき水頭は、次の三者なりとす。

第七十圖



- 一、鐵管の入口に於ける損失水頭。(Entrance Head)
- 二、摩擦に於ける損失水頭。(Friction Head)
- 三、管の屈曲或は阻止弁 (Stop-valve) の爲めに生ずる損失水頭。

にして、今第七十圖に於て ed なる總水頭を h とし、 d の放流口に於て流出する速度を v とせば、
速度水頭 $= \frac{v^2}{2g}$ ∴ 總水頭 $h = h_e + h_f + h_v + \frac{v^2}{2g}$ なり。

上式中

h_e は、入口の抵抗に因て生ずる處の損失水頭。
 h_f は、管内の摩擦により生ずる處の損失水頭。

h_v は、管の屈曲等によりて生ずる處の損失水頭。
にして、
總水頭 $h = h - \frac{v^2}{2g} = h_e + h_f + h_v \dots \dots \dots (135)$

而して h_e なる入口に於て損失する處の水頭は、短管 (Tube) の場合に等しきを以て、
 $h_e = h - \frac{v^2}{2g}$ として、
 $v = C_1 \sqrt{2gh} \dots \dots \dots$ (短管のとき)

上式中 C_1 は收縮に對する流速係數。

$$\therefore h = \frac{1}{C_1^2} \times \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (136)$$

依つて $h_e = h - \frac{v^2}{2g} = h - C_1^2 h = h(1 - C_1^2)$

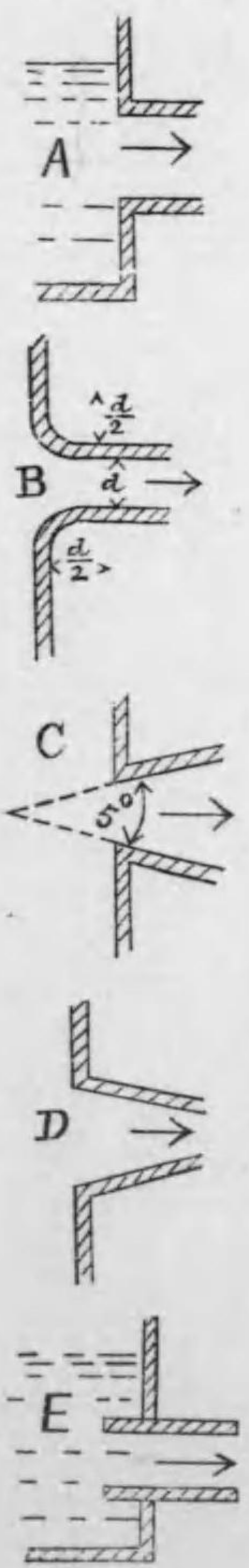
或は又 $h_e = h - \frac{v^2}{2g} = \frac{1}{C_1^2} \times \frac{v^2}{2g} = \left(\frac{1}{C_1^2} - 1 \right) \frac{v^2}{2g}$

一 鐵管取り附に於ける損失水頭

鐵管と貯水池の取附け口に於て、流水の收縮及び内面の抵抗により生ずる處の損失水頭を、流水の損失水頭と云ひ、前式により之を計算すべし。

即ち
$$h_e = \left(\frac{1}{C^2} - 1 \right) \times \frac{v^2}{2g}$$
 にして、 C_1 の値は取入口に於ける管の形状により、其の流量係数を異にせるものにして次の如し。

圖一十七第



(一) 管の内端第七十一圖に於ける(A)の如く、規則正しく直角をなすとき、

$$C = 0.82$$

(二) 管の内端(B)圖の如く、内端の圓きときは、 $C = 0.958$ 乃至 0.975

(三) (C)圖の如く、管の外端廣がり、其の角度五度乃至十度なるか、或は又(D)圖の如く外端に狭く、其の角度十一度乃至十六度なるときは、 $C = 0.92$ 乃至 0.94

(四) 又(E)圖の如く、管の一端貯水池、若しくは水槽中に突出するとき、 $C = 0.72$ なりとす。

而して鐵管引入口の形状は、普通(E)圖の如く、貯水池内に突出せる場合多きも、斯の如き場合には、多少内端の方廣がり居るを以て、通例 $C = 0.82$ を採用し計算せるものとす。

管の取り附けに於て、内外の何れに孔を廣くするも、其の流量を求むる爲めに、速度を乗すべき面積は、孔の最小徑を撰むべし。

(例題。三九) 内端規則正しき矩形の箱樋あり、管の断面は幅一呎深〇・五呎、其の長さは之が最小邊の三倍、即ち一・五呎にして、水頭五呎なるとき、毎秒時間に於ける速度及び流量を求む。

(解) 水頭五呎に相當する理論上の速度は、次式の如く 17.9648 なり。

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 32.2 \times 5} = 8.02 \sqrt{h}$$

$$= 8.02 \sqrt{5} = 8.02 \times 2.24 = 17.9648$$

【第十一章 鐵管に於ける流量】

故に所要速度は、 $17.9648 \times C = 17.9648 \times 0.82 = 14.731136$ (毎秒呎)
 但し此の場合に於て $C=0.82$ とす、

上式中 $A = \text{管の断面積} = 1.70 \times 0.5 = 0.5$ (平方呎)

$$\therefore Q = V.A. = 14.73 \times 0.5 = 7.365 \text{ (毎秒立方呎)}$$

(例題。四〇) 管の断面(B)圖の如く、其の内端圓くして、水頭五呎管の直径〇七呎なるこき之に對する毎秒時の速度及び流量を求む。

(解) 所要速度は、最小なる係數即ち $C=0.958$ を採用し計算せば次の如し。

$$V = 17.9648 \times 0.958 = 17.2092784$$

$$A = \text{管の断面積} = \pi r^2 = 3.1416 \times .35^2 \times 0.37486 \text{ (平方呎)}$$

$$\therefore Q = V.A. = 17.21 \times 0.374846 = 6.4511 \text{ (毎秒立方呎)}$$

二 摩擦により生ずる水頭

鐵管の長の増加するに従ひ、其の流水は内面に於ける摩擦の抵抗甚しく、従て之が爲め損失すべき水頭も又増加すべし、而して各種實驗の結果を示さば次

の如し。

- (一) h_f は、管の長さに比例す。
- (二) h_f は、速度 v の殆んど自乗の如く變化す。
- (三) h_f は、管の直径の増すに従つて減す。
- (四) h_f は、管の内面の粗なると共に増加す。
- (五) h_f は、水の壓力には關係せず。

今 h を總水頭とし、 h_0 を取り附け口に於ける損失水頭、 h_f を摩擦により生ずる損失水頭とせば、速度水頭は $\frac{v^2}{2g}$ なり。

$$\therefore h = \frac{v^2}{2g} + h_0 + h_f = \frac{v^2}{2g} + \left(\frac{1}{C^2} - 1 \right) \frac{v^2}{2g} + h_f = \frac{1}{C^2} \times \frac{v^2}{2g} + h_f$$

$$\therefore h_f = h - \frac{1}{C^2} \times \frac{v^2}{2g} \dots \dots \dots (137)$$

今 $A = \text{管の断面積 (平方呎)}$

$Q = \text{放流口に於て實測せる流量 (毎秒立方呎)}$

$$V = \frac{Q}{A} \quad \text{とせば、}$$

直に平均速度を知るを以て、之を前式に代用せば、 h_f を知るべしと雖も、前項記載の如く、摩擦により生ずる損失水頭は、長さ及び速度の自乗並に鐵管の内面に於ける、粗密の程度に正比例すると同時に、管の直徑に反比例し、且つ水壓力には無關係なるを以て、次の如く實驗公式によることとせり。

$$h_f = f \times \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (138)$$

上式中 f は管の内面の粗密程度に關する係數にして、是れを摩擦係數 (Friction Factor) と稱す、而して清潔なる鑄鐵管にありては、 f は 〇・〇二 又銹たる鑄鐵管にありては、此の二倍即ち f は 〇・〇四なりとす。

次に管の直徑及び速度に關し實驗せる f の係數を示さば、次表の如し。

(第三十八表)

直徑 (吋)	速 度 (毎秒時に付與)						
	1	2	3	4	6	10	15
0.05	0.047	0.041	0.037	0.037	0.031	0.029	0.027
0.10	0.038	0.032	0.030	0.030	0.026	0.024	0.023
0.25	0.032	0.028	0.026	0.026	0.024	0.022	0.021
0.50	0.028	0.026	0.025	0.023	0.022	0.020	0.019
0.75	0.026	0.025	0.024	0.022	0.021	0.019	0.018
1.00	0.025	0.024	0.023	0.022	0.020	0.018	0.017
1.50	0.023	0.022	0.021	0.020	0.018	0.016	0.015
2.00	0.021	0.020	0.019	0.017	0.016	0.014	0.013
2.50	0.020	0.019	0.018	0.016	0.015	0.013	0.012
3.00	0.019	0.018	0.016	0.015	0.014	0.012	0.011
3.50	0.018	0.017	0.016	0.014	0.013	0.011	0.010
4.00	0.017	0.016	0.015	0.013	0.012	0.011	0.009
5.00	0.016	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.009
6.00	0.015	0.014	0.013	0.012	0.011	0.010	0.009

内面滑かなる鐵管(或は塗沫せるもの) f の表

以上の如く諸種の水頭に於て損失あるを以て、速度も又従つて之等により計算すべし。

今總水頭 h を有せる水が流失せし所の有効水頭は、 $\frac{v^2}{2g}$ にして、損失水頭は $h - \frac{v^2}{2g}$ なるを以て、 h_e 及び h_f 等を前記の各損失水頭とせば、

$$h - \frac{v^2}{2g} = h_e + h_f + h_o$$

$$\therefore h - \frac{v^2}{2g} = m \frac{v^2}{2g} + f \times \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (139)$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f \frac{l}{d}}} \dots\dots\dots (140)$$

今 $m=0.5$ (断面積同一なる直線鐵管の場合) とせば、

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+0.5+f \frac{l}{d}}} \dots\dots\dots (141) \quad \text{なりとす、}$$

上式中 f は前表により之を求むる事を得るも、速度は數回假定を繰り返し計

算するを要す。

【例題。四一】 鐵管の長千二百呎にして、直徑一呎、又 h なる水頭六呎なるとき、之に對する速度を求む。

但し f (摩擦係數) は 〇・〇二とす。

上式中 l = 鐵管の長 = 1200' h = 水頭 = 6.0'

d = 同 直徑 = 1.0' f = 摩擦係數 = 0.02

m = 係數 = 0.5

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f \frac{l}{d}}} = \sqrt{\frac{2 \times 32.2 \times 6.0}{1.0+0.5+0.02 \times \frac{1200}{1}}} \\ = \sqrt{\frac{386.4}{1.5+0.02 \times \frac{1200}{1}}} = \sqrt{\frac{386.4}{1.5+24.0}} = \sqrt{\frac{386.4}{15.153}} = 3.789$$

以上計算の結果、直徑一呎の鐵管にして、一秒時につき三八九呎の速度に對する f の値は、前表により四呎に於ける表には三八九はなき故、其の近似數即ち

四呎を採る)〇〇二二を採用し更に v を検出せば次の如し。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f\frac{l}{d}}} = \sqrt{\frac{2 \times 32.2 \times 6.0}{1.5+0.022 \times \frac{1200}{1}}}$$

$$= \sqrt{\frac{386.4}{27.9}} = \sqrt{13.85} = 3.72$$

即ち平均速度は三・七二呎にして f の値は〇〇二二を採用す然るときは

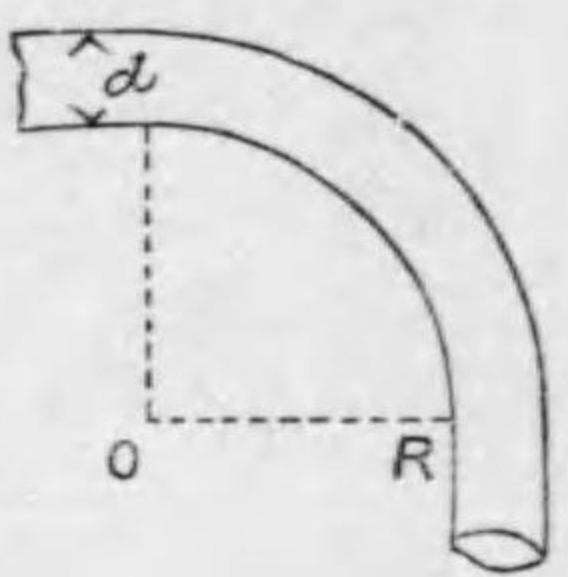
$$Q = V.A. = 3.72 \times \frac{1}{4} \pi d^2 \times \frac{3.1416 \times 1^2}{4}$$

$$= 3.72 \times 0.7854 \times 1^2 = 2.711688 \text{ (毎秒立方呎)}$$

三 鐵管の屈曲に依りて生ずる損失水頭

鐵管の屈曲によりて生ずる損失水頭に關し其の彎曲半徑が管の直径の五倍以上なれば其の損失水頭は實に僅少なるを以て之を見込むの要なしと雖も彎曲の度甚しきときは其の損失も亦増加すべし今ウエイヌバック氏 (Weisbach)

圖二十七第



back) が之等屈曲管に對し實驗せる結果を示せば次式の如し。

第七十二圖の如く圓の四分の一彎曲に依て損失する損失水頭は、

$$h_v = n \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (142)$$

又第七十三圖の如く管の屈曲に依て損失する損失水頭は、

$$h_v = n \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (143)$$

上式中

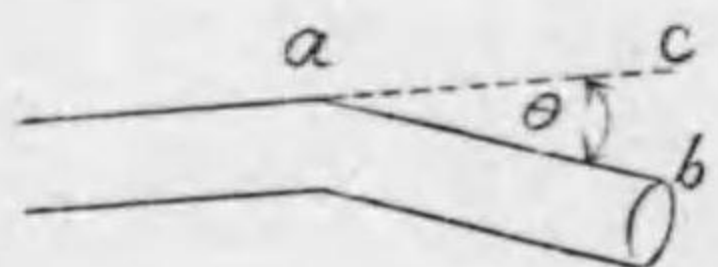
h_v は、鐵管の屈曲に依て生ずる損失水頭。

n は、 $\frac{d}{2R}$ 或は $\frac{1}{2} \frac{d}{R}$ の大きさに關する彎曲係數にして次表の如し。

R は、鐵管中心線の彎曲半徑。

d は、鐵管の直径。

圖三十七第



(第三十九表)

$\frac{1}{2} \frac{d}{R}$	n	$\frac{1}{2} \frac{d}{R}$	n
0.10	0.131	0.60	0.440
0.15	0.135	0.625	0.490
0.20	0.138	0.65	0.540
0.225	0.145	0.675	0.600
0.25	0.150	0.70	0.660
0.275	0.155	0.725	0.730
0.30	0.160	0.75	0.800
0.325	0.170	0.775	0.880
0.35	0.180	0.80	0.980
0.375	0.195	0.825	1.080
0.40	0.206	0.85	1.180
0.425	0.225	0.875	1.290
0.45	0.240	0.90	1.410
0.475	0.264	0.925	1.540
0.50	0.290	0.95	1.680
0.525	0.320	0.975	1.830
0.55	0.350	1.00	2.000
0.575	0.390		

(第四十表)

A(角度)	n	A(角度)	n
5°	0.002	60°	0.364
10	0.007	70	0.533
15	0.016	80	0.740
20	0.030	90	0.984
25	0.049	100	1.260
30	0.073	110	1.556
35	0.102	120	1.861
40	0.139	130	2.158
50	0.234	140	2.431

本表中 n の値は、比較的小なる鐵管について算出せるものなるを以て、大管に對しては尙小なる數を用ゆるも可なりとす。次に鐵管内の水流を制限する爲めに、必要に應じ阻弁又は活嘴弁を設け、以て流量を整調するの用に供するものにして、通例次の三種なり。

圖四十七第



(F) (G) (H)

(一) 垂直摺弁 (Vertical Sliding Valve) (F) 圖。
 (二) 活嘴弁 (Cook Valve) (G) 圖。
 (三) 節流弁 (Throttle Valve) (H) 圖。

(F) は滑動弁により、(G) は舌形の弁の作用により、(H) は又鐵管の中心に回轉軸を有する回轉弁にして、各鐵管の斷面積を開放若しくは閉縮自在ならしめ、以て管内の流量を調整せしむるものにして、之等諸弁の爲めに生ずる損失水頭も、又前式により計算すべしと雖も、此の場合に於ける n の値は次表によるべし、而して之等の弁に依つて生ずる水頭の損失は、充分閉づるに於ては甚大なりとす。

$$h_v = n \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (144)$$

上式中 n の値は各弁により異なり、次表の如し。

(第四一表)

垂直摺弁の係數							
$\frac{d'}{d}$	$=\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
n	$=0.07$	0.26	0.81	2.1	5.5	17.0	98.0

(第四二表)

活嘴弁の係數								
θ	$=10^\circ$	20	30	40	50	55	60	65
n	$=02.9$	1.6	5.5	17.0	53.0	106.0	206.0	486.0

(第四三表)

節流弁の係數									
θ	$=5^\circ$	10	20	30	40	50	60	65	70
n	$=0.24$	0.52	1.50	3.90	11.0	33.0	118.0	256.0	750.0

即ち此の場合に於て全損失水頭は、

$$h = \frac{v^2}{2g} = h_e + h_f + h_m = m \times \frac{v^2}{2g} + f \times \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2g} + n \frac{v^2}{2g}$$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f\frac{l}{d}+n}} \dots\dots\dots (145)$$

即ち管の彎曲に依つて生ずる損失水頭あるとき、平均速度は上式により求むるものとす、然るときは所要の流量は、

$$Q = V \cdot A = \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f\frac{l}{d}+n}} \times \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$= \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f\frac{l}{d}+n}} \times 0.7854 d^2 \dots\dots\dots (146)$$

又所定の流量 Q を與ふるに要する h なる水頭は、次式の如し。

$$h = \frac{16}{2g\pi^2} \left(4m + f\frac{l}{d} + n \right) \frac{Q^2}{d^5} \dots\dots\dots (147)$$

(例題。四二) 直管の長一哩、其の直徑十八吋にして、三十呎の水頭を有し、毎秒時間に三呎の速力を以て水を流通するものあり、然るに今管内の中心線の彎曲半徑 R は五呎にして、圓の四分の一彎曲の管を之に挿入し、之が爲めに生ずる抵抗力に超過せしめんには、幾何程の水頭を加ふれば、此の管の出口に於て生ずる、毎秒時三呎の速力を保たし得べきや。

(解) 先づ管の半徑 $\frac{18/10}{2} = 0.75$ (〇七五呎) を、曲管の半徑五呎にて除し $\left(\frac{0.75}{5} = 0.15\right)$ 〇一五呎を得たるを以て、之に相當する n の値を前表により 〇一三五を得、故に

$$h_0 = \frac{v^2}{2g} \times 0.135 = \frac{2 \times 3}{2 \times 32.16} \times 0.135$$

$$= \frac{9}{64.32} \times 0.135 = 0.0189 \text{ (呎)}$$

(例題。四三) 直徑二呎にして、長一哩の管に、水頭三十呎の水を流通せしむるとき、其の速度毎秒時につき三呎とし、之に九十度の屈曲管を挿入し

て、尙同一の速度を保たしめんことをせば、幾何の水頭を増加して可なるや。

(解) $h_0 = \frac{v^2}{2g} \times n = \frac{3 \times 3}{64.32} \times 0.984 = 0.138 \text{ (呎)}$

以上示す如く、 h_0 の中には彎曲、屈曲若しくは弁等の爲め損失すべき水頭を含有するを以て、此の場合に於て最初直管として計算せる速度を保たしめんとせば、以上の計算により求め得たる水頭 h を直管の水頭に加ふべし、若し之を加ふる能はざるときは、直管の水頭より之を減じ、其れに相當する速度を求むべし、以上の理により總ての總損失水頭は、

$$h - \frac{v^2}{2g} = h_0 + h_f + h_n = \frac{v^2}{2g} m + f \frac{l}{d} \times \frac{v^2}{2g} + \frac{v^2}{2g} n$$

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1 + m + f \frac{l}{d} + n}} \quad \text{にして圓形の断面に於ては、}$$

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v \quad \text{なるを以て、} \quad v^2 = \left\{ (1 + m + n) d + f l \right\} \frac{16Q^2}{2g\pi^2 h}$$

上式中特に明記せざるときは、 n は通例零なるを以て、

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f\frac{l}{d}}} \quad \text{なり、}$$

而して上式中 m は内縁角なる管 (Tave) にては、前述の如く 0.5 なりとす、故に

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1.5+f\frac{l}{d}}} \quad \text{なりとす、而して}$$

$$d = 0.479 \left\{ (1.5d + fl) \frac{Q^2}{h} \right\}^{\frac{1}{5}} \dots \dots \dots (148)$$

なり。

● 短管及長管 (Short and Long Pipes)

短管とは、其の長が徑の四千倍以内のものにして、其れ以上のものは凡て長管と見做し計算するを通例とす、更に又其の徑の五十倍以内のものは、之を最短管と稱す、而して管の取り附口より徑の三倍即ち $3d$ は、其の管の長さ l 以外のものと見做すべし、蓋し管の取り附け口に要する継ぎ手其他の爲め減せらる

を以てなり。

今短管の場合に於ける公式を示さば、次の如し。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f\left(\frac{l-3d}{d}\right)}} \dots \dots \dots (149)$$

上式中 g は、加速度………三二・二六。 m は、係數。

h は、水頭(落差)。 f は、摩擦係數。

d は、鐵管の内徑。 l は、鐵管の全長。

(例題。四四) 鐵管の長千百六十二呎にして、其の内徑二呎、水の落差即ち水頭 h は五百八十呎なるとき、 m なる係數を 0.5、又摩擦係數を 0.02 とし、之に對する流速及び速度を求む。

$$\begin{aligned} v &= \sqrt{\frac{2gh}{1+m+f\left(\frac{l-3d}{d}\right)}} = \sqrt{\frac{2 \times 32.16 \times 580}{1+0.5+0.02\left(\frac{1162.0-3 \times 20}{2}\right)}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 32.16 \times 580}{1.5+1.11 \times 1154}} = \sqrt{\frac{2 \times 32.16 \times 580}{13.04}} \end{aligned}$$

$$= \sqrt{\frac{4113.2}{1.63}} = \sqrt{2580.8588} = 53.487 \text{ (毎秒呎)}$$

$$Q = v \cdot A = 53.487 \times \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$\begin{cases} h = 580.70 & d = 2.0 \\ m = 0.5 & l = 1162. \\ f = 0.02 \end{cases}$$

$$= 53.487 \times 0.7854 \times (2)^2 = 168.035 \text{ (毎秒立方呎)}$$

以上は短管の場合に於ける計算にして、長管に於ては取り附け口に於ける損失水頭及び速度水頭は、摩擦によつて生ずる處の損失水頭に比し、僅少なるを以て、普通次式によるものとす。

$$v = \sqrt{\frac{2gh}{1.5 + f \frac{l}{d}}} \dots\dots\dots (150)$$

上式に依て算出せる速度に於て、百分の一以下の誤差を許すとせば、上式に於ける一五なる分母は、之を省略するも差支へなしとす、即ち

$$\sqrt{\frac{1.5 + 0.02 \frac{l}{d}}{0.02 \times \frac{l}{d}}} = 0.01 \dots\dots\dots \frac{1}{100}$$

即ち $\frac{1}{100}$ 以内なるを以て、長管の場合に於ては、一五を省略するも可なりとす、故に次式を得

$$v = \sqrt{\frac{2ghd}{fl}} = 8.02 \sqrt{\frac{hd}{fl}} \dots\dots\dots (151)$$

$$\therefore Q = \frac{1}{4} \pi d^2 v = 6.30 \sqrt{\frac{hd^3}{fl}} \dots\dots\dots (152)$$

$$d = 0.479 \sqrt{\frac{flQ^2}{h}} \dots\dots\dots (153)$$

(例題。四五) 前例題に於て之を長管として計算せよ、即ち $h = 580.70$
 $d = 2.70$ $l = 1162.70$ $f = 0.02$ の v を他を求むべし。

$$v = 8.02 \sqrt{\frac{hd}{fl}} = 8.02 \sqrt{\frac{580.70 \times 2.70}{0.02 \times 1162.70}}$$

$$= 8.02 \sqrt{\frac{1162.0}{23.2}} = 8.02 \sqrt{50.} = 8.02 \times 7.09 = 56.78618$$

$$Q = 6.30 \sqrt{\frac{h d^5}{f l}} = 6.30 \sqrt{\frac{580.0 \times (2)^5}{0.02 \times 1162.0}} = 6.30 \sqrt{\frac{580.0 \times 32}{0.02 \times 1162.0}}$$

$$= 6.30 \sqrt{\frac{18560}{23.24}} = 6.30 \sqrt{798.68} = 6.30 \times 28.266 = 178.076 \text{ (毎秒立方呎)}$$

或は又 Q は次式によるも可なり。

$$Q = 6.30 \sqrt{\frac{18560}{23.24}} = 6.30 \sqrt{798.6231}$$

$$= 6.30 \times 28.26 = 178.038$$

(例題。四六) 管の長一萬二千呎、直徑二呎にして、其の落差即ち水頭三百呎なるとき、毎秒時に於ける流量を求む。

但し摩擦係數 f は 0.02 とす。

$$Q = 6.30 \sqrt{\frac{h d^5}{f l}} \quad \text{の公式により次の如し。}$$

$$l = 12000.0 \quad d = 2.0 \quad f = 0.02 \quad h = 300.0$$

$$\therefore Q = 6.30 \sqrt{\frac{300.0 \times (2)^5}{0.02 \times 12000.0}} = 6.30 \sqrt{\frac{300.0 \times 32}{0.02 \times 12000.0}}$$

$$= 6.30 \times 6.32 = 39.816 \text{ (毎秒立方呎)}$$

$$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \times 39.816}{3.1416 (2)^2} = \frac{159.264}{12.5664} = 12.7 \text{ (毎秒呎)}$$

第十二章 鐵管の直徑に對する計算

鐵管の直徑を求むるには、鐵管の長、流量及び流速を知り、次の公式によるべし。

$$d^5 = \frac{16Q^2}{2g\pi^2 h} \left\{ (1+m+n)d + fl \right\} \dots \dots \dots (154)$$

上式中 h は、水頭。 Q は、流量。 f は、摩擦係數。

l は、鐵管の長。 g は、加速度。 π は、圓周率。

d は、鐵管の直徑。 m 及び n は、係數。

而して n は直管(屈曲若しくは彎曲にあらざる場合)には之を省略し、且つ m なる係数は普通平均數 〇・五を用ゆるものにして、

$$d^5 = (0.026)^2 \times (1.5d + fl) \times \frac{Q^2}{h}$$

$$\therefore d = 0.4795 \sqrt[5]{(1.5d + fl) \frac{Q^2}{h}} \dots\dots\dots (155)$$

然るに上式は直徑 d を求むる式にも拘はらず、公式中の括弧内に未知數 d を包含せるを以て、此の場合に於ては、鐵管取附口に於ける損失水頭なきものと假定せば、 $\frac{v^2}{2g}(1+m) = 0$ なるを以て、 d を消去し單に

$$d = 0.4795 \sqrt[5]{fl \frac{Q^2}{h}} \dots\dots\dots (156)$$

によるべし。

普通摩擦係數は 〇・〇二を用ゆる場合多きを以て、假りに f は 〇・〇二とし、次式により其の平均速度を求む、即ち

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{Q}{0.7854d^2} \dots\dots\dots (157)$$

此の場合に於て上式に於ける平均速度も、又近似數なるを以て、前に算出せる d 及び v に對する f の値を前表より求め、前に假定せる $f = 0.02$ と一致するや否やを検し、若し一致せざるときは、其の f の値を假りに算出せる d の値とを (155) 式に代用し、更に d を算出し、 d 及び f が前表に示す處のものとなり一致するまで、其の計算を繰返すべし。

(例題。四七) 鐵管の長六千呎、水頭三十呎にして、毎秒五十立方呎の流量を要するものとし、之に對する鐵管の直徑を求む。

但し滿流の場合とす。

(解) d は (156) 式により、次の如し。

$$d = 0.4795 \sqrt[5]{fl \frac{Q^2}{h}} = 0.4795 \sqrt[5]{0.02 \times 6000.0 \times \frac{(50)^2}{30}}$$

$$= 0.479\sqrt[3]{120 \times \frac{2500}{30}} = 0.479\sqrt[3]{10000} = 0.479 \times 6.31$$

$$= 3.02249 = 3.0^{(*)}$$

而して此の直徑に對する平均速度 v は次の如し。

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{1}{4\pi d^2} \frac{3.1416 \times (3.0)^2}{4}$$

$$= \frac{50.0}{0.7854 \times 9.0} = \frac{50.0}{7.0686} = 7.07 \text{ (毎秒呎)}$$

故に管の直徑三呎にして、速度七・〇七に對する f の値は、前表中六呎及び十呎の中間とし、管の直徑三呎の場合は、〇・〇一三五と見做し之を用ひ、更に計算すべし、即ち

$$d = 0.479\sqrt[3]{(1.5d + f) \frac{Q^2}{h}} = 0.479\sqrt[3]{\frac{(1.5 \times 3.022 + 0.0135 \times 6000) \times (50)^2}{30}}$$

$$= 0.479\sqrt[3]{7127.75} = 0.479 \times 5.896 = 2.8242 \text{ (呎)}$$

$$\therefore v = \frac{50.0}{\frac{1}{4\pi d^2}} = \frac{50.0}{\frac{1}{4} \times 3.1416 \times (2.8242)^2}$$

$$= \frac{50.0}{0.7854 \times 7.9761} = \frac{50.0}{6.26442894} = 7.99$$

又、ダーシー氏の公式によれば次の如し。

$$v = \sqrt{\frac{2g}{K} RS} = C_1 \sqrt{RS} \dots\dots\dots (158)$$

但し管内満流の場合にして K の係数は次の如し。

$$K = 0.0105 \left(1 + \frac{1}{12}d\right) \dots\dots\dots \text{新管のとき、}$$

$$K = 0.010 \left(1 + \frac{1}{12}d\right) \dots\dots\dots \text{古管のとき、}$$

上式中 v は、平均速度。(毎秒呎) A は、流水横斷面積。(平方呎)

Q は、流量。(毎秒立方呎) R は、動水平均深。(呎)

L は、鐵管又は水路の勾配に沿ふての長。(呎)

〔第十二章 鐵管の直徑に對する計算〕

(二八〇)

S は、水面勾配…………… $\frac{h}{l}$ C は、係數。
 D は、鐵管の直徑(呎)

而して、滿水及び半滿流の鐵管に於ける動水平均深は、 $R = \frac{d}{4}$ なるを以て、

$$v = \sqrt{\frac{2g}{h} \times \frac{d}{4} S} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2g}{K} d S} \dots\dots\dots(159)$$

$$\therefore Q = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2g}{K} d S} \times A \dots\dots\dots(160)$$

$$d = \sqrt{\frac{32.0 \times 0.005 \left(1 + \frac{1}{12} d\right) Q^2}{g S \pi^2}} \dots\dots\dots(161)$$

又略式によれば、

$$d = 0.22165 \sqrt{\frac{Q^2}{S}} \dots\dots\dots(162) \dots\dots\dots \text{新管のとき}$$

$$d = 0.2545 \sqrt{\frac{Q^2}{S}} \dots\dots\dots(163) \dots\dots\dots \text{古管のとき}$$

上式により d の近似數を求め、之に對する K の値を次表に於て求め、(161)式

を用ひて、更に其の d の値を算出し、 d と K との値が表中に於て、略ぼ一致するまで、數回反覆計算すべし。
 而して、之に對する C 及び K の表を示さば、次の如し。

(第四十四表)

直徑 (呎)	C		K	
	新管	古管	新管	古管
$1\frac{1}{16}$	74.0	53.0	0.011660	0.023330
$\frac{1}{8}$	87.8	62.0	0.008630	0.016660
$\frac{1}{4}$	98.0	70.0	0.006660	0.013330
$\frac{1}{2}$	105.0	74.0	0.005833	0.011666
1.0	109.02	77.09	0.005416	0.010830
$1\frac{1}{2}$	110.46	78.09	0.005276	0.010556
2.0	111.18	78.62	0.005208	0.010417
$2\frac{1}{4}$	111.43	78.79	0.005186	0.010370
$2\frac{1}{2}$	111.63	78.88	0.005167	0.010334
$2\frac{3}{4}$	111.79	79.04	0.005152	0.010303
3.0	111.93	79.15	0.005139	0.010278

〔第十二章 鐵管の直徑に對する計算〕

(二八一)

第十三章 木管及釣出し懸樋の計算

○木管の計算

木管は普通第七十五圖の如き構造にして、厚二寸乃至三寸の木材を以て圓形の断面に造り、直徑三分乃至四分の丸鐵を以て箍とし、鑄鐵製「サドル」を経て締附くるものとす、而して各箍の間隔は一尺乃至一尺八寸とし、次の公式により計算し、其の位置に於ける水壓により増減するものとす。

$$n = \frac{1200 \times D \cdot P \cdot H \cdot F}{2 \cdot A \cdot B} \dots\dots\dots (164)$$

上式中

n = 木管の長百尺に於ける箍の數、

D = 同直徑、(吋)

P = 水頭一呎に於ける毎平方呎の水壓、(封度)

H = 水頭、(呎)

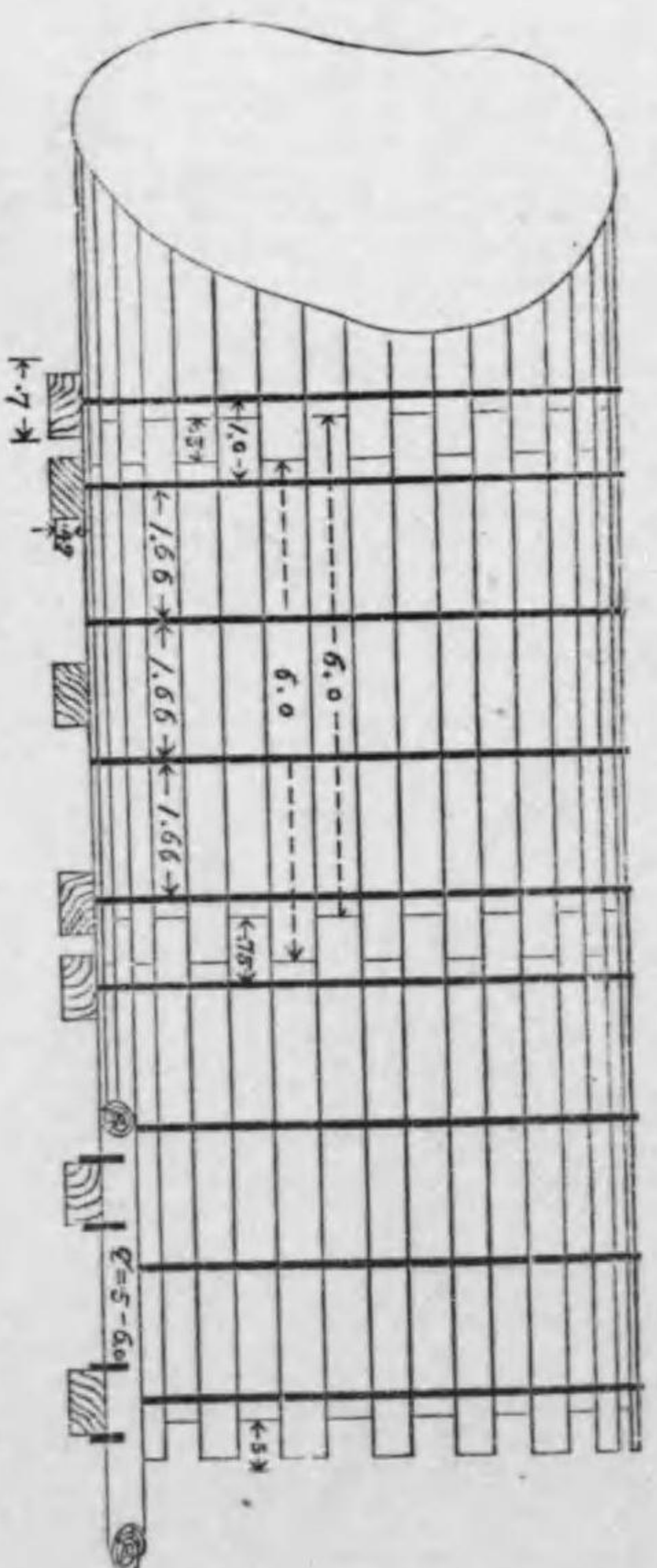
A = 箍の斷面積、(平方吋)

B = 箍の斷面毎平方吋に於ける應力 = 50000.*

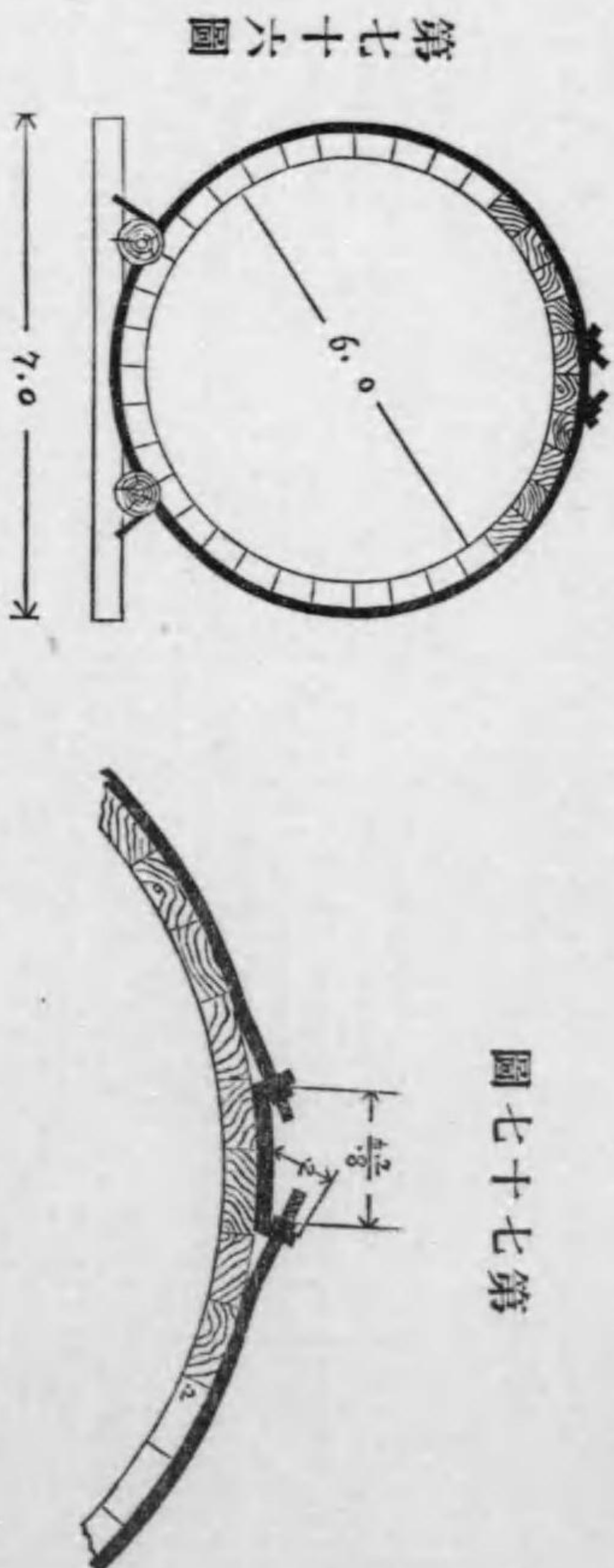
F = 安全率 = 5.

以上の公式により之を計算し、且つ之が伏設に際しては、其の轉動を防がんが爲め、基礎となるべき土臺の兩側に、楔木を兩側に一個づゝ配置すべし。

圖五十七第



第十三章 木管及釣出し懸樋の計算



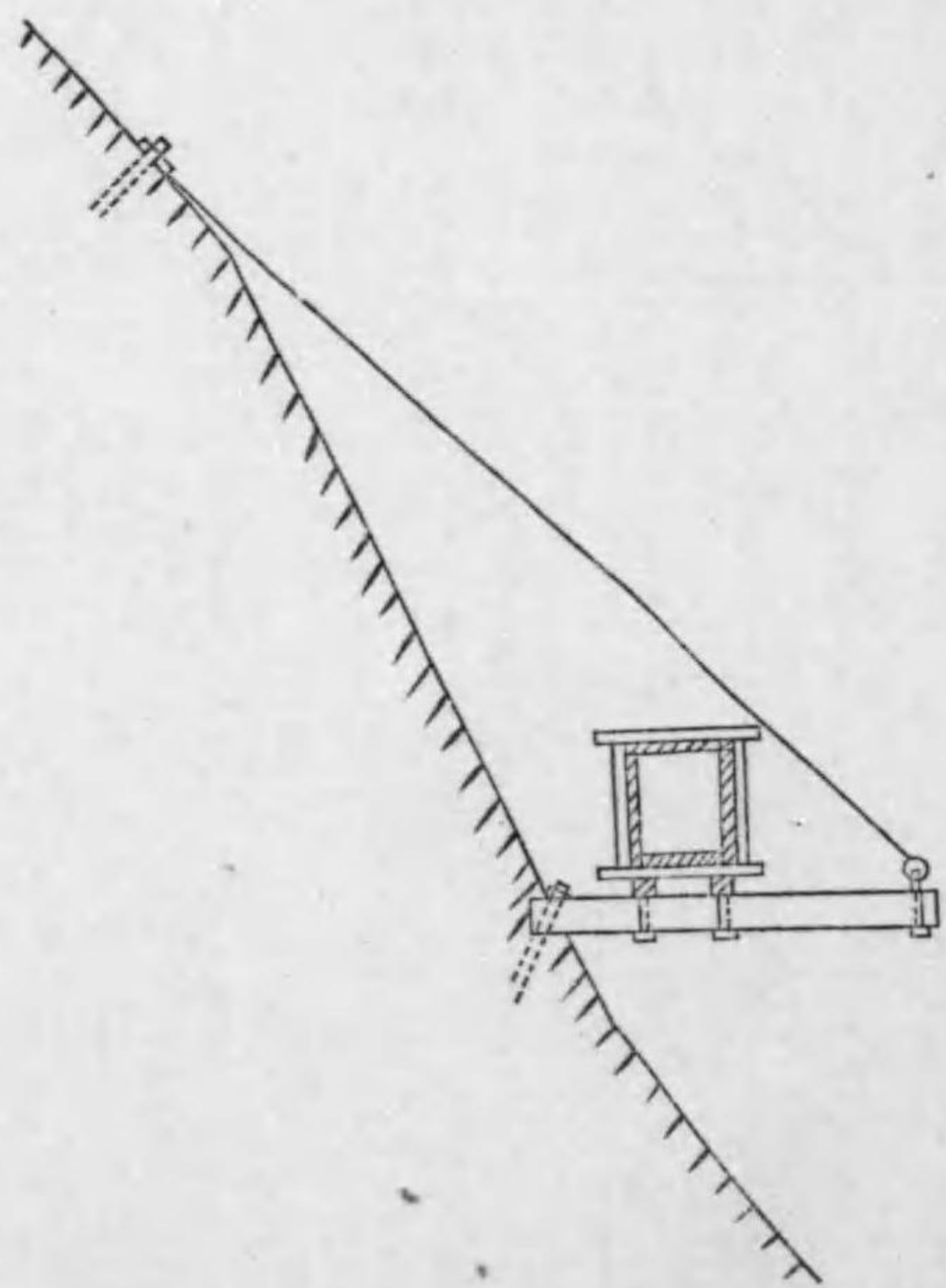
圖七十七第

○ 釣出し懸樋の計算

水路の延長に従ひ、地形上、釣出し懸樋を要する場合多きを以て、左に實例を掲げ之が計算を示す。

(例題。四八) 第七十八圖の如き峻崖あり、Aの如き釣出し棧木を造り、之に木樋を渡し通水せしめんを以て、而して此の場合に於て装置の重量及び

圖八十七第



上式中

$$W \times \frac{l^2}{8} = \frac{b d s}{72} \dots \dots \dots (165)$$

W=掛樋内水の重量及び其他にして、毎呎につき 500.*

【第十三章 木管及釣出し懸樋の計算】

(二八五)

掛樋内水の重量等の總和を、毎呎につき五〇〇封度とし、各梁間を六尺とせば、之に對する梁の寸法及び懸釣用鐵線の大き等を求む。

一 桁の計算

此の場合に於て、第一に桁の大きを計算せば、次式の如し。

- d = 桁の厚……………7.2……………0.6寸
- b = 桁の幅……………6.70……………0.75寸
- l = 徑間(桁と桁の支持點間の距離)……………6.70
- s = 材料の應力……………800.#

$$W \times \frac{l^2}{8} = \frac{b d s}{72} = 500 \times \frac{36}{8} = \frac{b (7.2)^2 \times 800.#}{72}$$

∴ $b = 3.79$ なるを以て、最初假定せる幅6.70を採用せば、充分なりとす。

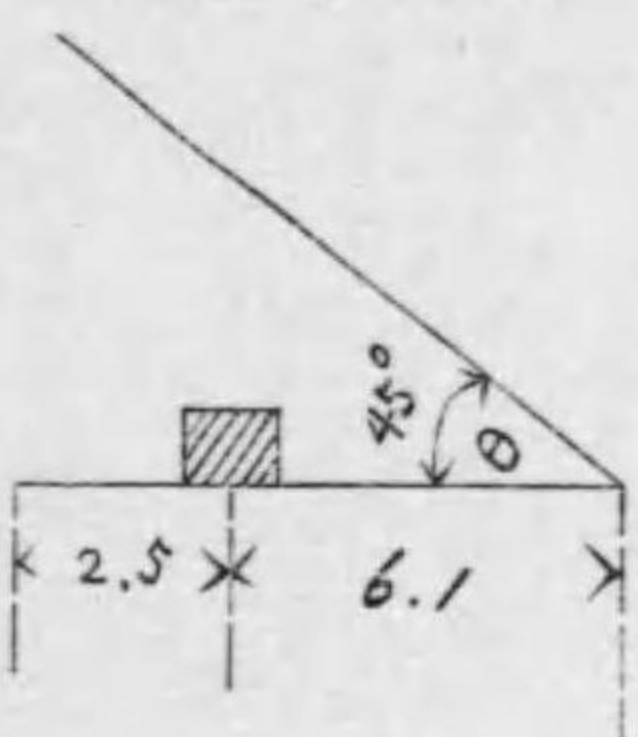
二 梁の計算

次に梁の計算は、次式によるべし。

$$A = \frac{872.#}{700.#} \dots\dots\dots (166)$$

$$1 + \frac{(8.2)^2}{250 \times (.6)^2}$$

圖九十七第



上式中

A = 材料の斷面積、

$$W_1 = \text{全負荷重} = W \times 6 = 500.# \times 6 = 3000.#$$

$$s = \text{材料の應力} = 800.#$$

$$B = \text{梁の幅} = 7.2 = 0.6 \text{寸}$$

$$D = \text{同厚} = 8.4 = 0.7 \text{寸}$$

$$L = \text{同長} = 8.6 \text{寸} = 8.5 \text{寸}$$

此の場合に於て、木樋は第七十九圖の如き配別をなすを以て、兩端支點間に於ける抵抗力は、

$$\frac{W_1 \times 2.5}{8} = \frac{3,000.# \times 2.5}{8} = 872.#$$

$$872 \times 6.70 = \frac{D^2 \times s}{72} \cdot b = 5132 = \frac{(8.4)^2 \times 800.#}{72} \cdot b$$

$$\therefore b = 6.67 \text{寸}$$

次に此の場合に於て、梁は四十五度の角度を以て、鐵線にて懸釣さるゝにより、梁は應壓力を受くるを以て、長柱として (166) 式により計算せば次の如し。

$$A = \frac{872}{700} = 2.01727$$

$$1 + \frac{(8.6)^2}{250 \times (6)^2}$$

而してDは七寸なるを以て、 $B = \frac{2.01727}{8.114} = 0.24711$

$$\therefore B = 6.1167 + 0.1127 = 6.1194 = 6.1$$

即ちBは六寸を採用せば充分なりとす。

III 懸釣鐵線の計算

鐵線に對する應張力は、前記梁の一端の負荷重 $\text{Sec } \theta = 45^\circ$ なるを以て、

$$872. \# \times \text{Sec } 45^\circ = 1,233. \# \text{ なりとす。}$$

而して今B.W.G十番鐵線を使用するに、其の断面は〇〇一四一平方吋なるを以て、張力毎平方吋につき一〇〇〇〇封度とせば、一本は百四十一封度の耐力を有するを以て、次式の如く

$$\frac{1,233. \#}{141. \#} = 8.78$$

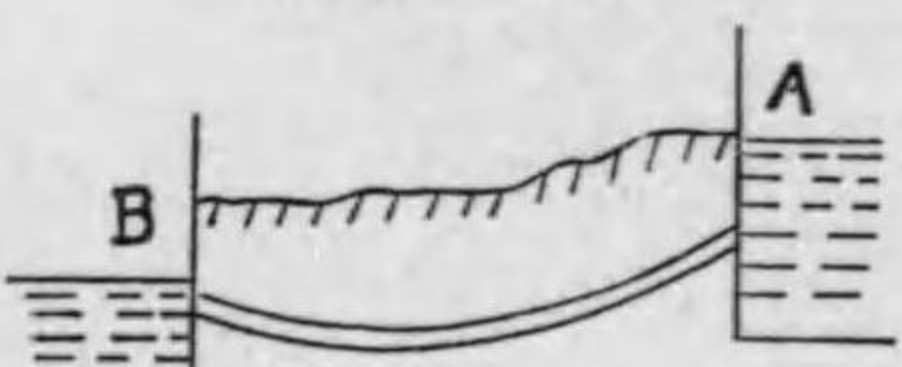
八本八分にて充分なりと雖も、尙安全を見込み十本とせり、而して懸釣用鐵線支持點は、御影産の堅岩に徑八分、深一尺の丸穴を鑿ち、之に徑六分の鋼鐵製「スプリッピンポルト」を嵌入し、尙ほ其の空隙には「セメントモルタル」を填充せり。

○伏設彎管の設計

次に水路が第八十圖の如く、土地の高低に従ひ、地盤以下に埋設し、對岸に達せんとする場合には、成るべく鑄鐵管を用ひ、且つ管上の土冠りは、少くとも二尺以上とすべし、而して其の對岸に於ける鐵管の末端位置は、Aより流れ來り水勢は埋設管を通じ、Bに達する如くすべし、今A及びBに於ける必要なる高低は、プロニー氏の公式により求むれば、次の如し。

$$f = \frac{2.24v^2}{d} \dots \dots \dots (167)$$

圖十八第



$$v = \sqrt{\frac{df}{2.24}} \dots \dots \dots (168)$$

上式中

$$v = \text{一秒時間の速度}^{(R)} = 48.49 \sqrt{\frac{dh}{l}}$$

$$d = \text{管の直径}^{(R)} \quad l = \text{管の長}^{(R)}$$

$$h = \text{水頭}^{(R)} \quad f = \text{一哩につき落差}^{(R)}$$

又「アイテルワイン」氏の公式によれば、

$$v = 50 \sqrt{\frac{dh}{l \times 50d}} \dots \dots \dots (169)$$

然れども短管に於ては50dを省略して可なり又水道等に於ても同様之を省略する場合多しとす、然るときは、

$$v = 50 \sqrt{\frac{dh}{l}} = \sqrt{\frac{df}{2.11}}$$

$$\therefore f = \frac{2.11 v^2}{d} \dots \dots \dots (170)$$

以上何れの公式によるも大差なしと雖も、實地設計に際しては、fの値は相當の餘裕を附し、成るべく大にすべし、通例fは二・二三を用ふる場合多しとす。

第十四章 架空線及鐵塔の計算實例

本社送電線路は、姥ヶ澤變壓兼配電所より、高砂變壓兼配電所を経て、桐が藤に通ずる吉野川を横斷せざるべからず、而して本線は、已を得ず其の兩岸に鐵塔を設け、本川を横架せるものにして、鐵塔を建設すべき附近に於ける流水の幅員は、本流に於て百四十三間、支流に於て百〇三間に於て、且つ現在の水勢上より推考するも、將來流域に變動することは殆んど稀れなりと認めらるゝも、尙本、支流とも河川敷地以外に、本流は百五十八間、支流は百二十間とし、架空電線を架設せんとす、而して本線は常に船舶の航通激しく、殊に貨物船の大體は何れも帆船として、勢ひ其の帆檣の高を調査し、以て之が架空線に於ける高を決定せざるべからず、而して最近に於ける帆檣の最高は、水面上四十二尺なりと

雖も、尙安全を見込み、之を四十五尺として計畫せり。
今横架電線の最低位置は、洪水位即ち平水面上十四尺と、帆檣の高四十五尺及び帆檣上の間隔三尺三寸を加へ、即ち水面上六十二尺三寸に定め、次の如く電柱を決定す。

○ 架空用電線

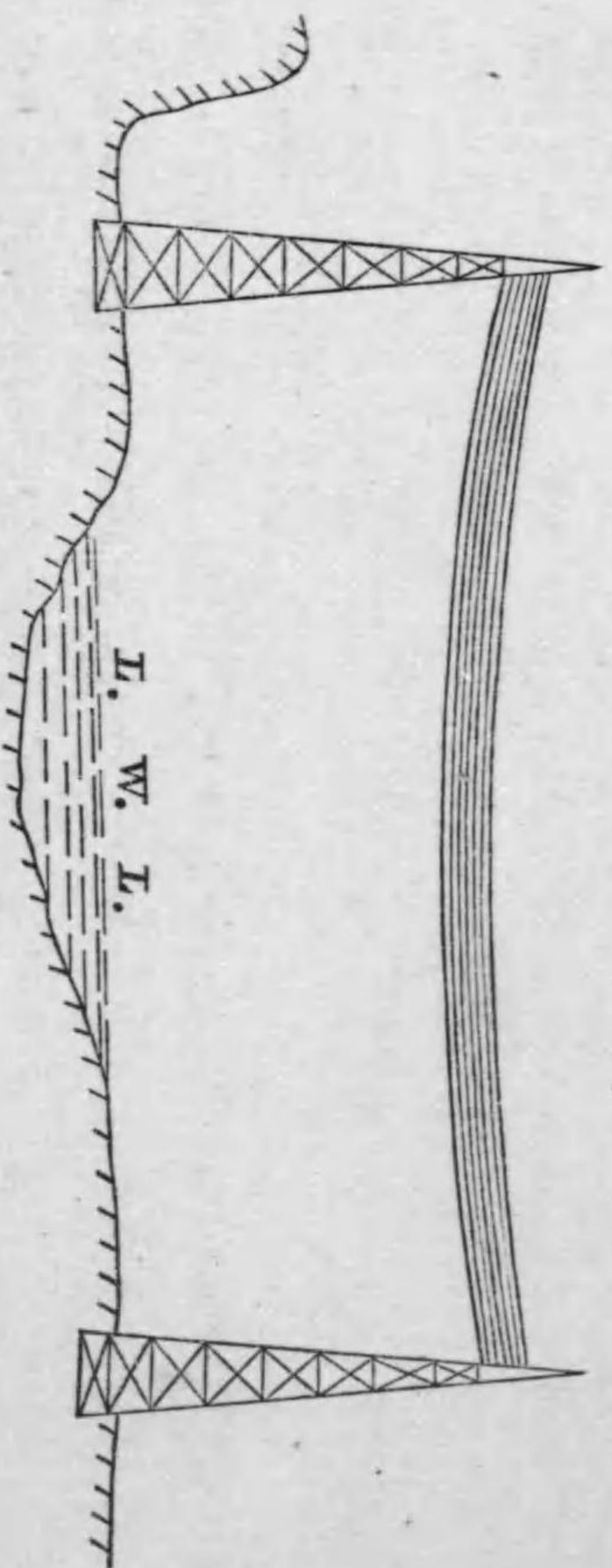
本流横断用架空電線は、特別高壓電力線六條及び電話線二條を架設するものにして、各線は何れもBWG十二番線、七本撚鋼鐵線を使用す、而して其の柱間距離は百五十八間とす。

○ 架線及弛度

電力線及び電話線は、第八十一圖の如く配列し、其の弛度は最大二十六尺二寸にして、徑間(Span)の中心に於て最大張力は六千二十六封度とし、電線の高は

洪水位面より三尺即ち平水位より十四尺の高とし、船舶の帆檣は普通四十二尺を以て最大限度とす、故に通過すべき最大物體を四十五尺と定め、前記通過物の最高点と、最下位置に於ける電線の最下點の距離を三尺三寸に保たしむる爲め、最下電線の支持點に於ける高さは、第八十一圖の如く八十尺とせり。

$$45.0 + 26.2 + 5.5 + 3.3 = 80.0$$



第八十一圖

●電線の計算

本流に架設すべき電線の徑間は、百五十八間にして、今之を便宜上尺に改算せば九百四十八尺なりとす。

$$a = 185.50 \times 6.0 = 948.0 \dots\dots\dots(171)$$

但し計算には、尙安全を見込み 960.0 とせり。

Δ = 電線の弛度、

T = 電線の張力、

W = 電線一尺の重量 = 0.223#

S = 電線の應力 = 一平方吋につき 150,000.# —— 100,000.#

A = 電線の横斷面積 = 0.0651^{sq}

今電線を計算するに先ち、

- (一) 電線に固着する冬期に於ける凍氷の厚さ。

- (二) 電線に受くる風力。

- (三) 電線の受くる温度の關係。

等を知悉せざるべからず、而して此の場合に於ては、幾多の實驗上、冬期に於ける凍氷の厚さを四分の一吋と假定す。然るときは毎尺に於ける電線の重量は、次の如し。

$$W = \frac{\left(0.327 + \frac{1''}{4}\right) \pi \times \frac{1''}{4} \times 62.5}{12 \times 12} = 0.2\# \dots\dots\dots(172)$$

而して此他に尙電線の重量〇・二二三封度は、垂直の下方に働くべく、之に毎平方呎につき三十封度の速力を以て壓する處の風壓力を加ふるときは、其の合成分力は次の如し。

$$R = \left\{ \left(0.327'' + \frac{1''}{2}\right) \times 0.05 \times 30.\# \right\} = 1.24\# \dots\dots\dots(173)$$

R = 合成分力

以上の一二四封度の風壓力は、横面に作用すべきを以て、其の合成分力は一二三〇

五封度 (1,305#) なりとする。

次に電線に對する張力は $T = \frac{Wd^2}{8\Delta} \dots\dots\dots (174)$ なる公式により求むることを得。

上式中

Δ = 電線の弛度、

W = 電線一呎の重量、

T = 電線の張力、

d = 徑間

今 Δ を 26.72 とせば、

$T = 6.026\#$ にして、鋼子の附近に於ける張力は $6.026\# + \frac{1}{2} = 6.630\#$ なりとす、

而して $AS = 0.065\text{sq}'' \times 102,000\# = 6,630\#$

なるを以て充分なりとす。

A = 電線の横斷面積、

S = 電線の應力、

然れども斯の如き過大の場合には、最も稀れなるを以て、安全率を僅少に取れり。次に氣候の變化に伴ふ電線の縮少等を考慮し、弛度を計算するに殆んど前記 26.72 を最大弛度と假定し得べきものとす、即ち氣候の變化を華氏百度とし、之に對する伸長係数を 0.00000675 とせば、

$$L = L \times 100.0 \times 0.00000675 \dots\dots\dots (175)$$

$$L = d + \frac{8\Delta^2}{3d} = 961.783 \dots\dots\dots (176)$$

$$L = 961.783 \times 100.0 \times 0.00000675 = 0.65$$

L = 電線の長、

L = 氣候の變化に伴ふ伸張、

L = 電線の總延長 = $L + L$

$$\therefore L = 961.83 + 0.65 = 962.48$$

即ち華氏百度のときに於て、電線の總延長は此の場合に於て、九百六十二呎四

八ならざるべからずと雖も、之夏季に於ける場合として、冬季結氷等の場合には之に反し、張力減少の結果、電線の縮少を來すを以て、之等を考察せば、弛度には多大の變化を生ぜざるものとし計算せり。

○鐵塔電柱の構造

本線架設用電線は、之を横斷すべき河川の幅員廣大なるを以て、左右兩岸に別紙圖面(圖面略す)の如き鐵塔を使用し、電柱に代用せり、而して之に使用せる材料は九十度軟鋼を用ひ、其の構造并に形狀及び寸法等は、別紙圖面(略す)の通りにして、最頂點に於て〇・三最下點に於て一・六五呎の空矩形をなし、最頂點より第一腕木及び各腕木間の垂直距離は各二呎とし、最頂點より一四・〇呎以下に於ては、各横桁間の垂直距離を十呎宛とす、而して最下梓横桁に限り、垂直距離を六呎とし、其の高さは頂點より最下位置の腕木まで十四呎、最下位置の腕木より洪水面まで七十四呎五、洪水位平水面上十四呎の内電柱建設地盤高八呎

五を控除し、地盤上までの總高は、

$$(14.0 + 75.5 + 14.0) - 8.5 = 94.0$$

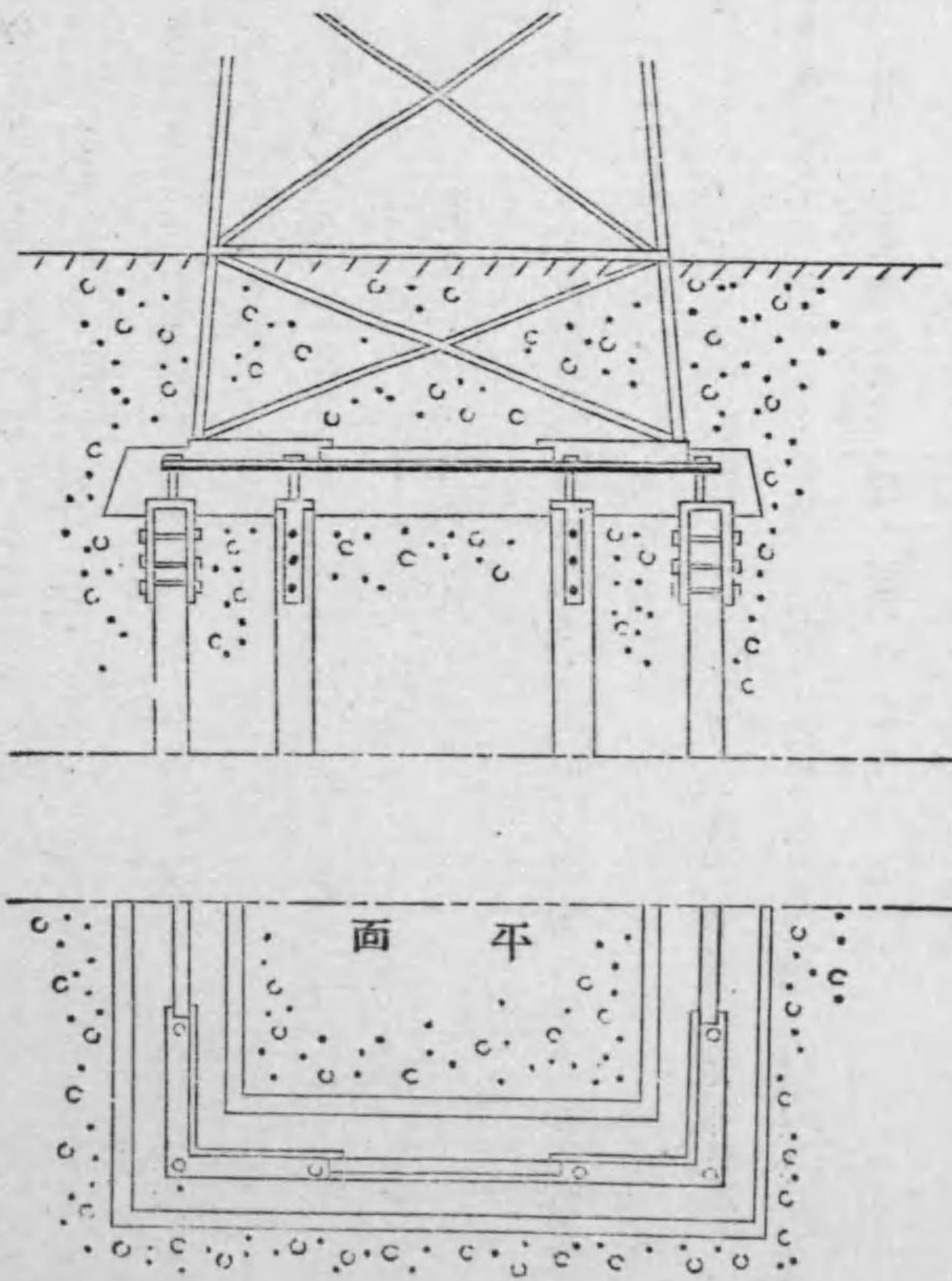
九十四呎にして、此の他に尙地盤以下六呎を埋設するを以て、鐵塔の總全高は百呎とせり。

$$\text{全高} = 94.0 + 6.0 = 100.0$$

○同上基礎工事

鐵塔を建設すべき基礎は、在來地盤より八呎を掘鑿し、之に長二十呎、末口八寸の松丸太を打込み、其の上に配合一・三・五のセメント、コンクリート_トを平均厚二呎幅三呎なる中空の方形を造り、之に鐵塔を建立す、其の取附けには、徑二吋の「ポルト」拾貳本を用ゆ、而して「ポルト」は地杭の上總て鐵板及び絞附「ポルト」を以て、第八十二圖の如く取り附くるものとす。

圖二十八第

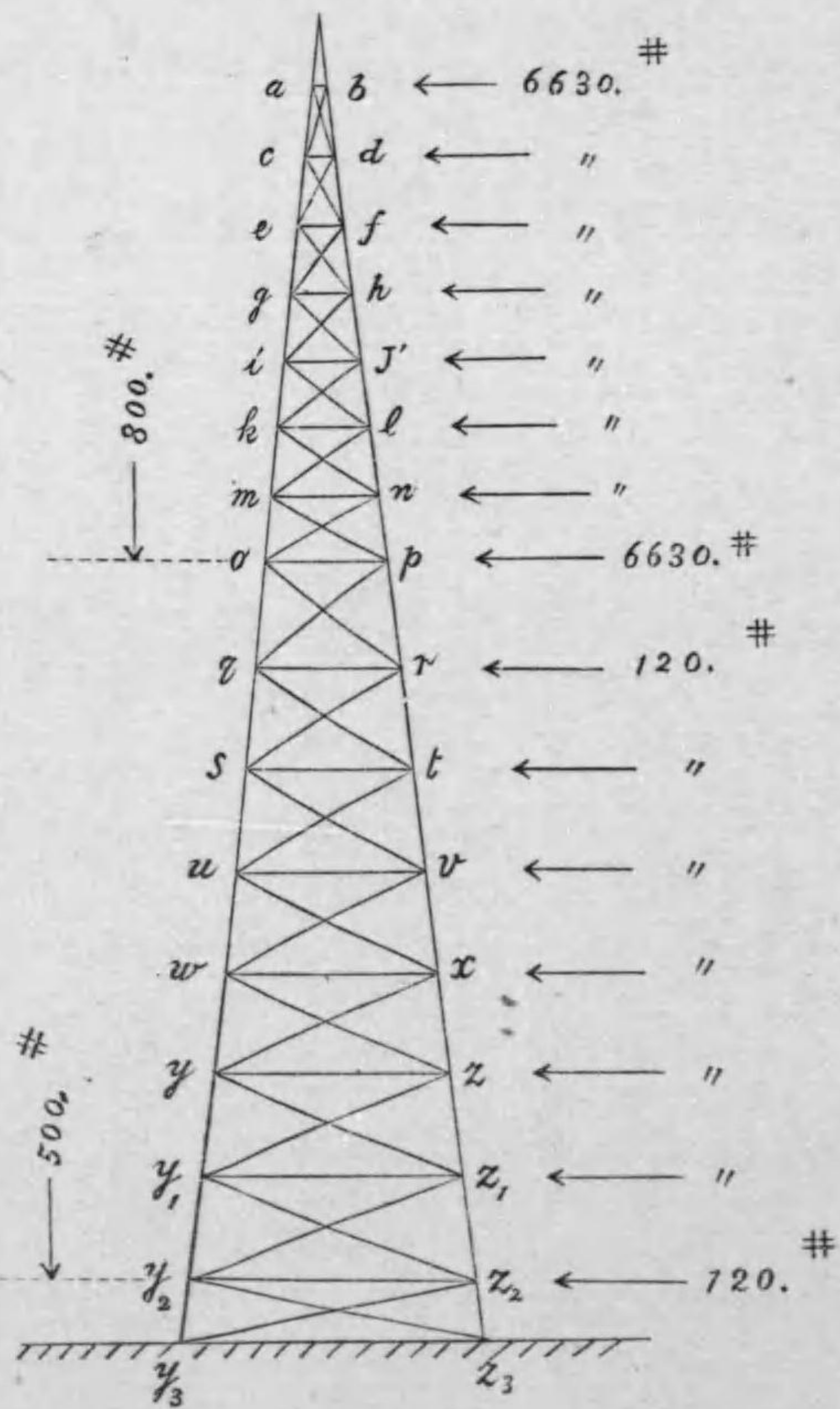


○鐵塔の計算

碍子及び支持點に於ける電線の張力は、六六三〇封度にして、本川横架徑間の次に位置する徑間に於ける張力は約五百封度にして、此の兩張力は互に反對の方向に働くを以て、鐵塔上に於ける碍子の支持力は、此の兩張力の差、即ち四六一三〇封度なりと雖も、鐵塔の安全を保する爲め、此の計算は六千六百三十封度を使用せり、而して此の六千六百三十封度の張力は、横面に各腕木上の碍子に b, d, f, h, j, l, n, p 等の點に作用するものとす。(第八十三圖、第八十四圖参照)

又 op なる桁以上に於ける風壓力及び鐵塔の重量は、各前顯の諸點に於ては、一〇〇封度、即ち六千六百三十封度に對して、僅々百分の二以内なるを以て之を省略せり、而して op なる横桁以下の靜荷重は、 $o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, y_1, z_1, y_2, z_2, y_3, z_3, y_4, z_4$ の各點に於て、五百封度と假定せり。

圖四十八第



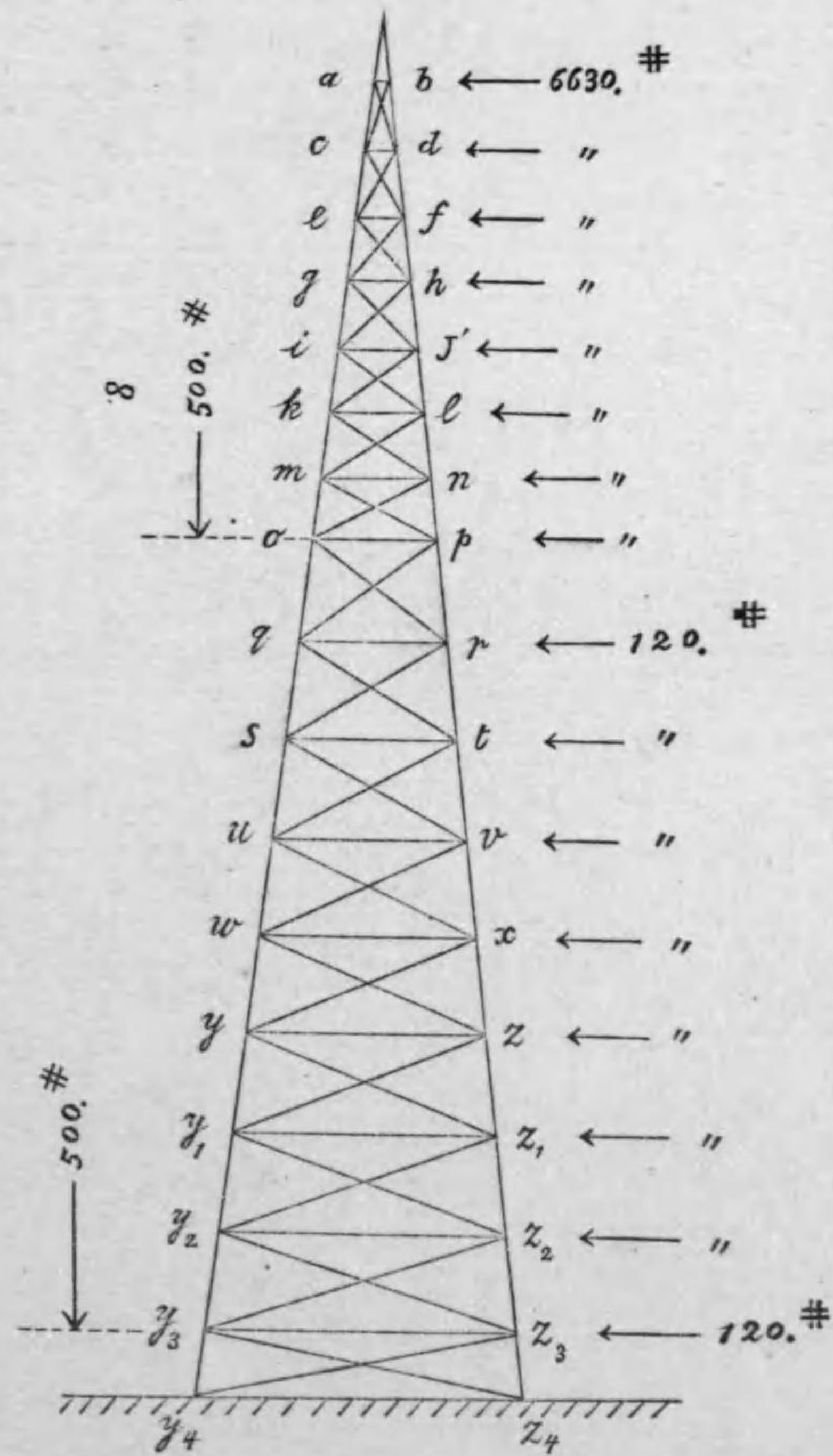
支流橫架鐵塔應力計算圖

(備考) 水平風力は、凡てabよりopに至る各點毎に六六三〇封度にして、其れ以下は一二〇封度、又垂直壓力は同上八百封度、其れ以下は五百封度とす。

〔第十四章 架空線及鐵塔の計算實例〕

(11011)

圖三十八第



本流橫架鐵塔應力計算圖

〔第十四章 架空線及鐵塔の計算實例〕

(11011)

風壓は $p, r, t, v, w, z, z_1, z_2, z_3$ の各點に於ては、百二十封度とせり、而して op 以上の静荷重として、 op 點に於て八百封度とせり。

○應力計算

鐵塔に於ける應力計算に於ては、 $ad, ef, eh, gj, il, kn, mp, or, qt, sv, wx, yz, yz_1, yz_2, yz_3$ 等の筋違ひを採れり、而して ab より ed 間の垂直距離を二尺以下、 op まで同一にして、 op より qr 間の垂直距離を十尺以下、 y_3 まで同一にして、其の下は六尺なりとす。
 一般の計算に就ては、今假りに q_8 なる桁の應力を求めんとする場合には、 rt, qt, sq なる各桁を通過して、1より2の「アイデールブレイン」を書き、 rt 及び qt の交叉點即ち t に於て、「モーメント」を計算し、次の方程式を得。

$$\begin{aligned}
 & -6630 \cdot (34' + 32' + 30' + 28' + 26' + 24' + 22' + 20') \\
 & -120 \cdot (20' + 10') - 800 \cdot (3.7' + 1.7') + 500 \cdot (0.85 + 2.85) \\
 & - 54 \cdot x = 0
 \end{aligned}$$

$$x = -266,824 \cdot \#$$

而して張力に應ずる桁は、 $\frac{P}{50,000 \cdot \#}$ にして、

$$\text{壓縮力に應ずる桁は、} \quad \frac{P}{A} = \frac{50,000 \cdot \#}{1 + \frac{I^2}{25,000 \cdot \#^2}} \dots\dots\dots (177)$$

$$I = \text{桁の長さ} \cdot (H^2)$$

$$H = \text{振動半徑、}$$

次に線路に直角なる鐵塔の各側面は、正面と同構造となせるを以て、前記計算の場合、以上の負荷重を受くることなしとす。

(第四十五表)

名稱	應力	材料	名稱	應力	材料
$ac \dots kd$	$+0n - 33,150 \cdot \#$	$2\frac{1}{2}'' \times 2\frac{1}{2}'' \times \frac{1}{2}'' \text{ 鋼材}$	s, d	$-11,880 \cdot \#$	$2\frac{1}{2}'' \times 2\frac{1}{2}'' \times \frac{1}{2}'' \text{ 鋼材}$
$ce \dots ds$	$+0n - 53,040 \cdot \#$	"	u, v	$-9,145 \cdot \#$	$2\frac{1}{2}'' \times 2\frac{1}{2}'' \times \frac{1}{2}'' \text{ 鋼材}$
$eg \dots fh$	$+0n - 99,560 \cdot \#$	"	w, x	$-7,472 \cdot \#$	"

gh.....hi	+ on - 106,080.#	5'7" x 3'7" x $\frac{5}{16}$ " 鋼	y ₁ a ₁	- 6,351.#	2 1/2' x 2 1/2' x $\frac{5}{16}$ " 鋼
ik.....ji	+ on - 132,600.#	" "	y ₁ z ₁	- 5,132.#	" "
km.....ln	+ on - 159,800.#	" "	y ₂ z ₂	- 3,912.#	" "
mo.....np	+ on - 185,640.#	4'7" x 4'7" x $\frac{1}{2}$ " 鋼	y ₁ z ₃	- 7,465.#	3'7" x 3'7" x $\frac{1}{2}$ " 鋼
og.....pr	+ on - 245,288.#	" "	y ₁ z ₄	- 9,520.#	1 1/2' x 1 1/2' 平鐵
qs.....rl	+ on - 265,546.#	" "	ad.....bc	+ 35,150.#	" "
su.....tu	+ on - 274,449.#	" "	cf.....de	+ 26,220.#	" "
uv.....wx	+ on - 288,650.#	" "	ch.....fg	+ 26,520.#	" "
yz.....aa	+ on - 288,602.#	4'7" x 4'7" x $\frac{1}{2}$ " 鋼	gi.....hi	+ 28,000.#	1 1/2' x $\frac{5}{16}$ " 鋼
bb.....cc	+ on - 296,897.#	" "	b.....j	+ 29,150.#	" "
dd.....ee	+ on - 304,656.#	4'7" x 4'7" x $\frac{5}{16}$ " 鋼	kk.....ll	+ 31,028.#	1 1/2' x $\frac{5}{16}$ " 鋼
ff.....gg	+ on - 306,600.#	" "	mm.....nn	+ 33,800.#	" "
hh.....ii	+ on - 307,000.#	1 1/2' x $\frac{3}{8}$ " 平鐵	oo.....pp	+ 36,700.#	3'7" 鋼
jj.....kk	- 1,000.#	" "	qq.....rr	+ 34,900.#	" "
ll.....mm	- 2,210.#	" "	ss.....tt	+ 18,800.#	" "
nn.....oo	- 5,304.#	" "	uu.....vv	+ 13,575.#	1 1/2' 鋼
pp.....qq	- 8,526.#	" "	ww.....xx	+ 9,646.#	" "
rr.....ss	- 11,801.#	" "	yy.....zz	+ 7,470.#	" "
tt.....uu	- 15,050.#	" "	aaa.....bbb	+ 6,212.#	" "
vv.....ww	- 18,385.#	" "	ccc.....ddd	+ 4,820.#	" "
xx.....yy	- 20,770.#	2 1/2' x 2 1/2' x $\frac{3}{16}$ " 鋼	eee.....fff	+ 7,615.#	" "
zz.....aaa	- 27,080.#	2 1/2' x 2 1/2' x $\frac{1}{2}$ " 鋼	ggg.....hhh		" "

表中 (ac...bd...gh...ii) を + on - に採りしは、風力の方向に依り (+) 又は (-) に働くものにして、計算には兩様に適合する様に採れり。
電線支持點用壓金に附したる (ブレース) の應力計算の際算入せず (前頁の構造圖參照)

○鐵塔の基礎計算

鐵塔足部(地下)即ち y_1 なる點に於て、 y_1 點に於ける全彎曲力率を求むるに、
5066,066 # を得たり而して鐵塔を顛倒する彎曲力率に對抗する爲め、 y_1 なる點に於て、鐵「ボルト」を使用し、更に其の「ボルト」を地下に打込みたる地杭に取附けたり。
鐵塔の自重は、即ち其の中心點に向て働き、鐵塔の顛覆に抵抗すると雖も、安全の爲めに此の力を本計算より除外せり。
今「ボルト」の力を x とせば、

$$16.5x = 5066,066 \quad \text{にして}$$

即ち $x = 307,000$ # なり而して之は兩側に於ける應力なるを以て、 y_1 或は y_2 の四隅の各點に於ての「ボルト」の應張力は、

$$153,500 \# \quad \text{なり。}$$

今各隅に各參本宛の「ボルト」を使用するとせば、其各「ボルト」の有効斷面は、

$$\frac{153,500\#}{3 \times 25,000\#} = 2,047\text{cm}^2 \quad \text{なり。}$$

但し鐵塔の應力は毎平方吋 25,000# とす、

依て此の有効斷面を保たしむる爲め「ボルト」の直徑は二吋とせり、而して之等各「ボルト」は平均直徑 0.79 有効の長 18.70 以上の松杭に接續するものにして、各杭は二十噸の摩擦力あるものとせば、

$$0.79 \times 18.70 \times 0.1\text{ton} = 25,000\text{kg}$$

の力を有するに至るを以て、前記の計算に對しては充分なりとす。

次に杭と「ボルト」の接續に關しては、次の如し。

杭の剪斷力に對する面積は、

$$10.78(0.8 + 1.5 + 2.2)1.97 = 580.2\text{cm}^2 \quad \text{なり。}$$

一平方吋につき二百五十封度の剪斷力を有するものとせば、

$$\frac{51,166\#}{250\#} = 204.7\text{cm}^2 < 583.0\text{cm}^2$$

又壓縮に對する面積は、

$$10.78 \times 1'' \times 3 = 32.0\text{cm}^2$$

$$\therefore 32.0\text{cm}^2 \times 2,000\# > 51,166\# \quad \text{なりとす。}$$

又横鉸附「ボルト」の徑は一時にして、杭の應壓力は 2,000.# とせり、次に鐵板の強力に對する斷面は、 $\frac{51,166\#}{50,000} = 1.02332$ 鐵板の厚さを $1\frac{1}{2}$ とするとき、全應壓力は次の如し。

$$\left(1'' \times \frac{1''}{2} \times 3 \times 2\right) \times 50,000\# = 150,000\# > 51,166\#$$

なりとす。

○腕木及碍子

腕木は四呎にして $\frac{5''}{8}$ の軟鋼鐵を使用し、鐵塔に鉸釘するものとす、次に碍子は二萬五千「ヴォルト」用茶臺形碍子を使用するものとす。

● 支流横架電線及鐵塔の計算

支流横斷架空線用電線は、本流同様特別高壓電力線六條及び電話線一條を架設するものにして、各線は何れもBWG十二番線七本撚鋼鐵線を使用す、而して其の柱間距離は百二十間とす。

○ 架線及弛度

電力線及び電話線は第八十一圖の如く配列し、其の弛度は最大十三尺八寸にして、徑間の中心に於て最大張力は六千〇三十二封度とし、電線相互距離及び電線の高さは、本流と同様に保たしむる爲め、最高電線の支持點に於ける高さは、地上六十七尺六寸とす。

$$45.0 + 13.8 + 5.5 + 3.3 = 67.6$$

○ 電線の計算

支流に架設すべき電線の徑間は、百二十間にして、便宜上之を尺に改算せば、七百二十尺なりとす。

$$d = 120.0 \times 6.0 = 720.0$$

Δ = 電線の弛度、 T = 電線の張力、

$$d = \text{徑間} = 720.0$$

$$A = \text{電線の横斷面積} = 0.0651 \text{ in}^2$$

$$S = \text{電線の應力} = 1 \text{ 平方吋につき } 102,000 \text{ lb}$$

$$W = \text{電線一尺の重量} = 0.223 \text{ lb}$$

而して風壓及び凍氷の厚さ等は、凡て本流の計算と同一なりとす。

即ち (172) 式により

$$W = \left\{ \frac{(0.327 + \frac{1''}{4}) \pi \times \frac{1''}{4} \times 62.5}{12 \times 12} \right\} = 0.2 \text{ lb}$$

にして、此の他に尙電線の重量〇・二二三封度は垂直の下方に働くべく、之に毎平方呎につき三十封度の速力を以て壓する處の風壓力を加ふるときは、其の合成力は次の如し。

$$R = \text{合成力} = \left\{ \left(0.327'' + \frac{1''}{2} \right) \times 0.05 \times 30. \right\} = 1.24''$$

以上の一二四封度の風壓力は、横面に作用すべきを以て、其の合成力は一二三〇五封度 (1.305'') なりとす。

次に電線に對する張力は、 $T = \frac{Wl^2}{8\Delta}$ なる公式により求むることを得。

$$\text{今 } \Delta = 13.8 \text{ とせば、}$$

$$T = 6032. \# \text{ にして、碍子の附近に於ける張力は、}$$

$$6.032 \# + \frac{1}{2} dW = 6,630. \# \text{ なりとす、}$$

$$AS = 0.0651 \text{ m}^2 \times 102,000. \# = 6,640. \#$$

なるを以て充分なりとす。

然れども斯の如き過大の場合には稀れなるを以て、安全率は僅少とせり。

次に氣候の變化等より生ずる電線の伸張の結果、張力の減少より生ずる電線

の縮少等を考慮し、弛度を計算するに、殆んど前記一三八を最大弛度と假定し得べきものとす。

即ち氣候の變化を華氏百度とし、之に對する伸張係數を 0.00000675 とせば、

$$L = L \times 100. \circ \times 0.00000675$$

$$L = d + \frac{8 \Delta^2}{3d} = 720.71$$

$$L = 720.71 \times 100. \circ \times 0.00000675 = 0.49$$

即ち華氏百度の時に於て、電線の總延長は七百二十一呎二にならざるべからずと雖も、之夏季に於ける場合にして、結氷の虞なきのみならず、電線伸長の結果、冬季に際して張力に多大の減少を來たし、従つて張力減少の爲め電線の縮少 $\left(\alpha = \frac{PL}{AE} \right)$ を來すを以て、之等を考察し、弛度には多大の變化を生ぜざるものと計算せり。

○ 鐵塔電柱の構造

本川架設用電線は、横斷すべき河川の幅員廣大なるを以て、左右兩岸に第八十一圖の如き鐵塔を建設せり、而して之に使用せる材料は、九十度軟鋼を用ひ、其の構造并に形狀及び寸法等は別紙圖面の如く(略す)最頂點に於て○三最下點に於て十四呎の空矩形をなし、最頂點より第一腕木及び以下各腕木間の垂直距離は各二呎とし、最頂點より十四呎以下に於ては、各横桁間の垂直距離を十呎づゝとす、而して最下梓横桁に限り、垂直距離を三呎六吋とし、其の高さは頂點より最下位置の腕木まで十四呎、最下位置の腕木より洪水面まで六十二呎、一、洪水位平水面上十四呎の内電柱建設地盤高八呎五を控除し、地盤上までの總高は、

$$14.0 + 62.1 + 14.0 - 8.5 = 81.6$$

にして、尙地盤以下六呎を埋設するを以て、鐵塔の全高は八十七呎六吋なりとす。

$$\text{全高} = 81.60 + 6.0 = 87.6$$

○同上基礎工事

本川に於ける基礎の構造及び鐵塔取附方法等は、凡て前項記載せる本流の場合と同一なりとす。

○鐵塔の計算

鐵塔の構造は總て本流の分と同様にして、唯其の高さの短きだけ其の脚部を切り上げたるのみなるを以て、總てに對する應力其他の計算は、總て本流のものと同じのものを採用するを以て、之を省略せり。

○鐵塔の基礎計算

鐵塔脚部(地下)即ち μ なる點に於て、 μ 點に於ける全彎曲力率を求むるに、 $4373.078 \#$ を得たり。

鐵塔を顛倒する彎曲力率に對抗する爲め、 μ なる點に於て「ボルト」を使用し、更に其の「ボルト」を地下に打込みたる地杭に取り附けたり、而して鐵塔の自重は、前項本流に於ける場合と同様之を除外せり。
今「ボルト」の抵抗力を P とせば、

$$14.0x = 4,373,078 \#$$

$$\therefore x = 312,362 \#$$

なり、而して之は兩側に於ける應力なるを以て、 μ 又は μ_2 の四隅の各點に於ての「ボルト」の應張力は、 $156,181 \#$ 也す。

各隅に各三本宛の「ボルト」を使用するとせば、其の各「ボルト」の有効斷面は

$$\frac{156,181}{3 \times 25,000 \#} = 2,082 \text{ cm}^2 \text{ なりとす。}$$

依て此の有効斷面積を保たしむる爲め、「ボルト」の直径は二吋とせり、而して之等各「ボルト」は平均直径 0.79 有効長 18.70 以上の松杭に接續するものにして、之等に對する磨擦力及び取附鐵物の強力并に鐵具に對する強度等は、凡て前項計算に係る本流に於ける場合と同様につき、之を省略す。

○腕木及碍子

腕木及び碍子とも、何れも本流に於けるものと同一につき省略す。
以上計算の結果次の設計書を作成す。

○架空線用鐵塔建設設計實例

一鐵塔四基 但し本流及び支流へ架線用

此工費金八千圓也

但し一基につき金貳千圓

右内譯

種類	品目	長	厚、幅、 末口	數量	單價	金額	摘要
堀	土砂			七五坪	三,〇〇〇	二二五,〇〇〇	地形堀鑿用
地形杭	松丸太	二四.〇	五〇.八	二四本	三,五〇〇	八四,〇〇〇	地形用

地形杭	松丸太	二四、〇	本	〇、八	二四本	三、五〇〇	八四、〇〇〇	地形用
電柱	鐵塔	高 百尺	二基		二基	一、六四八、〇〇〇	一基に付附屬鐵具一式千三十箇目	
同	同	高 八八尺	二基		同	一、四二四、〇〇〇	同上に付き八	
同	茶臺形		三二個		三二個	三三〇、〇〇〇	鐵塔腕へ取附	
同	同		三二個		三二個	三三〇、〇〇〇	同	
電線	BWG		八四〇〇尺		八四〇〇尺	六三〇、〇〇〇	十二番七本鐵線	
同	同		六三〇〇尺		同	四七六、二五〇	同	
基地形	砂利		八坪		一〇、〇〇〇	八〇、〇〇〇	平均厚一尺	
基礎	「コンクリート」		一〇坪		九〇、〇〇〇	九〇〇、〇〇〇	一、二、四の配合	
建設費			四個		二五〇、〇〇〇	一、〇〇〇、〇〇〇	鐵塔四基分	
架線費			四個		二五〇、〇〇〇	一〇〇、〇〇〇	同	
危險表示札			四基		一〇、〇〇〇	四〇、〇〇〇	同	
鐵材銷止			四基		一〇、〇〇〇	一二〇、〇〇〇	同	
雜費			四基		三〇、〇〇〇	五四八、五七〇	同	
計						八、〇〇〇、〇〇〇		

第三編 水力電氣起業大要

以上は水力電氣設計に關し必要なる項目にして、之により設計を爲すことを得べしと雖も、尙參考として是等起業に關し必要なる事項を掲げ、併て簡單なる實例を示さば次の如し、而して水力電氣起業出願に關しては、明治四十二年十月二十一日附農商務省電氣局の内訓に基き、次の様式によるべし。

○水力電氣起業に關する必要事項

第一項 電氣起業概要。

- 一 起業者の氏名。
- 二 起業の目的。
- 三 供給區域又は鐵道若しくは軌道經過地、并に其の圖面縮尺二十萬分二
- 四 發電力(ワット數)

第二項 水路工事。

- 一 河川名并に取入口并に放水路の位置。
- 二 使用水量毎秒時につき立方尺(湧水時の水量を超過して水を使用せんとする場合は、其の事由を附記し、若し又灌漑用水其他の水利に影響を有する場合には、参考として之に要する水量其の他の関係をも記載すること)。
- 三 有効落差。
- 四 馬力數使用水量及び有効落差より計算したる理論馬力數。
- 五 水路工事説明大要。
- 六 水路豫測圖縮尺二百分の一以上とし、取入口、水路、發電所、放水路の位置を記載すること)。

第三項 使用河川の水量測定。

- 一 流域の面積并に圖面(縮尺約五萬分の一乃至二十萬分の一)。

- 二 流域に於ける殖林狀態、裸地、耕地、林野の面積歩合等)。
- 三 雨量觀測表(附近觀測所の調査にして、成るべく五年以上に渉るもの)。
- 四 水路工作物附近に於ける流量の測定、其の方法及び時期并に測定場所の横断面圖(測定はなるべく前後地形同一の場所を撰み、異りたる數種の方法により、其の湧水時に於て數回之を行ふこと)。
- 五 發電所及び取入口附近に於ける最高、最低及び平水位。
- 六 使用河川の勾配及び河床(取入口の上流一千間の地點より、放水路の下流一千間の地點に亘る、使用河川本流の勾配并に其の河床の狀態を記載すること)。

但し水量測定に關する擔當技術者名を附記することを要す。

第四項 工事費概算書別紙様式による)

但し命令書を下附する場合には、命令書按の全文を附記することを要す。

工事費概算書様式

工事費概算書

項	目	數量	單價	金額									
					創 立 費	發 電 水 路 工 事 費	用 地 費	取 入 口 費	開 渠 費	餘水吐、土砂吐其他水路附 屬工事費	水 槽 費	鐵 管 費	放 水 路 費

第五項 水力電氣出願に關しては左の書類及び圖面を具備すべし。

- 一 出願書。
- 二 工事計畫説明書。
- 三 工事設計書。
- 四 流量計算書。
- 五 總工費豫算書并に起業計畫收支概算書。
- 六 用水路及び本流附近平面圖。
- 七 用水路縱斷及び横斷面圖。
- 八 本流縱斷及び横斷面圖。
- 九 排水溝及び餘水吐溝縱斷及び横斷面圖。
- 一〇 貯水池及び堰堤の構造圖。
- 一一 取入口及び發電所設計圖。
- 一二 鐵管設計圖及び位置縱斷面圖。

- 一三 木樋水門等の構造圖。
- 一四 隧道構造圖。
- 一五 其他工事上必要なる計畫構造圖。

第十五章 水力電気設計實例

水力電氣の計畫に關し、之が實例を示さば次の如し。

○大瀧川水力電氣工事計畫説明書

一本設計に要する水路は、河内郡神戸村大字大瀧地内に於て水路を新設し、大瀧川より流水を引入れ、同地内に發電所を設け、水力を利用して電力を起し、高砂町及び千歳町に變壓配電所を設け、廣く高砂町、千歳町、太田町の電力及び金内部内の動力需用に應ずるの目的を以て、實地調査の結果計畫するこゝと左の如し。

取入口附近に於て、明治四十五年三月以來數回流量實測の結果、別紙計算書の通り一秒時間につき十四立方呎七を得たり。(三三〇頁參照)

十數年の實驗及び里人の云ふ所によるも、本川は最濁水の場合に於ても、水面は殆んど大差なしと云ふ、故に本計畫に於ては濁水を見込み、一秒時間につき十三立方呎を用ふる事とせり、而して本設計水路區域は全部山間地なるを以て、少しも用水等には關係せず、水路の延長は一千〇四十六間二分にして、勾配は凡て二千五百分の一とす。

一 低水位に於て、取入口より放水口までの本流落差は、四百九十六呎一五なり、又馬力は種々の損失落差等を除き、別紙計算書の如く、水車軸に於て實に五百二十五馬力六なりとす。(三四二頁參照)

一 測點第一號に於て、低水面上二尺五寸の高さまで堰堤を設け、其の長は三十四尺八五、馬踏三尺、川上の勾配は二分五厘、川下の勾配は一割五分にして、圓弧を以て河床盤岩に取り附け、凡て間知石練積とし、充分岩盤に達せしめ、コ

ンクリート」を以て裏詰とす。

一 測點第一號より第三號までは、岩盤なるを以て開渠とし、水路床は間知石を以て敷均し、モルタル目筋とし、敷は低水位と同じく底面幅二尺五寸、側壁勾配二分五厘にして、高さは堰堤上面と同一にして、水位は自然的に加減せしむるものとす。

一 測點第三號に於ては、木造門扉を設け、水路内に流入する水量を加減するの目的を以て、巻揚機的作用により其の開閉を容易ならしめ、且つ角落を設け排水に便す、又鐵製塵除を設け塵埃の流入を防ぐものとす。

一 餘水吐は底面幅二尺五寸、兩側勾配二分五厘、高さ二尺五寸、延長八間にして凡て間知石積とし、餘水及び土砂を排泄せしむ。

一 第三號及び第四號間は、隧道にして、長十間、岩質硬堅なるを以て掘り放しとし、木樋を嵌入するに充分の断面とし、幅四尺五寸、高三尺五寸にして、上部は半徑二尺五寸の半圓形「アーチ」形とし、戸當り三尺の間は幅二尺五寸、側壁の

高さ二尺五寸、半徑一尺三寸の半圓弧形の「アーチ」とし、凡て切石を以て築造す而して隧道内に嵌入すべき木樋の大きさは、内法幅二尺五寸、高さ二尺四寸とす。

一 第七十三號貯水池に至る間は、内法幅二尺五寸、高さ二尺四寸、水深二尺の割を以て木樋を築造し、且つ夏期に於ける水量の蒸發及び冬期に於ける積雪の侵入を豫防するの目的を以て、隧道を除くの外、全水路は凡て木材を並列して被覆す。

一切取りに於ける勾配は、岩質なるを以て、凡て二分五厘とせり。

一 第三十號と第三十一號との間は、長十間の隧道とし、其の大きさは木樋の嵌入するに適する程度とし、幅四尺五寸、高さ三尺五寸、上部は半圓弧形「アーチ」形とす。

一 第三十六號と第三十七號の間は、徑間九尺の掛樋を架設し、谷川を横斷せしむ。

一 第七十五號に設くる貯水池は、幅四尺、長さ六尺、深五尺にして、底面は木樋、底面より三尺下とし、凡て「コンクリート」を以て築造す、而して其の開閉に關しては、木造門扉により、巻揚機的作用により之を自由ならしむ、又其の入口には鐵製の塵埃除けを備へ、塵芥の流入を防ぐものとす、而して排泄溝即ち放水路は凡て間知石積とし、所々に階段を設け水勢を減殺し、附近谷川に放水せしむ、而して放水路終點の谷川は幅二間、長五間通りを間知石にて張石をなし床固めとす。

一 鐵管は貯水池底上一尺に管の下部を置き、凡て鋼鐵製にして、内徑一尺四寸、長さ一千百十三尺、厚さ十六分の三吋より二分の一吋に至り、銕は四分の三吋のものを用ひ、「コンクリート」擁壁により、其の滑落を防ぎ、人孔土砂排泄孔を備へ、監視井に土砂の排泄に便ならしめ、適宜の屈曲と「エキスパンションジョイント」を設け、寒暖の差より起る伸縮を加減す、而して發電所内本流低水面上十八尺四寸に車軸を有する水車に連結し、使用後の水は鋼鐵放水管

により放水路に流下して、本流に放水せしむ。

一 放水管下流二十九尺五寸三分の間は切取隧道にして、幅三尺高三尺にして、半徑一尺四寸の半圓形「アーチ」とし、敷は低水面下二尺とし、凡て「コンクリート」を以て築造し、勾配を二千五百分の一とす。

一 發電所は神戸村大字大瀧地内に設け木造とし、水車、調整機、發電機、勵磁機、配電盤を備ふ。

一 水車は「アクション」式「スファンクルーゲダービン」形にして、五百實効馬力にして、水は「ノツブル」より水車に入り、排泄管を経て下流に放流するものとす。

一 調整機は「メカニカルガバナ」にして、水車の回轉を調整一定す。

一 發電機は一萬「ヴォルト」田磁回轉交流三相式五十「サイクル」にして、水車を直結回轉す。

一 配電盤は大理石にして、電壓計、電流計、避雷器、漏電計、開閉器等を備ふ。

一 送電線路はBS.二番裸銅線を用ひ、人家に接近し、又は道路を横斷する箇處は

完全なる保護網を用ひ、電柱は杉丸太長三十六尺、末口七寸以上とし、碍子は特別高壓三重碍子を用ゆ。

一 變壓配電所は、高砂町及び千歳町に設け、變成器、配電盤を備へ配電す。

○ 本流に於ける流量計算

本計畫に關する水量は、明治四十一年以來、各取入口附近に於て實査する數年間十數回の内、最少測定量にして、次の如し。

即ち本川は別紙實測縱斷面圖に示すが如く、圖面省略平均十五分一内外なる急勾配にして、全川に涉り小瀑布の状態なるを以て、過水堰の公式を用ひ、次の如く計算せり。

$$Q = \frac{2}{3} C b h \sqrt{2gh}$$

$$= \frac{2}{3} \times 0.6059 \times 6.0 \times .83 \sqrt{2 \times 32.2} = 14.7$$

$$C = \text{係數} = .57 + \frac{b}{10B} = .57 + \frac{6}{10 + 16.7} = 0.6059$$

$$b = \text{過水口の幅} = 6.0 \quad B = \text{河幅} = 16.7$$

$$g = \text{加速度} = 32.2 \quad Q = \text{所要流量}$$

$$h = \text{水頭即ち水平面までの深} = 0.83$$

以上計算の結果、本川に於ける流量は毎秒時につき十四立方呎七を得たり、然るに實地の狀況は河床全體砂石及び轉石等なるにより、堰の下側よりの漏水及び計算上加入せざる接近速度を見込み、十三立方呎として、別紙の通り諸計畫をなす。(別紙略す)

尙參考として、曾て臨時發電水力調査局長野出張所に於て施行せる、流量測定に關する内規を示さば、次の如し。

○ 流量測定法

一 總則及横斷線。

流量は各水力地點取入口附近に於て、流身一定せし場合を撰み之を測定す、測定法を分て堰測、流速計測法、浮子測法、公式測法の四種とす、平水位以下に於ては堰測法、流速計測法(但し前記の方法を用ひること能はざる時は、浮子測法を用ゆることを得を用ひ、最精密に其測定をなす。)

流量測定地點に於ては、流身に直角に横斷線を設定し、洪水面上に木杭を埋設し、之れが保存に供す、水深測量の水平距離は、三尺乃至六尺を標準とし、河底に岩石の出入する所にありては、充分精密に其形狀を測量す。

水平距離を定むるには、次の方法に依る。

- (一) 綱に依る方法。
 - (二) 橋上よりする方法。
 - (三) 「トランシット」に依る方法。
 - (四) 交切整定線に依る方法。(Method of Intersection)
- 通常は(一)(二)の方法によるものとし、(一)(二)の用ひられざるときは、(三)又は(四)の

方法を用ゆるものとす。

二 流量測定方法。

第一堰測法。

水系小にして堰を設置し得る場合には、堰測法を用ひ測定をなす、堰の開口は矩形にして、三邊銳角の縁を有するもの、且つ次の條件を具備するを本則とす。

- (イ) 水頭は三寸乃至三尺たるべし。
- (ロ) 水頭は堰の處に於て、水深の四分の一以下たるべし。
- (ハ) 堰開口の幅は水頭の三倍以上たるべし。
- (ニ) 堰の幅は水頭の九倍以上たるべし。
- (ホ) 堰の上流に於ける河川の横斷面積は、少くなくとも堰開口の七倍以上たるべし。
- (ヘ) 堰の上流に於ける流速は少なるべく、且つ流水平靜なる場所たる

べし。

- (ト) 堰は河流に直角なるべし。
- (チ) 堰は水平なるべし。
- (リ) 透水を防ぐべし。
- 上圖中(A)は堰の断面。
- (B)は平面。

流量は次の公式により測定す。

$$Q = 3.33(l - 0.2H)^2 \dots\dots\dots (178)$$

Q = 流量(毎秒立方尺)

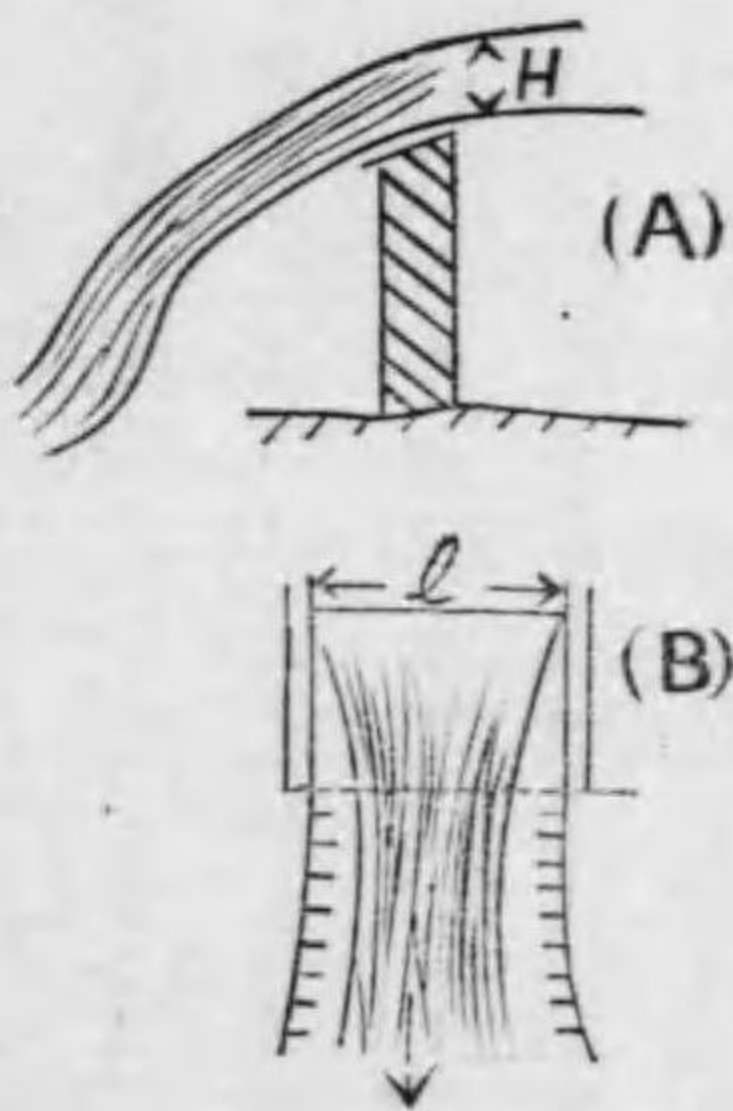
l = 堰開口の幅(尺)

H = 堰の上端に於ける水深。

水頭は上流六尺以上の處に杭を打ち、尺度を附して測定す。
 前條の諸條件を具備せず、近接速度を認むる場合は、左の公式により流量を計算すべし。

$$Q = 3.33(0.2H) \left\{ \left(H + \frac{v^2}{2g} \right)^{3/2} - \left(\frac{v^2}{2g} \right)^{3/2} \right\} \dots\dots\dots (179)$$

圖五十八第



(當出張所管内にては、堰を用ひ測定したるものなし)。

第二流速計測法。

流速計は流速一尺以上の場所に用ひ測定せんとするときは、水平距離六尺毎に垂線を下し、水深五寸乃至一尺毎に其の流速を測定す、流速計を使用するときは、一點に於て其読み時間は六十秒時以上とす。

流速計の使用は、場所の状況に依り左の方法による。

- (イ) 渡渉して測定する方法。
- (ロ) 舟筏上より測定する方法。
- (ハ) 橋上より測定する方法。
- (ニ) 索繩に依り測定する方法。
- (イ) 又は(ロ)の方法による時は、流速計は身體又は舟筏上より一尺以上、上流に置くべし、各垂線に於ては水面より水深六割に相當する位置の流速を測定すべし、器械は時々之を検査し、係數に異動なきやを検すべし。

第三浮子測法。

浮子は表流浮子、若くは桿浮子とす。

浮子を用ひて流量を測定せんとするときは、河川横断面略一様にして、浮身直線をなす場所を撰む、測法は浮子を流すべき區間の、上流下流兩點に河身と直角をなす二個の横斷線を定め、各横斷線上に測竿其他の目標を立て、各線上に一人宛計測者を置き、相互に信號して、各浮子が各線を通過せし時間を測定すべし、上下二線の距離は五十尺以上、通過時間は三十秒時以上たるべし、且つ浮子は上流横斷線の上流約五間の處に於て、横斷線の内數個所に流すものとす。

表流浮子によりて得たる流速は、通常之に〇・八を乗じて平均流速とす。

風向其他の影響あるときは、特に其の係數を定むべし。

桿浮子を用ゆる時は、左式によりて平均流速を算定すべし。

$$V_m = V_f \left(1.012 - 0.116 \sqrt{\frac{d}{d_1}} \right) \dots\dots\dots (180)$$

上式中

V_f = 測定流速 (毎秒尺)

V_m = 平均流速 (毎秒尺)

d = 水深 (尺)

d_1 = 桿浮子の下部より水底迄の深 (尺)

但し d は水深の $\frac{1}{4}$ より大なるべからず。

第四公式測法。

公式測法により流量を測定せんとするときは、横斷面一様にして、流身一直線をなし、且つ河底の勾配一樣なる所を撰むべし。

水面勾配は横斷附近五十間以上に亘り、精密に之を測定す、流速は左の二式により算定し、其結果を平均して之を平均速度とす。

$$(1) \quad V_m = \frac{87}{0.5505 \times \frac{m}{\sqrt{R}}} \times \sqrt{RS} \dots\dots\dots (181)$$

$$(II) \quad V_m = \frac{1.8166 + 41.782 + \frac{0.0082}{S}}{1 + \left(41.782 + \frac{0.082}{S}\right)^{\frac{1}{n}} \sqrt{RS}} \dots\dots\dots (182)$$

上式中

R = 動水平均深^(R)

V_m = 平均速度^(毎秒R)

S = 水面勾配。

m = (I)式に於ける係数。

n = (II)式に於ける係数。

右の係数は次の値を使用す。

$m = 1.0 - 2.0$

$n = 0.03 - 0.05$

流量測定地點を肝要なるものと普通なるものと二種に區別し、肝要なる流量測定地點を甲種流量測定地點、又は略して甲種地點と稱し、普通なる流

量測定地點を乙種流量測定地點、又は略して乙種地點と稱す。

甲種地點に於ては、一年間に各水位に於て、三十回以上測定をなし表を作製し、以て流量曲線資料とすべし。流量曲線は左記二式の一に準じべきものにして、各水位に對する流量を用ひ、次の式中の(a)(b)(c)なる常數を定むべし。

$Q = a(b+x)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (183)$

$Q = a + bx + cx^2 \dots\dots\dots (184)$

上式中 Q = 流量。 x = 水位。

○ 鐵管の計算

鐵管は、次の各損失水頭を計算し計畫せり。

一 鐵管内の流水平均速度の計算。

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{3} \times \frac{1}{\pi d^2} = \frac{13.0}{3} \times \frac{1}{0.7854 \times 1.5 \times 1.5}$$

$$= 4.333 \times \frac{1}{1.767150} = 4.333 \times 0.566 = 2.452478$$

上式中 d は鐵管の内徑にして……………一・五呎。

V は鐵管内の流水平均速度。

A は鐵管の面積…………… $\frac{\pi}{4}d^2$

Q は各水車に要する水量……………一三立方呎。

二 鐵管内各摩擦の爲めに失ふ水頭。

$$h_f = \left(0.144 + \frac{.01716}{1\sqrt{V}} \right) \times \frac{l}{d} \times \frac{V^2}{2g}$$

$$= \left(.0144 + \frac{.01716}{0.5} \right) \times \frac{1113.0}{1.5} \times \frac{6.25}{64.4} = 5.455$$

上式中 l は鐵管の長……………一一一三呎。

g は加速度……………三二・一〇。

三 速度の爲めに減損せらるゝ處の損失水頭。

$$h_v = \frac{V^2}{2g} = \frac{2.5 \times 2.5}{2 \times 32.2} = \frac{6.25}{64.4} = 0.097$$

996 (Mr)
24
51
34
UR

四 鐵管の入口に於て減損する水頭。

$$h_e = h_v \times \frac{1}{2} = 0.097 \times \frac{1}{2} = 0.0485$$

以上計算の結果、鐵管内に於て減損せらるゝ處の總水頭は次の如し。

$$h_f = 5.455 \quad \text{即ち鐵管内に於て減損せらるゝ處の總損失水}$$

$$h_v = 0.097$$

$$h_e = 0.0485 \quad \text{頭は五六〇一呎なりとす。}$$

● 落差及馬力の計算

理論上の落差即ち取入口と放水口との本流に於ける落差は、四百九十六呎なるを以て、此の中より前記の損失水頭を減ずるときは、有効落差を得、即ち次の如し、而して此の場合に於て取入口に於ける堰堤の高を二尺五寸とせるを以て、

$$H = (496.0 + 2.5) - 5.60 = 492.9 \dots \dots \dots \text{有効落差。}$$

次に理論上の馬力は左の如し。

$$H.P. = \frac{H \times Q \times W}{550} = \frac{492.9 \times 13.0 \times 62.5}{550} = 728.3$$

即ち理論上の馬力は、一分時間につき七百二十八馬力三とす。

而して水車軸に於ける實用馬力は次の如し、此場合に於て水車軸は放水口低水面上十八尺五寸とし、水車は「アクションダービン」式を用ひ、其の能率を七五「パーセント」せば、

$$HP. = \text{實用馬力} = \frac{(H-18.5) Q \times W}{550} \times 0.75$$

$$= \frac{474.4 \times 13.0 \times 62.5}{550} \times 0.75 = 525.6$$

即ち實用馬力は、五百二十五馬力六なりとす。

○新水路に於ける流量の計算

新水路は矩形木樋とし、其の断面は次の如し。

b = 木樋の内法幅 = 2.6

h = ” ” 深 = 2.0

A = ” ” 断面積 = $b \cdot h = 2.6 \times 2.0 = 5.2$

P = 濕潤周界 = $2.6 + (2.0 \times 2.0) = 6.6$

但し水の深を 2.0 とせるを以て。

R = 動水平均深 = $\frac{A}{P} = \frac{5.2}{6.6} = 0.788$

n = 摩擦係數 = 0.01 S = 水面勾配 = $\frac{1}{2500} = 0.0004$

V = 流水平均速度. C = 係數にして次の如し。

$$C = \frac{1.811}{1 + \frac{n}{\sqrt{R}}} + 41.65 + \frac{0.00281}{S}$$

$$= \frac{1.811}{1 + \frac{0.01}{\sqrt{0.788}}} + 41.65 + \frac{0.00281}{0.0004}$$

$$\begin{aligned} & \frac{1.811}{0.01} + 41.65 + \frac{0.00281}{1} \\ & = \frac{181.1 + 41.65 + 0.00281}{\frac{1}{2500}} = 149.0 \end{aligned}$$

$$\therefore V = C \sqrt{RS} = 149. \times \sqrt{0.788 \times \frac{1}{2500}} = 2.643$$

$$Q = V.A. = 2.643 \times 5.2 = 13.75 \text{ (毎秒立方呎)}$$

● 掛樋の桁及甲蓋の計算

甲蓋一本の大きさは、長三尺五寸、幅五寸、厚二寸にして杉材とし、杉一立方呎の重量を二十五封度とせば、其の重量は次の如し。

$$W' = lbh \times 25. \# = 3.75 \times 0.5 \times 0.2 \times 25. \# = 8. \#75$$

又雪の重量は一立方呎につき、一〇封度とせば次の如し。

$$W'' = 3.75 \times 0.8 \times 10. \times 9 = 252. \#$$

$$\therefore W = W' + W'' = 8.75 + 252. = 260. \#75$$

$$B.M. = \frac{Wl}{8} = \frac{260.75 \times 3.75 \times 12}{8} = 1369. \# \#$$

$$b = 0.5 \text{ 寸} = 0.6 \text{ 吋} \text{ と假定せば、}$$

$$h = \sqrt{\frac{1369.0 \times 12}{6 \times 900}} = 0.88 \text{ 吋}$$

故に甲蓋の幅五寸、厚二寸を用ゆれば充分なりとす。

次に掛樋に對する桁の計算は次の如し。

甲蓋の重量	= 9 × 0.5 × 0.2 × 3.5 × 25. #0	78.8
樋押の ”	= 3 × 0.3 × 0.3 × 4.5 × 25.0	31.4
樞木の ”	= 6 × 0.3 × 0.3 × 2.7 × 25.0	36.5
枕木の ”	= 3 × 0.5 × 0.7 × 5.0 × 25.0	131.3
側板の ”	= 2 × 0.2 × 0.25 × 9 × 25.0	225.0

底板の重量 = $2 \times 3 \times 9 \times 25.0$ 135.0
 「ボールド」の ” = 6×6.171 (「チ」ト共) 37.0
 水の ” = $2.6 \times 2.0 \times 9. \times 62.5$ 2925.0
 雪の ” = $10.0 \times 4.5 \times 9. \times 5.0$ 3645.0
 桁の ” = $2. \times 0.6 \times 0.85 \times 9. \times 25.0$ 229.5
 振留の ” = $3 \times 0.3 \times 0.3 \times 2.9 \times 25.0$ $\frac{9.6}{7493.1}$ (+
 7493.1(封度)

$$B.M. = \frac{W}{2} \times \frac{12 \times 9}{8} = \frac{74931}{8} \times \frac{108}{8} = 50578.4$$

b = 桁の幅 = 0.6 寸 = 0.716 呎 と假定せば、

$$h = \text{桁の厚} = \sqrt{\frac{50578.4}{900} \times \frac{12}{7.16}} = 9.706 = 0.813 \text{ 呎}$$

P = 杉一平方呎に對する破壊係數 = 9000.#

F = 安全率 = 10.

$$\therefore \frac{P}{F} = \frac{9000}{10} = 900.#$$

以上計算の結果、掛樋の桁は、幅六寸、厚八寸五分なりとす。

○ 總工費豫算書

一金三五〇〇〇〇〇	總資本金
内 譯	
二〇〇〇〇〇〇〇	測量設計費
四〇〇〇〇〇〇	創立費
四、八六六、八六〇	土工費
八七六、二三八	堰堤築造、水路費
二八二、七一四	整調水門、伏設費
二〇四、七〇二	餘水吐用角落其他
二八、四七五、六四〇	水路木樋工費
二七、九五六	掛樋臺伏設費

二、九六七・九一〇	貯水池及び放水費
二、九三六・三六〇	鐵管伏設費
六、一〇四・二九七・六	發電所及び放水路費
二〇、二三八〇	用地費
七、四〇〇・〇〇〇	送電線路費
三、八〇〇・〇〇〇	變壓配電所費
三〇、〇〇〇・〇〇〇	町内饋電線路費
五、〇〇〇・〇〇〇	試驗器具費
五、三〇〇・〇〇〇	電話費
七、〇〇〇・〇〇〇	運送費
二、四〇〇・〇〇〇	引込及び室内取附費
四、九〇一・六二六・四	豫備費
計三五〇、〇〇〇・〇〇〇	

○起業計畫收支概算表

収入の部

三〇、〇〇〇・〇〇〇	點燈料十六燭光三千燈分 但し一ヶ月料金一圓
三、八四〇・〇〇〇	動力使用料 ^二 百馬力 但し一ヶ月一馬力金十六圓
一、六〇〇・〇〇〇	雜收入

合計金七〇、〇〇〇・〇〇〇

支出の部

二、一六〇・〇〇〇	俸給及び雜費
一、八〇〇・〇〇〇	水路維持費
三、〇〇〇・〇〇〇	電線路維持費

五、六〇〇〇〇〇〇……………諸税
 六、四〇〇〇〇〇〇……………雜費及び消耗品費
 計三八、四〇〇〇〇〇〇

差引

五八、八〇〇〇〇〇〇……………純益金

内

三、〇〇〇〇〇〇〇……………法定積立金

六、〇〇〇〇〇〇〇……………賞與金

四九、八〇〇〇〇〇〇……………配當金

即ち資本金三十五萬圓に對し、年一割四分強に當る。

● 水力電気工事設計書

水力電気工事設計に關しては、左記各書類に對する各設計書必要なるも、之等

は其の構造により異にせるを以て、本編に於ては單に本水路に對する設計の目録及び大體の構造圖并に、本工事出願に要する豫算等を掲載し、他は凡て省略せり。

水力電気工事認可出願に對しては、左の書類及び圖面を添附すべし。

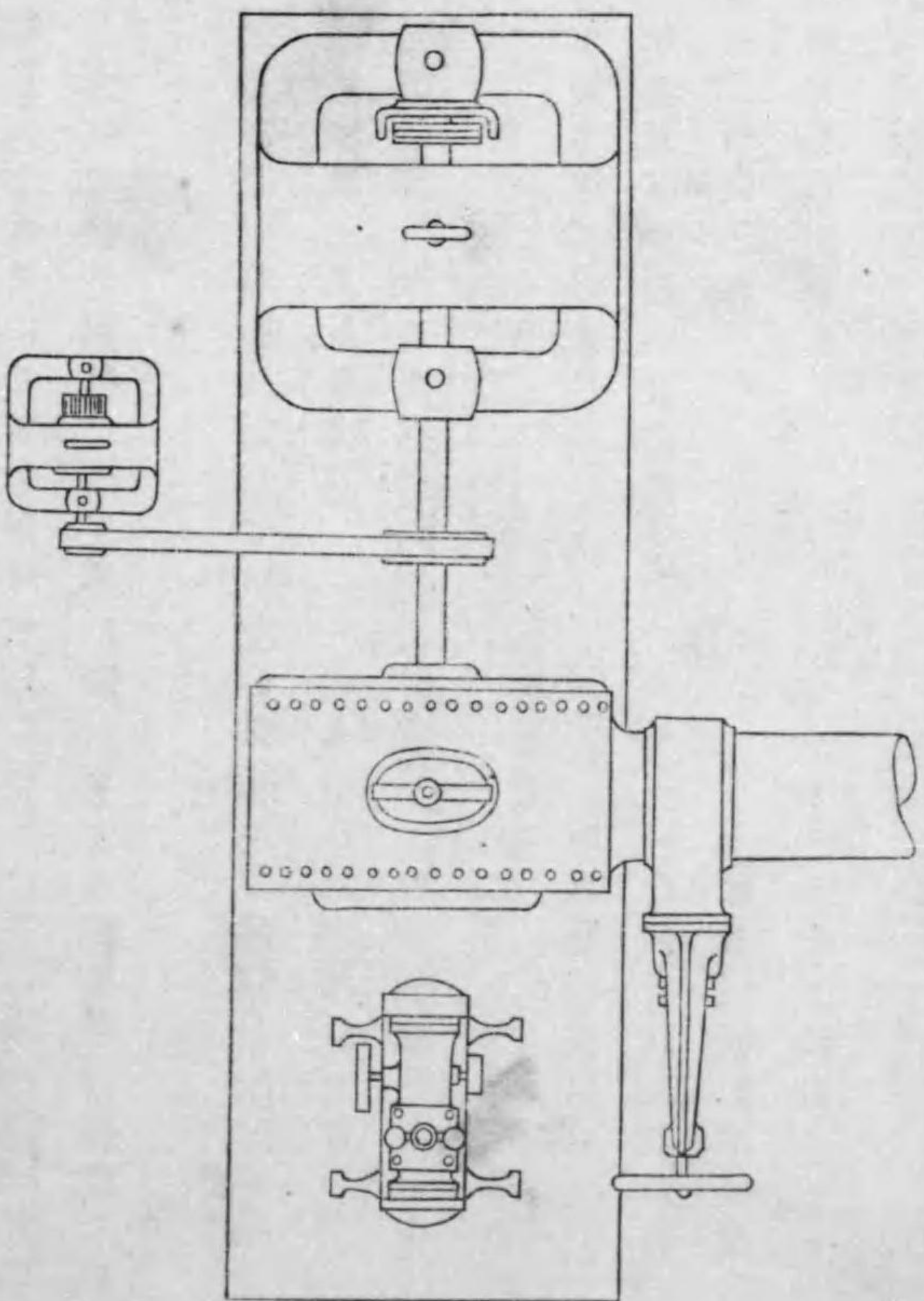
- 一 用水路堰鑿土工設計書。
- 二 水門設計書。
- 三 堰堤築造及び水路堀鑿假締切設計書。
- 四 整調水門設計書。
- 五 餘水吐及び土砂吐工事設計書。
- 六 同上水路工事設計書。
- 七 用水路木樋設計書。
- 八 隧道設計書。
- 九 貯水池及び排泄溝設計書。
- 一〇 鐵管伏設計書。
- 一一 掛樋工事設計書。
- 一二 發電所放水路設計書。
- 一三 各種構造設計書。
- 一四 土工設計書。
- 一五 用地費豫算設計書。

以上各設計書及び構造圖は略す。

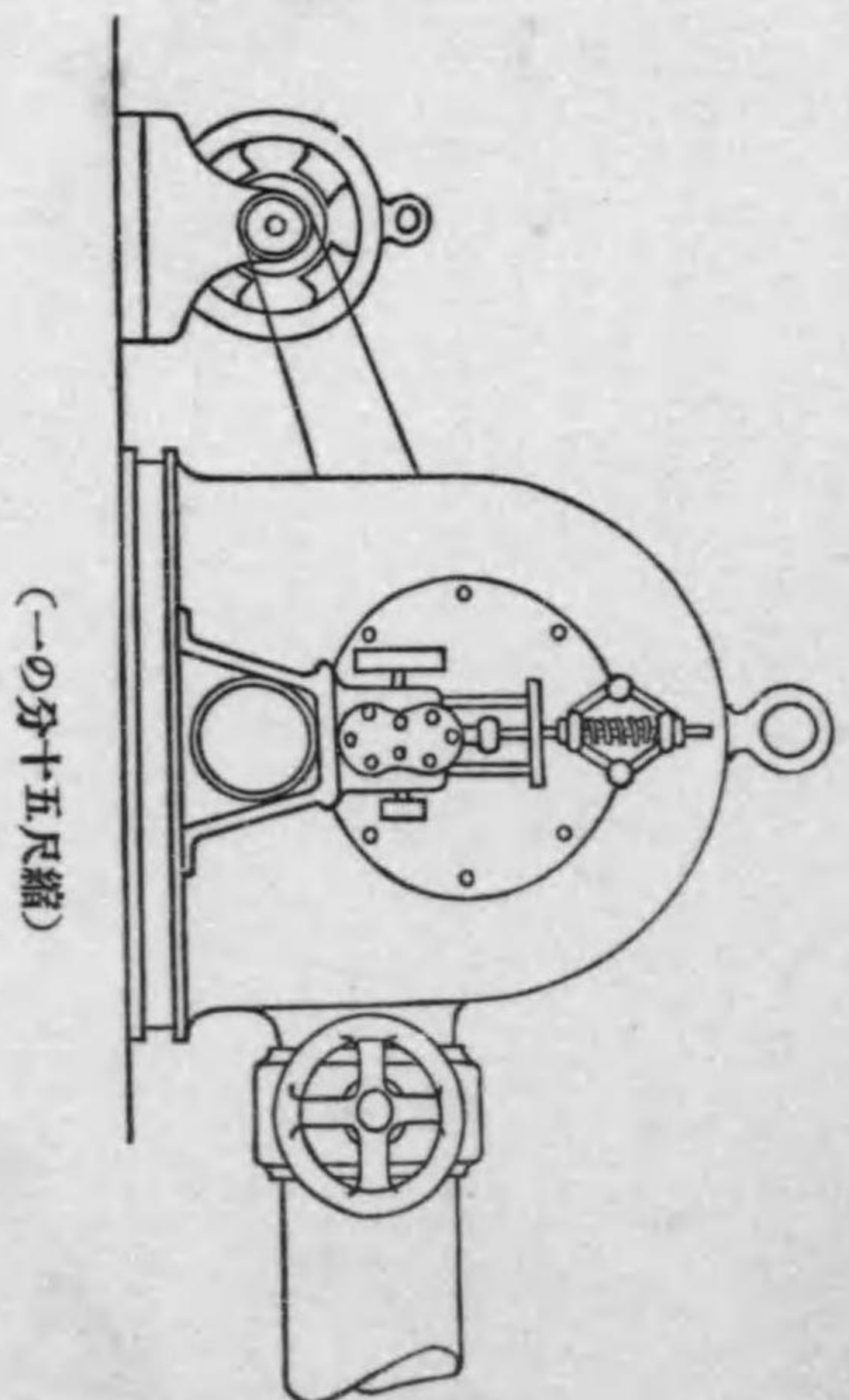
○水力電気發電所内機械器具配置實例圖

(三五二)

(縮尺五十分の一)



第八十六圖



(一の分十五尺縮)

第八十七圖

土木
叢書

水力電気工事編(終)

(三五三)

大正三年四月一日印刷
大正三年四月五日發行

(水力電氣工事編)

正價金壹圓五十錢

著者權所有



著者 井上福一郎

發行者 吉原米次郎

東京市京橋區南橫町十三番地

印刷者 佐藤保太郎

東京市京橋區新榮町二丁目二十一番地

印刷所 文祥堂印刷所

東京市京橋區新榮町二丁目二十一番地

東京市京橋區南橫町十三番地

發行所

工業書肆

建築書院

振替貯金東京 九四一八
電話 京橋 四七七

工 6R-95

●既發の土木叢書(現代の實用書)

技師 井上福一郎著 土木實用木 橋 編 全一冊 正價金壹圓五十錢 内地送料金十二錢

技師 井上福一郎著 土木鐵筋 「コンクリート」設計實例 全一冊 正價金 壹圓 内地送料金十二錢

林務技師 中村猪市著 土木砂防工事書 全一冊 正價金 壹圓 内地送料金十二錢

技師 井上福一郎著 (現代土木界に於て殆んど本書を座右に供ふる者なし) 土木工事設計便覽 全一冊 正價金三圓八十錢 内地送料金十八錢

▲本書は土木工事全般を網羅せる頗る實用書にして、技術家座右の寶典、發行以來好評噴々第六版を發刊す。

○土木測量 ○鐵道建築 ○裝飾 ○庭造 ○工業造船 ○海事 ○機械 ○機關 ○電氣 ○鑛業 ○分析 ○染色

東京市京橋區南橫町十三番地 工業書肆 建築書院

〔工業書籍目録〕

(郵券二錢御送附次第送呈す)

終