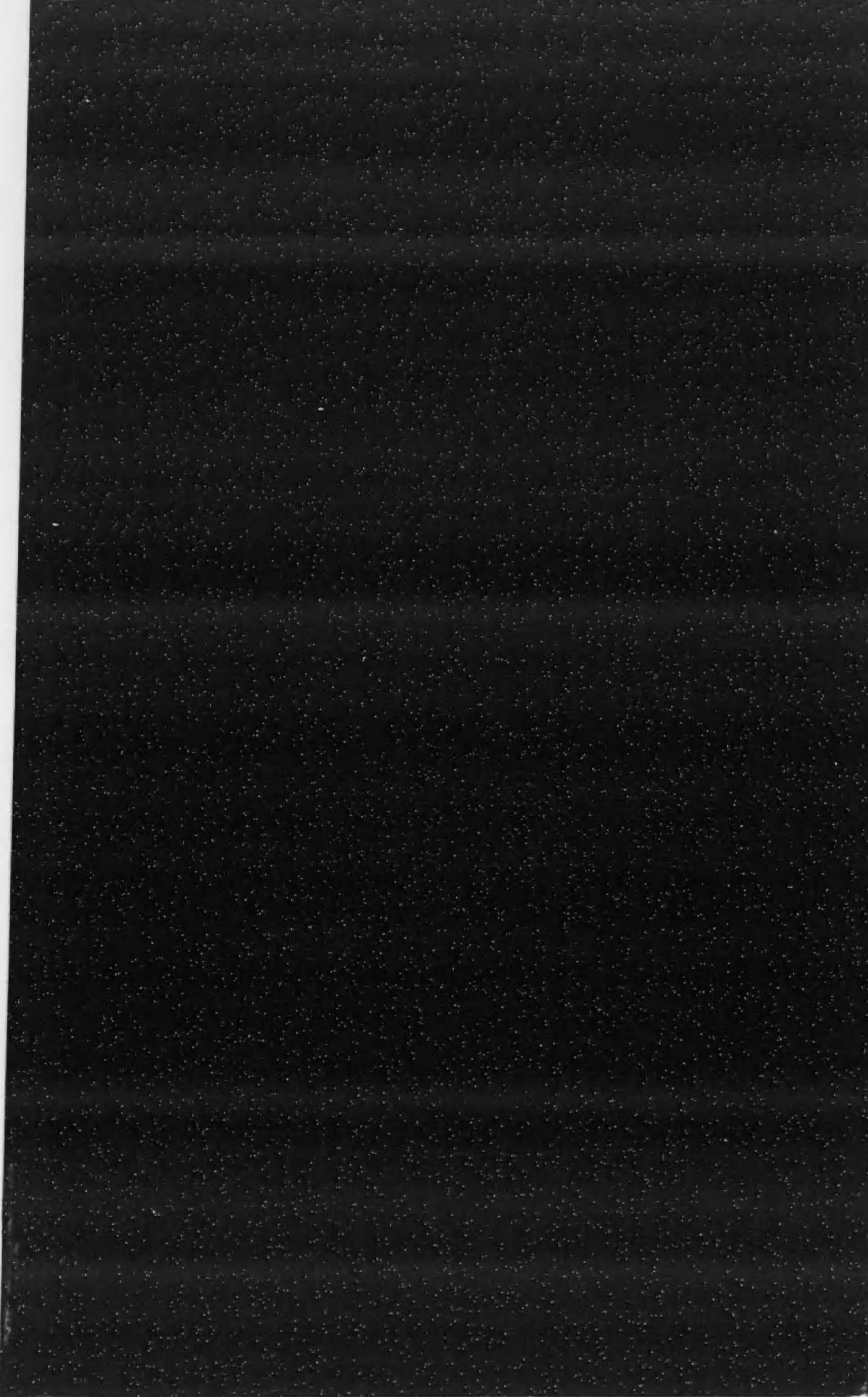


器





水車及調速機の
故障と取扱法

田中茂著

合資 電氣之友社發行
會社

大正
15. 9. 16
内交

528-13/1

序

凡て何事でも原因がなく結果のあるべき筈はない。然し故障とか不規則な現象とかは理論と一致しない不可解な場合が多いもので相当識者間にでも理解することの出来ない様なことが往々あるのである。

著者は水車や调速機の色々な故障には比較的多く遭遇するの機会を得て居るが其内で取扱上の不注意とか不理解の爲めに起つた場合が多いので其都度今少し理解して注意を克くしたならば斯くはならざりしものを感じたことは一再でない。之れが本書を草する動機となつたのである。

故に本書は運轉常識として取扱上必要な事柄と著者の経験した色々な現象とを述べたのであるから理論上のことは一切避けることにしたのである。

辭句の拙なるは著者淺學の致す所であるが若し幾分たりとも参考たることあれば何より満足である。

又不備の所は大方の高教に俟つのである。

大正十三年五月

東京に於て

著者識

水車及び调速機 の故障と取扱法

目次

第一章 序説

1. 故障概説……………頁 1

第二章 水車及调速機の基本概念

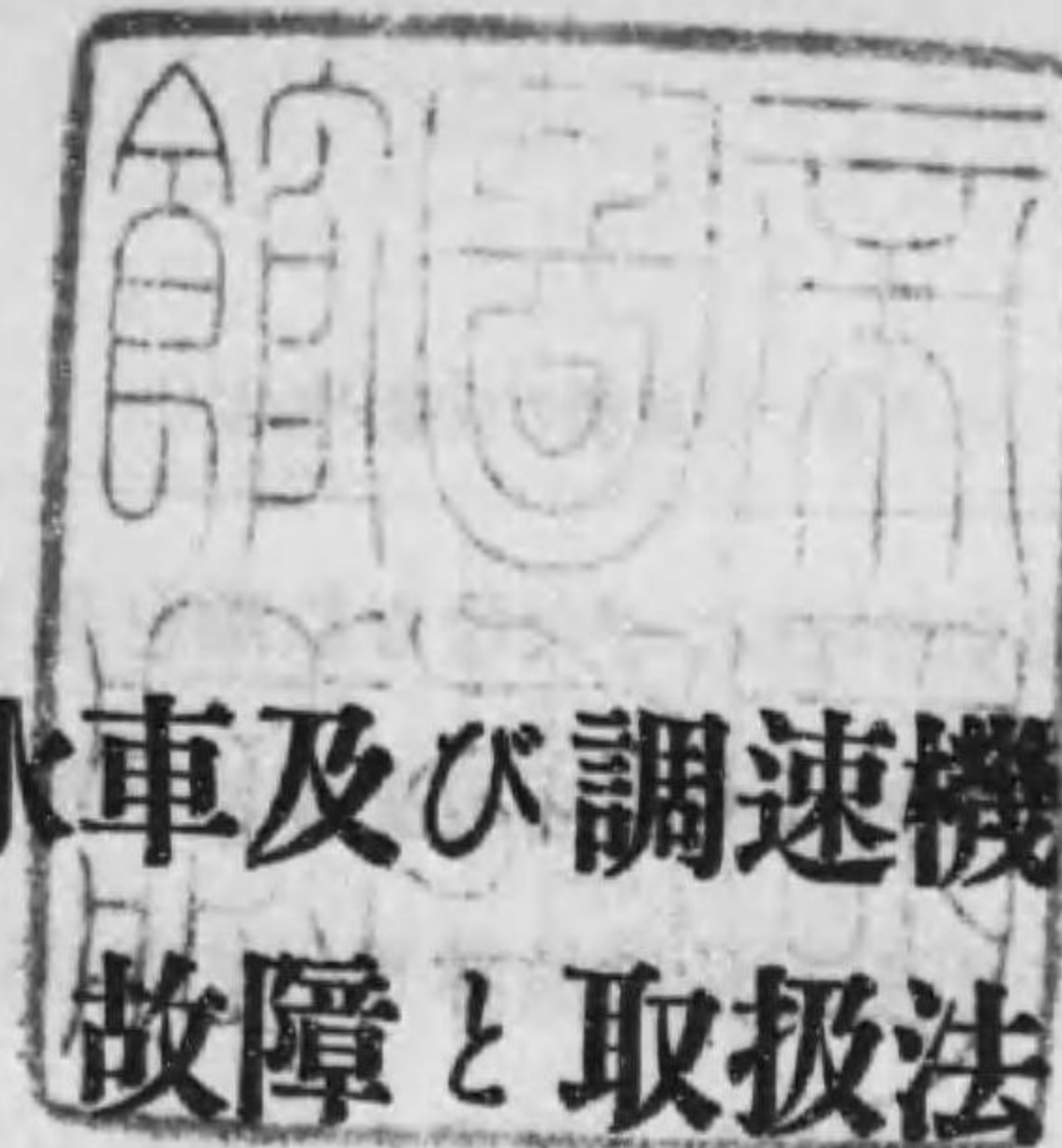
2. 落差、水量、馬力…………… 4
3. 「フランシス」水車の基本概念…………… 18
4. 吸水管の作用…………… 28
5. 「ベルトン」水車の基本概念…………… 32
6. 调速機的作用概念…………… 37
7. 水圧調整装置の概説…………… 55

第三章 故障及び所置

8. 概説…………… 69
9. 「フランシス」水車の故障…………… 71
10. 「ベルトン」水車の故障…………… 85
11. 軸承の發熱に就て…………… 93

12. 調速機の故障	99
13. 整圧機の故障	109
第四章 運轉要素を變へた場合の諸關係	
14. 落差が變た場合の出力關係	114
15. 「サイクル」を變じて使用する場合の注意事項	119
第五章 一般の注意事項	
16. 運轉に對する注意	127
17. 油の用ひ方	132
18. 調帶の用ひ方	136
19. 「バッキング」の用ひ方	139
20. 工具の設備と配置	143

附 録



水車及び調速機の故障と取扱法

田 中 茂 著

第一章 序 説

1. 故障概説

水力発電所に於て水車や調速機の故障と云ふことは運轉に對する殆ど常伴のことである。

此故障なるものは實に廣漠なもので例へば水車が破裂したのも故障であれば又僅か「ビレ」位が曲たのも故障である。例へば「ハンチング」(第三章12節「ハンチング」の項参照)を起した場合も、亦一寸状態の變つたのも皆故障である。兎に角平調の状態を失した場合は總て故障である。

又色々な現象が嵩じて大なる故障を起すこともあるのであるから理論や圖面の上で解し得ない様な場合が多いのである。故に故障として表はれた結果は吾々が目や耳に感じただけのことであるが此原因に至つては甚だ複雑なもので到底言や筆で簡単に云ひ表はされるものではないのである。然し多くの場合を見ると機械や設備の不備による點もあるが其大部分は取扱者の不注意と不熟練とによる場合が多いのである。

若しも取扱者が運轉上の智識を具備して然して常に相當の注意を拂つて居たならば故障の少ないことは勿論不可抗力なる場合にでも其現象を早く知ることが得るのみならず或は未然に防ぐことが出来るのである。

兎に角取扱者としては相當の注意を拂つた上に故障の起ることは止むを得ないことであるから其起つた故障に對しては最も嚴正に原因を確め場合によりては相當の方法を講じ再び同一故障のなき様最も迅速に復舊作業をしなくてはならぬのである。

然して又機械には俗に云ふ(くせ)と云ふものがあつて到底書物や圖面の上で解し得ない各々異なる妙な(くせ)があるものであるから運轉に従事する者は此(くせ)を克く呑込んで常に注意を怠らず而して運轉に必要な事項だけは一通り心得て居ないと一朝故障の際に迅速な所置を執ることが出来ないのみならず或は誤つた所置をして反て悪くする様なことが出来る。

又近時は會社の合併とか或は共同送電の關係上「サイクル」(周波度數)を變じて使用すると云ふ問題が可なり多い様である。故に取扱者としては現在の機械を其まゝ用ひて「サイクル」を變じたならば機械は何云ふ影響を受くるかと云ふことだけは心得て居なくてはならぬ。

又機械を能く取扱ふ上に於ては油其他の消耗品の用ひ方から工具の設備等に就ても充分注意して處理しなければならぬのである。

以下章を重ねて水車及び調速機の運轉に必要な基本概念から次で起り易い各部の故障及び取扱ひ上

のことに就て順次述べることにする。

第二章 水車及び调速機 の基本概念

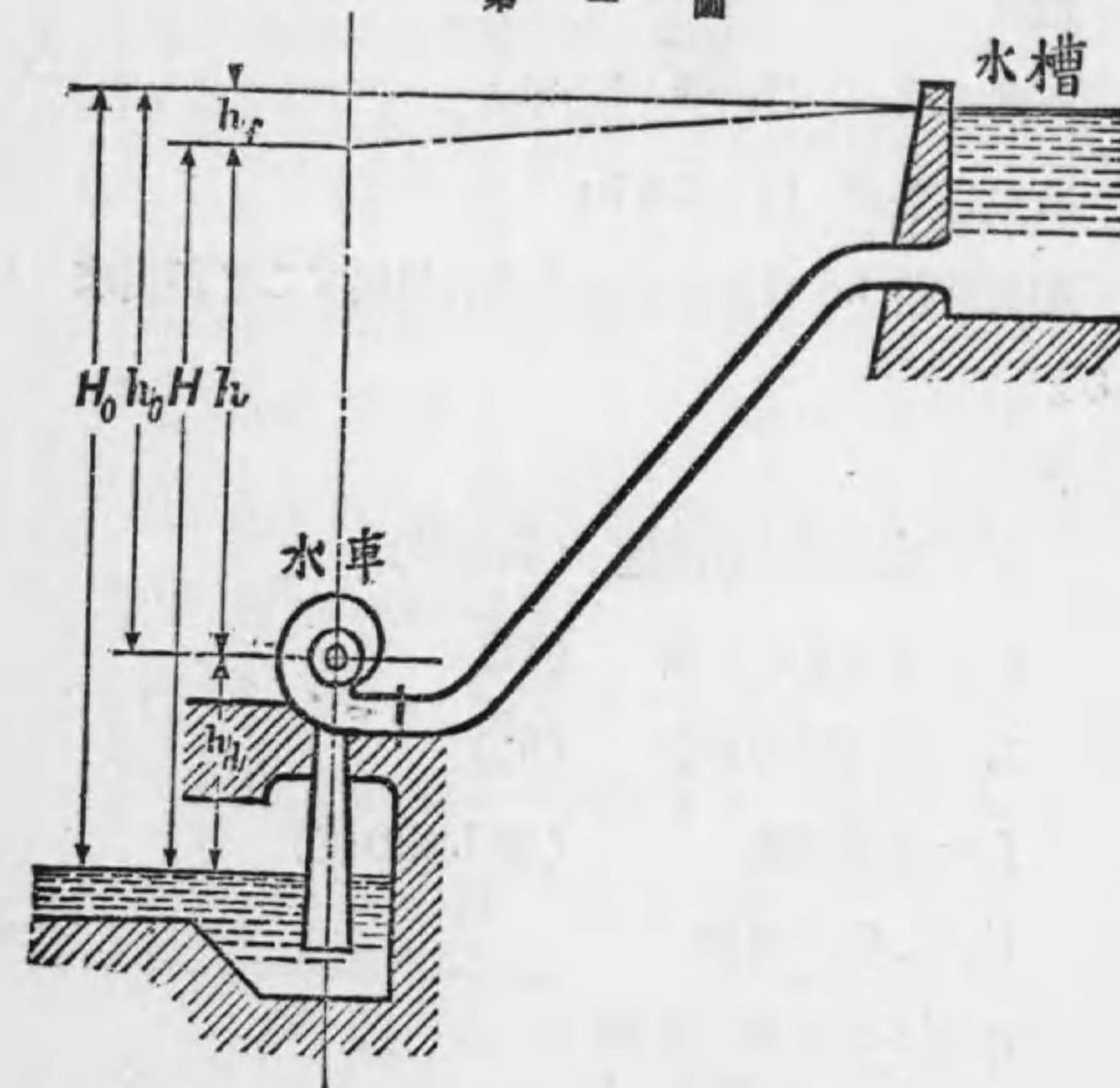
2. 落差、水量、馬力、

本章に於て水車及び调速機の基本概念を述ぶるに當り、前以て一言注意して置くべきことは、水車や调速機の理論なるものは詳しく述ぶれば可なり六ヶ敷いものであるが、本書では實際水力発電所に勤務して日常水車の取扱ひに従事して居る者の参考に、運轉常識として必要な事項のみ概説するのであるから、成るべく數學上の説明は之を避け只必要な結果の式だけに止めることにする。

落差 落差とは云ふまでもなくトした場所に於て、上水面から下水面まで、即ち水槽の水面から放水面までの垂直の高さであつて、是を全落差と云ひ第1圖に於て H_0 呎の高さである。然し此全落差 H_0 呎は水車が運轉して居ないときの高さであつて、水車が運轉をして導水管内の水が流動し始めると、水

槽の入口に於ける抵抗や導水管及び水車の入口に於ける摩擦の爲めに、落差の幾分が損失される故車體が力として受ける落差は、全落差 H_0 呎から損失落差 h_f 呎を差引た残り H 呎となる、是を有効落差

第一圖



と云ふのである。然して此損失落差 h_f 呎は使用する水量が増すに従て多くなり又水槽の形状や導水管の太さ及び長さ及び曲り具合、材質等により大に異

るものである。

然し水車の水圧計に表はれる水圧は、水車が静止して居るときは h_0 呎で、運轉して居るときは h 呎の落差が表はれて居る。

故に

全落差は $H_0 = h + h_f + h_d$

有効落差は $H = h + h_d$

損失落差 h_f は次の式から直に見出すことが出来る。

即ち

V = 導水管内の流速 (呎毎秒)

D = 導水管の内径 (呎)

L = 導水管の長さ (呎)

f = 摩擦係数 (第 1.表の値)

C_1, C_2, C_3 = 定数

$g = 32.2$ 呎毎秒毎秒

とすれば、導水管内に於ける摩擦損失は

$$\frac{4Lf}{D} \times \frac{V^2}{2g} \text{ 呎}$$

導水管の流込口に於ける損失は、 $C_1 \frac{V^2}{2g}$ 呎

導水管の曲りヶ所に於ける損失は、

$$C_2 \frac{V^2}{2g} \text{ 呎}$$

「ゲート、バルブ」に於ける損失は、

$$C_3 \frac{V^2}{2g} \text{ 呎}$$

故に全体の損失落差は

$$h_f = \left(\frac{4Lf}{D} + C_1 + C_2 + C_3 \right) \frac{V^2}{2g} \text{ 呎} \dots\dots\dots(1)$$

C_1, C_2, C_3 の値は次の通りである、

$$C_1 = 0.05 \sim 0.28$$

C_2 = 曲りの半径が導水管の直径よりも大なる場合は、 $0.01 \sim 0.2$

C_3 = 「スリース、バルブ」のときは、 $0.02 \sim 0.1$
= 「バツタ、バルブ」のときは、 $0.05 \sim 0.5$

第一表

D	新管	古管	D	新管	古管
0.5	0.0058	0.0117	5.5	0.0051	0.0102
1.0	0.0054	0.0108	6.0	0.0051	0.0102
1.5	0.0053	0.0106	6.5	0.00505	0.0101
2.0	0.0052	0.0104	7.0	0.00505	0.0101

2.0	0.0052	0.0103	7.5	0.00505	9.0101
3.0	0.0052	0.0103	8.0	0.00505	0.0101
3.5	0.0051	0.0103	8.5	0.00505	0.0101
4.0	0.0051	0.0102	9.0	0.00505	0.0101
4.5	0.0051	0.0102	9.5	0.00505	0.0101
5.0	0.0051	0.0102	10.0	0.00505	0.0101

例 1

全落差 200 呎水量 60 個の発電所に於て導水管は鋼板にて作られ全長 450 呎内径 3 呎にして二ヶ所にて曲り居ると云ふ損失落差幾何なるか。

題意により管内の流速 V は、

$$V = \frac{\text{流量}}{\text{断面積}} = \frac{60}{0.7854 \times 3^2} = 8.5 \text{ 呎}$$

毎秒となる、而して管の摩擦係数 f を 0.010 とし、

曲り二ヶ所の線長を 10 呎とす

然る時は、

$$\frac{4Lf}{D} = \frac{4 \times 440 \times 0.01}{3} = 5.86$$

$$\left. \begin{array}{l} C_1 = 0.10 \\ C_2 = 0.15 \\ C_3 = 0.20 \end{array} \right\} \text{とす、}$$

故に

$$h_r = (5.86 + 0.10 + 0.15 + 0.20) \frac{(8.5)^2}{2 \times 32.2} \\ = 7.07 \text{ 呎}$$

即ち損失落差は 7.07 呎である。

故に有効落差は

$$200 - 7.07 = 192.93 \text{ 呎}$$

となる。

水量 水量は通常一秒時間の流量を云ひ、メートル単位で測る場合もあるが、多くは立方呎を単位として取扱はれて居る、然して通稱一立方呎の水量を一個と云ひ表されて居る、例へば水量五十個とは、五十立方呎の水量を云ふのである。

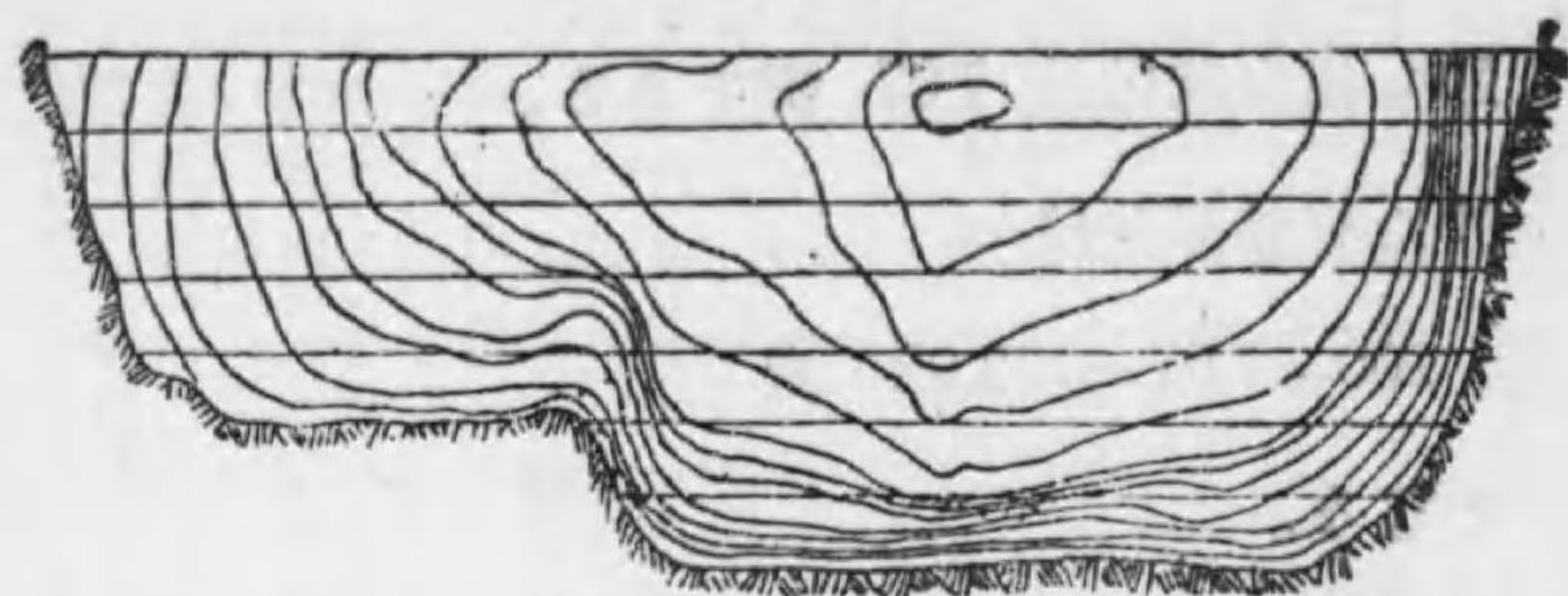
此流量を正確に測ると云ふことは中々六ヶ敷いもので、相當の器械を以て測つても大凡に過ない位である。

今 Q を一秒時間に流るゝ水量(立方呎)とし、 V を一秒時間の平均流速(呎)とし、 A を水流の横断面積(平方呎)とすれば、

$$Q = AV$$

此内 A なる断面積を求むることは比較的容易であるが、V なる流速を求むることが仲々六ヶ敷い

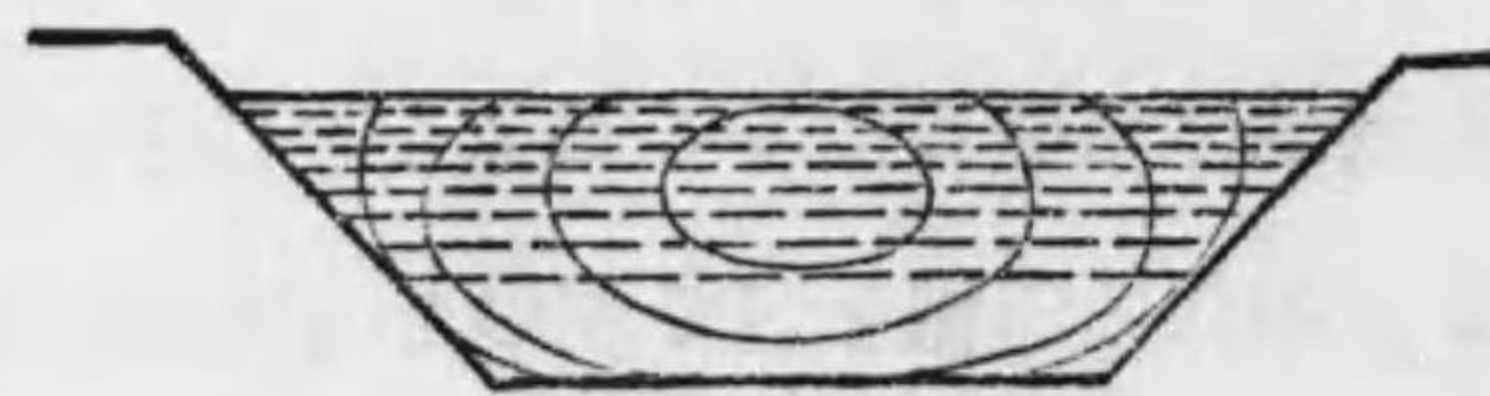
第二圖



ここで、殊に河川などでは不規則な自然断面をして居る爲めに流速の變化が第二圖に示す如く殊更多いのである。故に河川を測る場合には、是非共流速計によつて

第三圖

見出さなくてはならぬ。又



既設の水路に於ても第3圖に示す如く流水の接する周邊に於ける摩擦抵抗や、水面の風向抵抗の爲めに所々異なるものであるから正確に測る爲めには流速計を用ひなければならぬが、若し流速計がない場合に

は往々浮堰を流し此表面流速に 0.7 から 0.85 位を乗じたものを平均流速として測定することがあるが、勿論正確ではない。

次のクッター氏の實驗公式に依て見出せば比較的近似のものが得られることになる。

$$V = \frac{a + \frac{l}{n} + \frac{m}{S}}{1 + \left(a + \frac{m}{S}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{RS} \dots\dots\dots (2)$$

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

R は流水断面積(平方呎)を流水に接する周邊(呎)にて除したる數、即ち

$$R = \left(\frac{\text{流水断面積}}{\text{流水に接する周邊}} \right)$$

S = 水路勾配

n は流水に接する面の材料及び状態による係數にして次の如し、

側底共削りたる木板にて造られたるとき

0.009

同上「セメント」にて塗りたるとき或は平滑なる

鐵管のとき

0.010

同上	「セメント」二分砂三分の「モルター」にて塗りたる時	0.011
同上	削らざる木板或は普通鐵管の時	0.012
同上	煉瓦或は中上切石垣の時	0.013
同上	野面石垣の時	0.017
同上	小砂利質の運河の時	0.020
同上	運河或は川に於て岩石突出せず水草の生へざる所にては	0.025
同上	所々岩石及び水草のある時	0.035
同上	岩石水草ありて形状良しからざる時	0.050

例 2

第4圖の如き断面の水路に於て勾配 $\frac{1}{1000}$ にして

内面は「モルター」

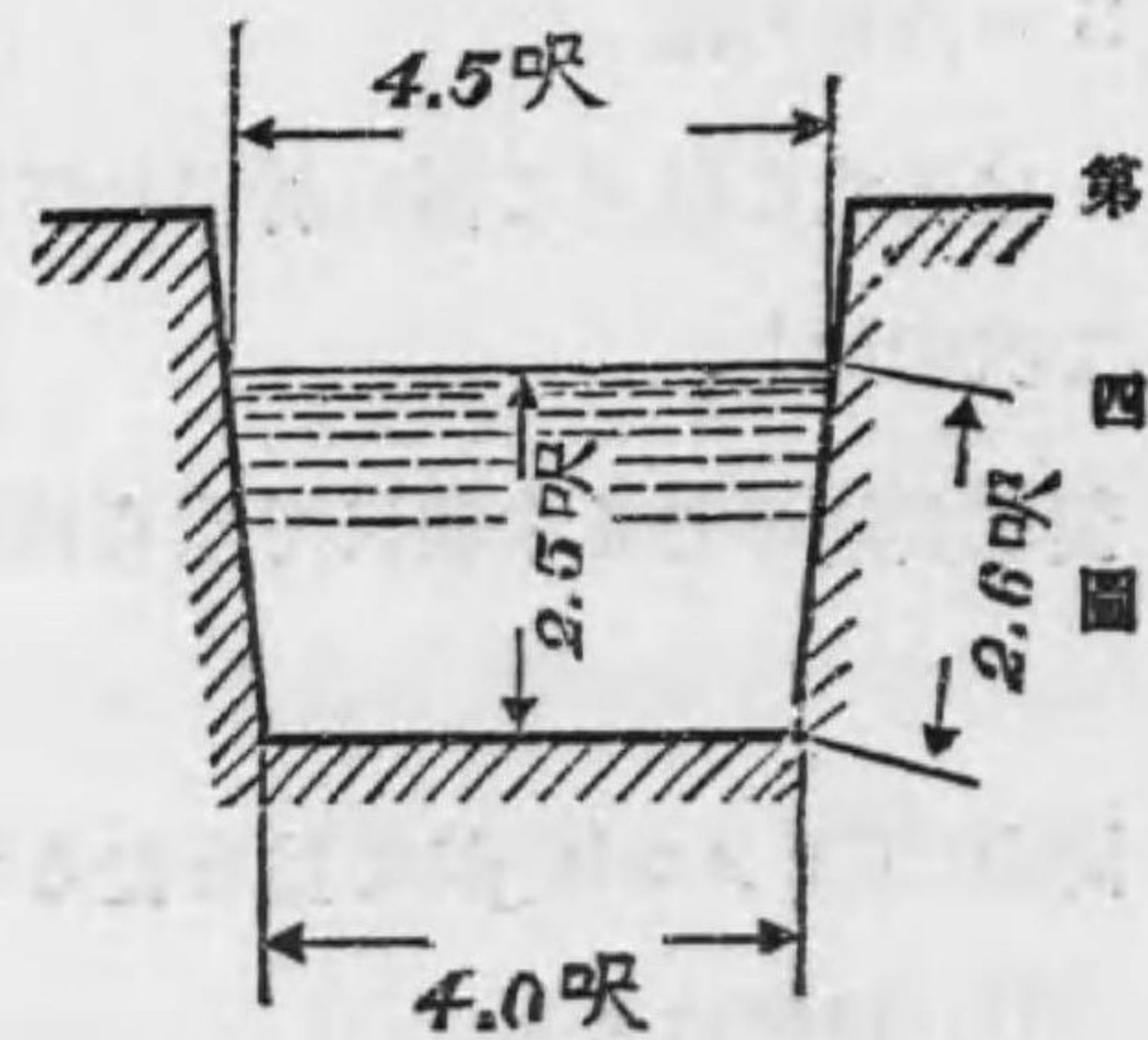
を以て總仕上げせ

りと云ふ流量幾何

なるか

題意により

第2式に於て



$$S = \frac{1}{1000}$$

$$n = 0.011$$

とす

$$R = \frac{(4.5 + 4.0) \div 2 \times 2.6}{2.6 + 4.0 + 2.6} = \frac{10.625}{9.2} = 1.154$$

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

なるにより

$$V = \frac{a + \frac{l}{n} + \frac{m}{S}}{1 + \left(a + \frac{m}{S}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{RS}$$

$$\begin{aligned} & 41.6 + \frac{1.811}{0.011} + \frac{0.00281}{\frac{1}{1000}} \\ &= \frac{41.6 + 165 + 2.81}{1 + \left(41.6 + \frac{0.00281}{\frac{1}{1000}}\right) \frac{0.011}{\sqrt{1.154}}} \sqrt{1.154 \times \frac{1}{1000}} \end{aligned}$$

$$= \frac{41.6 + 165 + 2.81}{1 + (41.6 + 2.81)0.0103} \sqrt{0.001154}$$

$$= 144 \times 0.034$$

$$= 4.9 \text{ 呎毎秒}$$

故に流量 Q は

$$Q = \text{断面積} \times \text{流速} = 10.625 \times 4.9$$

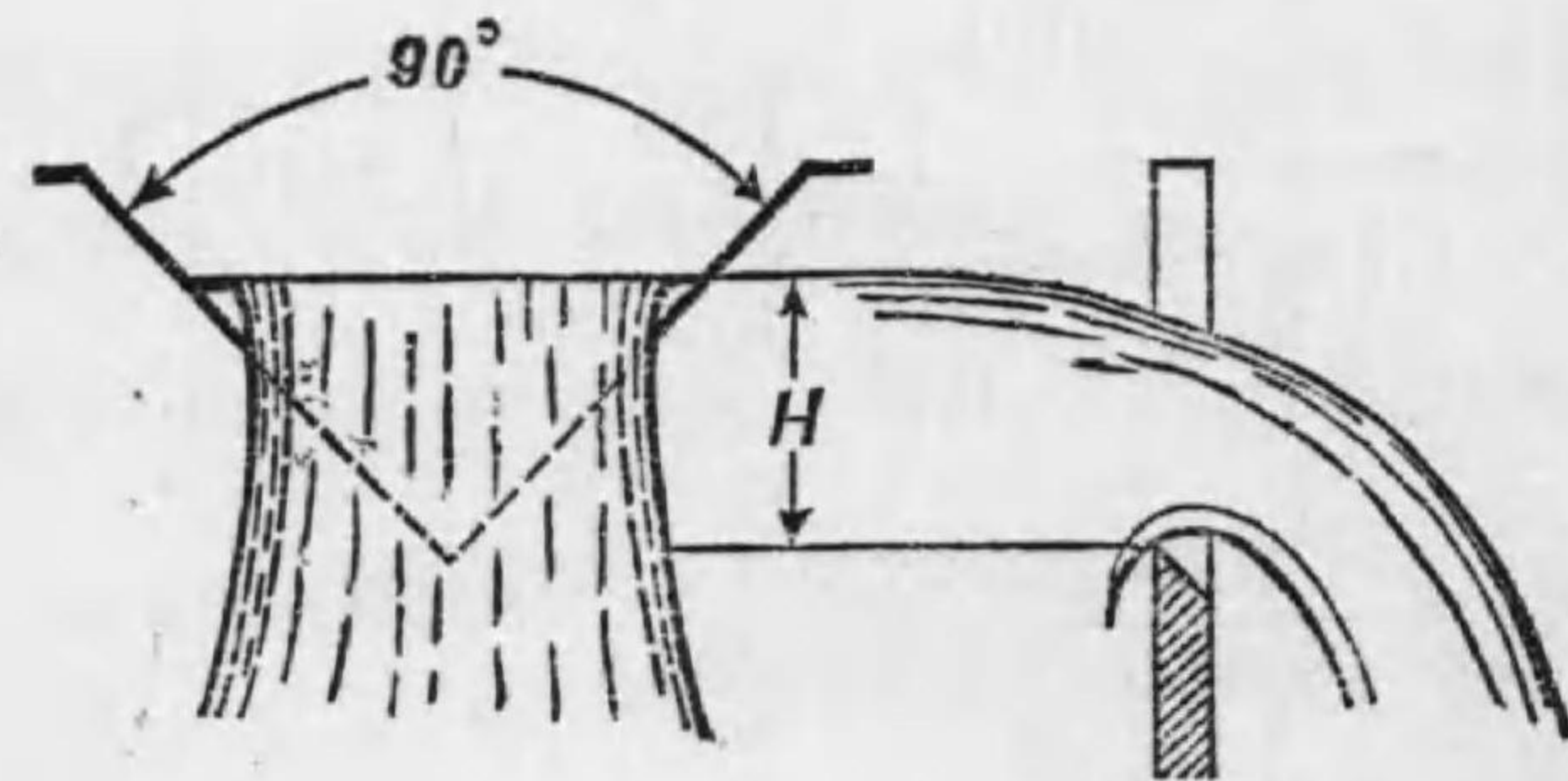
$$= 52 \quad \text{立方呎}$$

即ち毎秒 52 立方呎の水が流れて居ることが知れる。

又特に堰を造て水量を測る場合があるが、此堰にも色々な形があつて、其内比較的正確なものは第 5 圖に示す如き直角三角形のもので、之れに対する流量は

$$Q = 2.635 \sqrt{H} H^2 \dots \dots \dots (3)$$

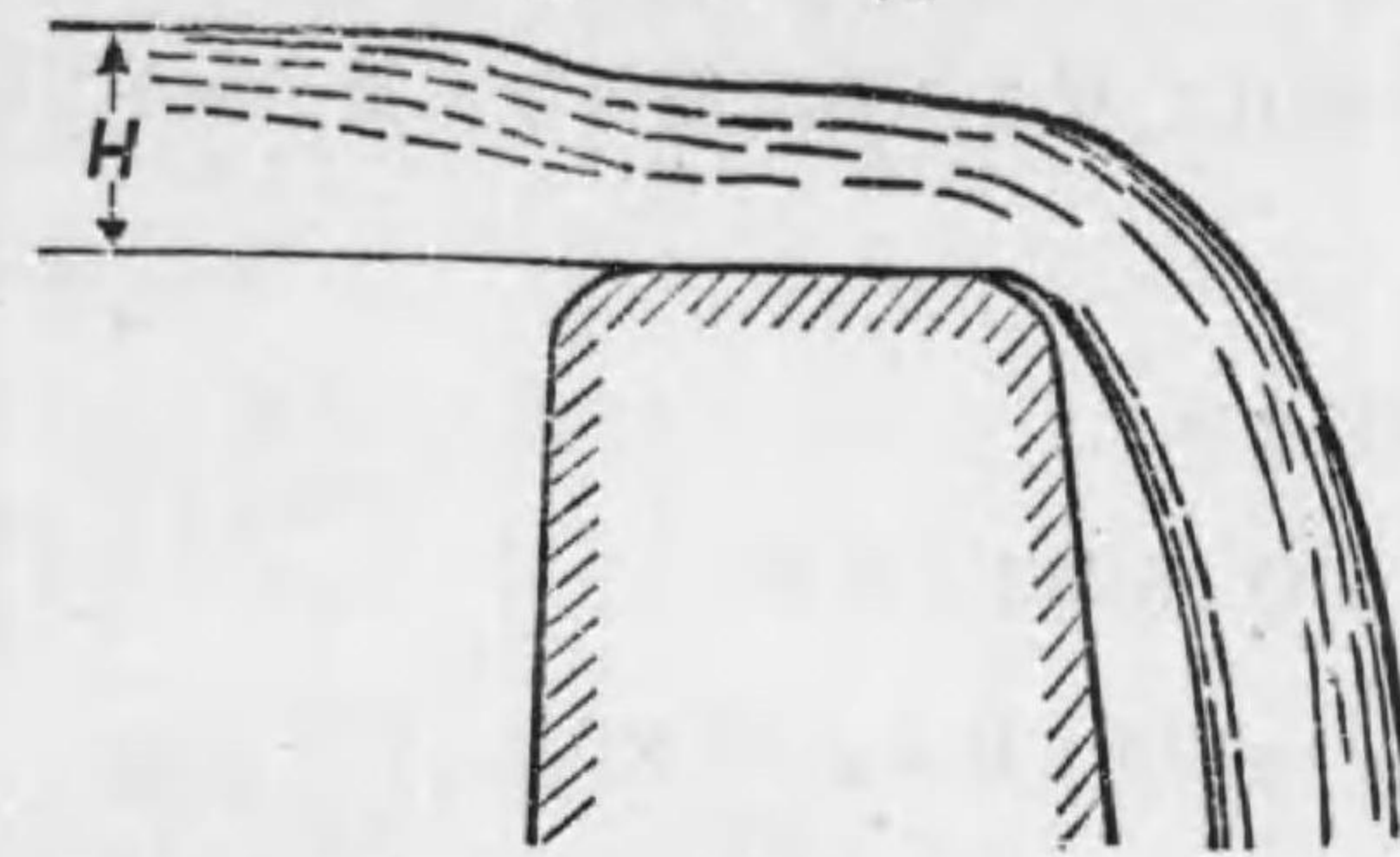
第 五 圖



次に水槽の水が餘りて第 6 圖の如く餘水吐から流去る場合に幾何の水量が餘水路に流れて居るか云

ふことは略次の式によつて見出すことが出来る。但し此式

第 六 圖



に於て餘り水深の少い場合や又は「ダム」の貝合等によりて多少の相違はある様である。

$$Q = 3.08B \sqrt{H} H \dots \dots \dots (4)$$

B = 「ダム」の長さ(呎)

例 3

第 5 圖に示す如き直角三角形の堰の水浸深さ 4 呎なるとき幾立方呎の水量が流れて居るか、

題意により H=4

故に (3) 式に於て

$$Q = 2.635 \sqrt{H} H^2$$

$$= 2.635 \times \sqrt{4} \times 4^2$$

$$= 84$$

即ち 84 立方呎流れて居る。

例 4

「ダム」の、長さ 18 呎なる餘水吐から今 0.5 呎の水深で流れて居ると云ふ幾何の水量が餘りて居るか、

(4)式により

$$\begin{aligned}
 Q &= 3.08B\sqrt{H}H \\
 &= 3.08 \times 18 \times \sqrt{0.5} \times 0.5 \\
 &= 19.6
 \end{aligned}$$

即ち 19.6 立方呎の水が餘つて居る。

馬力 以上述べた所より落差及び水量の測定が明れば、水車の馬力は直に算出することが出来る。

H 呎の落差で Q 立方呎の水量があれば水の有する馬力は之れを HP' とせば、

$$HP' = \frac{QH}{8.8}$$

之れを水車の理論馬力と云ふ。然し此 Q 立方呎の水量が全部水車の羽根車(「ランナー」)を通して仕事をするのでなく、此内幾分は導翼(「ガイドブレード」)や車體の隙きから漏れて何等仕事を與へず素通りす

る水があり、且つ軸承等の摩擦の爲めに水から受けられた力の幾分が失はれる譯である。故に實際車軸の傳へる馬力は之れより幾割か少いもので、之等の損失馬力を引き去つた残りを水車の實馬力と云ひ HP を以て表せば

$$y = \frac{HP}{HP'}$$

故に

$$HP = \frac{QH}{8.8} y \dots \dots \dots (5)$$

此割合 y を水車の作用効率或は能率と云ひ常用馬力を發生するとき $\frac{70}{100} \sim \frac{85}{100}$ 位のものであるが此値は水車の型式や据付けの具合及び導翼の開度等に依りて異なるものである。

而して此 y は通常「パーセント」% を以て云ひ表はされる、即ち $\frac{70}{100}$ は 70% 又 $\frac{85}{100}$ は 85% と云ふのである。

例 5

有効落差 350 呎、水量 80 個にして水車は複渦巻型にして最大効率 82% とすれば、此水車の實馬力は幾何なるか。

第(5)式により

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{QH}{8.8} y \\ &= \frac{80 \times 350}{8.8} \times \frac{82}{100} \\ &= 2600 \end{aligned}$$

即ち 2600 馬力である。

3. 「フランス」水車の 基本概念

「フランス」水車は反動と衝動との混合作用であるが、一般に反動水車と云ふのである。

此反動とは水が曲た羽根の間を流れるとき、其流れ去る反動によつて羽根が水の流れ去る方向と反対の方向に動かされるもので、例へば鐵砲を撃つと彈丸が飛出す其反動で砲體は逆に後進されんとする力を受ると同じ現象で、此作用を反動作用と云ふのである。

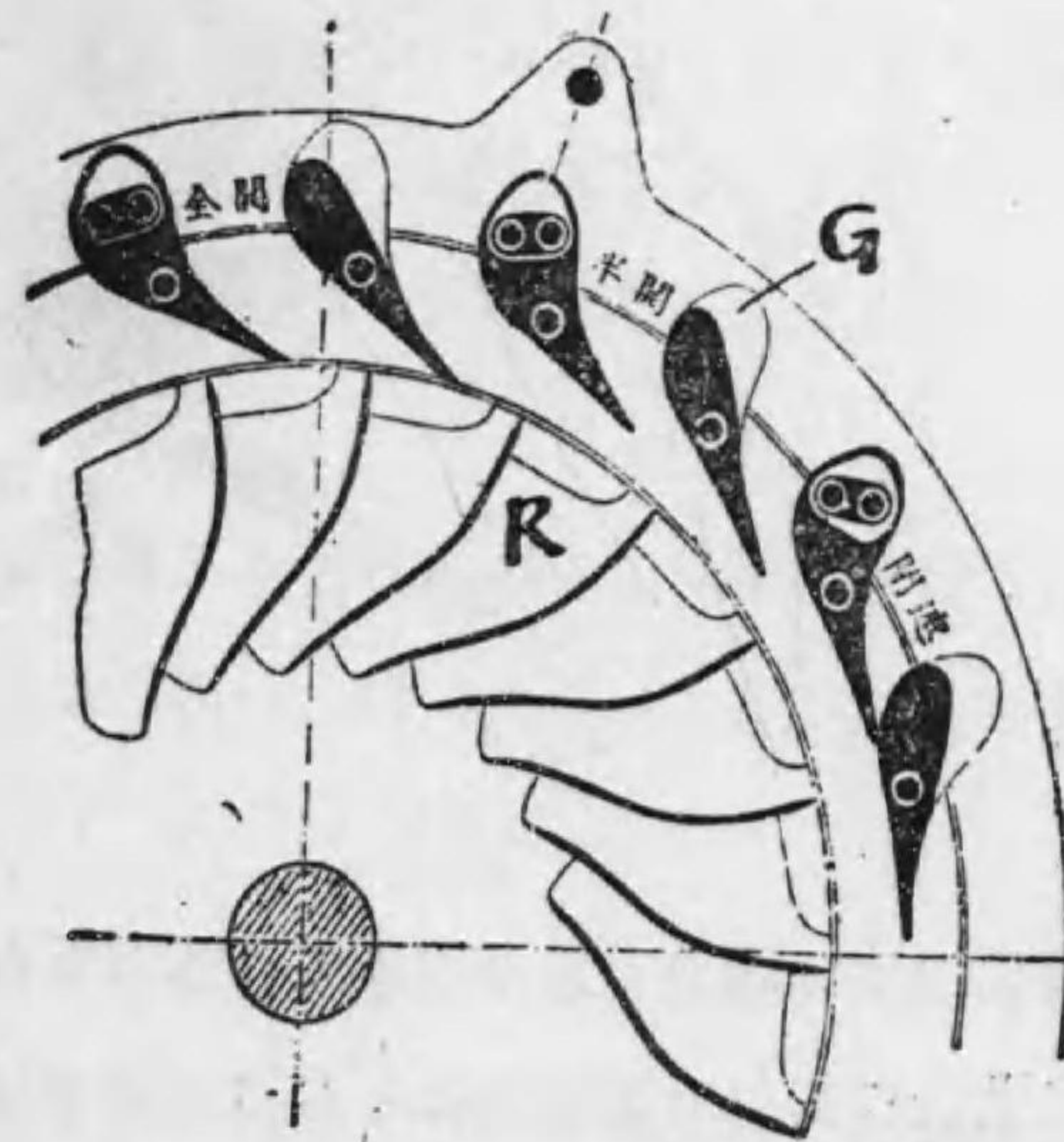
又衝動とは水流が羽根車に衝ると其衝た力に依つて羽根は水流の方向に押やられる、此作用を衝動作用と云ふのである。

此「フランス」水車では水が何と云ふ様に作用

して羽根車を廻すかと云ふに、始め導翼の所に於て水勢即ち水壓の幾分が流速に變じて羽根車に衝動するので、其他は水壓のまゝで羽根車に入り羽根と羽根の間を通る間に水壓が漸次流速に變じて流通する其反動に依りて廻轉力を起すのである。

今第7圖に於て G は導翼, R は羽根車にして導翼が全開と半開及び閉り切れた各具合を示してある。

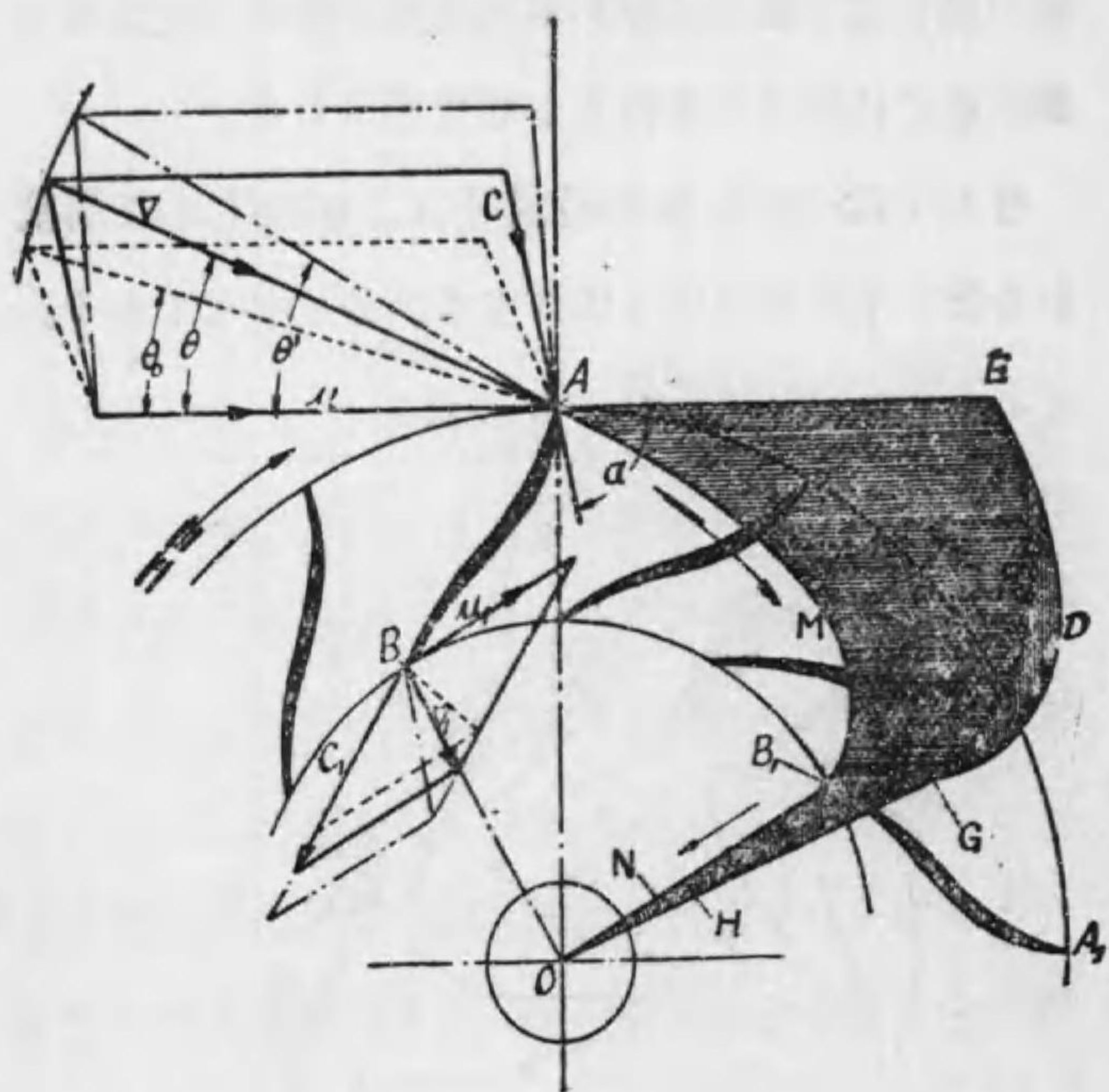
第七圖



今第8圖は水流と羽根の關係を線圖上に表したものである。圖に於て導翼が $\frac{3}{4}$ 開いて居るとき導翼の

間を通る水は V と云ふ絶対速さで θ なる傾きをして羽根車の A 點に流れ込むとする。此場合羽根車は

第八圖



U なる圓周速度で廻つて居るのに流れ込るのであるから、水は羽根に對して關係的に C なる速さで α なる傾きの方向に流れ込ることになる。

然して羽根の間を通る間に水流の反動と衝動とに

よりにて羽根を押やりつゝ軸心に向つて漸次壓力を減じ、出口を去る所では絶対速さが V_1 となり周速は U_1 となる。然るときは流水は羽根に對して關係的に C_1 なる速さで流出し、尙吸水管内で漸次流速を減じ遂に放水路に流出することになる。

斯くの如く始め羽根の A 點から入つた水が B 點から流出する間に車體は U なる速さで廻つて居るのであるから、 A 點が A_1 點に進めば B 點も亦 B_1 點に進むことになる。故に實際水の流通する現象は曲線 AMB_1 によりて示す通りとなり、羽根車を去れば軸心の方向に向ひつゝ吸水管を経て放水路に流れ去ることになる。

斯く流通する間に水の勢力は漸次廻轉力に變ずる其状態は羽根の入口に於て AE なる大きさであつたものが出口では B_1G となる。

故に \overline{AB} なる一枚の羽根が水流から直接受る勢力は $AEFG B_1A$ で囲まれた面積であり、尙吸水管内を流るゝ間に勢力の一部が車體に傳はる其大きさは $B_1G HNB_1$ で囲まれた面積となり N 點に於て吸水管を去

り放水路に流れ去るので NOHN で囲まれた面積は漸く放水路に流れ得るだけの勢力に相当するものである。

但し此吸水管によりて傳はる勢力は管内を通る間に傳はるのではなく、羽根の間を AMB_1 なる曲線に沿ふて流通する間に傳はるのであるから、此 B_1GHNB_1 で囲まれた面積に等しく、之れを羽根の上に移せば勢力として傳はる状態は丁度月形で囲まれた面積 $EDGF E$ となる。故に水の總勢力は面積 $AMB_1NOHGFEA$ で囲まれた大きさであり、車體が廻轉力として受けたる勢力は $AMB_1NHGF EA = AMB_1GDEA$ で囲まれた面積となるのである。

扱導翼の開きが $\frac{3}{4}$ のときは規定の水量を呑んで規定の速度で常用馬力を發生し、而して羽根の入口及び出口に於ても何等の衝突や螺旋による損失を起すことなく順調に流通するから作用効率の最も良い點である。然るに導翼の開きが $\frac{3}{4}$ から變つて來ると、多くなつても亦少くなつても作用効率は必ず悪くなるものである。即ち水の絶對速さ V には些したる影

響はないが、若し開度が多くなれば流入の方向が變りて θ' となり、又開度が少くなれば θ となる。斯く流入の方向が變れば之れに伴つて關係速さ C の値と其方向が變ることになる。然るときは若し多く開けば羽根の外側を衝ち、少く開けば内側を衝ち、之れが爲めに勢力の一部が失はれるのである。

又出口に於ても同様に導翼の開度が變れば従つて水量が變る故水速と其方向が變り、若し多く開けば水流が充分の作用をなさず勢力の幾分を多く放逸することになり、又少く開けば螺旋作用が起きて幾分の勢力が失はれる。斯くの如く導翼の開度が $\frac{3}{4}$ から何れに變しても作用効率は悪くなるのである。

扱以上述べた所から羽根車の内に於ける水の流動作用は概略明かになつたであらう。

次に「フランス」水車にも色々な型式があつて例へば渦巻型とか直向型とか或は露出型と云ふ様に色々あるが如何にして之れを區別したものであるかと云ふに、之れは或る水車が落差 1 呎で 1 馬力を出すとき一分間の廻轉數の多少によりて區別するので、

此廻轉數を比較廻轉數と稱し之れを基本として總てのことが割出されてあるのである。

今

N_s = 比較廻轉數 (毎分)

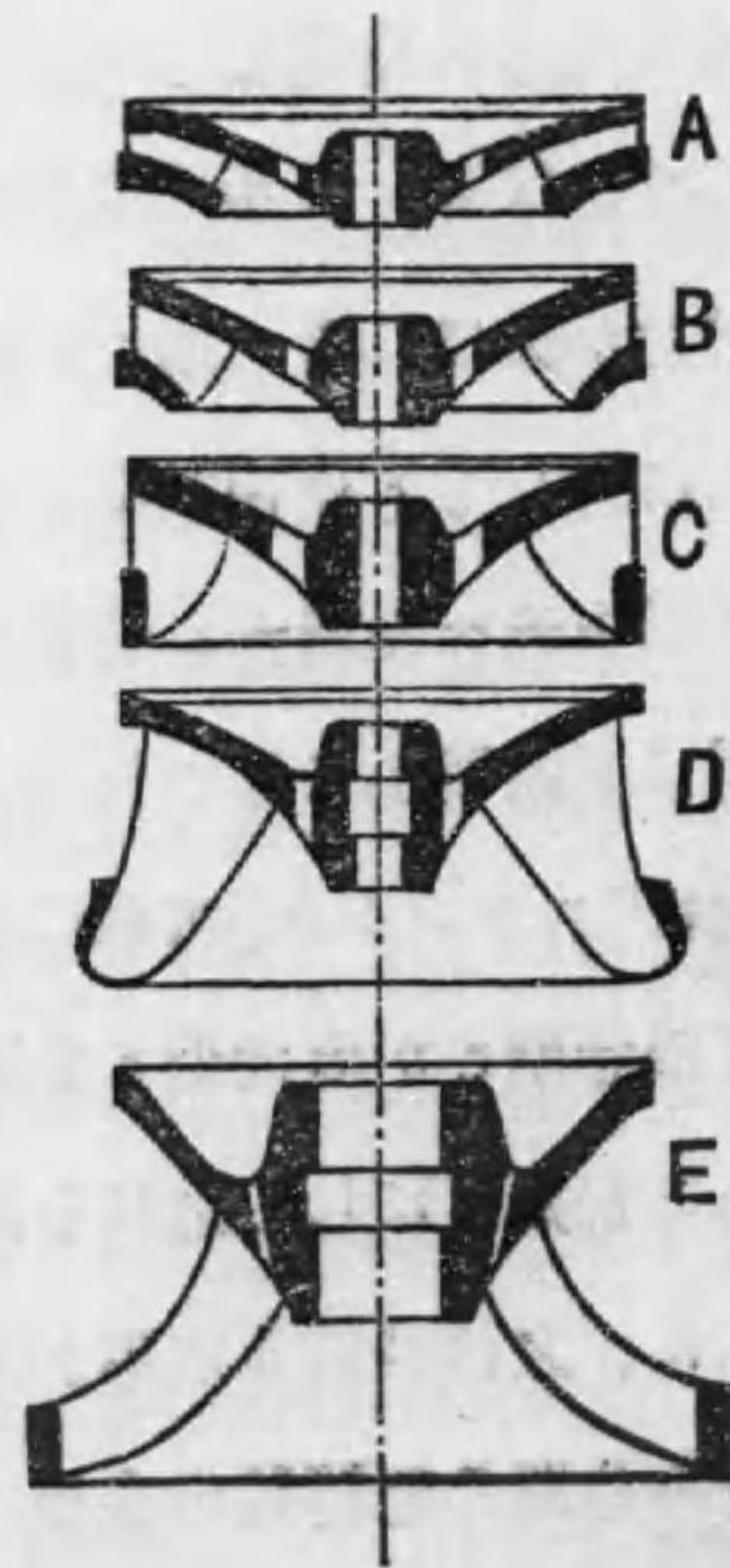
N = 常用廻轉數 (毎分)

H = 有効落差 (呎)

HP = 一個(單輪)の羽根車が出す常用馬力、
とすれば

$$N_s = \frac{N\sqrt{HP}}{H^{1.25}} \dots (6) \quad \text{第 九 圖}$$

若しも一本の車軸に二個の羽根車或は複輪が取付られてある場合は、一個の羽根車は $\frac{1}{2}HP$ を出すことになるから(6)式に $\sqrt{\frac{1}{2}}$ を乗じたものが其水車の比較廻轉數となり従て、三個の場合は $\sqrt{\frac{1}{3}}$ 、四個の場合は $\frac{1}{2}$ を乗じたものとなる。



此 N_s の多少によりて羽根車の型狀は第9圖の如くに變り此各羽根車に對する比較廻轉數及び車體の區別は第2表に示す通りとなる。

第 二 表

型	N_s	型 別
A	15 ~ 20	渦 卷 型
B	25 ~ 35	
C	40 ~ 50	
D	65 ~ 90	直 向 型
E	95 ~ 115	
		露 出 型

又(6)式に於ける $H^{1.25}$ の値は第3表に示す通りである。

例 6

有効落差 220 呎、常用出力 900 馬力、常用廻轉數 450 回毎分なる單渦卷水車あり、比較廻轉數幾何なるや、

(6)式に於て

第三表

H	H ^{1.25}	H	H ^{1.25}	H	H ^{1.25}	H	H ^{1.25}
10	17.78	85	258.5	220	847.3	370	1638.
15	29.52	90	277.2	230	902.0	380	1690.
20	42.29	95	297.0	240	944.6	390	1738.
25	55.90	100	316.2	250	990.0	400	1789.
30	70.21	110	357.0	260	1044.	420	1905.
35	85.13	120	397.2	270	1095.	440	2040.
40	100.6	130	438.0	280	1145.	460	2160.
45	116.6	140	480.0	290	1230.	480	2264.
50	133.0	150	525.0	300	1249.	500	2364.
55	149.5	160	569.0	310	1336.	550	2663.
60	167.0	170	610.0	320	1362.	600	2970.
65	187.0	180	659.3	330	1410.	650	3282.
70	202.5	190	692.0	340	1478.	700	3601.
75	218.5	200	752.2	350	1514.	750	3925.
80	239.3	210	795.0	360	1585.	800	4255.

$$N_s = \frac{N\sqrt{HP}}{H^{1.25}}$$

$$= \frac{450 \times \sqrt{900}}{847.3}$$

$$= 16. \quad \text{回/分}$$

例 7

有効落差 80 呎、常用出力 2000 馬力、常用廻轉數 500 回毎分なる双輪直向水車あり比較廻轉數幾何なるや、題意により之れは双輪即ち羽根車が 2 個あるのであるから(6)式に尙 $\sqrt{\frac{1}{2}}$ を乗じたものである。

故に

$$N_s = \frac{N\sqrt{HP}}{H^{1.25}} \times \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$= \frac{500\sqrt{2000}}{239.3} \times \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$= 66. \quad \text{回/分}$$

以上述べた様に比較廻轉數の多少によりて羽根車の形状が色々に變ると共に導翼を通して羽根に流れ込む處の水速や車體の廻轉速さ及び羽根の傾き具合や數の割合等色々變じて來るのであるが、本書の目的として今之れを一々數字を以て説明する要なければ此所に省略し、只水車は比較廻轉數によつて總ての點が割出されて居ることが明ればよいのである。

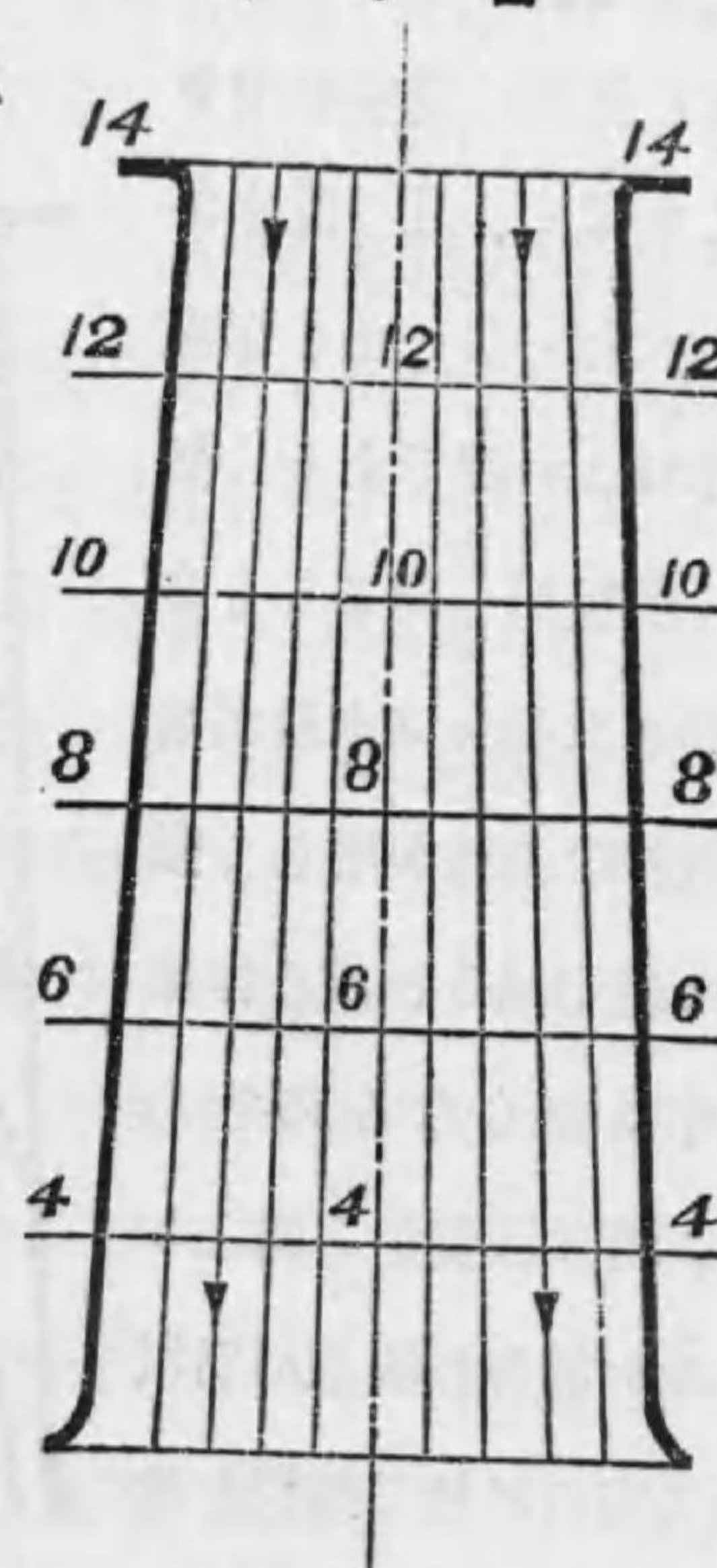
4. 吸水管の作用

吸水管は反動水車即ち現今では「フランス」水車に使用されるもので、其作用は有効なる全落差を利用して水の有する勢力を出来得る限り多く車軸に傳へんが爲めに設くるものである。例へば第1圖に於て若し吸水管がなかつたならば有効な落差は h 呎となるから ha 呎に相當する馬力だけ減することになる。これはどう云ふ譯であるかと云ふに、大氣の壓力は 14.7 封度毎平方呎あるので、之れを落差に直すと丁度 34 呎に相當する。故に水が羽根車から出るときに若し吸水管を付せずして直に大氣中に吐き出だすと水は是非此氣壓に打勝て出なくてはならぬのであるから勢ひ大くの力を以て出ることになる。即ち水が羽根車に入るときに勢力は落差によつて定まつて居るのであるから、出るとき多く持て出られると夫れだけ車軸の受くる力が少くなる譯である。然しながら落差が増すからと云て無暗に長くすることは出来ない、なんとなれば理論上は 34 呎で

も管の續目から空氣が漏たり摩擦抵抗等の爲め 25 呎位が最大の使用の高さであるが、高く取り過ぎると荷重の少い時に、大なる突激作用を起し機體を震動さす憂ひ（後に述る）があるから實際の使用高さは水量により 13 呎より 20 呎までの間色々異なるのである。

第十圖

此吸水管の構造は勿論、之れが目的に於ても誠に簡單なものであるが、水流の状態は羽根車と相俟つて最も複雑な關係を有し従つて理論も可なり六ヶ敷いものである。然し取扱上の概念として只水流の状態だけを述ぶことにする。



吸水管も導翼が $\frac{3}{4}$ 開のとき最も都合よく羽根車

から出た水が整然として、充滿して流れ而も羽根車の出口から放水面に近づくに従ひ漸次流速を減し、3~6 呎位となりて、放水路に流れ出るので其状態は第10圖に示す通りで、任意の横断面は何れの面でも管の中心も板面近傍も皆一様な流速となる様造られてある。

故に管内に真空を生ずることなく、且つ流水が(まごつき)ないから作用効率はよい譯である。然るに導翼が $\frac{3}{4}$ 開よりも多く開きた場合は水量が増す故勢ひ流速が増して吸込落差が減る、故に作用効率は悪くなるのである。若又導翼が $\frac{3}{4}$ 開よりも少ない場合は流水が羽根車の出口に於て螺旋を捲て降るので、其状態は第

第十一圖



11圖に示す様になる。

故に何れの部分でも其横断面の中心は真空にして夫れより管壁に近づくに従ひ流速を増すこととなる。然るときは排水自身が中央の真空を充さんとして、流線が亂れて水の(まごつき)を生じ、之が爲めに吸込落差が減じて作用効率を悪くするのである。此(まごつき)作用が大きくなれば水槌作用となりて異様な音響を發すると共に水車全體が震動を起すことがある。實際に於て能く遭遇することであるが、例へば車軸の中心から放水面まで 15 呎なるにも係はらず、真空計には 18 呎も 20 呎も表はれて居ることがある。此 3~5 呎なる餘分の落差は即ち排水が螺旋運動をして降り之れが爲めに中央部には真空を生じ管壁は速い流速で降る、此速度に相當する落差が表はれるのである。故に真空計に表はれる差が多い程螺旋作用が多いこと明かである。

故に此螺旋作用が甚たしくなると、前に述べた様に水槌作用を起し非常な音響や震動を起すことがある、斯る場合に往々吸水管の頂部に細き空気を吸

付け、今述べた 3~5 呎なる有害無益の落差に相伴ふ中央の真空を打消す、然るときは螺旋運動はして居ても水槌作用を起さないから平調に運轉することが出来る。尙此現象と取扱方に於ては後に詳しく述べてゐる。

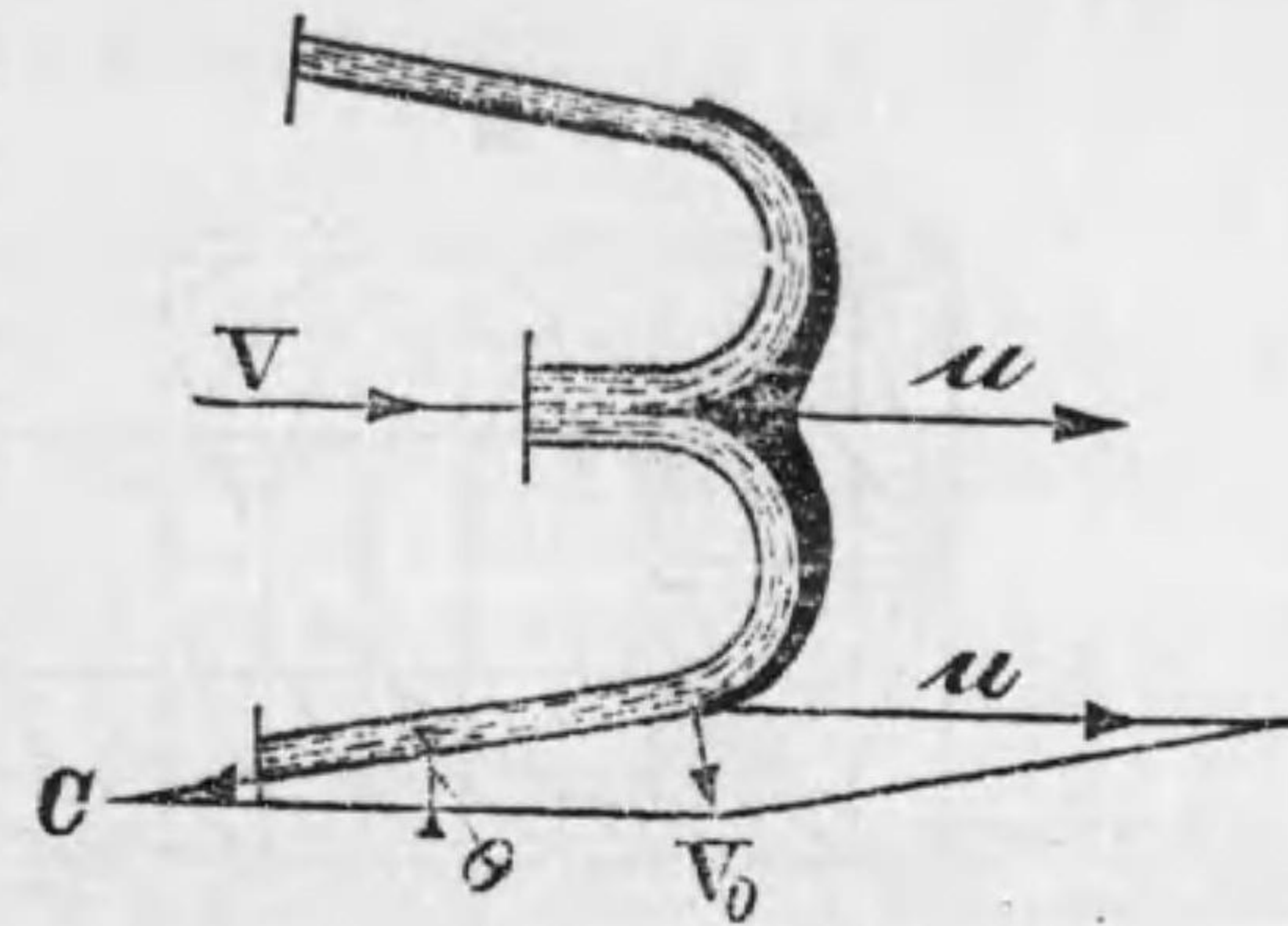
5. 「ペルトン」水車の基本概念

「ペルトン」水車は嘴管（「ノズル」）を通る間に水壓の全部が流速に變じ、全流速を以て承椀（「バケット」）に噴射して車體に廻轉力を傳へるので、之を衝動水車（「イムパルス、タービン」）と云ふのである。

故に「ペルトン」水車は一般に高落差に用ひられるものであるが、使用水量や發電機の廻轉數に依ては左程高落差でない場合にも用いられることがある。之れはどう云ふ譯で區別するかと云ふに前節に於て述べた比較廻轉數に依て定めるので公式(6)に依て算出した數が 13 以下の場合に「ペルトン」水車を用ふるのである。

扱噴射水が承椀に作用する状態は第12圖に示す如く噴水が V なる速度で承椀に入る場合に承椀は u

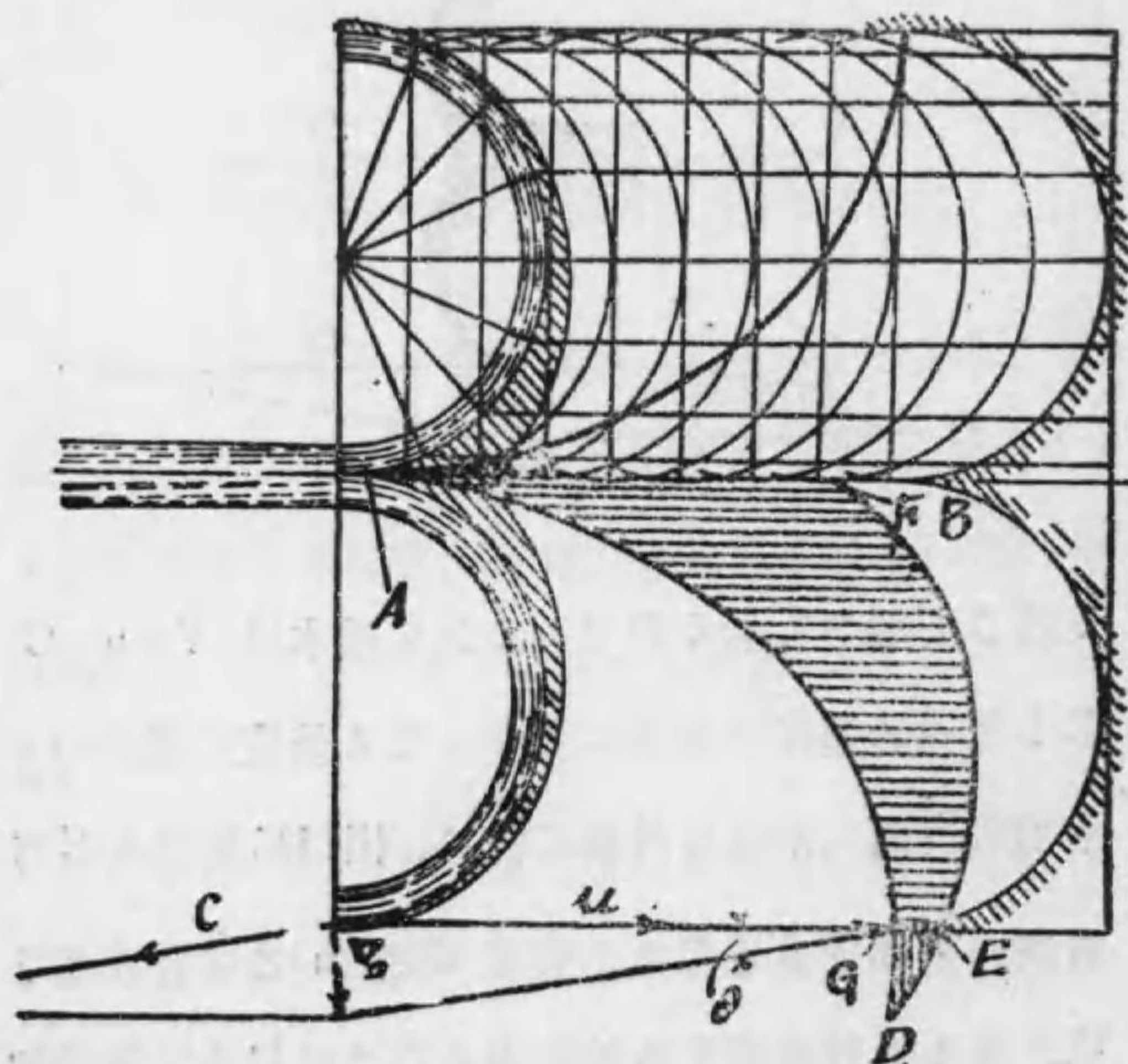
第十二圖



る速さで廻つて居るのであるから噴水は $V-u=C$ なる關係的速度で承椀に入り u なる速度で進みつゝ承椀の内面に沿ふて外部に流れ、出口に於ても C なる同じ關係速さとなり、従て C と u との合成速さ V なる絶對速度で承椀を去ることになる。斯の如く噴水は承椀の中央に入り承椀を押やりつゝ内面に沿ふて漸次外端に出づる此間に承椀は u だけ進むのであるから第13圖に於て A から B 迄進むことになる。故に實際噴水の通る現象は曲線 AG に依て

示す通りとなる。斯く噴水が流通する間に車體に加
る水勢力は A 點に於ては AF であり、G 點に於て
は GE となる、故に廻轉力として車軸に傳る勢力は

第十三圖



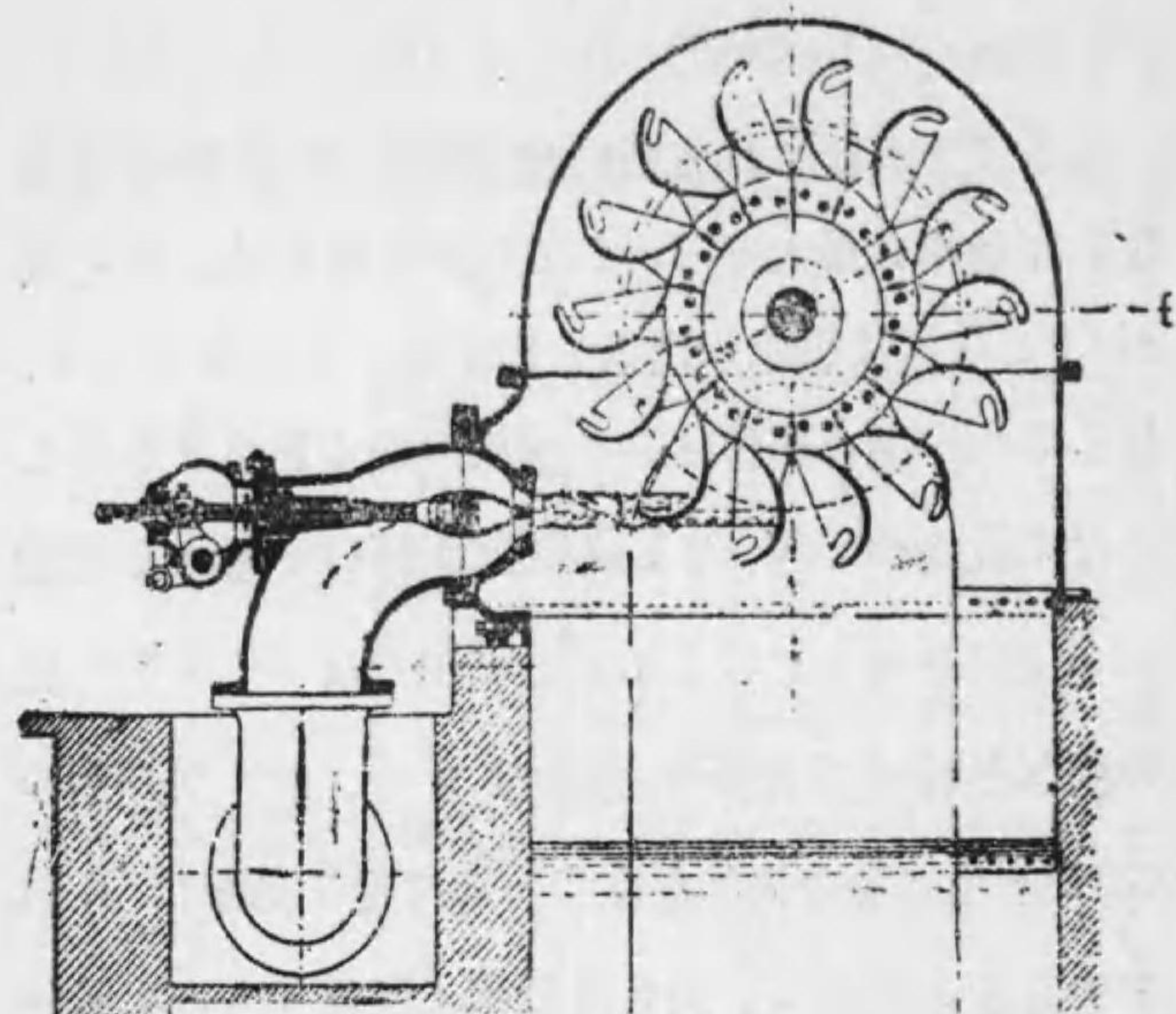
AGEFA で、圍まれた面積となるのである。又
GDEG で圍まれた面積は承腕を去つて放水面に落
下するとき持て出られる勢力で之だけは損失となる
ので約10~15%位のものである。

此「ペルトン」水車の作用効率は理論上

$$y = \frac{1}{2}(1 + \cos\theta)$$

なる式で表はされる故に出口の角 θ が 0 である
ならば効率は最大で 1. となる譯であるが、然し角
が 0 となれば噴水の出入方向が全く正反對となり、
然して水の出る關係速さと承腕の廻る速さとが等し
くなる故従つて V. なる絶對速さが 0 となりて承腕
から流出せぬことになる。故に出口は $20^\circ \sim 30^\circ$ 位
の傾きを付けて此憂を除きてある、故に第13圖の
GDEG なる勢力損失が生ずる譯で従て効率は 1. 以
下となるのである。尙此外効率に及ぼすものは承腕
内を流るゝ水の摩擦損失である、此損失は噴水が増
せば幾分は増すが、然し出力の増す割には増さない
から其影響は開度の少い時程多いのである。尙此外
第14圖に示す様に $\frac{2}{4}$ の開きから以下の場合には噴水が
承腕に衝つて居る時間が短くなり且つ噴射抵抗が増
すことになる。又 $\frac{3}{4}$ 開き以上に増せば噴水の一部が
素通りして承腕に衝らぬのみならず、後進の承腕の
裏面を衝つたり或は双噴射の場合は前の噴水を衝つ

第十四圖



様になる。此外軸承の摩擦等皆出力損失となるのである。故に實際の効率は $\frac{3}{4}$ 開きするとき 80~87%位で其れより開度が變ると尙幾%か少くなるものである。

「ペルトン」水車に對する有効落差は第1圖に於て h 呎である、故に吸込落差 h_1 呎を利用しないから「フランス」水車よりは之れだけ落差の利用は少い譯であるが、然し「ペルトン」水車は何れも高落差で

あるから全落差の割合から云へば吸込落差の影響は極めて僅である。

而して「ペルトン」水車に吸水管を付けると、落差は充分利用出来るが、常に車体内が水で充滿することになる故、非常なる摩擦抵抗を増すことになり、却て出力損失が大きくなるから一般に「ペルトン」水車には吸水管を用はず、尙特に空氣孔を穿ち水切を良くする位である。

6. 調速機の作用概念

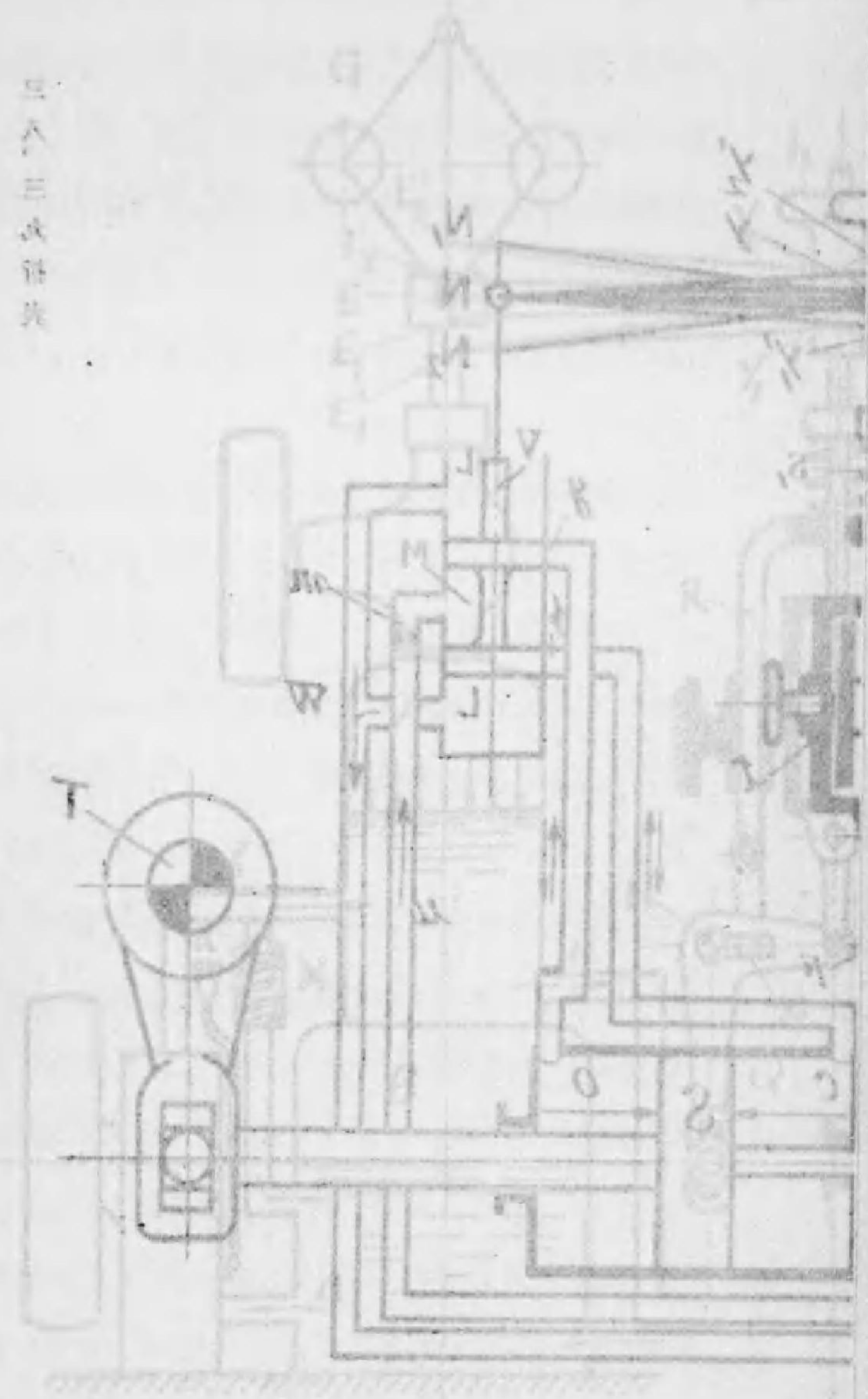
調速機は水車が與へられた規定の廻轉速度を常に一樣に保つ様作用して居るのである。故に若し荷重が減すれば夫れだけ水量が餘るから速度が早くなり始める、然るときは調速機が働いて導翼或は嘴管の開度を少くして水量を減し元の規定速度に復らしめるのである。若し又之れと反對に、荷重が増せば夫れだけ水量が不足するから速度は遅くなり始める、然るときは調速機が働いて導翼或は嘴管の開度を多くし水量を増して元の規定速度に復らしめるのであ

る。

水車用の调速機として色々な種類があるが、現今一般に用ひられるものは、油壓式自働调速機である。然して此油壓式のものでも各製造会社の異なるに従つて色々形状は異つて居るが、原理に於ては殆ど同一である、従て部分の構造も亦同一である。故に调速機の一般的作用の關係を最も明り易く通俗的に説明する爲めに、今第15圖に示す如き線圖に依て述べることにしよう。

圖に於てGは遠心錘(「ペンデュラム」或は「スピードダー」) Eは座環(「スリーブ」) Aは壓油槽、Bは油槽、Pは油唧筒、dは空氣弁、Xは安全弁、Dは「ダッシュポット」にして之れに QZFRS₁ 等の機構を併せて全體を「ダブルリレイ」装置と云ふのである。EYNは調整槓杆、Vは配壓弁にしてMは壓力室、Lは排油室である。Sは「サーボ、モートル」の「ピストン」にしてCは閉り作用側 Oは開き作用側である。Tは調整軸にして之れに導翼或は嘴管の開閉機構を連結してある。

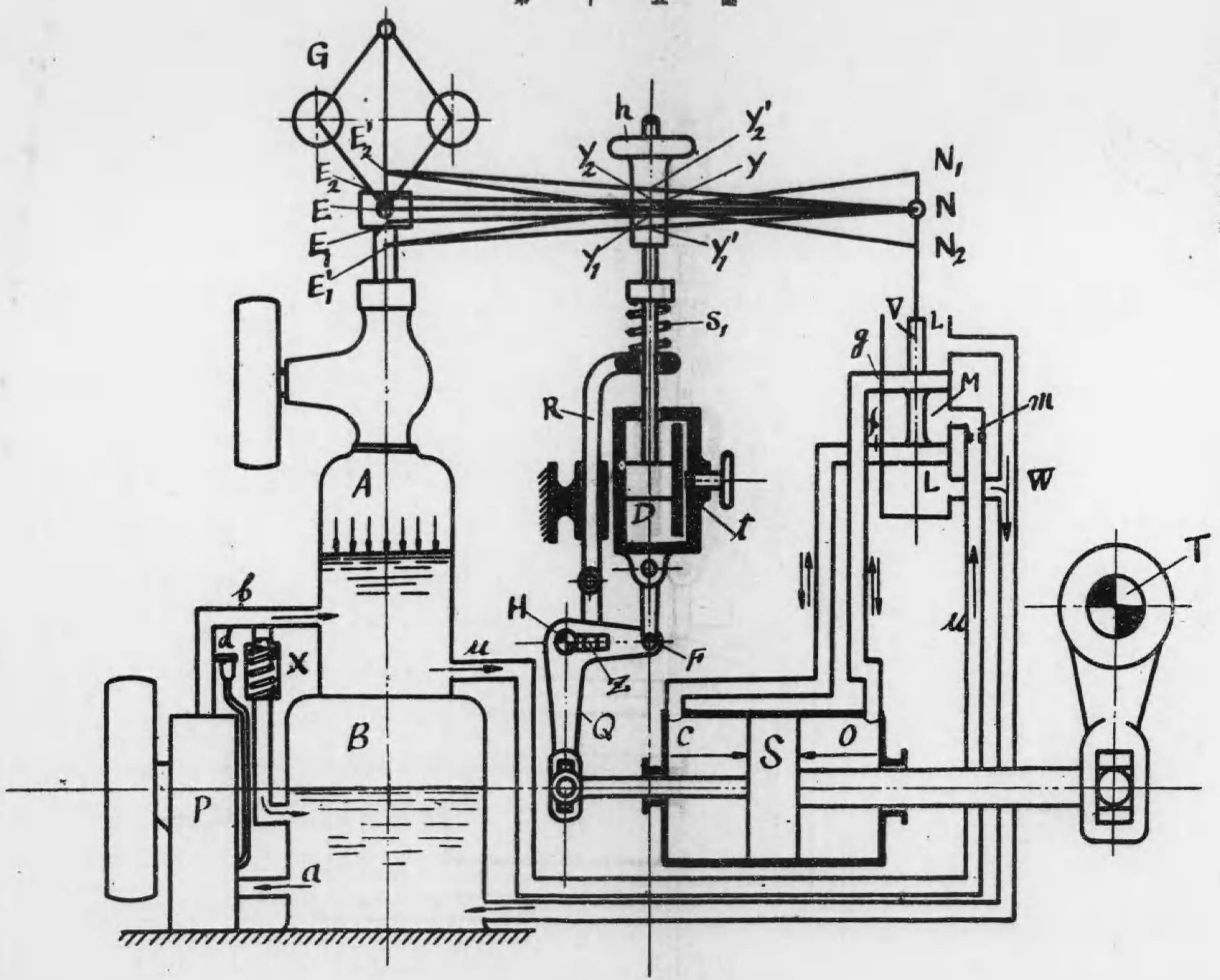
三八、三式 油壓式



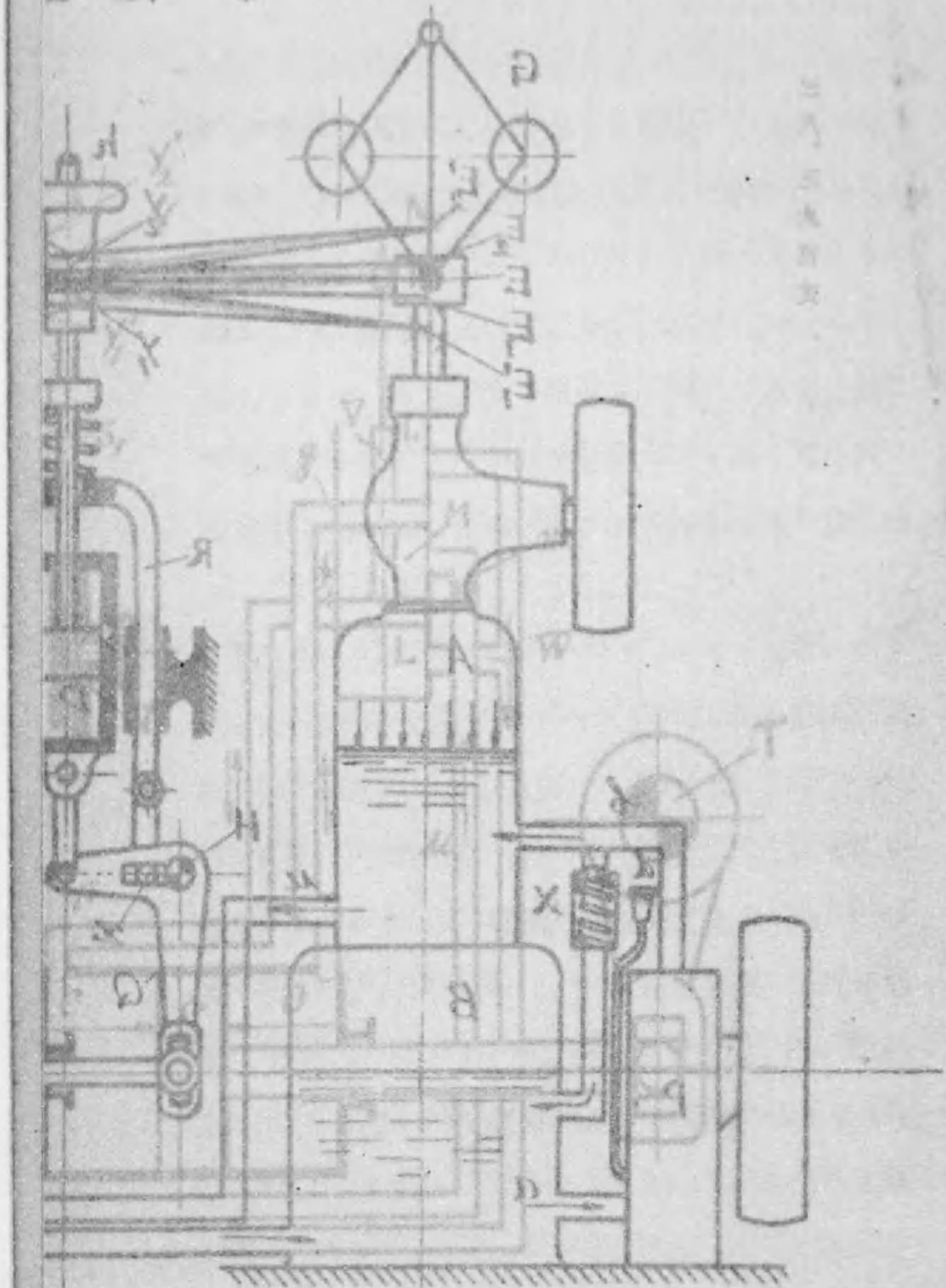
として色々な種類があるが、現今のもの、油圧式自動調速機である。式のものでも各製造会社の異なるに異つて居るが、原理に於ては殆ど部分の構造も亦同一である。故に用ゝる關係を最も明り易く通俗的に今第15圖に示す如き線圖に依て述

心錘（「ペンデュラム」或は「スビ」）、「スリーブ」Aは壓油槽、Bは油は空氣弁、Xは安全弁、Dは「ダッシュ」に QZFRS 等の機構を併せて全「装置」と云ふのである。EYN は壓力弁にして M は壓力室、L は排油「サーボ、モートル」の「ピストン」作用側 O は開き作用側である。T は導翼或は嘴管の開閉機構を連結

第十五圖



三八、三九折表



油はa管から唧筒に吸はれb管から壓油槽A内に送り込まれ、通常 150~200 封度毎平方吋位の高壓力に嵩められてu管からM室に至る。而して配壓辨Vの作用により「サーボ、モートル」の何れかに働いた油はL室に復り管Wから油槽Bに歸ることになる。

荷重に變化がなかつたならば従て速度に變化が起らないから遠心錘の開きは一定である、依て座環Eの位置及び槓杆のN點も一定である、故に配壓辨は「サーボ、モートル」に通ずる窓孔を兩方共塞で中正位置を保つて居る、故に调速機全體は靜調な状態で廻て居る。

然るに若し急に荷重が減ると水車の廻轉速度が早くなり始めるから遠心錘は開きを増し、座環EをE₂まで引揚げたとする。然るときは槓杆はE₂YN₂の様に傾き、辨Vを押し下げる、故にf孔はM室にg孔はL室に夫々通ずることになる。然るときは「サーボ、モートル」の「ピストン」はC側から壓せられO側はL室に通して「ピストン」は右に押し

やられ調整軸を押廻して導翼或は嘴管の開口を狭め水量を減し始める。斯く「ピストン」が右に押やられると同時に腕Qが右に引かれるからFHが上に傾いて「ダッシュポット」を押上ることになる。此時「ダッシュポット」内の油が「ピストン」の上面へ流動するの違なきため「ピストン」は共に押上げられることになる。然るときはY點がY'點の方に押上げられる故N₂點はN點に歸り始める。

斯く水量が減じられると車軸の廻轉速度は次第に減少して座環はE'點からE點に歸り始める、此時「ダッシュポット」は内部の油が小孔tから流動するだけ自重に依りて徐々に下りY'點はY點に歸り始める、此時先にF點が上に傾くと共にZ點も亦上て居る故Rは其れだけ上た位置に進で居ることになる。故に速度が徐々に減じ座環のE'點がE點近くに歸るときはY'點も亦Y點近くに歸りZ點の上た高さがYからY₂までとあるとすればY'點は徐々に下つて丁度Y₂點に降た時N₂點は全くN點に歸り辨Vを中正の位置に戻し「ダッシュポット」は其動

く部分全體の重量と發條s₁とが釣合を保ち此所に下降作用が止み、從て「サーボ、モートル」の「ピストン」は閉り運動を止めることになる、然してY點がY₂點に進んだ割合ひにE'點はE₂點に止り槓杆はE₂Y₂Nなる位置を占め前よりも幾分高い速度で平調状態に復することになる。

若し又急に荷重が加た場合は之れと全く反對の作用をなす。即ち荷重が加れば廻轉速度は減少して座環はE點からE'點に下る、然るときは槓杆はE'YN₁となりて配壓辨を押し上げる故前と反對の油の出入りが起きて「ピストン」は左に押やられ、軸Tを押廻して導翼或は嘴管の開口を擴げて水量を増し始める。斯く「ピストン」が左に摺動すると同時に腕Qに依りてF及びZ點が引下げられることになる。然るときは「ダッシュポット」内の油が流動するの違なき爲め「ダッシュポット、ピストン」は發條s₁を壓して引下げられ從てY點はY'點に下りN₁點はN點に歸り始める。

斯く水量が増せば廻轉速度も次第に増加して規定

速度に復り始める。此時「ダッシュポット」は内部の油が小孔 t から流動するだけ發條に依りて押し上げられ、従て Y_1 點は Y 點の方に歸り始める。而して R は Z 點が下つた丈け下つた位置にあるから其の高さが Y から Y_1 であるとするれば Y_1 點が Y_1 點に昇つた時 N_1 點は全く N 點に歸りて辨 V を中正に戻し「ダッシュポット」は發條と全體の重さとが釣合て此所に上り作用が止み、「サーボ、モートル」の「ピストン」は全く静止して槓杆は E_1Y_1N なる位置を占め前よりも幾分低い速度で平調に復することになる。

此荷重の増減に應じて平等速度に幾分の差を生せしむる目的は發電機を二臺以上並行運轉を行ふ條件として特に斯くしたものである。故に若し並行運轉に用ひず單獨運轉の場合に此 Z 點を H 點上に移すか、或は Z の所を開放して R を固定すれば荷重の多少に關せず常に速度は一定である。即ち平調時に於ける槓杆は何時も EYN の位置にあることになる。又此「リレイ」の働く速さ即ち Y_2 から Y_1 點に或は Y_1 から Y_1 點に戻る速さは小孔 t の大きさ或は油

の濃薄に依て自由に加減することが出来る。

又手輪 h を廻して Y 點を何れかに變すれば従て N 點が變て前に述べた様な順序で任意に荷重の加減を行ふことが出来る、又場合に依りては此手輪に小さな電動機を取付け配電盤に於て自由に荷重の加減を行ふ様にしたものもある。 X は安全辨で壓油槽内の壓力が規定以上に昇れば此辨を押し開きて直接油槽内に歸り常に規定の壓力である様に働いて居る。

又近時は此安全辨を改良して「アンローディング」と代名すべき辨を用いたものがある。此辨は調速機が實際費消する丈けの油を壓油槽内に送り込み餘りは壓力を起さない内に唧筒から直に油槽に歸へす様になつて居る。然る時は唧筒に要する動力が餘程節約されるのみならず、油が熱を起さないと云ふ利益があるのである。

d なる空氣辨を開きて運轉すれば空氣は油と共に吸上げられ空氣は壓油槽の上部に溜り油は底部に別れる、此空氣は調速機の働きを平滑に行はしめん爲めに入れるのであるから常に相當の量を藏めて居な

ければならぬ。

以上述べた所は油圧式調速機に就ての一般的説明であつて、現今用ひられて居るものは一として此働作關係と違ふものはない、只製造會社が異れば従て配置とか局部の裝置等が異なるのみである。故に此線圖的作用關係を充分了解したならば何れの調速機でも容易に取扱ふことが出来る譯である。尙又各製造會社の製造に係る總ての調速機の實際構造や其説明に就ては著者が先に著せる「水車調速機及び水壓調整機」を参照されるならば一層便ならん。

調速機の作用時間 調速機には不働時間（「デッドタイム」）と云ふものがあつて、速度が變つても直くには働かないもので、即ち速度が變てから調速機が働き出すまでの時間を云ふのである。之れは何れの調速機でも必ずあるものであるが仕上りの良し悪しに依りて長短のあるものである。然し近時のものでは 0.5 秒以下である。此時間中は速度が變化しても働かないのであるから速度は甚しく變化する傾向を示す、故に成る可く此時間は少くしなく

てはならぬ。

次に此不働時間を経過すれば調速機は働き出し「サーボ・モートルの「ピストン」は摺動して所要の水量を加減する、此摺動し始めてより所要の位置に進むまでの時間を調速機の作用時間と云ひ閉鎖する場合を閉鎖時間（クローディング・タイム）と云ひ開口する場合を開口時間（オープニング・タイム）と云ふのである。此の閉鎖時間と開口時間とは殆んど同じであるが急に働く場合に限り幾分導翼や圓錐弁に働く水壓の抵抗が變る爲めに多少の相違はあるが、然し閉鎖時間を適當に調整して置けば開口時間として別に測定するの要はないのである。

扱閉鎖時間は通常水車が常用馬力を出す點から閉め切られるまでの時間を以て云ひ表はされて居る。然して此時間が短かく速かに「サーボ・モートル」の「ピストン」が摺動すれば、速度の變化は少ひが導水管の具合で水壓力の變化が多くなる。故に此時間は長過ぎても亦短か過ぎても危険であるから最も注意をしなければならぬ。此時間を大體次の如く定めて置けば危険は起らない。

導水管の無き露出水車の場合は

1.5~2.5 秒

導水管の長さが落差の二倍以下の場合は

2.0~3.0 秒

同上 三倍以下の場合は

3.5~4.5 秒

同上 四倍以上の場合は

5.0 秒以上

整圧機の有る場合は導水管の如何に關せず

1.5~2.5 秒

此時間は第 15 圖の m 孔の大きさに依りて自由に
加減することが出来る。

次に部分荷重に對する閉鎖時間例へば $\frac{3}{4}$ 荷重とか
或は $\frac{1}{2}$ 荷重とかで運轉せるとき之れを無荷重に取去
つた場合に閉鎖する時間は何うなるかと云ふに、之
の場合の閉鎖時間は荷重に比例して變るものでなく
場合に依りては荷重が少くなるに従つて長くなるも
のがある又は荷重の多少に係らず殆んど同じ様な場
合もある。之れは機構や調整の具合で色々異なるもの

であるから一様には行ないものである。

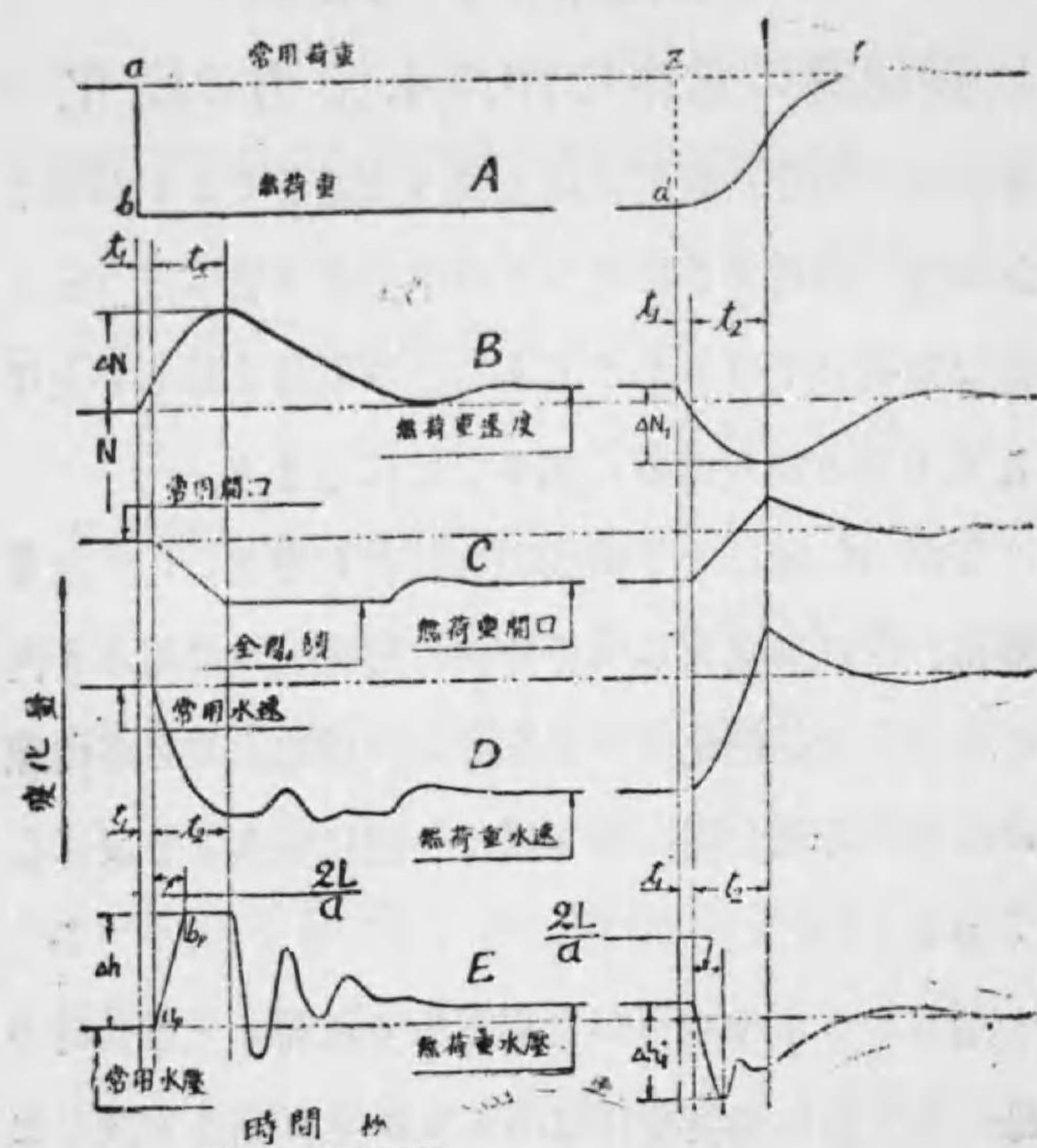
調速機の動作に伴ふ水壓力の變化

調速機の動作に就ては以上述べた通りであるが斯く
調速機が作用するに従つて水車や導水管はどう云ふ
様な影響を受けるかと云ふことは取扱上最も必要な
ことであるから簡単に述べることにしよう。

今第 16 圖に於て曲線の A は荷重變化、B は速度
變化、C は導翼或は嘴管の開口變化、D は導水管内
に於ける流速變化、E は水壓力の變化、とし各曲線
は經過の時間を横に取り縦に各變化の大きさを表はし
てある。

然るときは今水車が常用荷重で運轉して居た時 a
點に於て急に無荷重になつて a から b 點まで減した
とする。然るときは速度は直ぐ上昇し始めるが調速
機は不働時間 t_1 秒間は働かないから速度は直線的に
上昇し。此 t_1 秒を經過すれば働き出して導翼或は嘴
管を閉め水量を減し始める。故に速度は拋物線に沿
ふて上昇し導翼或は嘴管は曲線 C の如く t_2 秒間に全
く閉切られ此時速度は最大となる。

第十六圖



而して時間の経過に従て速度は漸次下降し調速機は一亘閉め切られてある爲めに速度は常用點より少し降るが直ぐ又働いて丁度無荷重運轉に對する開口となり常用速度より幾分高い速度で廻ることになる。斯く調速機が働いて水量を減し始めると、曲線Dに示す様に導水管内の水速が漸次減しることにな

る。然るときは此水速の減しるに伴て水壓力は曲線Eに於て $a_p b_p$ で示す様な状態で上昇し時間の経過に伴て漸次下降し多少の動搖はあるが次第に減少して遂ひに無荷重に對する壓力となる。

若し又之れと反對に無荷重で運轉せるとき急に常用荷重が加つたとする。然るときは荷重は曲線Aのd點に於てdzだけ加たのであるが水量が之れに伴はない爲めに、速度は曲線Bに示す如く不働時間 t_1 秒間は直線的に降り、 t_1 秒を経過すれば調速機は働き初め、曲線Cの如く導翼或は嘴管の開口を擴めて水量を増す。故に速度は拋物線に沿ふて降り t_2 秒を経過して、所要の開口に達したとき速度は最小となる。斯く調速機が働いて急に開口が増せば導水管内の水速が曲線Dに示す様に増加し、從て水壓力は曲線Eに示す如く下降することになる。故に導翼或は嘴管は幾分開き過ぎをするが時間の経過に従ひ水速が緩和されると共に、水壓力も上昇するから速度も漸次上昇して出力を増し從つて所要の開口となる。故に荷重は始めdzの様に加つたのであるが實際の

出力は d.f の様な状態で増加し水速が緩和されて、始めて常用荷重となり、之れに相當した落差及び速度で平調運轉をなすことになる。

以上述べた如く一旦荷重が變化して调速機が働き再び平調に復するまでには色々の現象が起るもので、此速度上昇と水壓力の上昇とは最も危険なのである。往々廻轉速度が非常に上昇した爲に、發電機や「はずみ」車の如き重い廻轉體は過大の遠心力を生じて遂に飛散したり、或は水壓力が非常に昇降した爲に水車や導水管の破壊した例は尠くないのであるから、大に注意しなくてはならぬ。

速度及び水壓力の變化の計算 荷重の變化に伴ひて瞬間に變化する速度及び水壓力の値を計算上から求むる必要があるから、今此公式と計算の方法に就て述ぶることにする。

今

HP = 水車の馬力

I = 廻轉體の「はずみ」能率(呎³封度)

N = 常用廻轉數(毎分)

ΔN = 上昇廻轉數 (%)

ΔN_1 = 下降廻轉數 (%)

L = 導水管の長さ(呎)

V = 導水管内の水速(呎毎秒)

h = 静止落差(水壓計指示)(呎)

Δh = 水壓力の上昇落差にて(呎)

Δh_1 = 同上 下降落差にて(呎)

t_1 = 调速機の不働時間(秒)

t_2 = 同上 作用時間(秒)

g = 重力の加速度(32.2呎毎秒毎秒)

e = 變化した荷重の分數例へば

全荷重の時は $e=1$

3/4荷重の時は $e=3/4$

1/2荷重の時は $e=1/2$

e' = 部分荷重に對する部分時間の乘數、但し全荷重のときは 1. であるが e の如く荷重に比例するものでなく機構や調整の具合で異なるものであるから $e't_1$ は實際に測定した價を採るの外はないのである。

m=水車の型状によりて異なる係数にして次の如

し、

「ペルトン」水車に対しては 0.72~0.725

渦巻水車に対しては 0.69~0.714

直向水車に対しては 0.64~0.671

露出水車に対しては 0.608~0.56

とすれば。

a. 速度の變化

荷重の減じた場合は

$$\Delta N = \frac{1615 \times 10^5 \times meHP}{I N^2} \left(t_1 + \frac{e't_2}{2} \right) \left(1 + \frac{\Delta h}{h} \right)^{\frac{3}{2}}$$

.....(7)

荷重の加た場合は

$$\Delta N_1 = \frac{1615 \times 10^5 \times meHP}{I N^2 \left(1 - \frac{\Delta h_1}{h} \right)^{\frac{3}{2}}} \left(t_1 + \frac{e't_2}{2} \right)$$

.....(8)

b. 水圧力の變化

荷重の減じた場合は

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{2} n(n + \sqrt{n^2 + 4}) \dots\dots\dots(9)$$

荷重の加た場合は

$$\frac{\Delta h_1}{h} = \frac{1}{2} n(n - \sqrt{n^2 + 4}) \dots\dots\dots(10)$$

式中 $n = \frac{LV}{gt_1 h}$

例 8

有効落差 150 呎、水量 250 立方呎、常用廻轉數 500 回毎分、にして 3500 馬力を出す複渦巻水車あり。

導水管の全長 800 呎、管内の水速 7 呎毎秒にして静止落差 135 呎、廻轉體の「はずみ」能率 250000 呎³

封度调速機の不動時間 0.5 秒、作用時間 3 秒、羽根車による係数 m を 0.7 とす。然るときは全荷重

3500 馬力が急に加減したる場合に起る速度及び水圧力の變化は幾何なるか。

先づ便宜上水圧の變化を先きに求むれば

(9)及び(10)式に於て

$$n = \frac{LV}{gt_1 h} = \frac{800 \times 7}{32.2 \times 3 \times 135} = 0.428$$

故に荷重の減じた場合は、

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{2} n(n + \sqrt{n^2 + 4})$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.428 (0.428 + \sqrt{0.428 \times 0.428 + 4})$$

$$= 0.54$$

即ち 54 % の上昇となる。

荷重の加た場合は、

$$\frac{\Delta h_1}{h} = \frac{1}{2} n (n - \sqrt{n^2 + 4})$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.428 (0.428 - \sqrt{0.428 \times 0.428 + 4})$$

$$= 0.352$$

即ち 35.2 % の下降となる、

次に(7)及び(8)式から速度の變化を求むれば、

荷重の減じた場合は、

$$\Delta N = \frac{1615 \times 10^5 \times \text{meHP}}{I N^2} \left(t_1 + \frac{e' t_2}{2} \right) \left(1 + \frac{\Delta h}{h} \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= \frac{1615 \times 10^5 \times 0.7 \times 1 \times 3500}{250000 \times (500)^2} \left(0.5 + \frac{1 \times 3}{2} \right) \times$$

$$\left(1 + 0.54 \right)^{\frac{3}{2}}$$

$$= 6.32 \times 2 \times 1.91$$

$$= 24.2$$

即ち 24.2% 上昇することになる。

荷重の加た場合は

$$\Delta N_1 = \frac{1615 \times 10^5 \times \text{meHP}}{I N^2 \left(1 - \frac{\Delta h_1}{h} \right)^{\frac{3}{2}}} \left(t_1 + \frac{e' t_2}{2} \right)$$

$$\frac{1615 \times 10^5 \times 0.7 \times 1 \times 3500}{250000 \times (500)^2 \times (1 - 0.352)^{\frac{3}{2}}} \left(0.5 + \frac{1 \times 3}{2} \right)$$

$$= \frac{12.64}{0.522}$$

$$= 24.2$$

即ち 24.2% 下降することになる。

比例に於て e 及び e' は全荷重が變化したのであるから 1. となるのである。

7. 水壓調整装置の概説

水車の取扱上最も危険なのは廻轉速度の増加と水壓力の増加とである。然るに速度の變化は调速機の働作を鋭敏にすれば小くはなるが水壓力の變化は反對に多くなることは既に述べた所で明である。故に水車の調整作用を完全にする爲めには鋭敏な调速機と共に適當な水壓調整装置を施さなくてはならぬことになる。

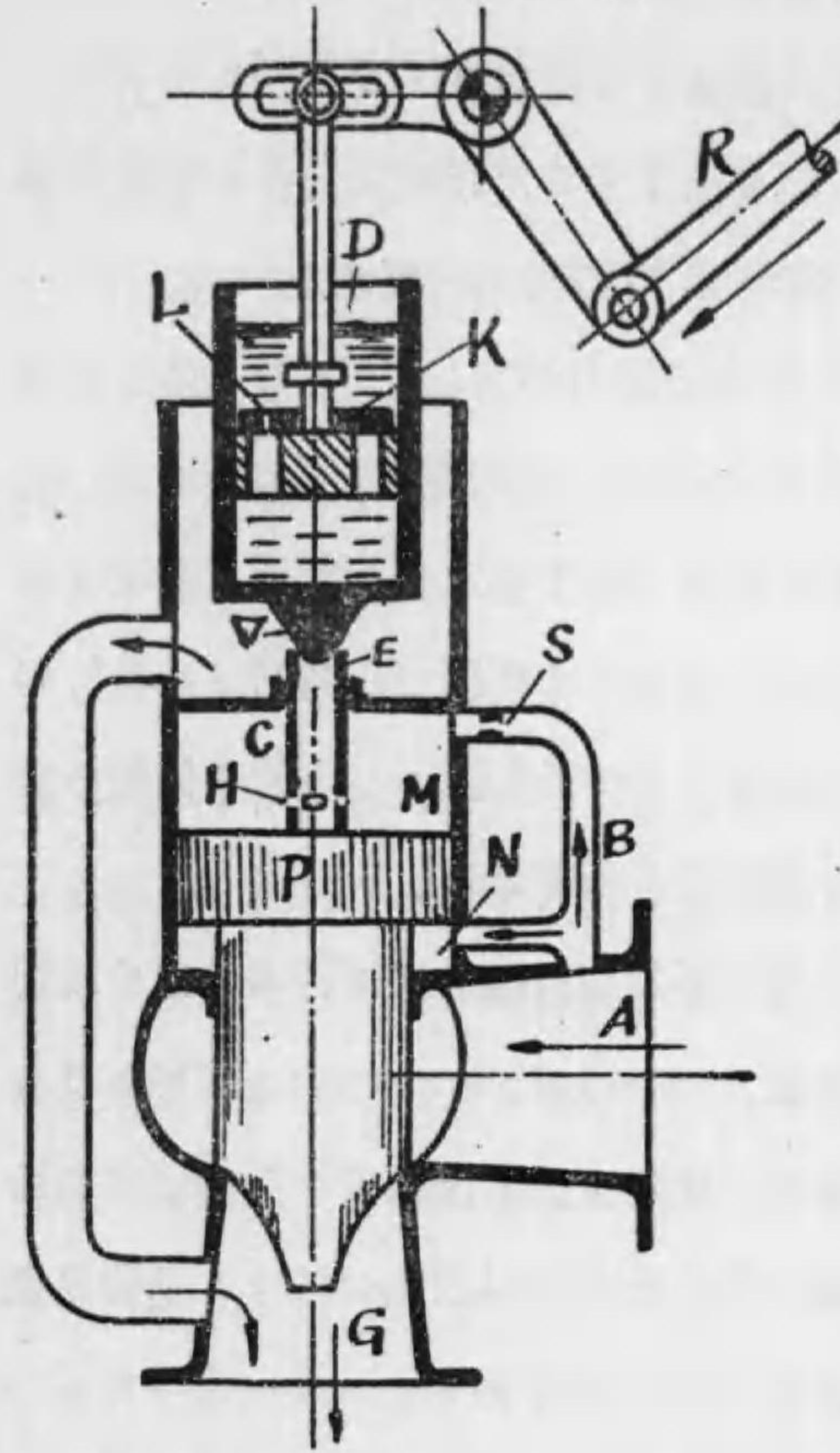
整圧機 整圧機は「フランス」水車でも「ベルトン」水車でも一般に使用せられ调速機に直結して同時に働く様になつて居る。然して其型式は水圧式と油圧式と両方あるが何れも各製造会社の異なるに従つて色々變つて居る。

然し原理に於ては皆同一であるから第 17 圖に示す如き線圖的のものに就て其作用關係を簡単に説明することにしよう。

圖に於てA口は水車の給水部に連結せられ、G口は放水路に開放してある。桿Rは调速機に連結せられ、「ダッシュポット」Dの内部には常に油を充滿してある。壓力水は管Bに依て「ピストン」Pの上下両面に充滿し、尙中空桿Cの根本に穿てる數個の小孔Hを通じて内部に充滿し上端Eは「ダッシュポット」胴に取付けられた瓣Vに依りて塞がれて居る。斯くE口が塞がれて居るときは「ピストン」Pは上下両面に働く壓力の差に依りて押し付けられ、従て排水瓣は塞がれて居るのである。

然るに急に荷重が減ると调速機は直に働く故、

第十七圖



桿Rは矢
の方向に
押され
「ダッシュ
ポット」の
「ピスト
ン」を上
ること
になる。此
時内部の
油が小孔
Lから流
下するの
違なき爲
め、胴諸

共に引上げられることになる。斯く胴が上れば瓣VはE口を開く故M室の壓力が無くなり「ピストン」はN室の壓力に依りて押し上げられ排水瓣を開き、減荷に對する餘分の水量を逃がして壓力の上昇

を防ぐのである。

而して時間の経過するに従ひ「ダッシュポット」内の油が小孔 L から流下するだけ胴は自己の重量によりて下り V 弁が E 口の開きを狭める。

然るときは M 室の圧力が増して「ピストン」は下る、故に V と E 口とは一定の開きを以て「ダッシュポット」の降る丈け降り、従て排水弁が其速さで徐々に閉づることになる。而して此閉づる時間は小孔 L の大きさ或は油の濃薄によつて加減し、全體の鋭敏さは小孔 S に依て加減するのである。

若し又急に荷重が加つた場合には桿 R は前と反対の方に引れる故、「ダッシュポットピストン」は押下げられることになる。此時下部の油は弁 K を開いて自由に流上する故、「ピストン」は自由に降り、他には何等の影響を及ぼさないのである。

以上述べた所は水圧式整圧機に対する作用の概略であるが、油圧式の場合でも其原理は同一である、只油圧力に依りて「ピストン」の運動を司らしめたに過ぎないのである。

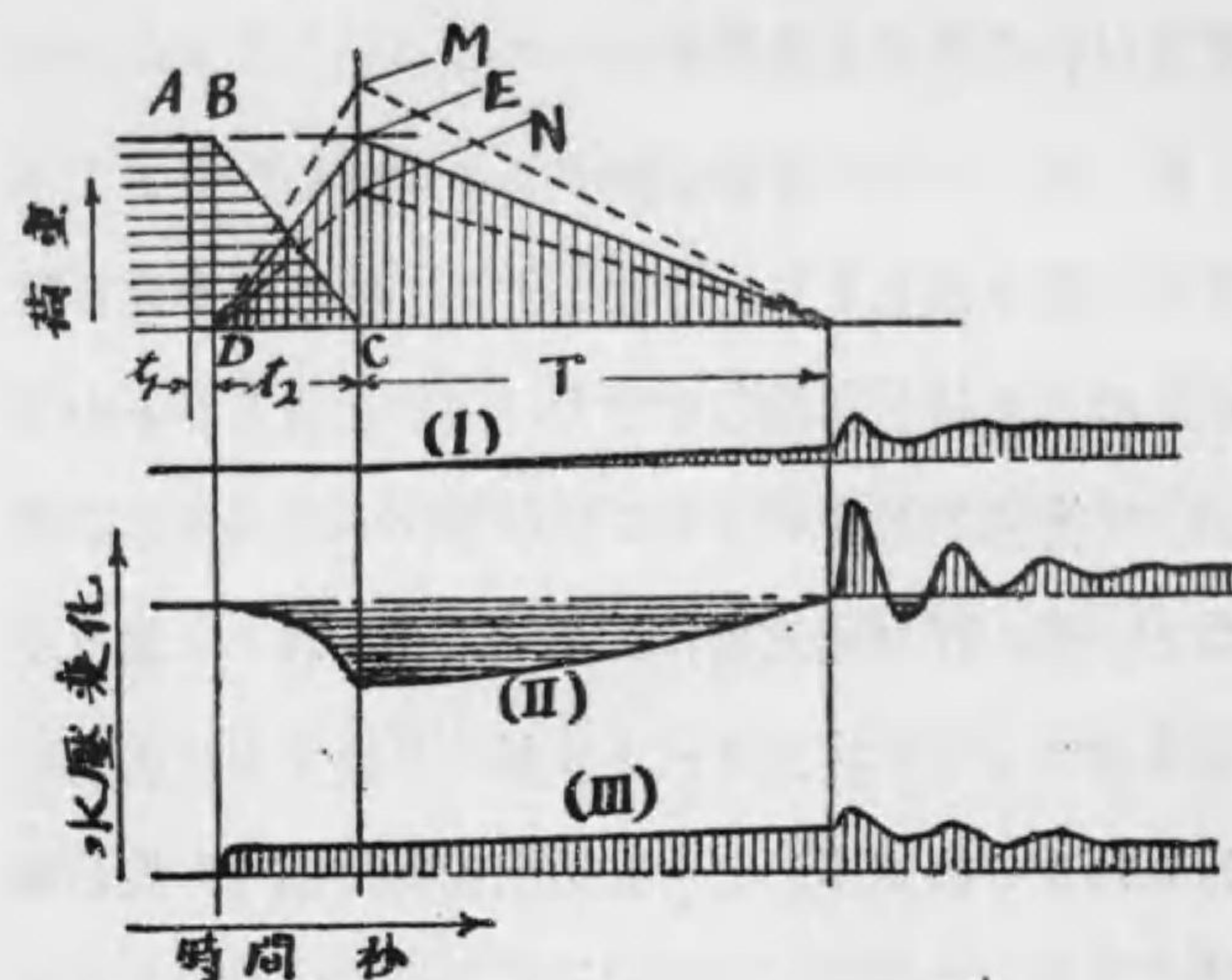
尙各製造會社の實際圖に對する説明は

“水車调速機及び水壓調整機”に於て詳しく述べ置きたれば其れを参照せらるべし。

以上述べた様に荷重が減ると调速機が働いて不要の水量を阻止する、之れに伴ひて整圧機が働き阻止された水量を排除して壓力の増加を防ぐのであるが、此排除の具合によりて其状態が大に異なるものである。例へば今调速機によりて阻止される水量及び整圧機によりて排出される水量の各變化が直線的に行はれると假定すれば、其排出關係は第 18 圖の線圖に於て、今荷重が A 點に於て急に取去られたとき、然るときは调速機は不働時間 t_1 秒を經過したとき、即ち B 點から働いて t_2 秒間に無荷重の開度 C 點まで閉づることになる。斯く调速機が働いて t_3 秒間に阻止した水量は BCE の三角形で表されることになり、此時整圧機は调速機が B 點に於て働き始めると同時に排水弁を開いて排水を行ひ调速機が C 點まで閉たときは排水弁は CE だけ開くことになり、丁度调速機によつて阻止されただけ整圧機によつて排

水したことになる。而してE点からは「ダシボット」

第十八圖



の働きによりて排水瓣を徐々に閉めるから水圧は殆ど昇らないで、只排水瓣が全く閉切れた時僅ばかり壓力の動揺が起るが之れは導水管の長さや整壓機の不働時間によつて相違するが殆ど影響はない。斯くの如く阻止水量と排水量が全く等しい時は水圧計に表れる壓力は曲線 (I) の様になる。

又水車に對して排水瓣が大き過ぎた場合は调速機によりて阻止された水量よりも多く排水する、即ち

调速機の BC に對して排水瓣は DM となり結局 MED だけ多く排水することになる。従つて水壓力は降るので其状態は曲線 (II) の通りとなり、且つ閉ぢ切れた後の壓力動揺が幾分多くなる。

又反對に排水瓣が小さかつたならば调速機の BC に對して DN となり結局 EDN だけ排除し得ないことになり従つて水壓力は幾分多く昇ることになる、其状態は曲線 (III) に示す通りとなる。

以上述べた様に调速機が閉ぢ切れた時、即ち C 點に於ける壓力は排水瓣の開度によりて異り其後の壓力は閉る時間 T の長短によりて異なるもので、長ければ勿論壓力は少いのであるが餘り長くては實用上不便である。普通は荷重が最大變化した場合に靜止落差の 10~15% 位の上昇に止むるのが頃合で之れは次の式によりて定むることが出来る。

今

T = 排水瓣の閉づる時間(秒)

L = 導水管の長さ(呎)

V = 導水管内の最大水速(呎毎秒)

h = 静止落差(呎)

n = 水圧上昇の割合

$g = 32.2$ (呎/秒/秒)

とすれば

$$T = \frac{LV}{gnh} + \frac{L}{2000} \dots \dots \dots (11)$$

例 9

静止落差 350 呎, 水量 180 立方呎にして導水管の内径 5 呎, 全長 1200 呎なる場合, 水圧の最大上昇を 10% に止どめんとす、整圧機の閉塞時間は幾秒とすべきか。

(11)式に於て

$V = 9.16, n = 0.10$

故に

$$\begin{aligned} T &= \frac{LV}{gnh} + \frac{L}{2000} \\ &= \frac{1200 \times 9.16}{32.2 \times 0.10 \times 350} + \frac{1200}{2000} \\ &= 10.35 \end{aligned}$$

故に 11 秒と定むべきである。

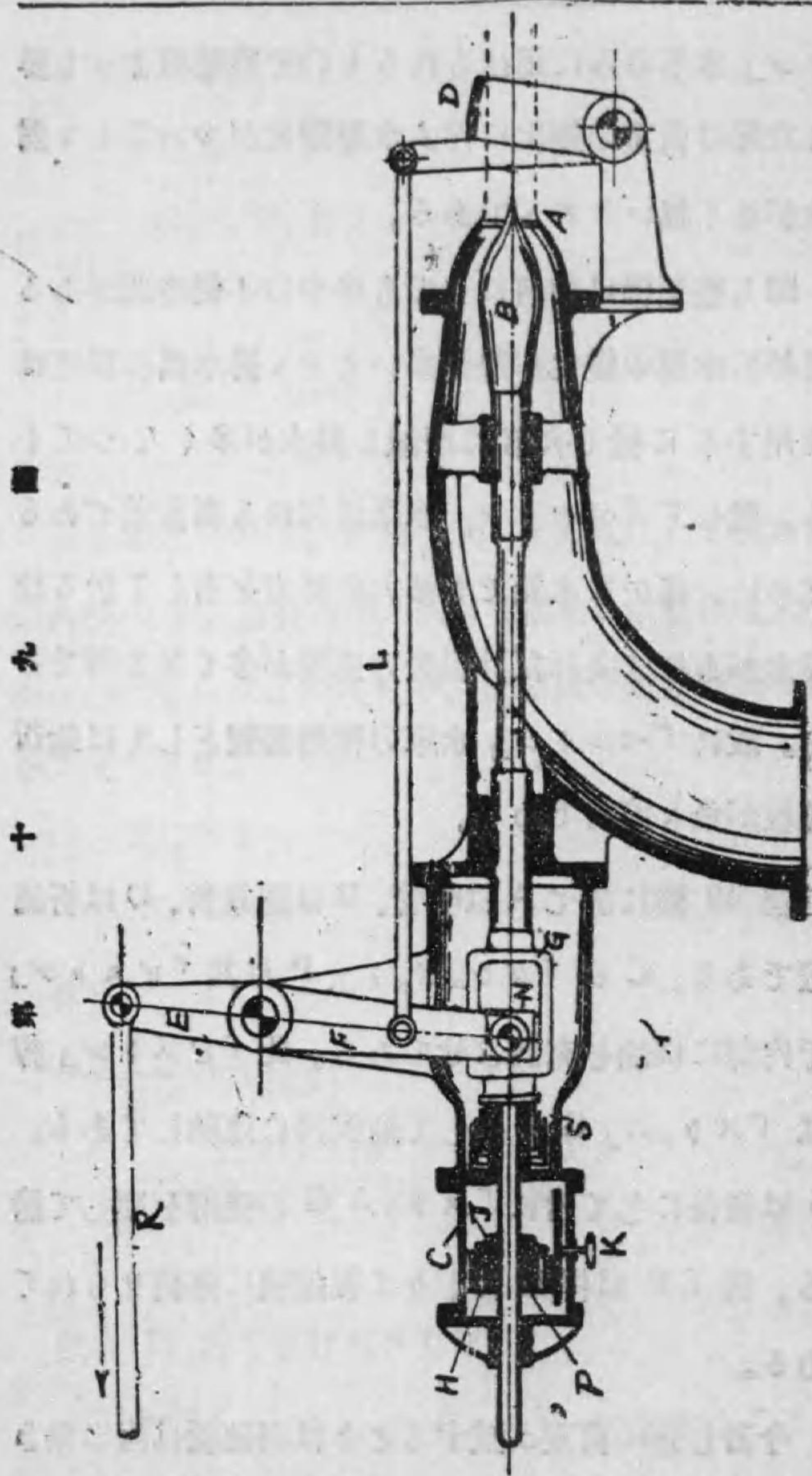
折流板(「デフレクター」) 折流板は「ベル

トン」水車のみ用ひられるもので整圧機よりも勝れた點は荷重の變化に伴ふ水壓變化が少いこと、漏水が全く無いことである。

即ち整圧機は如何にしても多少の不働時間がある爲めに水壓の變化が幾分多いこと、排水弁の瓣座は使用するに従て次第に摩滅し漏水が多くなつてくる。然して「ベルトン」水車は何れも高落差である爲めに、僅かな水量でも多大の勢力を有して居る故に漏水があれば夫れだけ損失の影響が多くなる譯である。故に「ベルトン」水車の整圧装置としては此折流板が最も適當である。

第 19 圖に於て A は嘴管、B は圓錐弁、D は折流板である。C は「ダッシュポット」、P は其「ピストン」で内部には油を充満させてある。此「ピストン」桿は「ストップ」G を介して圓錐弁に連結してある。S は發條にして常に「ストップ」G の後部を壓して居る。腕 EF は桿 R によりて調速機に連結せられてある。

今若し急に荷重が減るときは調速機は直に働き



桿 R を矢の方向に引く故、腕 EF を經て桿 L を右に押し折流板を右に傾け噴射水に切込む。然るときは噴射水は折流して承腕に衝らないことになる。斯くして減荷に對する廻轉力を弱めるのである。然るときは腕 F の N 點は既に右に進んで居る故「ダッシュポット」内の油が瓣 K の開く小孔を通じて流動する丈け圓錐弁は發條 S に依りて右に押しやられ徐々に噴水口を狭める。然して一亘増した廻轉速度が徐々に減じて規定の廻轉に戻る頃 G の左側が N 點に接して全く閉り運動が止み、丁度殘餘の荷重に相當する噴水口の位置となり折流板は其噴水に殆ど接線の位置に止ることになる。斯の如く圓錐弁が徐々に閉る故水壓は少しも昇らないのである。然して此圓錐弁の閉る速さは弁 K に依て自由に加減することが出来る。

若し又之れと反對に急に荷重が加つた場合は、調速機は直に働いて桿 R を右に押す故腕 EF を經て桿 L 及び「ストップ」G を左に引くことになる。然るときは折流板と圓錐弁は同時に開き此時「ダッシュポット」

ト」内の油は自ら弁 J を開いて H 孔から自由に流動する故如何様にも速く開くことが出来る。

近時大型の「ペルトン」水車は多く此折流板を使用せられてある。

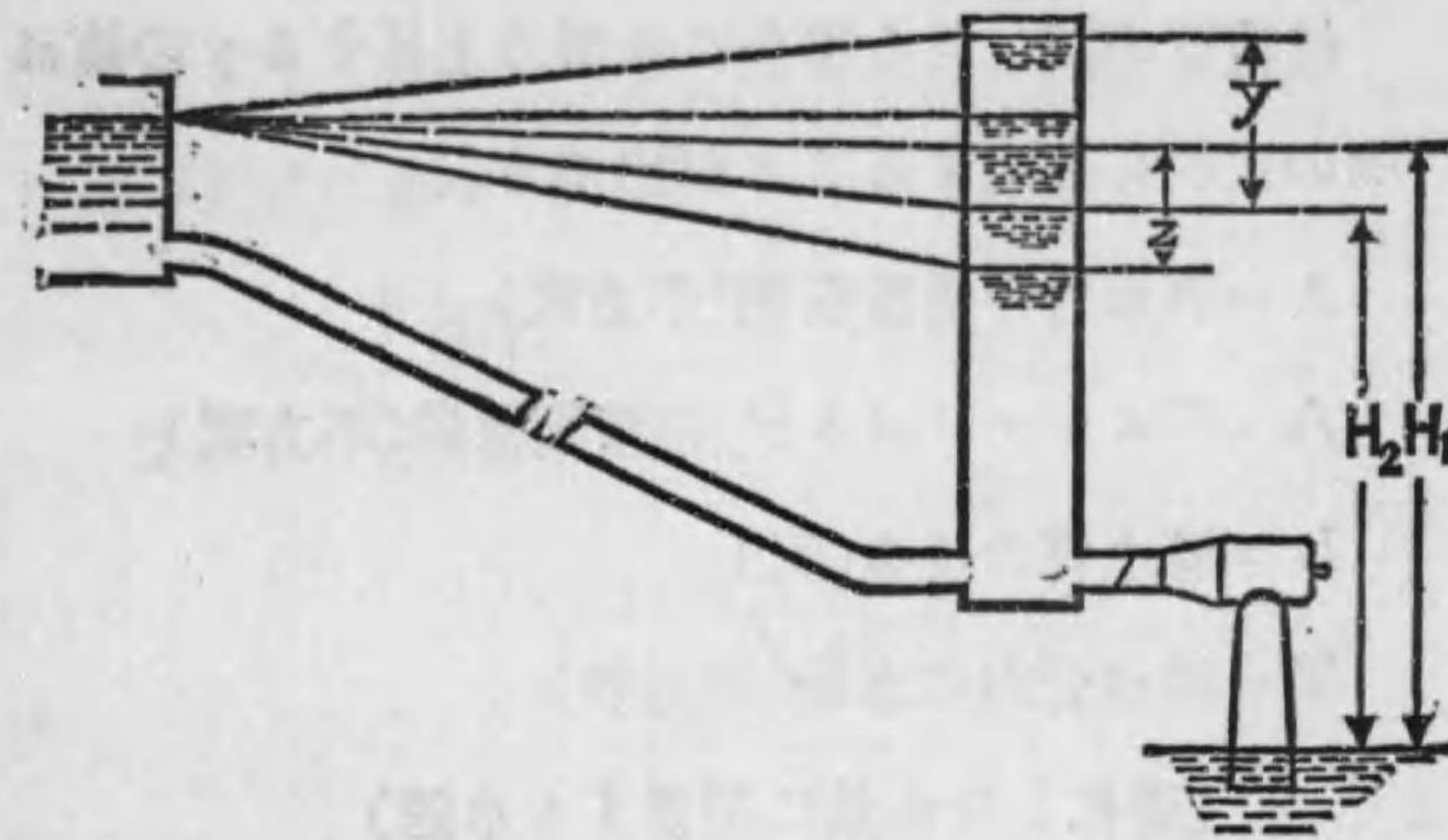
「スタンドパイプ」(直立管) 「スタンドパイプ」は低落差にして長い導水管を有する場合に用ひられる一つの整圧装置であつて、「フランシス」水車の直向型の場合に多く用ひられるのである。此装置は荷重の加減兩様共に働く故に、丁度(はずみ)車と同様の作用をなすものである。なせならば水圧力の變化は導水管の長さに比例をするものであるから、之れを防ぐ爲めに水槽を其位置まで近寄せたと同じ結果である。

第 20 圖に於て H_1 は無荷重運轉に對する有効落差で H_2 は全荷重に對する有効落差であるとする。

今全荷重で運轉せるとき急に無荷重になつたとき、直に调速機が働いて不要の水量を阻止する、此阻止された水量の有する運動の「エネルギー」に相當するだけ「スタンドパイプ」内の水面は y 呎だ

り上昇することになる。

第二十圖



然して時間の経過に依つて漸次降り遂に H_1 呎の落差となる。

若し又之れと反對に急に全荷重が加はれば、直に调速機は働いて導翼を開くが、導水管内の水速が之れに伴はないから一時水量の不足を來す、之れを「スタンドパイプ」内の水量が補ふ故水面は Z 呎だけ降り導水管内の水速が緩和されるに従ひ漸次上昇して遂に H_2 呎の落差となり平調な運轉をなすことになる。

斯くの如く「スタンドパイプ」は荷重の加減兩様

共に有効であるが水槽と同じ高さを要する爲め自然高落差には用ひられないのである。

扱荷重の減したる場合に水面の上昇する y の値は次の式から算出することが出来る。

A = 導水管の横断面積(平方呎)

A_s = 「スタンドパイプ」の横断面積(平方呎)

L = 導水管の長さ(呎)

V = 導水管内の水速(呎毎秒)

(變化した水量に相當する水速)

t = 调速機の閉鎖時間(秒)

f = 摩擦係數(第 1 表参照)

g = 32.2(呎、秒、秒)

とすれば

$$y = \sqrt{\frac{A}{A_s}} V \left(\frac{L}{gt} - C \right) \text{呎} \dots \dots \dots (12)$$

$$C = \frac{fV\pi\sqrt{\frac{A_s L}{A g}}}{3}$$

例 10

導水管の横断面積 80 平方呎「スタンドパイプ」の横断面積 730 平方呎導水管の長さ 1800 呎、水速

10呎/秒、f を 0.015 とし调速機を 2 秒間に閉鎖するとすれば「スタンドパイプ」内の水面は幾何上昇するか。

第 12 式に於て

$$C = \frac{fV\pi\sqrt{\frac{A_s L}{A g}}}{3} = \frac{0.015 \times 10 \times 3.1416 \sqrt{\frac{730}{80} \times \frac{1800}{32.2}}}{3} = 3.56$$

次に

$$Y = \sqrt{\frac{A}{A_s}} V \left(\frac{L}{gt} - C \right) = \sqrt{\frac{80}{730}} \times 10 \times 10 \left(\frac{1800}{32.2 \times 2} - 3.56 \right) = 16.4 \text{ (呎)}$$

即ち 16.4 呎上昇することになる。

第三章 故障及び處置

8. 概 説

故障と云ふことに就ては本書の始めにも一寸述べ

た如く、色々の場合があるから、只單に斯々であるを明言することは出来ない。

例へば製作や据付けの具合に依て起ることもあれば、又取扱者の不注意から起ることもある。然して始めは極些細な原因でも段々と擴大して色々の現象を起し、遂に大なる故障を引起すことが尠くない。

又場合に依ては水車の故障が調速機の動作に現れたり、或は調速機の故障が水車内に現れたり、或は電氣的故障が調速機に現れたりすることが往々ある。故に故障なるものは決して單純なものではない、從て言語や文筆を以て簡単に云ひ表はせるものでなく結局日常取扱者の熟練と平常不斷なき注意とに待たなくてはならぬことになるのである。

本章に於ては故障に關して述ぶると雖も今述べた様な理由で到底故障全般に亘りて述べ盡すことは出来ない、故に著者の實地經驗に得たる處を參照して、最も故障の起り易き點及び最も注意を要する事項に就て以下節を重ねて述ぶることとする。

9. 「フランス」水車の故障

導翼の故障 「フランス」水車で一番故障の多い點は導翼である、なせ多く損み易いかと云ふに、之れは丁度水の分流點であつて、而して各々一枚毎に動くものであるから「ピン」などの緩みが生じ易いからであり、又水槽の設備が悪いと木片や小石が流れ込んで、之れが導翼間に挟まつて居る時に急に調速機が閉ると、夫れが爲めに導翼は折ることがある。若し折れなければ曲るとか或は「リンク」類が「こぢれて」具合が悪くなるのみならず閉るべき調速機が閉らない故速度は著しく上昇することになる。斯く導翼に物が挟まつたと感じた時は人爲的に調速機を少し開けてやる、然る時は大體のものは流れ出るか若し之れで出なければ早速水を止めて取去らなくてはならぬ。導翼の開閉運動を傳へる「ピン」類に緩みが出來ると夫れだけ導翼の開度と調速機との間に隙きが出來る故釣合ひを失ふから調速機は「レイシグ」を起すことになるのである。

導翼の兩脇の隙が多いと其間へ木葉や細砂其他色々の塵類が流込み、其れが爲めに開閉働作が非常に重くなり且つ「ピン」などの緩みが多くなる。又斯く隙の多いものでは導翼を閉切ても速度は下らず反て上る様なことがある。之れは取付けの「パッキング」が厚過ぎたりすると斯ることが起る。

又導翼は调速機が閉り切れた時全部一様に閉り切る様調節するが普通である。然るに调速機が閉つても導翼は尙幾らか開いて居ると荷重が急に減した場合などは速度は著しく増加して危険を醸すことになる。

若し又调速機が閉り切れた場合に導翼も一部は閉り一部は尙開て居ると云ふ様な場合即ち開度の異なる場合は車體が震動を起す様なことがあるのみならず速度の變化が多くなつて危険である。故に導翼の取付けや取扱に就ては細密な注意を拂はなくてはならぬ。

羽根車の故障 羽根車は水車としての主働物で常に高速度で廻つて居るものであるが、之れが故

障は比較的尠いものである。只往々導翼に物が挟まり之れが爲めに導翼が折れて其破片などが羽根に衝つて羽根を損ずることがある。然し羽根車は羽根一枚位損しても導翼程の影響は起らないものである。又所に依ると羽根が丁度虫喰ひの様になつて摩滅することがある。之れには三つの原因があつて、其一つは水中に酸分の非常に多い場合に其酸が金屬に作用して腐蝕さすのである。次に落差に對して羽根の曲り具合が合て居なかつたならば、水流が羽根に衝て渦を起し之れが爲めに虫喰ひとなりて損ずるので、即ち之れを「エロージョン」作用と云ふのである。今一つは水槽の構造が悪いと空氣が混入して導水管に流れ込み、之れが羽根の窪んだ箇所に溜ると之の空氣が化學作用を呈して羽根を虫喰ひにするものである。然し此虫喰ひに就ては全然始めの建設や製作に依るものであるから取扱者としては如何ともすることは出來ない。

羽根車と「ケーシング」或は「カバー」との隙の間即ち「クリアランス」である。此隙き間は $\frac{1}{64}$ 位

しかないのであるから、据付けの具合で軸心が少し片寄り或は軸承が摩滅して少しでも下れば直ぐ外邊に接し、然して接したまゝ廻るから外周が直ぐ減て推進力が増し従て軸承が熱するは勿論作用効率が次第に悪くなり、時には震動を起すことがある。

又此隙き間を回復さす爲めに外周に「リング」を取付けてあるものがあるが、場合に依ると此「リング」を摺切て意外な故障を起すことがある。故に羽根車は常に此隙き間に細心なる注意を拂つて居なくてはならぬ。

音響及び震動 「フランス」水車の運轉中に荷重の加減で「ケーシング」内で丁度豆を煎る様な(パチ、パチ)と云ふ音響を發したり、或は木槌で物を撃つ様な激しい音響を發して其都度機體が震動して甚しくなれば配電盤や建築物を共震させ遂に運轉を停止するの止むなきに至ることが往々ある。之れは流水が羽根車を出た其近傍に於て排水の衝突から起るものであるが、然し之れには色々の原因があつて、例へば「フランス」水車の性質上起る場合もあれ

ば、又製作や据付の悪い爲めに起る場合もあり、又調速機の調整が悪い爲めに起ることもある。

先づ性質上から起る原因は第4節の吸水管に就て述べたる如く、羽根車から出た處の排水室や吸水管は水車が3/4開度のとき最大効率で最も都合よく整然として流下する様に作られてある。然るに3/4開度以下の場合には第11圖に於て述べた様に、排水が螺旋をして流下する、故に排水の中心部に真空を生し夫れより外壁に向ふに従ひ水速を増して居る、故に排水自身が此真空部を充さんとして互に衝突を起し其都度音響を發し、而して此衝突の反動が羽根車に傳つて震動を與へるのである。従て此衝突は導翼の開度が少い程甚だしい譯であるが、然し餘り開度の少い時は螺旋の度は大いが衝突作用として傳はる總力が尠いので實際羽根車の受くる影響は1/4~3/8開度位が最も多いのである。

以上は「フランス」水車の性質上起るのであるから如何なる水車でも必ず此傾向だけは有して居るので只製作の具合で其現象に大小の相違があるに過

きないのである。

次に吸水落差第1圖のhaなる落差を多く取り過ぎた場合には今述べた螺旋の真空度が一層多くなるから斯く場合には3/4開度でも音響を發することがある。

又吸水管が太過ぎると空氣の排除が都合よく行れない爲めに何時も空氣が潜在して居て、之れが排水と衝突を起し音響を發すると共に震動を起すものである。斯る吸水管に限り吸水作用が悪いから荷重の少い時は殆んど真空計に表れないで、3/4 荷重以上になつて漸く十二三呎位表れるもので従つて作用効率は甚だ悪いものである。

又複渦巻型水車の場合には取付けの具合で兩羽根の水切點が「ケーシング」の中心に合つて居ないことがある。斯る場合には必ず兩羽根の呑む水量が異なる、従て真空の度が異り是が釣合ひ管の所に於て互に緩和せんとする結果大なる衝突が起ることになる。故に此場合は兩羽根車の出口に於ては荷重の加減に依る衝突作用が起ると共に兩吸水管間にも亦衝突作用が起る故一層大なる震動が起るのである。

又調速機の調整具合が悪いと荷重を急に取去つた瞬間に大なる音響に伴つて震動を起すことがある。即ち速度の復歸時間に對して「リレイ」の復歸時間が長過ぎると一旦閉切られた導翼が再び開いて通水を行ふ。然して吸水管内の水は相當の運動量を持って流下して居るものであるから、之れを一旦閉め切る故其瞬間に一時低下して、運動量が無くなる中では真空となるから再び水柱として上昇して來る。此時調速機が逆に開いて通した水流とが衝突して非常な音響と共に震動を起すことになるのである。

斯る現象を起す水車に限り荷重を取去つた瞬間には必ず「ハンチング」をなし然して速度變化の割合も亦多いものである。

又稀には荷重が加はるに従て音響と共に震動が益々激しくなることがある。之れは羽根車の廻轉速度に對して羽根の曲り具合が合て居ない場合に起るのである。

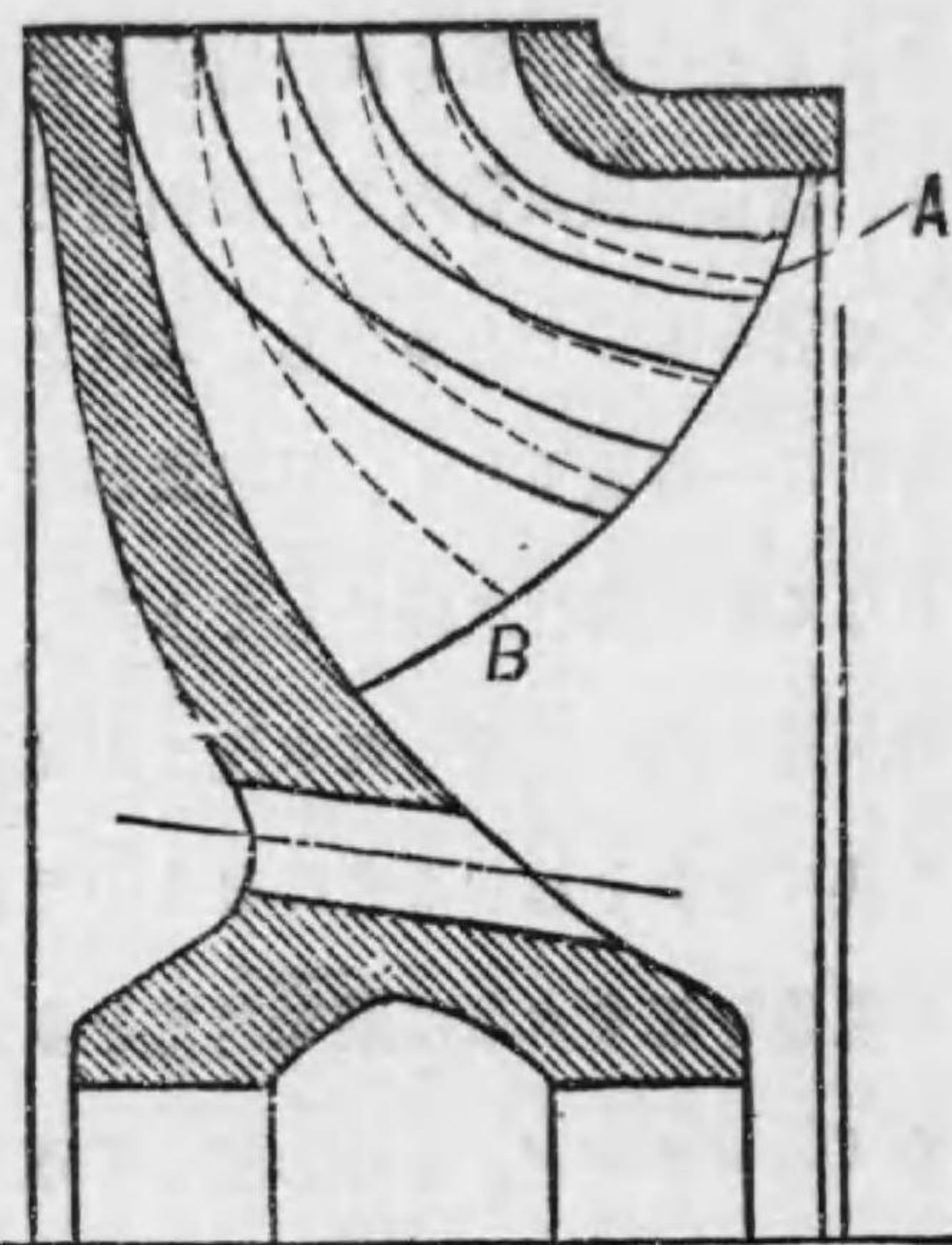
之れは水流が始め流動線で假想した方向に流れず、一方に片寄りして流出する場合即ち第 21 圖の

如く水流は點線で示す如き各部均等に分流するものと
 仮想して羽根を形作つたのであるが、各部の割合

が悪い爲

めに實際
 の水流は
 實線で示
 す如く片
 寄りして
 流出する
 故に前に
 述べた螺
 旋作用を
 起すと同

第 二 十 一 圖



時にBの部分では唧筒作用を起して排水が逆流衝突
 を起し、之れが爲めに震動や音響を一層強ふし而も
 荷重が増すに従て益々強くなるものでてゐる。斯る羽
 根車に限りAの近傍は非常に摩滅して磨いた様にな
 り、Bの部分は數年使用しても塗た「ペンキ」が其
 まゝ着附して居ると云ふ有様である。而して斯る水

車は必ず効率は悪いものである。

又工作の具合で羽根車の羽根や車體が全周一様な
 質量に行かず多少は不等質の所が出来るものであ
 る。斯る車體を廻轉さすと其廻轉速さに相當して遠
 心力の不釣合が起るから車軸は震動を受けることにな
 る。然し此現象に依る震動は極僅かであるが、斯く
 の如く羽根の厚さや間隔が所々違つて來ると其羽根
 だけは水流の働作状態が全然變るのであるから、廻
 轉力の不平等から車軸は震動を起すものである。此
 影響は可なり大きいもので、全開度を通じて起り、而
 も荷重が増すに従つて漸次激しくなるものである。
 然して此震動は音響を發する様なことはないが、車
 軸だけが非常に震動するのは多く此現象である。

又基礎「ポールト」の締りが悪かつたり或は「コ
 ンクリート」が良く密着して居ないで緩みなどがあ
 ると震動を起すものである。

以上述べた處から此音響や震動の具合で、何が原
 因で起るか云ふことは凡そ推測することが出来る
 譯である。而して機體の震動は僅かであつても、絶

へず起して居ると各部の取付け具合が緩んで意外の故障を起すことになる。故に震動に就ては強弱に拘らず常に細心な注意を拂つて居なくてはならぬ。

然らば此震動を如何にして防くかと云ふに。据付けや取付けの悪い場合には無論速に直さなくてはならぬが、又場合に依つては据付け直しの出来ないこともあり、殊に水車の性質として起るのは止むを得ないことであるから震動や音響の激しい場合には、吸水管の上部に $3/4"$ ~ $1"$ 位の孔を穿ち、之れに瓦斯管と「コック」を取付け、震動や音響の程度に応じて此「コック」を加減し、而して吸水管の上部に空気を送り螺旋的の真空部に空気を充してやる。然る時は排水の衝突がなくなる故音響は止り従て震動も起らないことになる。

然し斯く空気を送ることは相當程度のあるもので餘り多く開き過ぎれば勿論作用効率は悪くなるが、徐々に加減して漸く音響の止る程度位なれば作用効率は決して悪くはならないのである。

沿軸推力の起り 「フランス」水車に起る

沿軸推力（アキシアル、スラスト）は羽根車の前後両面に起る壓力の不釣合から起るもので、之れには三つの原因がある。其一つは。流水が羽根の間を流通する爲めに軸の方向に反動力が起り、之れが推力となるのである。然し此推力は流通する水量に依て變るので、例へば荷重が増すに従ひ推力軸承（スラトス、ベアリング）が熱する場合は、此反動作用が重なる影響である。

次は廻轉體の重量に依る推力であるが、之れは豎軸型の場合のみで、横軸型の場合には何の影響も受けないのである。今一つは羽根車の兩側面に入つた漏水は必ず車體に伴て其の一部が廻轉する故、此廻る速度に相當して遠心力が起り、此力の差が推力となるのである。

故に廻轉速度が増すに従て推力軸承が熱するのは之れが爲めである。

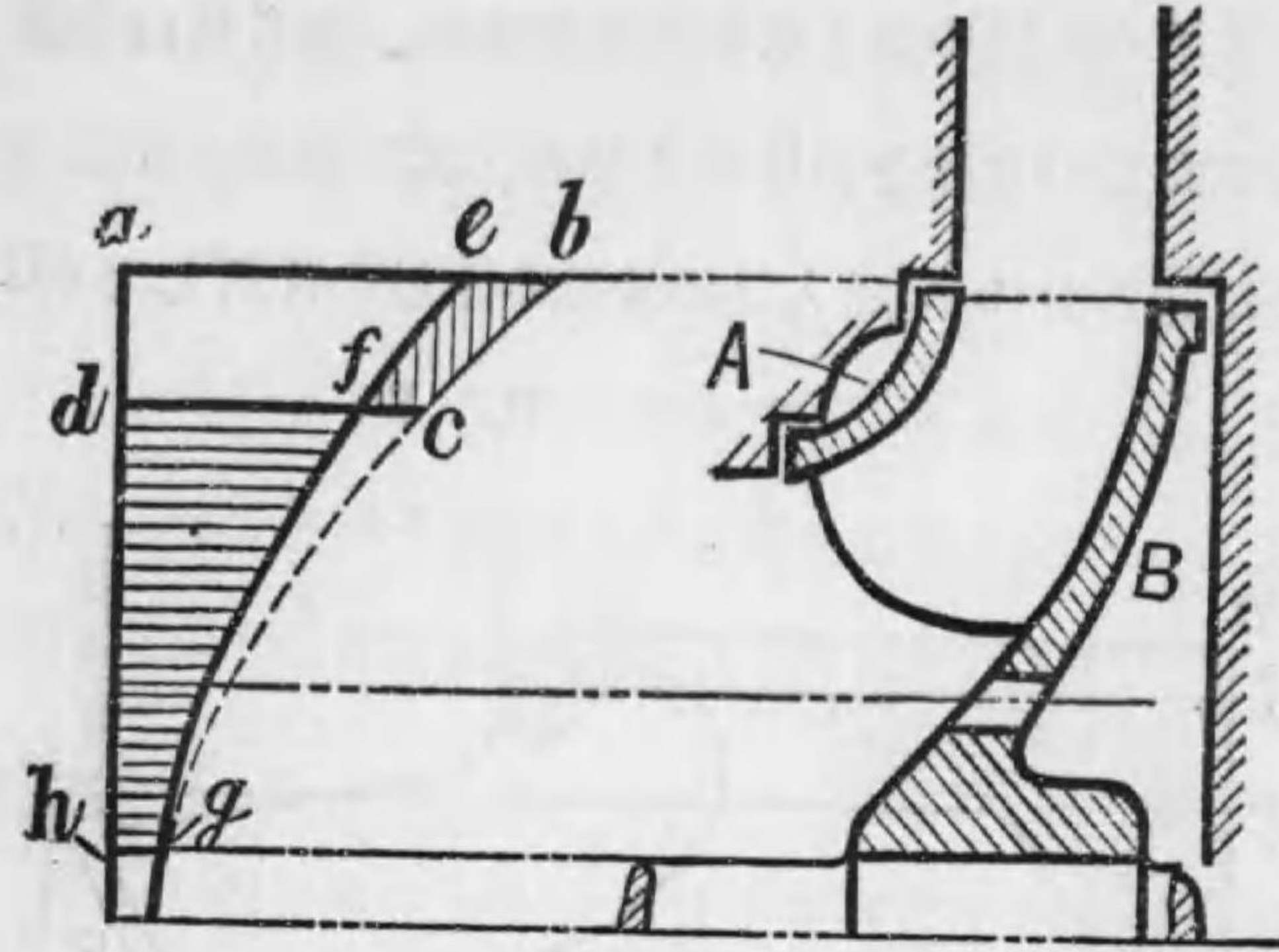
以上述べた内で第一の反動作用は流水方向に對して反對に押すのであるから、多くの場合は第二と第三の作用に對して打消れる状態になるのである。兎

に角推力は力の不釣合から起るのであるから、従て一本の車軸に羽根車を二ヶ即ち双輪型或は背合せ即ち複輪型の如き場合には理論上は互に打消されて居る故推力は起らない譯であるが然し、工作や据付の具合で多少の差違が生ずれば夫れだけ推力となるのである。故に一本の車軸に一ヶの羽根車を取付けた場合には理論上當然起るのである。

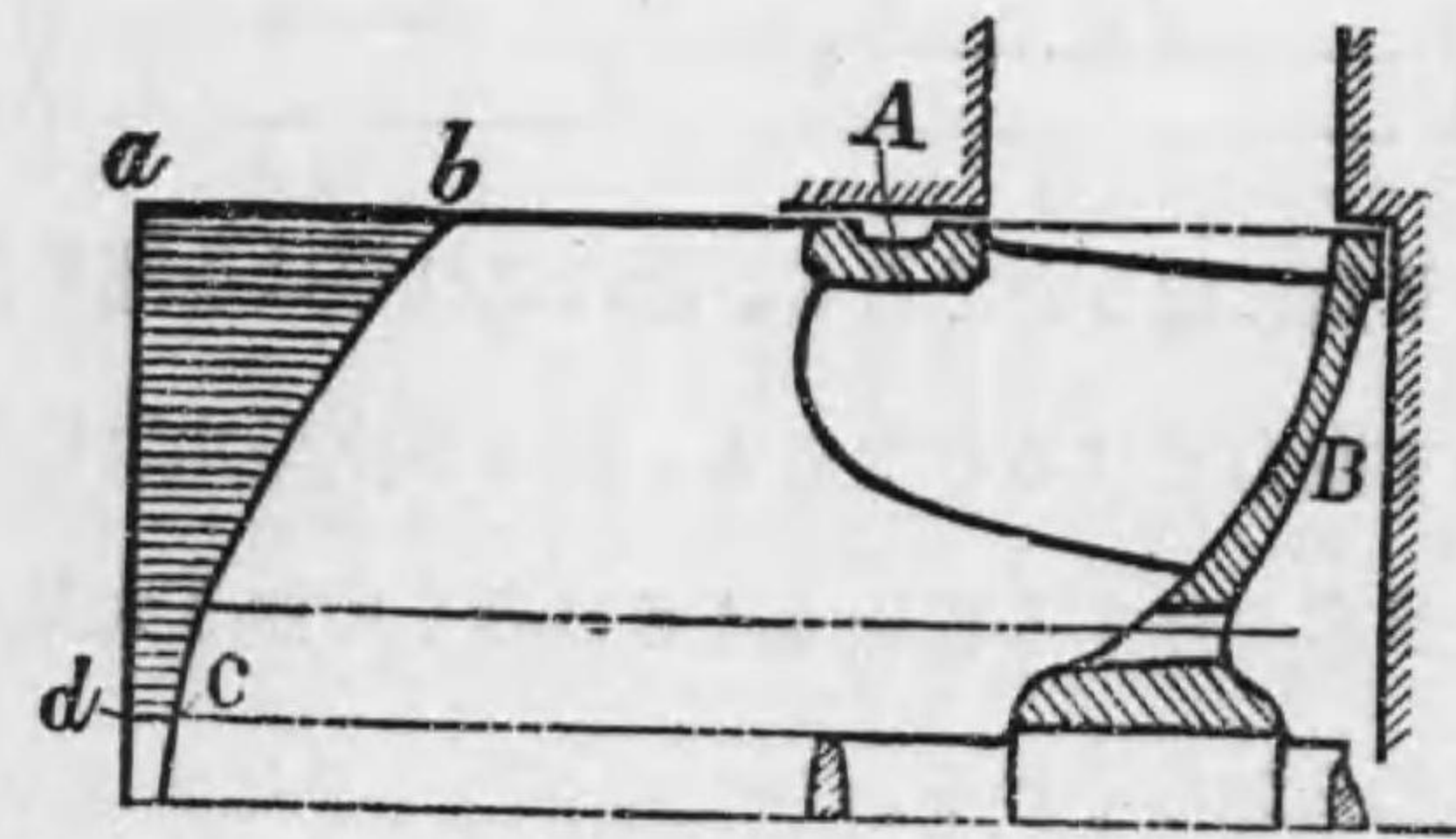
此推力は羽根車に依りて異なるは勿論殊に周囲の隙間及び排水孔の大きさに依て色々變るものであるが、今各部の隙間は一様で然して排水孔は羽根車に相當な大きさであるとするれば、推力の大きさは第 22 圖から第 24 圖に示す通りである。

即ち第 22 圖の如き高落差用のものでは、A の側に起る推力は周囲の隙間が同じであるならば、漏水の入る方よりも出る方の面積が少いから、abcd a で囲まれた面積となり、B の側では a e f g h d a で囲まれた面積となる。故に此兩面積の差が推力となるのである。即ち d f g h d の面積から e b c f e の面積を引去た残りが B 側から押す推力となるので

第二十二圖



第二十三圖



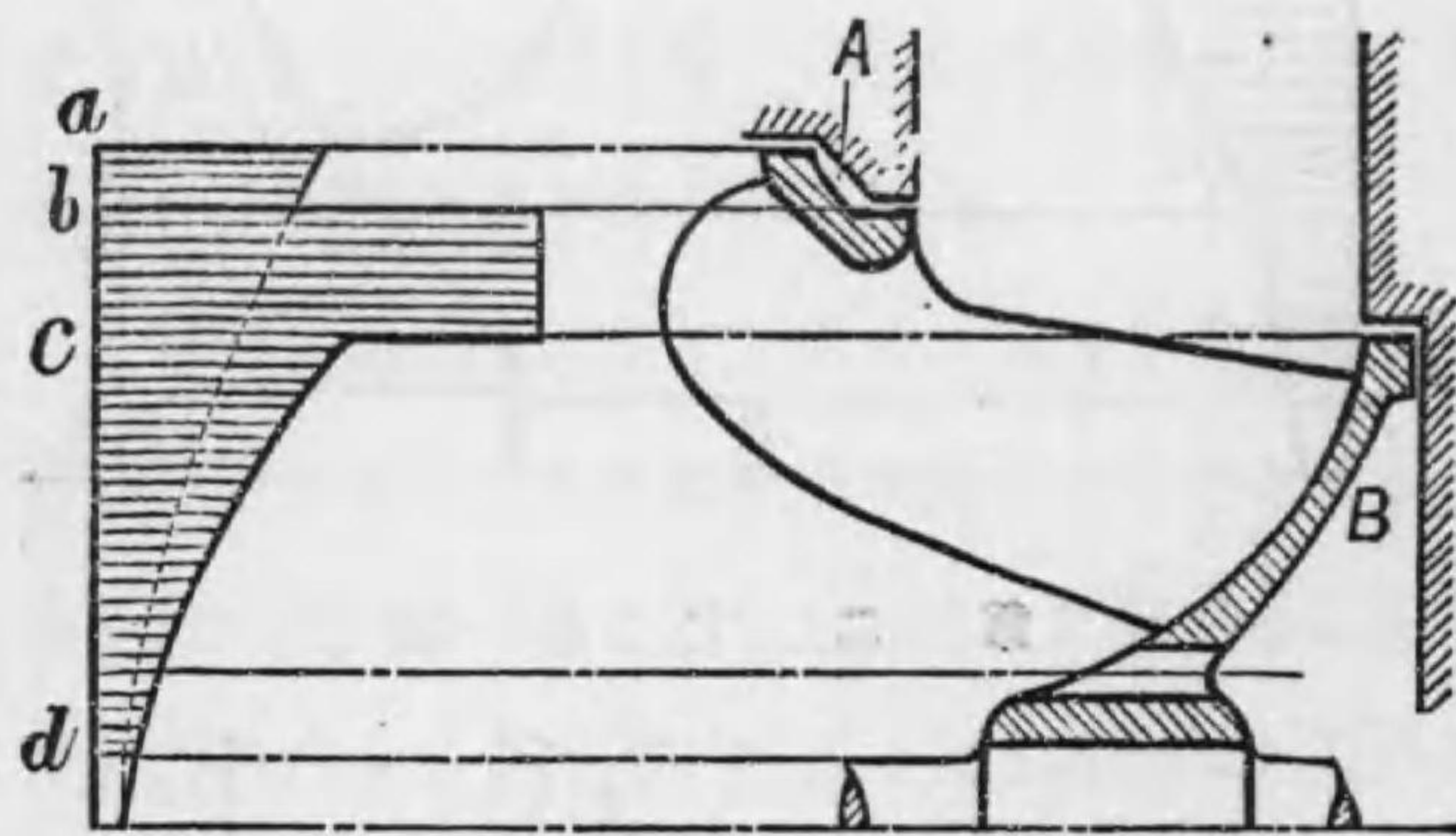
ある。

次に第 23 圖の如き中落差用のもの、推力はA 側には少しも起らないからB 側から押す力 a b c d a

て囲まれた面積が全部推力となるのである。

又第 24 圖の如く低落差用のもの、即ち出口の廣がつたものでは全然片押しとなる、其状態は a b は A 側に起る力 b c は入口に於ける水壓の片押しで c d

第 二 十 四 圖



間は B 側に起る力である。故に之れ等は全部 B 側から抽す推力となるのである。往々單直型水車の推力軸承が多く熱すると云ふことは斯くの如き大なる推力が起るからである。

以上述べた様に單輪の場合は勿論双輪や複輪の場合でも工作や据付の具合で可なり推力は起るのであるから、双輪や複輪の場合には平衡管を取付け兩背

面を連通して壓力の釣合を保つ様になし、又單輪の場合は其背面に排水管を取付け之れを吸込管に連結して常に背面の漏水を取去り而して壓力の起らない様にしてあるのが普通である。

兎に角推力として表はれる主なる原動力は漏水が廻轉に伴て生ずる遠心力であるから漏水の多くならぬ様周圍の隙間に就ては細心の注意をして居なくてはならぬ。

今一つの注意すべきことは此平衡管や排水管には「コック」を取付けて、之れにて加減する様にしてあるものである。而して推力軸承は或程度までは發熱も許されるものであるから、過熱しない以上は「コック」は全開しない方がよいのである。何となれば背面の漏水を流通よくすれば推力は少いが其れだけ多くの水が通ることになる故周圍各部が速く磨滅し従て益々漏水が多くなる憂いがあるからである。

10. 「ペルトン」水車の故障

「ペルトン」水車は「フランス」水車と異り機構が遙かに簡單であるから従て故障の程度も比較的少い

ものである。

承腕の故障 承腕は高速度で廻轉しながら水の全力が衝るのであるから取付け點が緩み易く、然して常に車體から飛去ろうとして居るのであるから、若し取付「ボルト」などが緩むと直ぐ「ボルト」を押切て飛出すことが往々ある。

又斯く取付け點が緩むと車體全部が横震りを起し夫れが爲めに軸承が熱したり甚だしくなれば轟響を起す様になる。

故に運轉を停止した場合には時々此取付「ボルト」を調べる必要がある。

圓錐瓣の故障 永年使用した場合は勿論であるが比較的新しい水車でも嘴管と圓錐瓣との中心が合て居ないと、圓錐瓣が片減りしたり、又先きが折れたり或は曲つたりすることがある。斯くなれば噴水圓が亂れたり或は噴水方向が變て水車の、作用効率が非常に悪くなる。之れが一層甚だしくなれば異様な音響を發したり、車體が震動したりする様になる。此圓錐瓣は常に噴水中に洒されて居るのであるから

一寸でも傷みが出来ると益々大きくなり、然して圓錐瓣が斯く傷むと嘴管の方にも必ず傷みが出来ると。故に之れも運轉を停止した場合には時々此噴水口の具合を能く調べて大に至らぬ内に直す様にしなくてはならぬ。

管給水の異状 給水管の内部には圓錐瓣の桿が通り居り、且つ此「ガイド」装置がある爲に内部が非常に狭苦しくなつて居るのみならず、多くの場合が此管は灣曲して居る故、木片や小石などが詰り易いのである。然して若し何か詰ると夫れが爲に水勢力が大に失はれる故出力が非常に減じて來るものである。

又此「ガイド」面などへは細砂が入り易いもので、然して入ると（こちれ）が出来て调速機の滑かな運動が傳はらなくなるのみならず、其部分が早く磨滅して益々其傾向が多くなるものである。

故に此給水管は一寸取外しには面倒であるが然し折々取外して掃除をしたり又點檢をしたりする様にしなくてはならぬ。

平衡装置の異状 稍大型の「ペルトン」水車には此平衡装置が設けられてある。此平衡装置は圓錐瓣に働く水壓と噴射の反動力とが荷重の加減に依りて變る所の不釣合を緩和して釣合を保たしめ、然して调速機の開閉する力と速さとを成可く一樣にあらしむる様働いて居るのである。故に内部の發條が緩んだり或は折れて居たりすると调速機は「ハンチング」(亂調)を起すと共に水壓の變化が次第に大きくなつて遂には導水管や給水管を損する様なことが出来る。

故に運轉中少しでも斯る現象が起つた場合には早速内部を點檢する様にしなくてはならぬ。

「ピン」類に對する注意 各部連結の「ピン」類の具合で圓錐瓣や平衡装置の開閉機構に緩みが出来たり、或は(こちれ)があると今述べた様に「ハンチング」を起し水壓の變化が大きくなつて甚だ危険である。

之れは永年使用して居る間に自然に磨滅したり或は取付の具合で(こちれ)が出たりすると斯る結果

になるから大に注意しなくてはならぬ。

折流板の装置ある場合の故障 此折流板は前に述べた様に機構としては誠に簡単なものであるが、急に閉じた場合などは水勢の全力が一時之れに衝るのであるから板の曲り具合が悪いと大なる力を受ける故根本から折れたり、或は「ピン」などが押切られることがある。又調整の加減で噴水圖と此折流板との間隙が多過ぎれば荷重が減じた場合の速度上昇が多くなり。又近過ぎれば调速機の動搖が長く續き、尙甚だしくなれば「ハレチレグ」を起して容易に止らず甚だ危険である。

又運轉中に圓錐瓣に連結されてある「ダッシュポット」内の油が減じたり或は流通孔が塞がるとか又破れるとかがすると调速機は必ず「ハンチング」を起し此場合は速度が著しく變化すると共に水壓力も亦非常に變化して甚だ危険である。

此「ペルトン」水車の場合には先づ何よりも水壓力の變化が一番危険なのであるから「ダッシュポット」類は常に細心の注意をして居なくてはならぬのである。

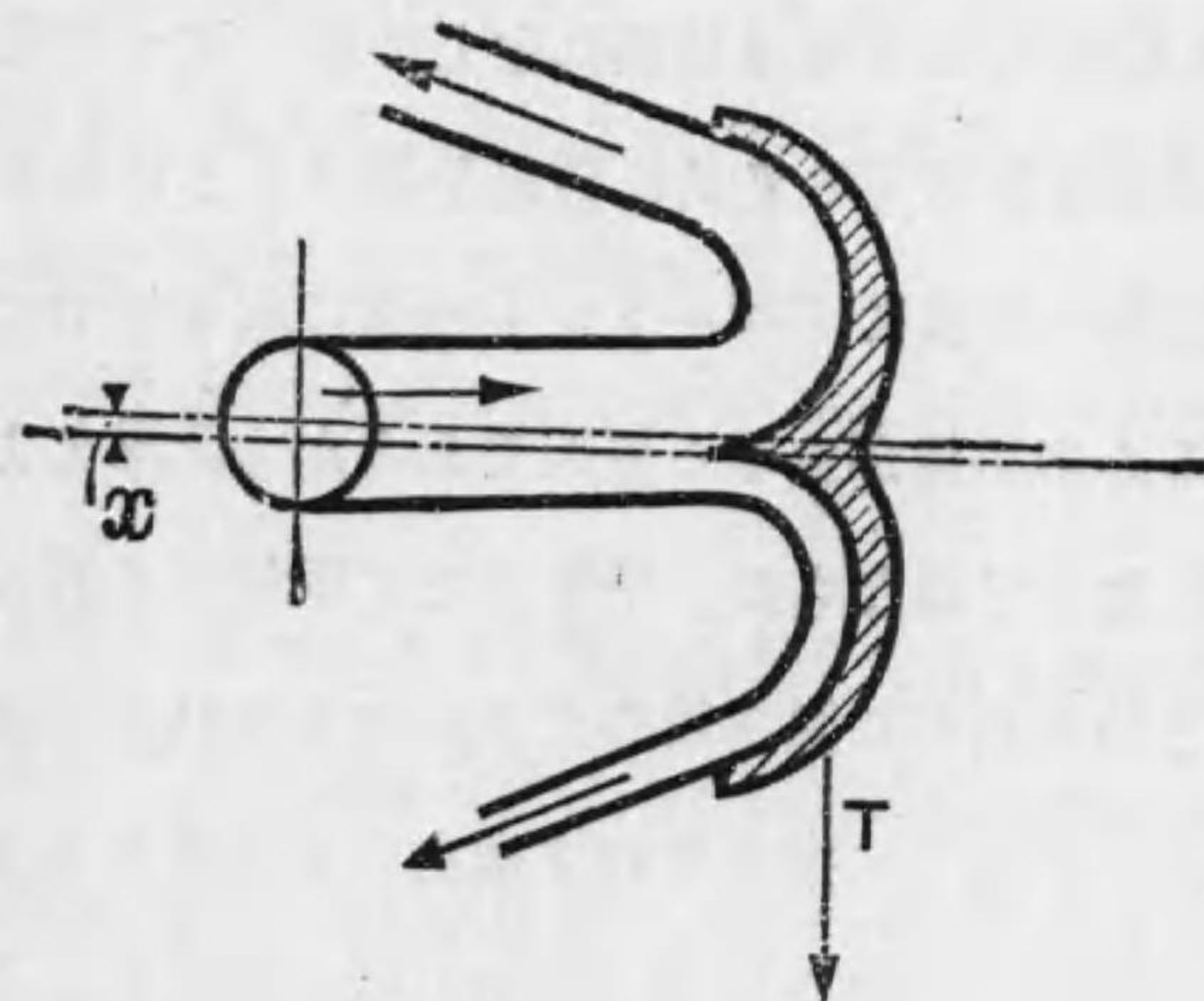
音響及び震動 「ペルトン」水車でどうかすると異様な音響を發すると共に機體全部が非常な震動を起すことがある。之れは噴水と承椀との關係が適合して居なかつた場合に起るものである。即ち噴水の中心と承椀の水切りとが千鳥的に喰ひ違て居た場合に起るものである（第二十五圖参照）次は噴水の方向に對して承椀の傾きと數及び廻轉速度との具合で噴水の一部が承椀に衝らずして素通りする爲めに次の嘴管を衝たり或は基礎に衝て非常な震動を與へると共に大なる音響を發し又此素通りした噴水が逆流して色々な現象を起すことがある。然して斯く噴水が素通りする場合には夫れだけ水車の作用効率が悪くなる譯である。

然し此噴水の素通りなるものは全然製作上の問題であつて、取扱者としては如何とも出来難いもので、然して斯く音響や震動のある水車は只作用効率が悪いと云ふ計りでなく斷へず震動を起して居ると機體の各部が緩むて總ての具合が悪くなるのみならず遂には基礎までも緩まして取返しが付かぬ様なことが

出来るから斯る水車に對しては一日も忽にせず局部の改造を行つて永久に安全な處置を施さなくてはならぬ。

沿軸推力の起り 「ペルトン」水車は製作や取付が理想的に出来て居たならば推力は決して起らないものである。即ち各承椀の水切點から兩方の灣曲面が一樣に出来て居て然して噴水の中心が丁度水

第二十五圖



切りの尖端に一致して居るならば推力は決して起らないものである。

然るに工作上實際に於ては研きの具合や工具の當て具合で多少の相違が出来るものであり且つ取付け「ボルト」の締付け具合でも多少は違ふものであるから勢ひ多少の推力は免れ難いことである。

即ち第 25 圖に示す様に噴水の中心と水切りの尖端とが互に \times なる間隔があるとすれば車體は T なる矢の方向に推力が起ることになる。

若しも車周の各承腕が左右千鳥に \times なる心の相違がある場合には車體は横震れをして前に述べた様に異様な音響を發すると共に震動を起すことになる。

以上述べた様に「ベルトン」水車に起る推力は此 \times なる心の相違が主なる原因であるから此點をよく注意しなくてはならぬ。時によると噴管に小石などが挟まつた爲めに圓錐瓣の先きが曲り夫れが爲めに噴射方向が曲つて推力を起す様なことが往々ある。故に運轉停止の場合は時々點檢を行ふ様にしなくてはならぬ。

11. 軸承の發熱に就て

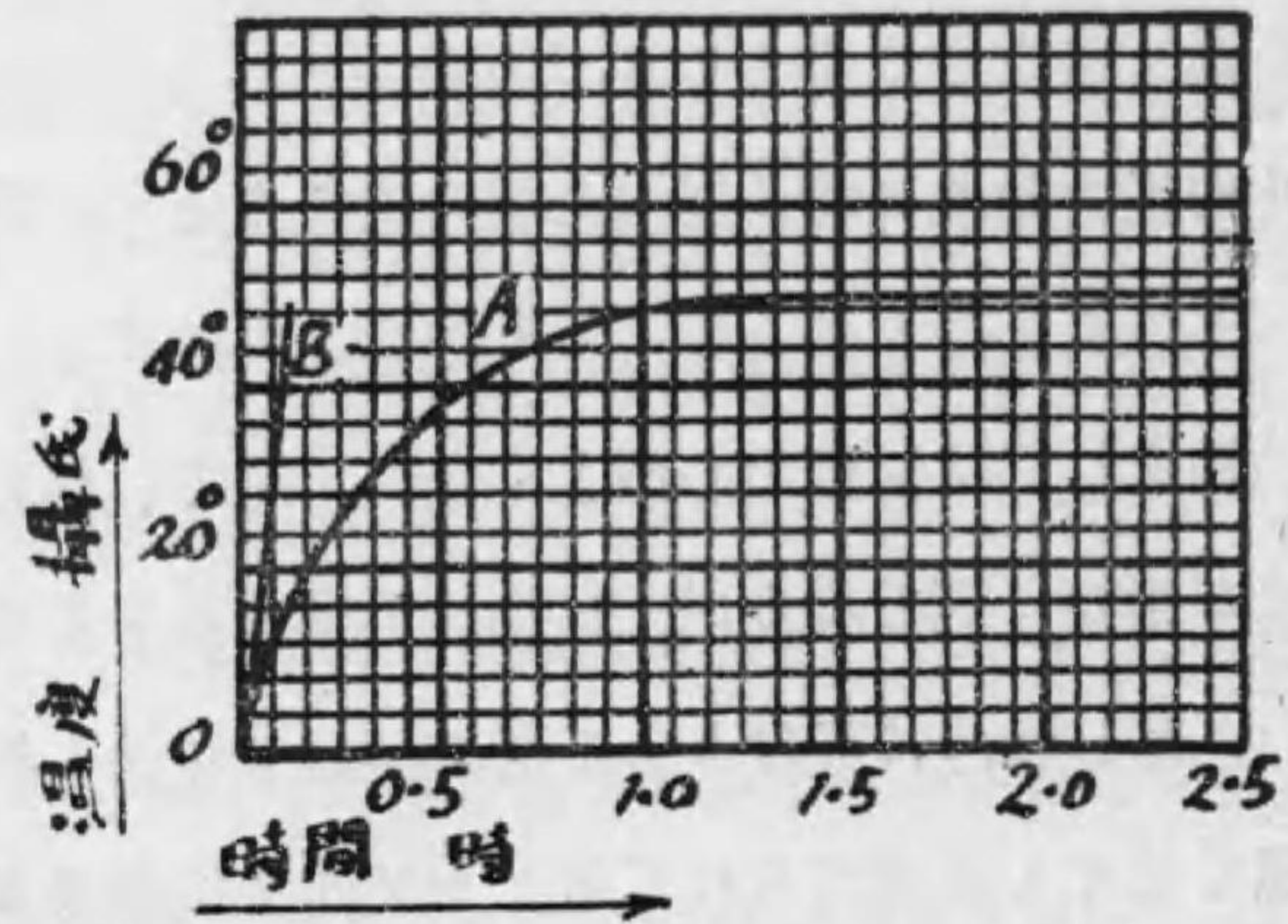
軸承の發熱と云ふことは極めて單純な問題ではあるが最も多く遇遭することである。

此内推力軸承は前に述べた様に或程度までは發熱すべき性質を持つて居るのであるから之れは別として他の軸承などは据付の心がよく合つて居て、然して注油が相當に廻て居る以上は決して熱するものではない。然し軸心は可なり合て居て然して注油も相當に廻て居ても其油が汚れて居たり又非常に薄過ぎる様な場合にはどうしても熱が高くなることがあるが、一般に軸心の相違から起る場合が多いのである。

此發熱の具合が第 26 圖の曲線 A に示す様に徐々に上昇して 2 時間位の後には殆ど一定に保つ様な場合には攝氏の 40~50 度位まで上昇しても、決して心配はないが若しも曲線 B の様に急激に上昇する場合は過熱する現象であるから一時は油を冷して使用しても安全状態ではないから運轉を停止して摺合せを

直すとか軸心に相違があれば之れを直すとかしなくてはならぬ。

第二十六圖



此過熱する軸承に就て特に注意すべきことは、若し過熱して焼けた場合に之れを急に止めてはならぬ。焼けた場合は特に少しの廻轉で緩々と廻し熱が少し減じた頃徐々に止める様にしなないと焼け付て修理に困ることが出来る。

今一つ注意すべきことは軸承が熱を持ち始めると多くの人が注油口に手を入れたがるものであるが成可く手は入れぬ方がよい。

即ち汚い手を入れたり汚れた布で周りをぬぐふな

どは禁物である。又其注油口なども成る可く蓋を開放して置かぬ様にしないと塵埃が入りて尙熱度が増すことになる。

又「オイルリング」などは震動の爲めに緩んで滑かに廻らなくなるから断へず見廻て點檢しなくてはならぬ。

又運轉中急に發熱した場合には其まゝで冷い油を三四回入替へてやると大抵の熱は冷めるものである。

次に之れは非常手段であるが運轉中非常に過熱した場合に荷重の関係上停めることも出来ない云ふ様な場合には白「ペンキ」を油で溶かし之れを布で澱したものか或は濃い石鹼水を造りて前の油と漸次注ぎ替へて用ふれば一時は冷めるものである。然し之れを長く使用してはならぬ、二三時間位で後は運轉を停止して清淨に能く掃除をし然して清淨な油を用ふべきである。

以上述べた様に軸承の發熱は軸心の相違及び摺合せの具合に依て起ることは勿論であるが、又使用す

る油に依ても大に異なるもので粘度が薄くても亦濃過ぎてもよくないし、又酸分の多いものでは其接觸面を速く傷める虞れがある。故に著者の経験では一般に軸承用として良質な「ダイナモ」油の如きものなれば差支へないことを信するのである。又良質なる一等品を使用する方が永い間には却て経済的である。

水中軸承に対する注意 直向型や露出型の水車では後部の軸承は必ず水中にあるので、此型の水車では何よりも此軸承の爲めに苦しむのである。

此軸承には三種類あつて其内現今多く用ひられて居るものは普通の軸承の如く流動油を用ひ「リング」を以て自動注油をなす様にしたるもので、次は「グリース」を自動的或は手働に依つて送り込む様にしたるものと、今一つは「リグナムヴァイター」を以て軸承を造り外部より清水を軸面に送り之れにて滑轉さす様にしたるものがある。

此内先に述べた流動油（「ダイナモ」油の類）を用ふるものは全體が水中にあるのであるから動もす

ると水が浸入して何時の間にか油は流れて軸承内は水許りとなつて居ることが往々ある。即ち各部の取付點の「パッキング」が悪かつたり或は油の補給管や「ゲージ」管などの取付に緩みが生じると夫れより水が浸入するのである。

又軸承の排水室などが真空を帯ると中の油が吸出されることがある。此現象に依て油が無くなる場合が最も多いのである。斯る場合は水車の胴壁を通じて1吋か3/4吋位の管を軸承に取付け外部より空気を送て内部の真空を破れば油は保つことになる。

又「ゲージグラス」には始め入れた通り油面を示して居ても實際内部は水許りとなつて居ることがあるから時々「テスト、コック」を開いて油を涇し連続して油が出る様なれば差支へないが時によると「ゲージ」管内だけで後は水許り出る様なことがある。故に毎日一回位は「テスト、コック」を開て試みる様に注意すべきである。

又中には運轉を始めて規定の速度位まで昇ると「ゲージ」の油面が次第に降り遂に無くなり驚いて運

轉を停めると亦油面が次第に表れて元の通りになると云ふ様なことが折々ある。此現象はどうして起るかと云ふに之れは車軸が廻る爲めに軸承内が幾分か稀薄になる然して「ゲージ」の油面は大氣に通して居るから自然油が其稀薄を充たすべく押し込めるので、實際無くなるのではないから心配はないが、然し注意だけはして居なくてはならぬ。

次に「グリース」式の場合は流水の爲めに流れ去る憂いはないが、然し漏水が「グリース」に接すると此流水は如何なる清水でも必ず土砂を含んで居る故其細砂が「グリース」と共に軸面に入りて軸や軸承を直ぐ磨滅さす様なことが出来る。故に漏水に就ては充分注意すべきである。

次に「リグナムグァイター」の場合は全然油は用ひず濾た清水を外部より送るのであるが、之れも水車内の水が浸入したり或は水濾器が不完全であると軸を速く磨滅する虞れがあるから充分注意しなくてはならぬ。

以上述べた様に此水中軸承は外部の軸承よりも傷

み易く然して之れが減ると羽根車の隙間が變るばかりで無く、どうかすると荷重が變化する毎に内部に於て異様な音響を發することがある。斯く音響を發する様になると尙之れ許りでなく他にも色々な故障を引き起す様になるから斯く大きくならぬ内に相當の手當を施さなくてはならぬ。

12. 調速機の故障

調速機は水車と違つて機構が甚だ複雑であるのみならず極めて僅かの力で各部が釣合を保つて居るのであるから自然故障も多い譯である。従て之れが原因も色々な方面から起て來て居るもので之れを今一々述べ盡くすことは到底出来ないが一般的に最も起り易い其重なるものに就て順次述べることにしよう。

「ジャンピング」(刻動)を起す原因 運轉中に座環が踊り之れに伴つて「サーボ、モートル」の「ピストン」が上下或は左右に斷へず少し許り動くことがある。之れを調速機の「ジャンピング」と云ふのである。

此原因は色々な方面から起ることがあるが其内最も多いのは調帯である。即ち調帯が伸びて波を打つたり、或は片伸びして横振れしたり、又調帯の續き具合が悪かつたりすると必ず「ジャンピング」を起すものである。

故に遠心錘を廻す調帯は成る可く軟かい良質なものを用ひ然して續き金物は成可く小形のものを用ふる方が具合がよい。又續きの具合は「ゴム」製の調帯の場合は拜み合せに續き（第 32 圖参照）木綿製或ひは革製の調帯なる場合は「ボタレ」或は「アリゲーター」を以て突き合せに續くならば運轉状態は至極滑かであるから「ジャンピング」を起す様なことは少い。

又調車が非常に汚れたり或は油が附着したる場合、及び座環に注油が充分廻らなかつた場合や遠心錘の發條が片曲りをした場合などは何れも「ジャンピング」を起す原因となるのである。

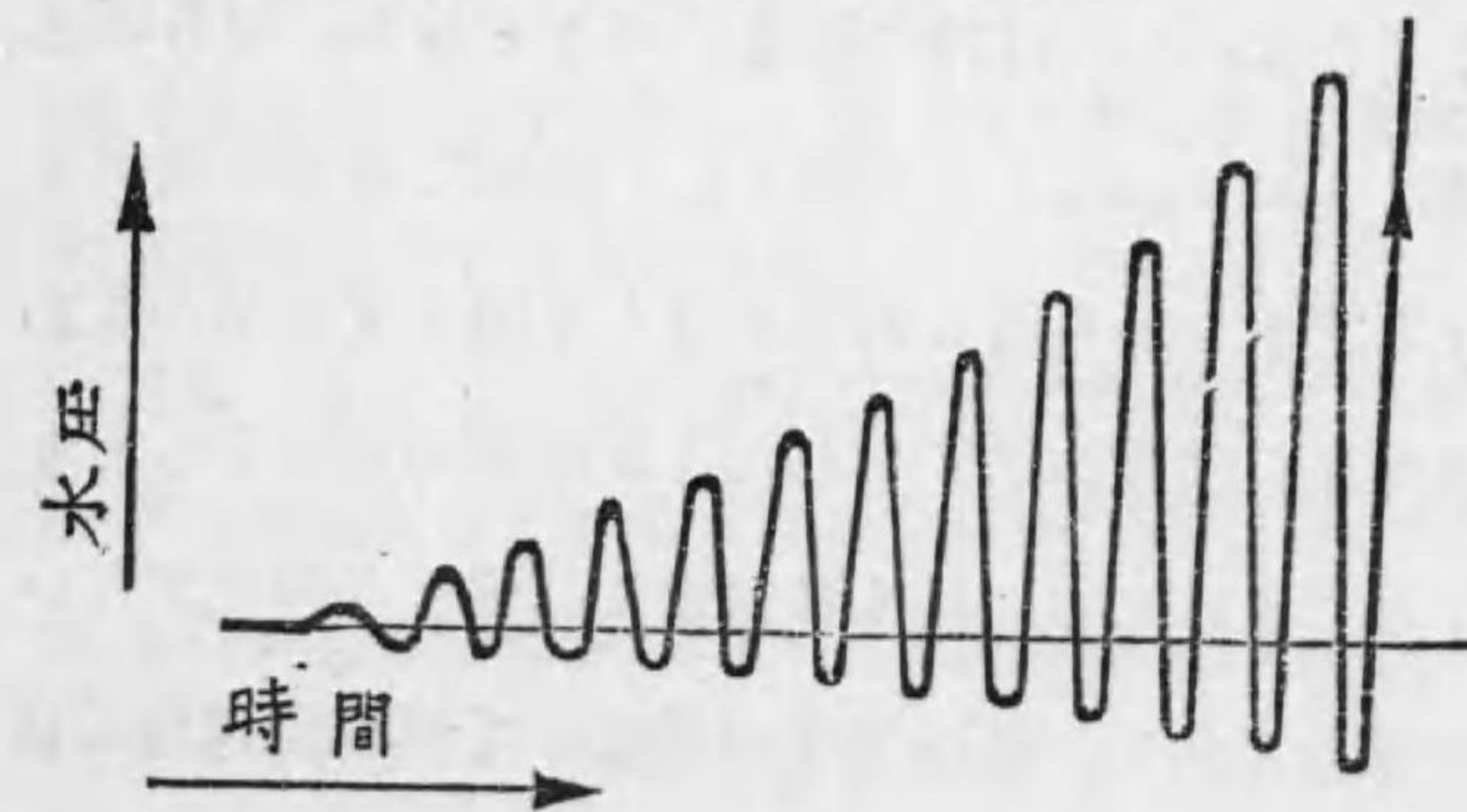
又各都の「ピン」や導翼或は嘴管の開閉機構に緩みを生じたり或は各部の取付に（こぢれ）があること

「ジャンピング」を起すものである。

又「ダッシュポット」の関係位置が悪かつたり、又吸水管の衝動や電氣的の具合で起ることもあるのである。

此「ジャンピング」は只廻轉速度が常に振れて電圧が振動する許りでなく其都度水速が變化して水壓力の振動が之れに伴ふのである。然して一旦水流に振動を與へると其振動は波動をして毎秒約 3000 呎内外の速さで傳はり、夫れが爲めに導水管は呼吸作用を起し此呼吸の周期と「ジャンピング」の周期とが共振作用を起すと水壓力は第 27 圖に示す様に次

第 二 十 七 圖



第に増大して遂に導水管や車體を破裂さす様なこと

が出来る。

特に「ベルトン」水車の場合には往々あることであるから充分注意しなくてはならぬのである。

「ハンチング」(亂調)の原因 荷重の變化がないのに調速機は開閉運動を繰返し然も其變化が次第に増大して遂には全行程を開閉反覆する様になる。此現象を調速機の「ハンチング」と云ひ水車の運轉中で最も危険な現象である。

此「ハンチング」は前に述べた「ジャンピング」の層大なる場合で従て其原因は殆ど同じであるが其内でも「ダッシュポット」の關係的釣合及び各部の緩みと(こちれ)には特に注意すべきである。即ち調速機は「ダッシュポット」が静止して始めて開閉運動が止むのであるから若し釣合が悪くて静止する點がなかつたならば開き過ぎをしたり或は閉め過ぎをしたりすることになる。然るに荷重には元より變化がないのであるから、勢ひ速度が變化して再び調速機が逆の方向に働くことになる。斯くの如く「ダッシュポット」

の静止具合が悪かつたならば斷へず開閉運動を反覆し、然も其度毎に大きくなつて遂に全行程を開閉することになる。

又各部に緩みがあると此場合は丁度水車と調速機の間が不釣合になつたと同じことであるから斷へず開閉運動を反覆することになる。此場合多くは「ジャンピング」であるが甚だしくなると「ハンチング」を起すことになる。又各部に(こちれ)があると此場合は丁度水車に對して調速機の容量が非常に小さくなつたと同じことであるから、少し位速度が變ても依然として働かない爲め其間に速度は餘程變化して始めて働き出すのであるから勢ひ閉め過ぎたり、或は開き過ぎたりするから、斷へず反覆して然も次第に其變化が多くなるのである。

又時によると荷重が變化した瞬間にのみ「ハンチング」を起すことがある。之れは廻轉體の(はづみ)能率に對して「ダッシュポット」の戻る時間が適合して居なかつた場合、即ち荷重の變化に伴ふ速度の復歸時間が「ダッシュポット」の戻る時間よりも短かつたな

らば调速機は再び反対の働作を繰返すことになるのである。然し此の場合は時間の経過に伴つて漸次減少はするものである。

以上述べた様に「ハンチング」は水車の運轉中で一番危険な現象であるから、各部の取付具合や調帯の正否は勿論のこと殊に「ダッシュポット」内の油の濃薄に就ては細心の注意を以て取扱はなくてはならぬ。

「レーシング」(動揺)の原因 運轉中に廻轉速度或は電圧が或範囲内を静かに動揺することがある。之れを「レーシング」と云ひ危険性のものではないが斷へず電灯の燭光が變つたり又速度に制限のある動力などの場合には誠に不都合である。

之れも色々の原因から來るのであるが其多くは取付の(こぢね)である。

又「ダッシュポット」の關係的位置が悪かつたり、内部の油が薄過ぎたりすると往々「レーシング」を起すことがある。又配壓弁が非常に磨減すると荷重が變化した當座「レーシング」を起すことがあるから大に注意すべきである。

運轉中调速機が急に働かなくなつた場合 運轉中调速機が急に働かなくなることが往々ある。例へば開く方には働くが閉らなくなつたり、又は自然に閉つて遂に何れへも働かなくなることがある。

之れには導翼などに物の挟まつた場合もあるが多くの場合は配壓弁の故障である。

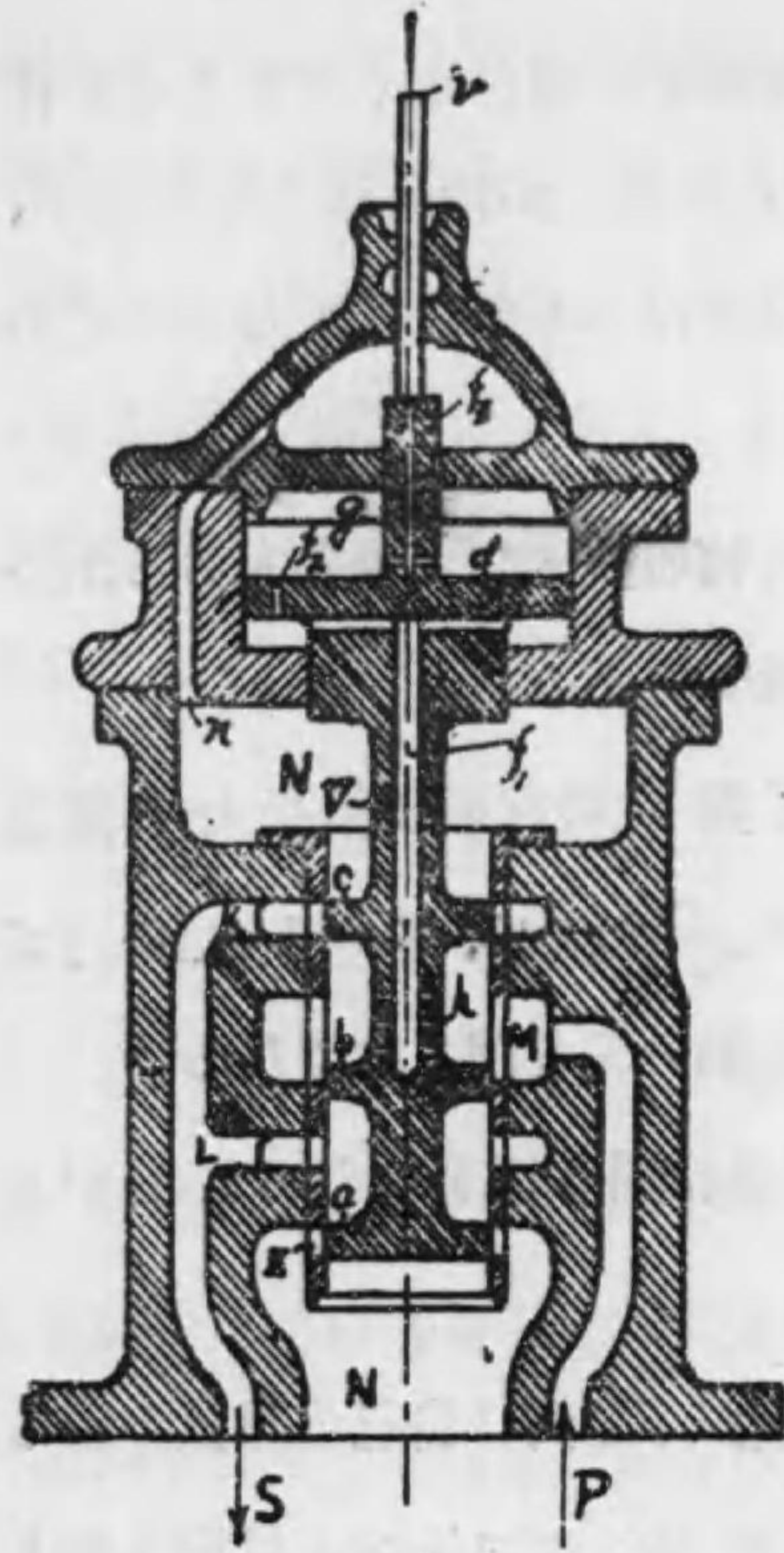
即ち第 28 圖に於て弁 V の浮働調整孔 f_1 に塵類が詰つて此孔を塞くと、「サーボ、モートル」の「ピストン」は開く方には働いても閉らなくなる。

又場合に依つては急に開き切りになることがある。

又 h なる小孔が皆塞がると弁は自己の重量で降るから「サーボ、モートル」の「ピストン」は閉り切りとなる。

此第 28 圖は「エッシャウキス」式のものであるが、何れの配壓弁でも此 f_1 及び h に相當する孔は必ずあるのであるから、之れに塵埃類の入りぬ様内部の掃除を能くし油は漉して清淨なものを用ふべきである

第二十八圖



調帯の切れる場合 遠心錘を廻して居る調帯がどうかすると切れることがある。之れが切れると廻轉が止るから座環は急に降りて案内瓣を持ち上げる故調速機は開き切りとなり従て車軸の廻轉速度は無限に上昇して甚だ危険

である。此調帯の切れる原因は調帯が弱い爲めに切れることは尠なく、其の多くは廻轉軸の注油が不十分な爲めに摩擦抵抗が多くなつたり、或は其軸が焼き付きて切れるのである。

故に廻轉軸の注油は能く注意して居なくてはなら

ぬ。

調帯の外れる場合 運轉中どうかすると遠心錘用の調帯が外れることがある。此調帯が外れると、切れた場合と丁度同じ様な現象を起して甚だ危険である。此外れる原因は續き方が曲ると片延ひをしたり、或は續き金物が大き過ぎたりすると横振れをして外れるものである。

又調車の幅に對して調帯の幅が擴過ぎた場合や調車に油などが附着すると滑つて遂に外れることがある。

又廻轉軸が焼き付た場合に調帯が比較的丈夫であるとき、切れる代りに外れることになる。

故に調帯に就ては能く注意して居なくてはならぬ。

油唧筒の故障 調速機用の油唧筒は多くは齒車唧筒を用ひられて居るが、此唧筒は兩「カバー」の取付具合が悪いと齒車や「カバー」が片減りして直ぐ揚らなくなる。又調帯を餘り強く張ると唧筒の軸承を早く減らして之れから油が出たり、或は空気を

吸ひ込んで揚り具合が非常に悪くなる。又吸込管に緩みがあるとき空気を吸ひ込んで揚り具合が悪くなる。又吸込管の塵除け（吸込口）が汚れて塵などが附着すると揚り具合が非常に悪くなる。

故に折々各部を点検して磨滅して居る所が大きくならぬ内に早速手當を行ふ様にし、然して吸込口や各部も折々清浄に掃除を行はなくてはならぬ。

油の發熱及び其他 安全弁の具合が悪かったり、又配壓弁が非常に磨滅したりすると壓力油は非常な勢ひで漏出る其力が皆熱となつて表はれるのである。而して油が熱すると各部が膨脹して働作状態が悪くなるのみならず油の質が非常に悪くなるものである。然して又斯くの如く油が熱すると各部分の磨滅が益々多くなる。

故に油の温度が少し昇た様な場合には直ぐ手當を施す様にしないと遂には大なる修理を行はなくてはならぬ様なことが出来る。

又調整軸などは「サーボ・モートル・ピストン」が全行程をしても僅か四五十度位しか廻らないのであ

るが、此軸には大なる力が加つて居る爲めに若し此軸承に注油が切れると焼き付て動かなくなることが往々ある。殊に平常「ジャンピング」をして居る调速機に多い様である。

故に毎日二三回位は必ず注油する様に注意して居なくてはならぬのである。

13. 整壓機の故障

整壓機の故障は调速機に比較して單純ではあるが、直接水壓力の變化に及ぼすものであるから充分注意して取扱はなくてはならぬ。

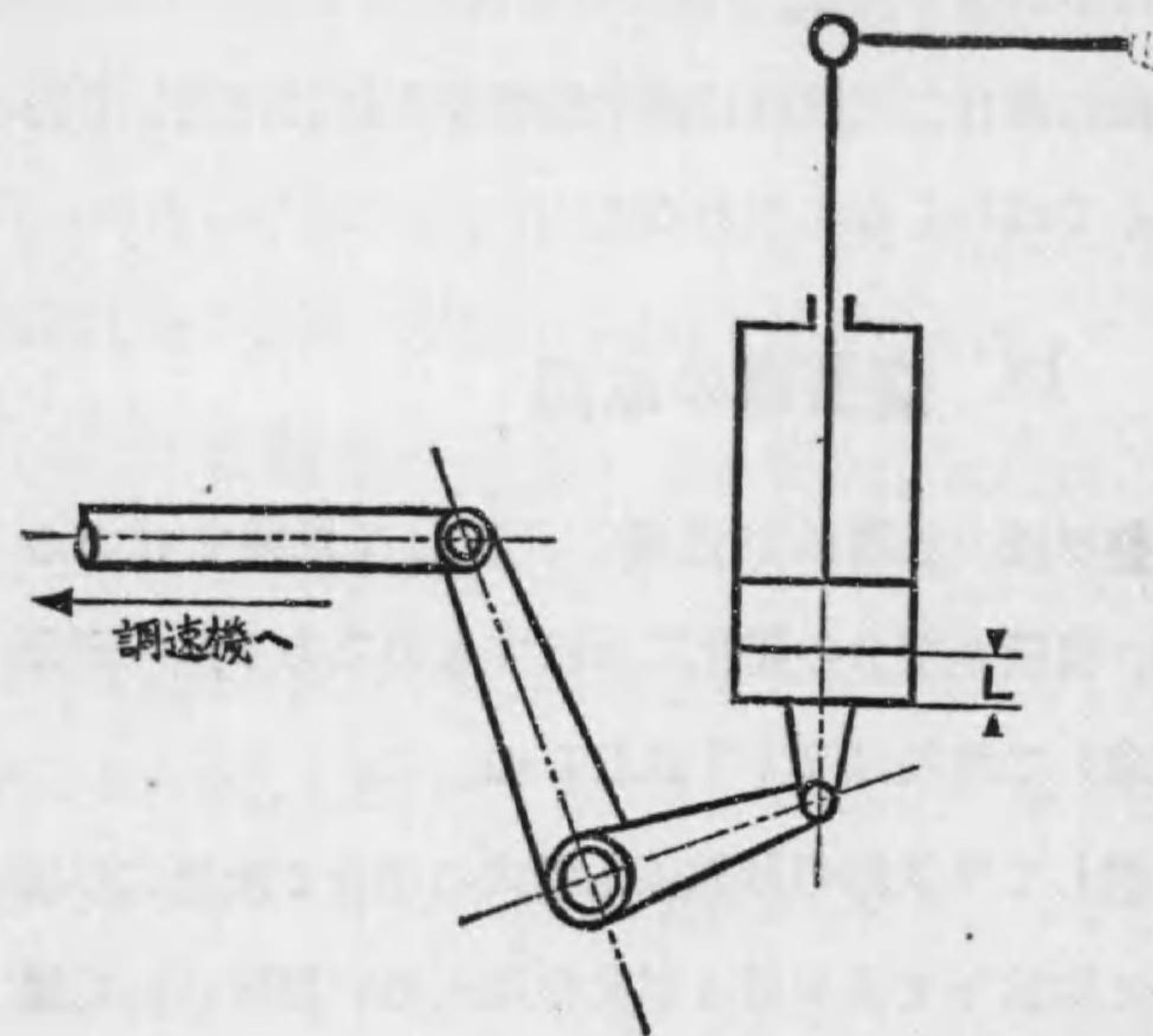
然して又故障の状態は水壓式の場合と油壓式の場合とに依りて多少異なるが其中起り易い原因に就て述べることにしよう。

调速機の開閉位置に對して整壓機用の「ダッシュポット」の調節が都合よく合つて居ないと何うかして调速機が二三回「ハンチング」を起すと「ダッシュポット」内の「ピストン」が「カバー」に當つて桿を曲げるか或は槓杆を折ることが往々ある。故に此取付具合

には充分注意をしなければならぬ。

例へば第 29 圖の如き骨組のものに対しては调速

第 二 十 九 圖

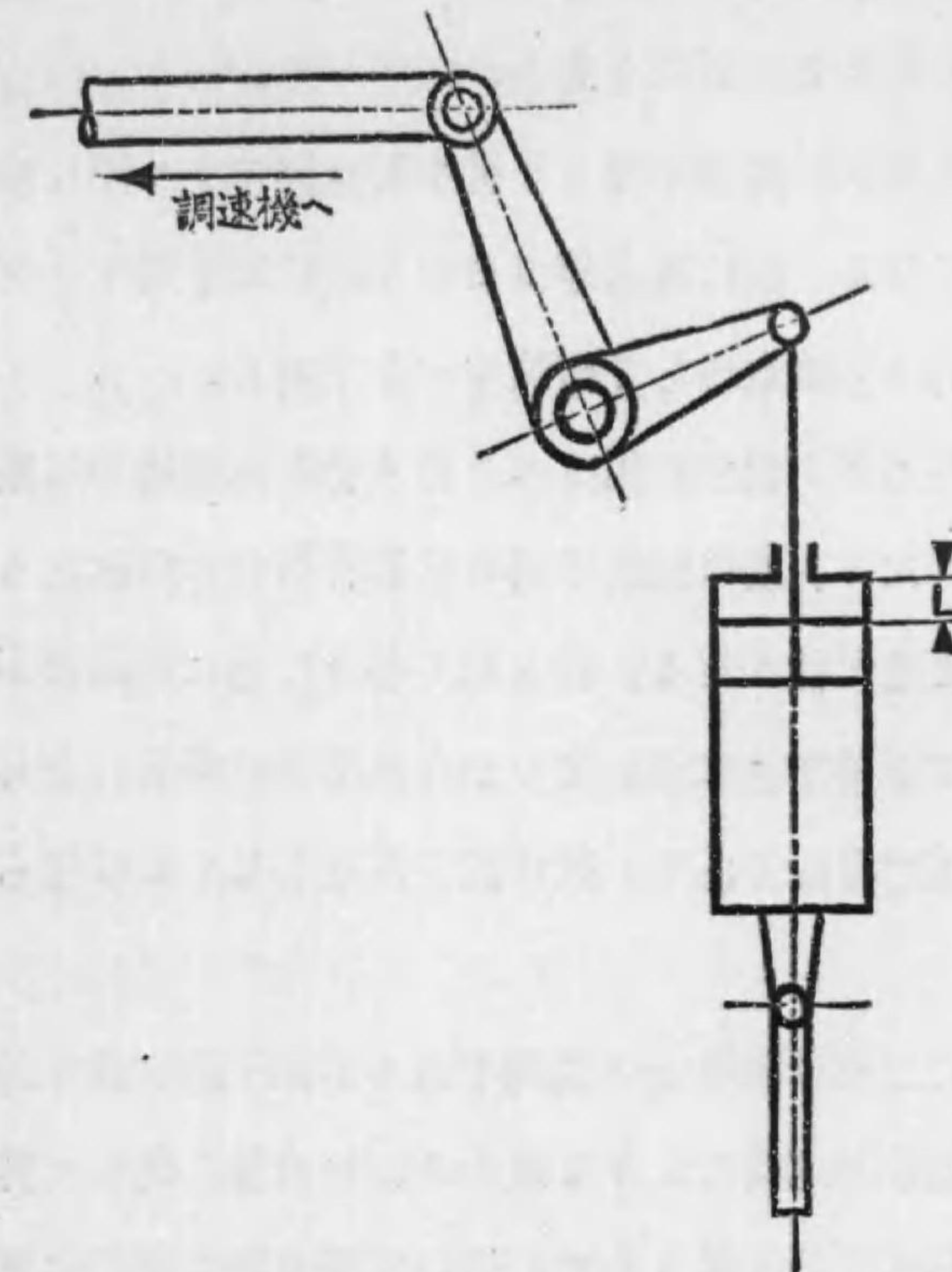


機の閉り切れた位置のとき「ダッシュポット・ピストン」と下「カバー」との隙き L は最も少く $1\text{吋} \sim \frac{1}{2}\text{吋}$ 位とすべきである。

又第 30 圖の如き場合には调速機の閉り切つた位置のとき「ダッシュポット・ピストン」は上「カバー」の

方に於て L を $1\text{吋} \sim \frac{1}{2}\text{吋}$ とすべきである。

第 三 十 圖



次に整壓機用の案内瓣や配壓瓣が曲つたり或は油垢や水垢で動かなくなることもある。故に毎日一回位は人爲的に少し斗り働かして見る様にすることが肝要である。

又此配壓弁の調節孔に塵類が入ると调速機が働かないのに整壓機だけが働いて排水弁を開たまゝ元に戻らぬ様なことが往々ある。又「ダッシュポット」内の油の流通孔に塵類が詰ると排水弁は開たまゝ閉らぬことになる。故に毎月停止日の度位に配壓弁や「ダッシュポット」は取外して掃除すべきである。

又整壓機の働作に用ふべき給水管や水濾器等に塵が結つたり、或は寒氣の爲めに其管内の水が氷たりすることが往々ある。若し斯る場合に急に调速機が働いても整壓機は働かないから水圧力は非常に上昇して甚だ危険である。故に能く注意しなくてはならぬ。

次に之れは調整上の問題であるが第7節に於て述べた様に调速機によりて阻止された水量に對して排水弁が多く開き過ぎると、働いて居る間は却て水圧力は降り然して閉り切つた瞬間に壓力の動搖が比較的多く起るものである。又排水弁が元より小さい場合は致方ないが調整の具合で開きが少くなると無論壓力は多く昇ることになる。

之れは連結されて居る腕の長短によつて異なるは勿論であるが、然し亦配壓弁や水壓給水管に必ず取付けてある所の調節孔（第17圖のSに相當す。）の大きさによつて大に異なるもので、若し此孔が小さければ勿論開き具合が多くなるのである。

又排水弁の閉る時間が短か過ぎれば勿論危険であるが、然し又長過ぎても不便である。

此事に就ては第7節に於て述べた様に「ダッシュポット」内の流通孔の大きさ或は油の濃薄によつて加減すればよいのであるが、之れも配壓弁や水壓給水管の調節孔の大きさによつて異なるもので、小さ過ぎれば勿論閉る時間は長くなるのである。

又配壓弁の重なりが多過ぎれば壓力の昇りも多くなるのみならず閉切つた瞬間に起る壓力の動搖が多くなる。又反對に此重なりが餘り少いと调速機が一瞬動いても直ぐ整壓機が働いて不便である。

故に取外して掃除をしたり或は點檢をした場合には以上述べた此調節具合を誤らぬ様細心な注意を以て取扱はなくてはならぬのである。

第四章 運轉要素を變へた場合の諸關係

14. 差が變た場合の出力關係

有効落差の變つた場合例へば洪水の爲めに吸水落差が減るとか、或は水槽や水量の具合で水位を下げて使用するか、又は水車の位置を變へるとか云ふ様なことは折々起ることであるが、此落差が變ると何う云ふ影響が起るかと云ふに。落差が變れば羽根車の關係が違て來るから無論出力が變ると共に、廻轉速度は變り、作用効率は悪くなるのである。

然して此影響の程度は高落差よりも低落差の方が多いのである。例へば300呎の落差で10呎減した場合と50呎の落差で10呎減した場合は同じ10呎の減少でも其影響の割合は大なる相違であることは容易に知れるであらう。

今

規定落差に於て

H = 有効落差(呎)

Q = 使用水量(立方呎)

HP = 常用出力

N = 常田廻轉數(毎分)

變更した落差に於て

H' = 有効落差(呎)

Q' = 相當使用水量(立方呎)

HP' = 相當出力

N' = 相當廻轉數(毎分)

とすれば

$$\left. \begin{aligned} N' &= N \sqrt{\frac{H'}{H}} \\ Q' &= Q \sqrt{\frac{H'}{H}} \\ HP' &= HP \left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{3}{2}} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(13)$$

此式に示す如く落差が變つた結果として之れに相當したる廻轉數N'で使用するれば丁度Q'立方呎の水量を呑むときHP'馬力を出して殆ど前と同じ作用効率を得られる譯である。然るに常用廻轉數を變へると

云ふことは許し得ることでないから結局元の廻轉數で使用しなくてはならぬ。然るときは廻轉速度の爲めに羽根車の出入口に於ける速度關係が悉く變て來る爲めに勢力損失が起るのである。故に落差が増しても亦減しても作用効率は必ず悪くなるものである。其内増した場合は効率は悪くなるが然し一方で水勢力が増す爲めに差引きは出力が増すから不利は感じないのである。然るに減じた場合は効率が悪くなると共に水勢力も減するのであるから著しく出力の損失を來し大なる不利を感するのである。

以上述べた落差の變化に伴ひ出力の變化を測定することは中々六ヶ數いもので實際正確に求めたならば殆ど羽根車を設計するだけの手数を要するものである。

今一例を擧げて之れを求むる概念を示すことにしよう。

例 11.

有効落差 200呎、常用水量 250 立方呎、常用廻轉數 500、回で常用 4600 馬力を出す渦巻水車あり。

洪水の爲め放水路 10 呎高まつたど云ふ出力は幾何となるか。

題意により現在の有効落差は $(200 - 10 = 190)$ 即ち 190 呎となつた譯である。故に此落差に相當する廻轉數及び水量と馬力とを求むれば(13)式により

$$N' = N \sqrt{\frac{H'}{H}} = 500 \sqrt{\frac{190}{200}} = 486 \text{ 回/分}$$

$$Q' = Q \sqrt{\frac{H'}{H}} = 250 \sqrt{\frac{190}{200}} = 243 \text{ 立方呎}$$

$$HP' = HP \left(\frac{H'}{H}\right)^{\frac{3}{2}} = 4600 \left(\frac{190}{200}\right)^{\frac{3}{2}} = 4250 \text{ 馬力}$$

斯くの如く廻轉數を 486 回に減して使用すれば殆ど前と同じ効率で 243 立方呎の水量に對する開度るとき最大効率 81 % にて 4250 馬力を出すことになる。

次に導翼の開度は常用 $\frac{3}{4}$ 即ち 0.75 であるとし水量は開口に比例して變ると假定すれば此場合の開度は

$$\frac{3}{4} \times \frac{Q'}{Q} \sqrt{\frac{H}{H'}} = \frac{3}{4} \times \frac{243}{250} \sqrt{\frac{200}{190}} = 0.75$$

即ち開度は前と同じである。

然るに斯くの如く廻轉數を下げることは出来ないから元の500廻轉にして使用すれば前に述べた様に羽根車の出入口で勢力損失が起る此損失を今5%と假定すれば實際の出力は

$$4250 - 0.05 \times 4600 = 4020 \text{ 馬力}$$

となり廻轉數を元の500回とすれば水量は殆ど前と同じ様に250立方呎を呑むことになる。然るとき此場合の最大効率 y'' は

$$y'' = \frac{HP'' \times 8.8}{H' \times Q''} = \frac{4020 \times 8.8}{190 \times 250} = 74.5\%$$

此點に相當する導翼の開度は

$$\frac{3}{4} \times \frac{Q''}{Q} \sqrt{\frac{H}{H'}} = \frac{3}{4} \times 1 \times \sqrt{\frac{200}{190}} = 0.77$$

次に之れは洪水の場合であるから落差は減じても水量は充分にあるのであるから若し導翼を全開したならば幾立方呎の水量が通つて幾馬力を出すかを求めて見よう。

但し此場合は導水管や水車の給水口等に於て摩擦損失が非常に多くなるもので今假りに5呎餘分に減したとすれば H''' は $190 - 5 = 185$ 呎となり此場合通

る最大の水量を Q''' 立方呎とすれば

$$Q''' = \frac{4}{3} \times Q \sqrt{\frac{H'''}{H}} = \frac{4}{3} \times 250 \sqrt{\frac{185}{200}} = 320 \text{ 立方呎}$$

此時の効率を68%と假定すれば

$$HP''' = \frac{H''' \times Q'''}{8.8} \times 0.68 = \frac{185 \times 320}{8.8} \times 0.68$$

$$HP''' = 4580 \text{ 馬力}$$

出すことになる。

以上求めた結果を表として示せば第4表の通りである。

第 四 表

運轉状態	落差	水量	廻轉數	馬力	効率	開度
平常の場合	200	250	500	4600	81%	0.75
洪水時相當量	190	243	486	4250	約81%	0.75
同上規定速度の時	190	約250	500	4020	74.5%	0.77
同上全開の時	185	320	500	4580	68. %	1.00

15. 「サイクル」(周波度數)を變じて使用する場合の注意事項

電力供給の關係とか或は會社合同の結果から「サ

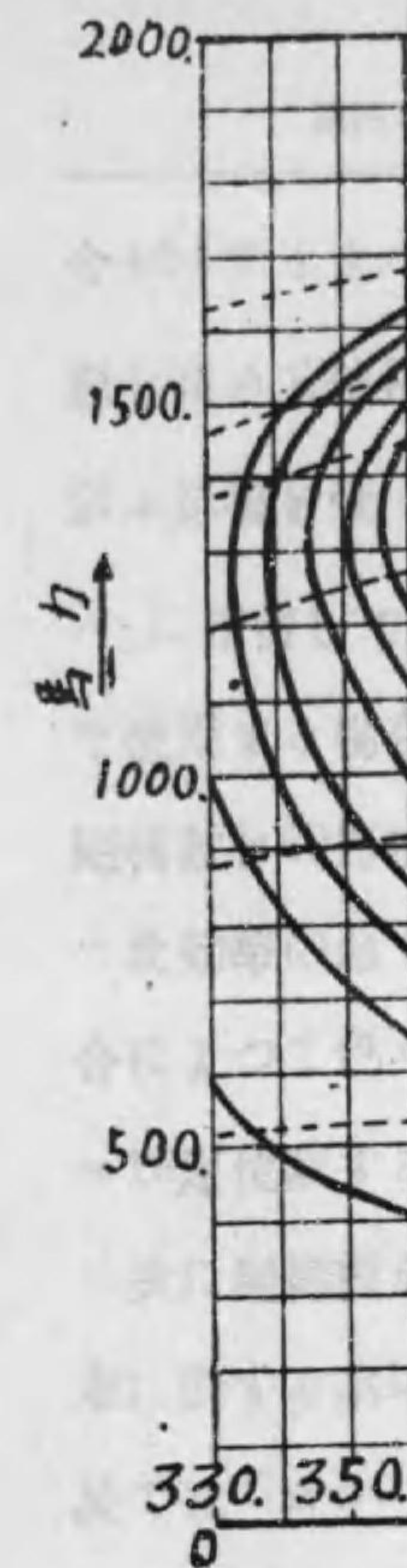
「サイクル」を一様にしなくてはならぬと云ふ様な問題が最近著しく多くなつた様である。此「サイクル」の違つただけの機械を取換るとか、或は周波度数變換機を使用すれば何も問題はないのであるが、經濟上現在のまゝで「サイクル」だけを變じて使用すると云ふ場合が多いのである。

然して此「サイクル」を變ずると云ふことは云ふまでもなく、水車の廻轉數を變ずると云ふことであるから、極端に倍以上にも變ずることは出来ない。故に斯る場合には水車を取換へるとか或は周波度数變換機を別に据付けるとかしてはならぬのである。故に現在使用して居るまゝで換へ得られるものは50「サイクル」と60「サイクル」である。

然して又現在我國で用ひられて居るものは50と60「サイクル」が最も多いのである。

以下此變換に伴ふ色々な現象に就て述べることにしよう。

「サイクル」を増して使用する場合 例へば50「サイクル」に相當して造られてある水車を



「サイクル」を一様にしなくてはならぬと云ふ様な問題が最近著しく多くなつた様である。此「サイクル」の違つただけの機械を取換るとか、或は周波度数變換機を使用すれば何も問題はないのであるが、經濟上現在のまゝで「サイクル」だけを変じて使用すると云ふ場合が多いのである。

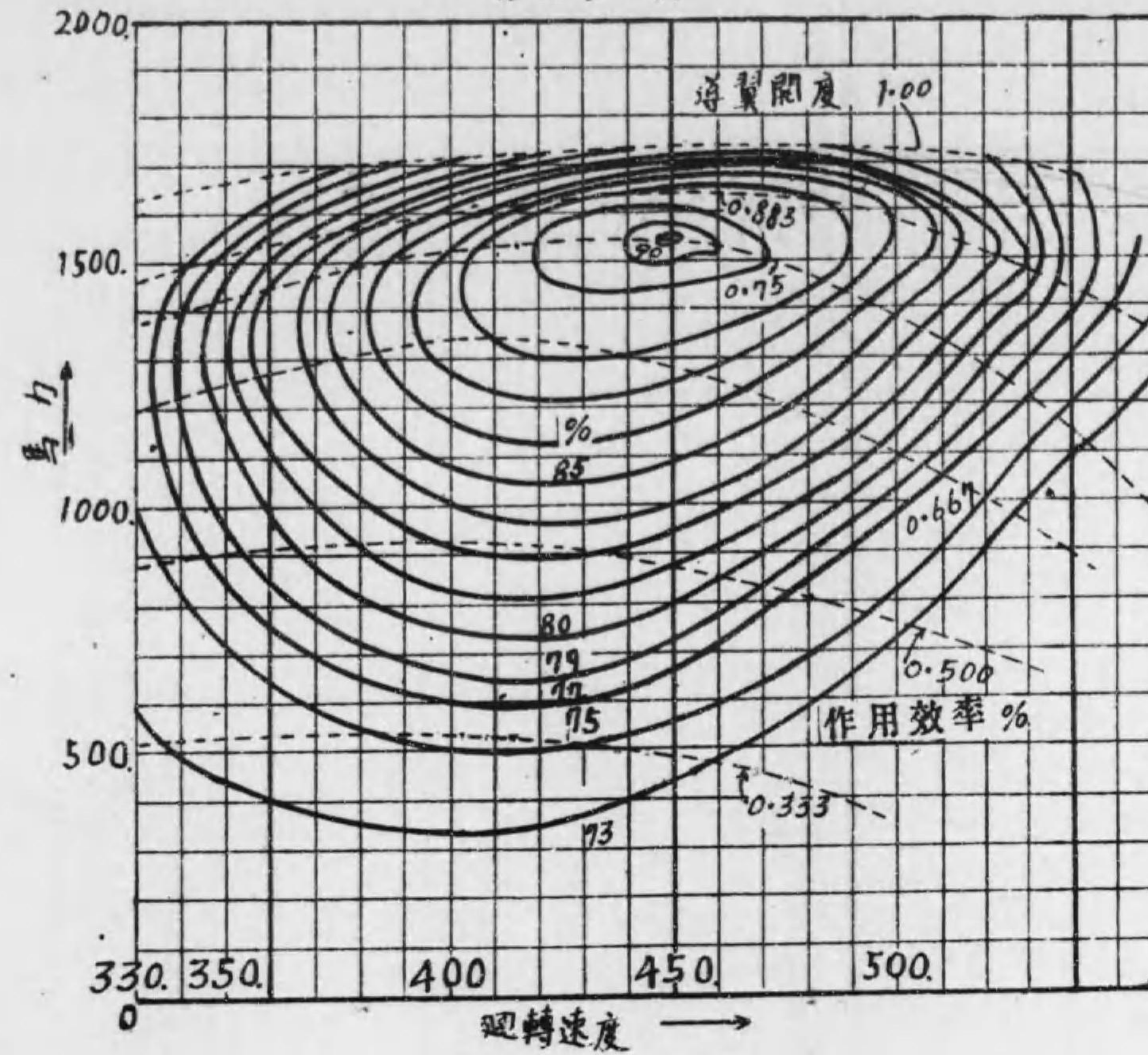
然して此「サイクル」を変ずると云ふことは云ふまでもなく、水車の廻轉數を變ずると云ふことであるから、極端に倍以上にも變ずることは出来ない。故に斯る場合には水車を取換へるとか或は周波度数變換機を別に据付けるとかしなければならぬのである。故に現在使用して居るまゝで換へ得られるものは50「サイクル」と60「サイクル」である。

然して又現在我國で用ひられて居るものは50と60「サイクル」が最も多いのである。

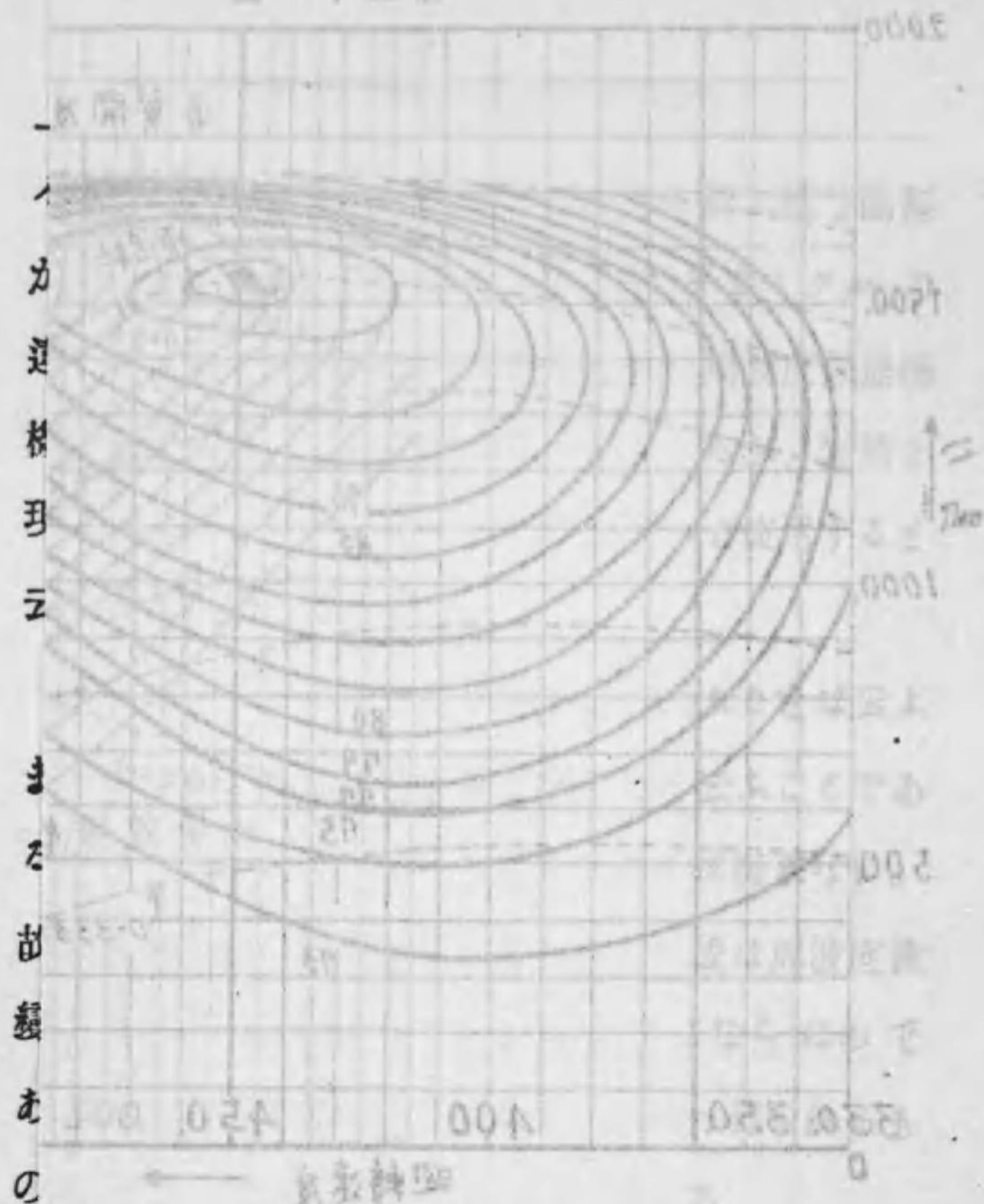
以下此變換に伴ふ色々な現象に就て述べることにしよう。

「サイクル」を増して使用する場合 例へば50「サイクル」に相當して造られてある水車を

第三十一圖



圖一十三



水車開度の
回転数の
効率の
関係

今60「サイクル」に増して使用する場合、即ち廻轉數を高めて使用する場合に、水車及び調速機はごう云ふ影響を受くるかと云ふに、先づ水車は50「サイクル」に相當して作られてあるのであるから、此廻轉數で使用する場合が効率は最もよいのである。然るに廻轉數を20%増加すれば効率は勿論悪くなる。

此効率の悪くなる割合は、水車の形狀や製作の具合によつて色々異なるが、3/4 開度に於て大凡そ12%~18%位減するものである。

次に廻轉數が増した結果として起る現象は、羽根車に對する水の流通方向が變つて來るから、入口に於ては「エロージョン」作用（虫喰）を起して羽根を速く傷めるときになり、又出口に於ては排水の螺旋作用が多くなり従つて車體の震動が多くなる。

又羽根車を流通する水流は羽根車と共に廻轉しながら流出するのであるから、此水流は羽根車の廻る速度に相當して遠心力を起し、常に水流に逆つて居るのであるから、廻轉數が増せば夫れだけ抵抗が多くなつて同じ導翼の開度でも吞む水量が少くなり、

従つて幾分出力が減するものである。

又速度が増せば前に述べた様に沿軸推力が多くなるから従つて推力軸承の熱度が増して来ると共に他の軸承も幾分熱度が増すものである。

又「ベルトン」水車の場合は廻轉數が増せば無論作用効率は悪くなる、其割合は「フランシス」水車よりも幾分多く減するもので、殊に廻轉速度が速くなれば噴水の一部が素通りして承腕に衝らぬ様になり、従つて其れだけ水流を無益に流失さすことになり、而して素通りした噴水は次の嘴管や基礎に衝つて甚だしく震動を起すと共に大なる音響を發する様なことが出来る。又何うかすると此素通りした水が逆流して鐸の邊りから噴出する様なことがある。

以上は「フランシス」水車と「ベルトン」水車とによつて異なる現象であるが、其他一般に起る現象としては速度が増せば廻轉體の（はづみ）能率が多くなる故速度の變化が少くなる。然し同じ量の荷重に對しては効率が悪くなつたゞけ導翼或は嘴管の開度が多くなつて居るから同じ量の荷重變化に對する速

度變化は其割合に少くはならない。

又軸承は油の粘度にもよるが然し一般に車軸の廻轉速度が速くなれば幾分熱度が増すものである。

又「フレキシブル・カップリング」などは速度が増すと帶革が切れ易いから能く注意しなくてはならぬ。

次に调速機は何うであるかと云ふに速度が増せば遠心錘の働作が變て来る。故に自由に調整の出来る餘裕のあるものなればよいが、左もなくば調車（调速機側）の徑の大きなものと取換へなくてはならぬ。

又油唧筒は廻轉數が20%位増しても其割に多くは揚らないが然し幾分は増すから従て油の溫度が増して来る。故に安全弁が鋭敏で而して相當餘裕があれば夫れでよいが、左もなくは之れも調車を取替へなくてはならぬ。

又羽根車の入口に於ける水流は車體と共に廻るのであるから車體の廻轉速度が増すと其速度に相當して遠心力を起し導翼の裏面を押すものであるから、導翼の形狀に依りては、此影響は可なり大きいもの

で、従つて幾分调速機の働作が鈍くなるものである。

然し调速機は一般に30%~70%位の餘裕ある様に造られてあるものであるから殆んど影響はないが、若し重い様なれば油の壓力を少し嵩むればよい譯である。

又速度が増すと調帯類の波動が激しくなつて之れが爲めに调速機の具合が悪くなるから能く注意しなくてはならぬ。

「サイクル」を減して使用する場合 例へば60「サイクル」に相當して作られてある水車を50「サイクル」に減じて使用する場合、即ち廻轉速度を16.7%減じて使用すれば此場合も前と同様効率は悪くなるので其割合は水車の形狀や製作の具合で色々異なるが3/4開度に於て約5%~12%位減するものである。尙斯く速度が減じた結果として起る現象は此場合も水の流通具合が變る爲めに羽根車の入口に於ては「エロージョン」作用が起き、出口に於ては排水の螺旋作用が起るものである。然し速度が増した場合程激しくはないが兎に角車體を速く傷めるものであ

る。又「ベルトン」水車で廻轉速度が減ると噴水の流通する割合が速くなり、従つて承腕に充分の仕事と與へないで流出することになるから作用効率が悪くなると共に出口の水が逆流して鐔の邊りから噴出する様なことがある。

又一般に速度を下げて使用すると廻轉體の（はづみ）能率が減ずる故従て速度の變化が多くなり且つ効率が悪くなつたゞけ導翼或は嘴管の開度が増して来る來故に、同量の荷重變化に對して速度變化は一層多くなるのである。

又速度を下げて使へば軸承の具合はよくなる。

次に调速機はどうかと云ふに、之れも速度が減れば勿論遠心錘の動作状態が變つて来る。故に調整の餘裕あるものはよいが左もなくは調車（调速機側）の徑の小さいものに取扱ふべきである。

又油唧筒は速度が16.7%位減しても其割に揚量は減じないから大抵の場合其まゝでよいが、若し油壓が降る様なれば、之れも調車の小さいものと取換へなくてはならぬ。

要するに调速機としては速度が何れに増減しても只遠心錘の調整さへ出来れば油壓などは多少變つても實際に於ては殆ど影響はない、従て他の部分には何の影響もないのである。

第31圖は比較廻轉數59回なる「フランス」水車に於て廻轉速度を色々に昇降して各開度に對する作用効率を立體圖として表はしたものである。此水車は導翼が3/4開度のとき常用速度450回で最大効率90%を得て居る。

今此線圖に於て同じ3/4開に對し速度を20%増して使用すれば最大効率74%位となり。又速度を16.7%減じて使用すれば最大効率約84%位なことが知れる。

此各曲線は水車によりて色々異なるは勿論であるが「サイクル」を變へると効率や出力の具合がどう云ふ様に變るか云ふ概略だけは此曲線から推測することが出来るであらう。

第五章 一般の注意事項

16 運轉に對する注意

是まで述べた處は常に起り易い故障の大體に就て述べたのであるが、幾度も云ふ通り故障の種類は千差萬別で之れが何時如何なる故障を起すか明らないから、兎に角運轉に従事して居る者は間斷なき用意周到な注意が肝要である。然らば何所をどう云ふ様にすればよいかと云ふに、廻て居る機械であるから何所をどうすることも出来ない。

只常に機體を清淨にする様例へば機體が塵埃だらけになつて居たり、又は油が滲れたり、水が出たりして居る。自然故障が多く起り易いのであるから、塵埃などのたゞぬ様を油や水の出る箇處は早速直すとか若し直らねば止むを得ないから器に受けて取るさかして、常に油や水を流れ放しにせぬ様、兎に角機體を清淨にする様務めなくてはならぬ。

故に室内は常に清浄に掃き清め、断へず撒水をして塵埃などのたゞぬ様注意しなくてはならぬ。

又機械の拭取りに用ふる襦褌(古布切)は塵埃や細砂の附着して居ないものを用ひ、物によつては一旦水洗ひして用ふる様にすべきである。然して一旦使用した襦褌は其まゝ捨てぬ様、之れを曹達で煮るときは油は分離する故之れを水洗ひして繰返し使用すれば経済でもあり且つ機械の爲にも良いのである。

又油類は混合しない様に注意しないと色々な油が混合すると其質を非常に悪くし、殊に石油などが混合すると全然質が變つて使ひものにならなくなる。故に器物を整頓して混合しない様に注意すべきである。(次節油の用ひ方参照)。

次に機械の音響や震動及び一般の臭氣其他軸承の熱などに對しては常に五官を働かし、計器以上の微妙を感じ得る様に努めなくてはならぬ。然して連日の運轉状態に比して異状があるかどうかを常に腦中で審理して居る様でなくてはならぬ。然して又何事もなく運轉するからと云ふて年中其まゝ使用して居

ると、表面は何事もない様でも知らず知らずの内に次第に減るさか、或は汚れるさかして實際には餘程具合が悪くなつて居ることがあるのである。故に發電所としては月に一日乃至二日の定期停電日はあるのであるから、相當の標準期間を定めて交る交る内部を點檢したり、或は掃除としたり油の取替へを行つたりする様に一つの標準を定め之れに依りて異状の有無に關せず手入れをすと云ふ様な具合にすれば故障もなく、場合によりては未然に防ぐことが出来る、然して機械の壽命を永く保たしめることが出来るのである。

次に示す手入れの標準規定は著者が某電燈會社の爲めに立案したもので、最早や十年來其まゝ實行し來つて今日に至るも些したる事項も起らぬと云ふことである。之れは他にも色々な理由もあるであらうが兎に角取扱者の注意が行き届て居る爲めであると思ふ。

水車及び调速機の手入標準表

1. 水車内部点検	毎八ヶ月
2. 各軸承の油取換 (濾油にてもよし)	毎六ヶ月
3. 各軸承の油の補充及び汚れ 状態点検	毎停電日
4. 各軸承の磨滅状態点検	毎三ヶ月
5. 主軸「バツキング」の取調べ	毎一ヶ月
6. 運轉を停止したる際導翼を閉 切つて尙幾廻轉持續するかを 記録する事	毎停電日
7. 手働を以て導翼を數回全開閉 して其輕重具合を記録する事	毎停電日
8. 调速機油取替 (濾油にてもよし)	毎八ヶ月
9. 调速機油の補充及び變質点検	毎週
10. 配壓瓣掃除	毎一ヶ月
11. 「ダッシュポット」分解掃除	毎一ケ年

12. 遠心錘分解掃除	毎一ケ年
13. 「サーボ、モートル」分解掃除 (「ピストン」に「バツキング」 の有るもの)	毎六ヶ月
(「ピストン」に「バツキング」 の無きもの)	毎十五ヶ月
14. 油の冷却管点検	毎停電日
15. 整壓機働作点検	毎日
16. 同配壓瓣分解掃除	毎一ヶ月
17. 同「ダッシュポット」分解掃除	毎三ヶ月
18. 濾水器掃除	毎週
19. 整壓機内都分解掃除	毎一ケ年
20. 導水管排水瓣分解掃除	毎十五ヶ月
21. 調帶類点検	毎停電日
22. 各部「グリース」詰替	毎十日
23. 各部「グリース」捻込	毎八時間
24. 濾油器掃除	毎三ヶ月
25. 工具取調	毎週

本規定に依り手入れ作業を行ひたる事項は規定作

業簿に記録し交代毎に次番へ引續きをなす事。

上記の規定は或る一つの實例であつて、水車の大きさや設備の如何によつて多少異なるが、然し此様な規定を設けて實行するならば外來の天災は別として、機械自身に故障を起すと云ふことは殆どなく、従て壽命も永い譯である。

17 油の用ひ方

精工な機械でも、又取扱を如何に注意しても使用する油が悪いと機械の働作が悪くなるばかりでなく、各部を速く減らして機械の壽命を縮めることになる。

又成るべく油の種類を少くしないと、色々な油があると自然無駄が多くなるのみならず、多くの器を塞ぎ非常に紛らはしくなつて、遂には混合することになる。然して油は一旦混合すると質が非常に悪くなるもので之を使ふと直ぐ働作が悪くなつたり軸承は滑面が荒れて次第に溫度が嵩まつて來るものである。殊に石油などの混つたものは絶対に使用しては

ならぬ。

然して發電所としては水車用の外に變壓器や、開閉器等の油があるのであるから、之だけでも混合し易いのであるから出來ることなら軸承用と調速機用とは共通に用ひられる様な油を用ふことが永い間には非常な利益である。

即ち共通に使用出來ると調速機で汚れた油を濾すとか或は沈殿せしめて軸承に補給するとか、或は軸承で汚れたものを同じく濾すとか沈殿さすとかして、調速機に補給することが出來るから、貯藏が少くて有効に且つ便利に使用することが出來る。又用器類が少くなり従て手數も省けることであるから、自然の無駄が少くなるのである。

故に油を一定にすると云ふことは經濟許りてなく機械の爲めにも亦取扱の爲めにも良いのであるから著者は之を理想として、一般に推舉するのである。

次に油の品質に就てどう云ふ油を用ひたらよいかと云ふことが亦重要な問題である先づ調速機用としては毎平方吋 250 封度位の高壓力で使用しても質の

變らないもので、然して粘度の餘り薄くないものでないど、隙間漏れが多くなり従て働きが悪くなると共に温度が高くなる。然し餘り濃いものでは無論動作が鈍くなる。

又軸承用のものは廻轉速度によりて異なるが一般から云へば廻轉速度の多いものは比較的薄きものを用ひ、少いものは比較的濃いものを用ひなくてはならぬのである。要するに餘り薄いと油の膜が切れるから軸承が熱を持つ様になり、又濃過ぎれば油の廻りが悪くなるから同じく熱を持つ様になるのである。

以上述べた様に油の撰擇は仲々六ヶ敷もので、之れを軸承用と調速機用と各々別のものを用ふるなれば如何なるものでも自由にあるが、然し前に述べた様に兩者共通に用ひられるものは割合に少いものである。

次に示す五種類の油は軸承及び調速機共通用として機械の大小に關せず何れを用ひても不都合はない様である。

「テキサコ・リーガール・オイル」

「テキサコ・シートス・オイル」

A.「マグネット・エンジン・オイル」

B.「マグネット・エンジン・オイル」

「ダイナモ・オイル」(極上物)

次に「ダッシュボット」用の油は之れも往々別に購入して置く處もあるが、誠に不經濟なことである。又「ダッシュボット」としては機體の大小に關せず上記五種類の内なれば何れの油を用ひても差支へないが、若し特種のものを用ひねば具合が悪い様な場合は、何所か必ず機構に悪い所があるのであるから先づ其方から調べる様にすべきである。

若し又如何にしても濃いのが必要な場合は種油を用ひても差支へないのであるから別に「ダッシュボット」用として購入する要はないのである。

次に「グリース」なども其價格の差から云へば極めて僅かであるから成るべく良きものを用ひ而して「カップ」に詰込んである底の方などは妙に固つて能く入らなくなる。故に折々詰め替へる様にし、然して其古いものは之れに軸承用の油を少し混ぜて和ら

かくし然る後布にて絞り出して再び用ふる様にすれば無駄が無くて又具合がよいのである。

18 調帯の用ひ方

遠心錘用調帯 遠心錘用調帯は餘程注意しないと前に述べた様に此調帯の爲に色々な故障が起るものである。此遠心錘を廻す力は極僅かであるから成るべく薄い和かい良質のものでなくてはならぬ。

著者の経験では革の調帯は質が不均一であるから「ゴム」の調帯か或は木綿の調帯の方が質も均一であり且つ和かい故傳動具合が至極圓滑である。

此内「ゴム」は摩擦が多い爲めに滑りの速さが尠いから比較的正確である。然しながら「ゴム」は伸び易く従て片伸びもし易いのみならず油に犯されるものであるから、場合によつては具合の悪いことがある。

又木綿は「ゴム」に比べると質は幾分固いが片伸びが少いのみならず、油の爲めに犯される様なことはない。然しながら木綿は天候に依つて伸縮が多いか

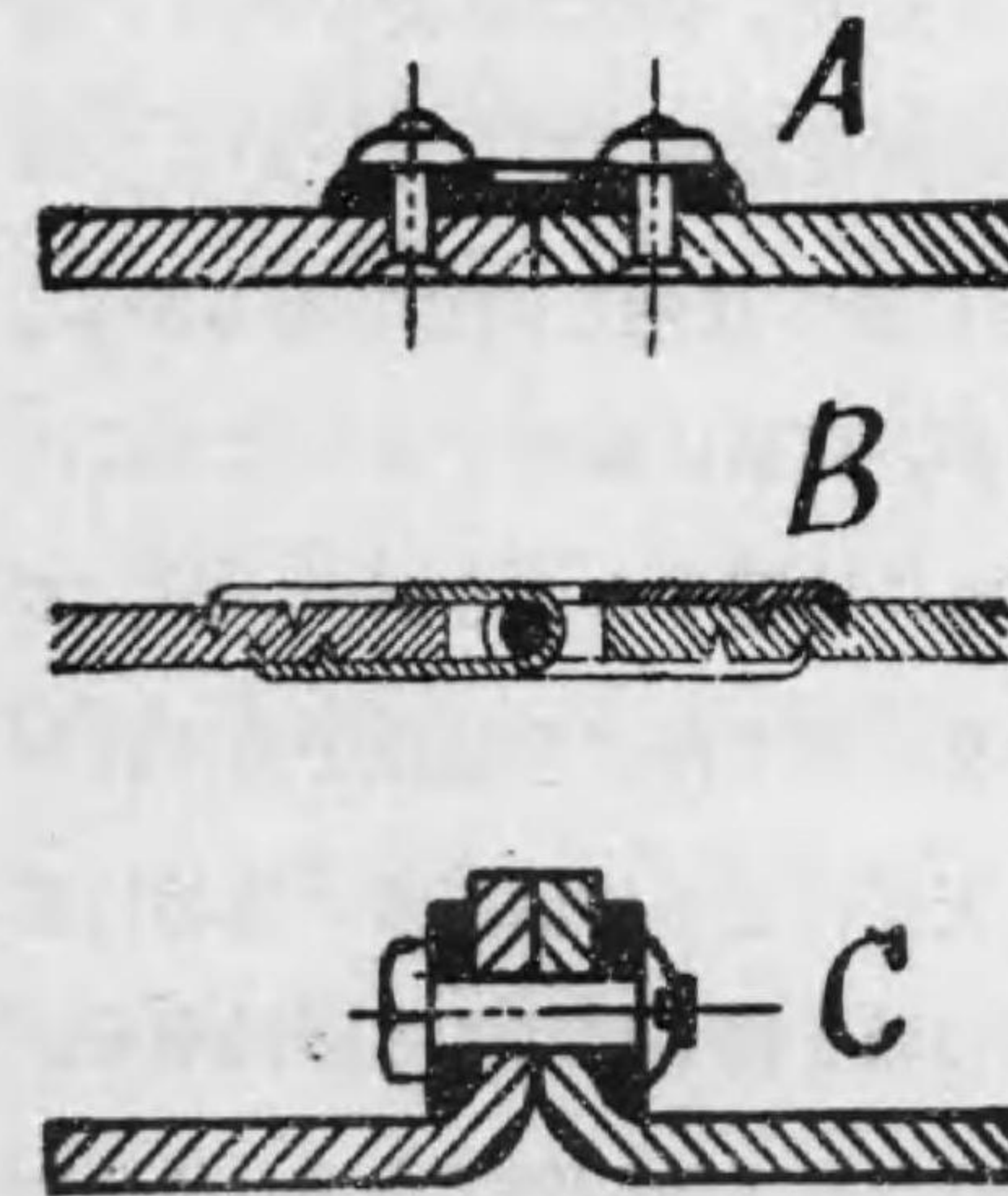
ら、どうかすると知ぬまに軸承が過熱したり、或は滑りの速さが多くなつたりすることがある。

兎に角一般から云ば調車の徑が小にして調車間の距離の短い場合には「ゴム」調帯の方が適當である。

又調車の徑が大にして調車間の距離の長い場合には木綿調帯の方が適當である。但し此木綿調帯でも餘り厚いものは良くないから成る可く二枚合せか或は三枚合せ位いの薄いものを用ふべきである。

次に調帯の續ぎ様であるが「ゴム」調帯の場合には第32圖のCに示す様に拜みに續ぐ方が宜しい。

第 3 2 圖



又木綿調帯の場合には上圖のA、或はBの如く突き合せてに續ぎ然して續ぎ金物はAの如く「ホック」にするか或はBの如く「アリゲーター」の、何れにしてもよいが

只「アリゲーター」は調帯を切結る場合に、其都度金物が片側だけ無駄になるから、何時も相當の豫備を貯へて置ねばならぬ。然るに「ホック」は幾度でも磨滅するまでは使へるから、此方が經濟である。

然して此金物類は成るべく小形のものを用ひる方が具合がよい。

此調帯の續ぎを重ね續ぎにしたり、又は皮紐で綴ぢ合したりすることは、絶対に禁物である。

油唧筒用調帯 油唧筒は調速機の容量に應じて一馬力位から二十四、五馬力位まであるから調帯も夫れに應じて可なり丈夫なものが必要である。然して唧筒の傳動は遠心錘程圓滑は要しないから、革でも、木綿でも、強さに於ては殆ど同じであるから、何れを用ひてもよいが、只革は高價である代りに一旦伸びたら天候の爲めに伸縮することが少いが、木綿は革に比べると非常に安く殆ど半價位である代りに幾等古くなつても天候による伸縮が多い爲めに餘程注意しないと唧筒の軸を焼く様なことが出来る。

次に調帯の續ぎ方は之れも第32圖のA 或はB の如

く突き合せに續ぐ方が具合がよい。幾等唧筒でも重ね續ぎや皮紐綴じは具合が悪いからしてはならぬ。

又綴ぎ金物も前に述べた様に「ホック」が經濟で且つ便利である。

19 「パッキング」の用ひ方

水に對する「パッキング」は何よりも「ゴム」が一番有効であるが、「ゴム」は粘着するものであるから用ふる場所に依つては具合が悪い。

例へば主軸とか、或は阻止弁の軸とか、總て相手廻つたり動いたりする場所へは不適當である。斯る所へは木綿糸を組み之れを魚油で煮るか、或は「グリース」に克く浸して用ふるのが一番有効である。著者が折々見受けるが廻轉する處の「パッキング」に木綿糸を組み之れに白「ペンキ」を浸して用ひてある所がある。若しも斯様なことをすると「ペンキ」は時日の經るに従て固り之れが爲めに非常な摩擦抵抗を増して熱すると共に「パッキング」は切裂する様になる。然して「ペンキ」は金肌を荒すものであ

るから直ぐ軸を減らすことになる。故に斯ることはせぬ様大に注意すべきである。

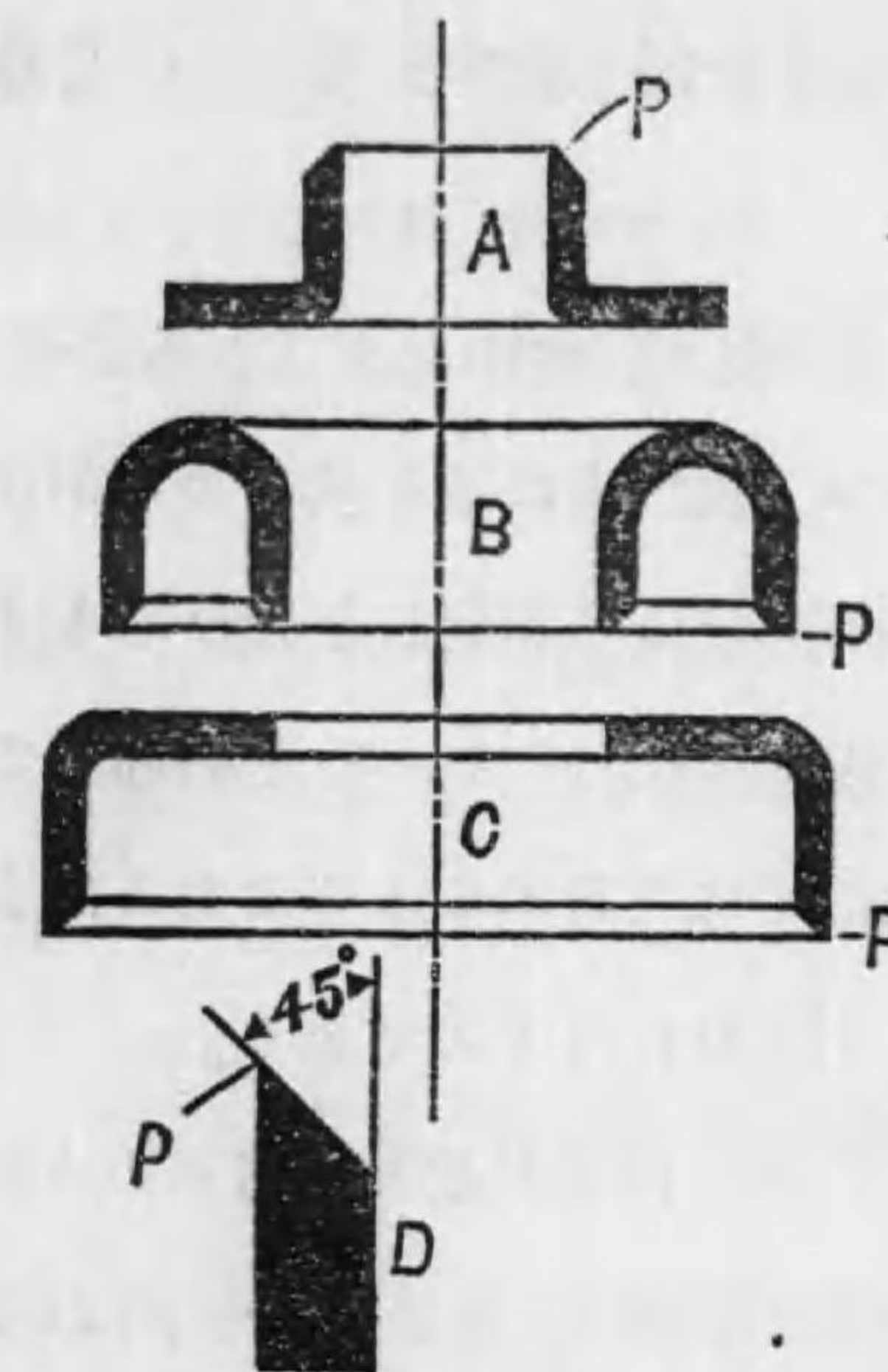
次に固着する處の水の「パッキング」例へば、水車の「カバー」とか「マンホール」の様な處へは「ゴム」板或は「ゴム」丸を用ふれば面倒はないが、然し「ゴム」類は高價であり且つ手近に無い場合がある。斯る場合には若し「パッキング」の當り面が機械仕上げであるならば厚紙(馬糞紙)に「コールター」を克く浸すか或は「グリース」を克く塗布して用ひ。又當り面が鑄出しのまゝとか或は火作り面のまゝである場合は木綿糸又は麻を組み之れに白「ペンキ」を浸して用ふればよい。

但し水車「カバー」の「パッキング」は餘程注意して用ひないと此厚さに依つて導翼の兩側及び羽根車前後の隙きが變り、之れから色々な現象を引起す様になる。

壓力式革「パッキング」 革を壓搾して第33圖の様な色々な形に遣り水壓或は油壓によりて「パッキング」するもの例へば「シリンダー」の「ピストン」

とか導翼の「スピンドル」或は調速機の「サーボ・モートル」の「ピストン」類には多く用ひられてあるが、此

第 34 圖



革の働く有効な部分はA.B.C何れもPの所少しである。故に此先きの削り様が悪いと効力が少いのである。著者の経験では第33圖のDに示す如く先きを45度位の傾斜に削つ

た場合が最も有効で且つ永持がする様である。

然して革は質度が一樣でないから「パッキング」すべき面に慣つて嵌め込み其面が各部一樣に壓せられる様にすべきである。即ち切抜き孔とか、或は「ボルト」孔などを標準にして用ふると質が違ふだけ片押しをする様になり従て「パッキング」の効力は少

く且つ片減りして直ぐ破れる様になる。

又此「バックリング」は使用して居ると先きのPの所が磨滅して効力が次第に少くなるこゝがある斯る場合には其まゝ先きの方を削り直すと暫らくは有効になるものである。

水管及び油管の「バックリング」水管の「フランジ」類には「ゴム」板があれば結構であるが或は馬糞紙が「ファイバー」或は革等何れを用ひてもよいが、只折々取外す様な所には「ペンキ」を塗布してはならぬ。即ち「ペンキ」は固着するものであるから其都度「バックリング」が無駄になるのである。

油管の「フランジ」類には革が最も適當であるが、或は馬糞紙又は製圖用紙或は「ファイバー」なれば何れを用ひてもよい。只「ゴム」だけは油に溶けるから用ひてはならぬ。

又「フランジ」間の「バックリング」を其全面に用ひず「ボールド」の内側のみ蛇目形に切て用ふることがあるが、之れは「バックリング」としては能く効くのであるが、どうかすると「フランジ」を締割ることがある

から締加減を能く注意すべきである。

一般に「バックリング」する個所は、要するに水とか、或は油とか止まればよいのであるから無暗に締めるのは宜しくない。どうかすると「ボールド」を捻切つたり、或は「カバー」や「フランジ」を割ることは往々ある。之れは皆締め過ぎと片締めの爲めである。

然して又締付け具合は常に締めにくい方から先に締め對向的に交々締める様にしないと、自然片締めになるから大に注意すべきである。

20 工具の設備と配置

発電所で工具を盛んに使用する様では機械の故障が多いと云ふことになるので、成るべく工具などは発電所の飾物位である様でなくてはならぬ。然し毎日必要がないからと云つて備へて置かない様では困る。即ち定期の手入れもしなくてはならず、殊に故障は何時起るか知れん。若し其時に工具が無かつたり、或は見當らなかつたりして暇取らすと夫れが爲

めに故障が大きくなつたり、或は停電時間が長くなると云ふことになるから、発電所では水車の大小に關せず夫れに相當して必要な道具を一定の場處に備付けて置かねばならぬ。

工具の設備 此設備工具は何の発電所でも同じ様な具合には行かぬ。例へば発電所の大きさか水車の大小によりて異り。又近くに修理工場の有無によりても多少考慮を要することである。而して天井起重機とか或は壁起重機等の設備があれば結構であるが二三千「キロワット」以下の所では多く此設備がないから、斯る所に對しては相當の工具を備へて置かなくてはならぬ、然るに「チェンブロック」とか或は「ジャッキ」類は殆ど無用の様な觀がするが決して左様ではない。例へば水車の「カバー」を開けるとか、或は主軸を浮かすとか云ふ場合には必ず必要であるから、相當なものを備へて置かなくてはならぬ。

一般に二三千「キロワット」以上の発電所とか或は容量は少くとも、他に多くの発電所がある所では相當の設備もあることであるから、之れは暫く別とし

て先づ参考として千「キロワット」位の一発電所に就て大略何れ位の道具があればよいかと云ふことに就て述ぶることにしよう。

然るときは水車は千五百馬力位であるから大略次のものを揃へて置けば充分足りることと思ふ。

- | | | |
|---------------|--|------|
| 1. 10「トン」 | 「チェンブロック」 | 1 個 |
| 2. 3「トン」 | 同上 | 1 個 |
| 3. 木製 | 「ブロック」 | 1 個 |
| 4. 5「トン」 | 「スクリウジャッキ」 | 2 個 |
| 5. 取付 | 萬力 | 1 個 |
| 6. 金床 | (小形) | 1 個 |
| 7. 「ファイゴ」 | (小形) | 1 個 |
| 8. 大「ハンマー」 | (10「ポンド」) | 1 個 |
| 9. 手「ハンマー」 | (1.5「ポンド」)
(0.5「ポンド」) | 各1 個 |
| 10. 木製大 | 「ハンマー」 | 1 個 |
| 11. 「ロープ」 | (1 $\frac{1}{4}$ 丸) | 80尺 |
| 12. 同上 | ($\frac{3}{4}$ 丸) | 50尺 |
| 13. 「パイプ」捻切型 | ($\frac{3}{8}$ 〃 ~ 2 〃) | 1 組 |
| 14. 「ポールト」捻切型 | ($\frac{1}{4}$ 〃 ~ 1 $\frac{1}{4}$ 〃) | 1 組 |

15. 「パイプ廻し	1 個
16. 「ハンド・ボール」	1 個
17. 金切鋸棒及び鋸 1 打	1 組
18. 水平(10")	1 個
19. 「スクヤー」(10")	1 個
20. 「バース」(6")	1 組
21. 「イギリス・スパナー」(8")	1 組
22. 廻轉計(「ピストル」型)	1 個
23. 「シクネス・ゲージ」	1 個
24. 下げ振り	4 個
25. 手「フイゴ」	1 個
26. 鋏み(金切用)	1 個
27. 同上(紙切用)	1 個
28. 「ナイフ」	1 個
29. 「ペンチ」	2 丁
30. 木捻廻し(大中小)	計3 個
31. (きさぎ)篋目(8")	2 本
32. 油濾器(1斗入位)	1 個
33. 油入れ(1升~2升)	計2 個

34. 油差し(鼠形)	3 個
35. 「シランジー」	1 個
36. 柄 杓	1 個
37. 鋸 平荒目(10")	4 本
38. 同 平中目(10")	4 本
39. 同 平細目(10")	4 本
40. 同 丸荒目(10")	2 本
41. 同 丸細目(10")	2 本
42. 同 甲丸荒目(10")	2 本
43. 同 甲丸細目(10")	2 本
44. 鋸 柄	5 本
45. 油砥石(5"位)	1 個
46. 大工用兩齒鋸(尺一位)	1 個

此外「スパナー」類は水車にも發電機にも一通り付けてくるものであるから、之れ位揃て居れば据付にも亦將來運轉上にも差支へる様なことはない。

工具の配置 扱工具は前記の如く一通り揃へたとして、次は此配置であるが、此配置が悪かつたり或は一つの箱などに詰め込んで置くと、若し急に

必要が起きても迅速な處置を執ることが出来ない。

故に先づ大物道具は室の一隅なり或は物置に整然と保存し、其内小の「チェンブロック」は水車の中心上に何時も吊して置く様にすべきである。

次に小物道具は一つの工具掛け様のものを作り、之れに整然と配列し最も手近の而して最も見易く且つ明るい場所の壁面に掛け置き、常に此枠内の配列に注意し若し一個たりとも不足のある節は必ず見出して掛け置くと云ふ様にしなくてはならぬ。而して假令へ暗夜でも何所に何があると云ふことが直ぐ知れる様にして置かなくてはならぬ。

次に油濾器や油に関する道具類及び襤褸類は塵埃のなき隅の方に配置すべきである。

— 終 —

附 録

従來我國の工業に用ひられて居る度量衡は、主に英國式の呎と「ポンド」の單位であるが、來る大正十三年度から漸次佛國式の「メートル」單位に改められることになつて居る。故に換算用として便なる様水車の取扱上必要な部分だけを比較表として次に示すことにする。

佛國度量衡

1 「メートル」は日本の3.3尺に相當す

10 「メートル」=「デカメートル」

100 「メートル」=「ヘクトメートル」

1000 「メートル」=「キロメートル」

$\frac{1}{10}$ 「メートル」=「デシメートル」

$\frac{1}{100}$ 「メートル」=「センチメートル」

$\frac{1}{1000}$ 「メートル」=「ミリメートル」

1 「リットル」=は日本の0.55435升到相當す

10 「リットル」=「デカリットル」

100「リットル」=「ヘクトリットル」

1000「リットル」=「キロリットル」

$\frac{1}{10}$ 「リットル」=「デシリットル」

$\frac{1}{100}$ 「リットル」=「センチリットル」

$\frac{1}{1000}$ 「リットル」=「ミリリットル」

1「グラム」は日本の0.26667匁に相当す

10「グラム」=「デカグラム」

100「グラム」=「ヘクトグラム」

1000「グラム」=「キログラム」

$\frac{1}{10}$ 「グラム」=「デシグラム」

$\frac{1}{100}$ 「グラム」=「センチグラム」

$\frac{1}{1000}$ 「グラム」=「ミリグラム」

長さの比較

1 吋 = 2.54「センチメートル」

1 呎 = 0.3048「メートル」

1「センチメートル」= 0.3937吋

1「メートル」= 3.28 呎

面積の比較

1 平方吋 = 6.4514 平方「センチメートル」

1 平方呎 = 0.0929 平方「メートル」

1 平方「センチメートル」= 0.155 平方吋

1 平方「メートル」= 10.764 平方呎

容積の比較

1 立方吋 = 16.386 立方「センチメートル」

1 立方呎 = 0.028315 立方「メートル」
= 6.22786「ガーロン」(英)

1 立方「センチメートル」= 0.061027 立方吋

1 立方「メートル」= 35.317 立方呎
= 1000「リットル」

(米) 1「ガーロン」= (英) 0.83254「ガーロン」

重さ或は力の比較

1「ポンド」= 0.45359「キログラム」

1「トン」(英) = 1.016「トン」(佛)

1「キログラム」= 2.2046「ポンド」

圧力の比較

1「ポンド」_毎平方吋 = 7.031「キログラム」_毎平方

「デシメートル」

=水嵩 2.3122 呎に相当す

1「ポンド」毎平方呎 = 4.8826「キログラム」毎平方「メートル」

=水嵩 0.016057 呎に相当す

1「キログラム」毎平方「センチメートル」

= 14.223「ポンド」毎平方呎

=水嵩 32.89 呎に相当す

水の重さの比較 (華氏62度)

1 立方呎の重さ = 62.4「ポンド」

= 28.25「キログラム」

1 立方「メートル」の重さ

= 2200「ポンド」

= 982「キログラム」

1「リットル」の重さ = 2.2「ポンド」

= 0.9981「キログラム」

仕事の比較

1 呎「ポンド」 = 13.82「キログラム センチメートル」

1 吋「ポンド」 = 1.151「キログラム センチメートル」

(英) 1 馬力 = 33000 呎「ポンド」毎分

= 550 呎「ポンド」毎秒

= 4562「キログラムメートル」毎分

= 76.039「キログラムメートル」毎秒

(佛) 1 馬力 = 4500「キログラムメートル」毎分

= 75「キログラムメートル」毎秒

= 32549 呎「ポンド」毎分

(英) 1 馬力 = (佛) 1.0139 馬力

引力の比較

引力 $g = 32.2$ 呎毎秒毎秒

= 9.81「メートル」毎秒毎秒

水車の馬力比較

H = 有効落差

Q = 一秒間の使用水量

W = 単位容積の水の重量

Y = 水車の作用効率

とすれば

呎單位に依る馬力は

$$\begin{aligned} \text{馬力} &= \frac{WQH}{550} Y \\ &= \frac{QH}{8.8} Y = \text{英馬力} \end{aligned}$$

「メートル」單位に依る馬力は

$$\begin{aligned} \text{馬力} &= \frac{WQH}{75} Y \\ &= 13.1 QHY = \text{佛馬力} \end{aligned}$$

例 12

有効落差 300 呎、使用水量毎秒 120 立方呎にして
水車の作用効率 80% とすれば英及び佛の各馬力は幾
何となるか。

$$\begin{aligned} \text{英馬力} &= \frac{QH}{8.8} Y \\ &= \frac{120 \times 300}{8.8} \times \frac{80}{100} \\ &= 3280 \text{ 馬力} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{佛馬力} &= 13.1 QHY \\ &= 13.1 \times 3.4 \times 91.44 \times \frac{80}{100} \\ &= 3250 \text{ 馬力} \end{aligned}$$

例 31

静止落差 400 呎の水圧力は毎平方呎幾「ポンド」と

なるか、又幾「キログラム」毎平方「センチメートル」
に相當するか、

呎單位では

$$\begin{aligned} \text{水圧力} &= \frac{WH}{144} \\ &= \frac{62.4 \times 400}{144} \\ &= 173 \text{ 「ポンド」毎平方呎} \end{aligned}$$

「メートル」單位では

$$\begin{aligned} \text{水圧力} &= \frac{WH}{10000} \\ &= \frac{982 \times 122}{10000} \\ &= 11.96 \text{ 「キログラム」毎平方「センチメー} \\ &\quad \text{トル} \end{aligned}$$

重版について

本書は水車の實地取扱ひ上の種々なる現象について、其一斑を最も平易に説明し、以て如何なる人にも解し易き様に努めたのであるが、僅かの小冊子に收めた爲めに、或は説明の餘り簡に失した點もありはせぬかと思ふたので、今三版を重ねるに際して茲に其の幾分を補ふことの出來たのは著者何よりの幸である。

大正十五年六月

東京に於て 著 者 識

補 遺

1 緒 言

本書は水車や調速機の六ヶ敷い理論や詳細な構造を述べるのが目的ではなく、本書の初めに述べて置いた通り他の書籍に述べられてない處の實地取扱上の色々な現象を述べて日常運轉に従事せる諸君の参考に供したいのが目的である。故に一々詳細な圖面を附してくどくどしく述る要はなく、簡單にして且つ明瞭に、言葉を以て説明した方が反つて明り易いと思ふたので成べく圖面を省く様にしたのである。殊に調速機類は各製造會社の異なるに従ふて其構造も色々異なり、然して之れ等各製造會社の色々な調速機や整壓機に就ては著者の手により「水車調速機及水壓調整装置」と題して殆んど漏れなく記述し、本書よりも先に大正十二年の秋出版の豫定であつたが、彼の大震災の爲めに印刷上の手違いから本書が先に出版された様な次第で、従ふて同一の事柄を複寫的に

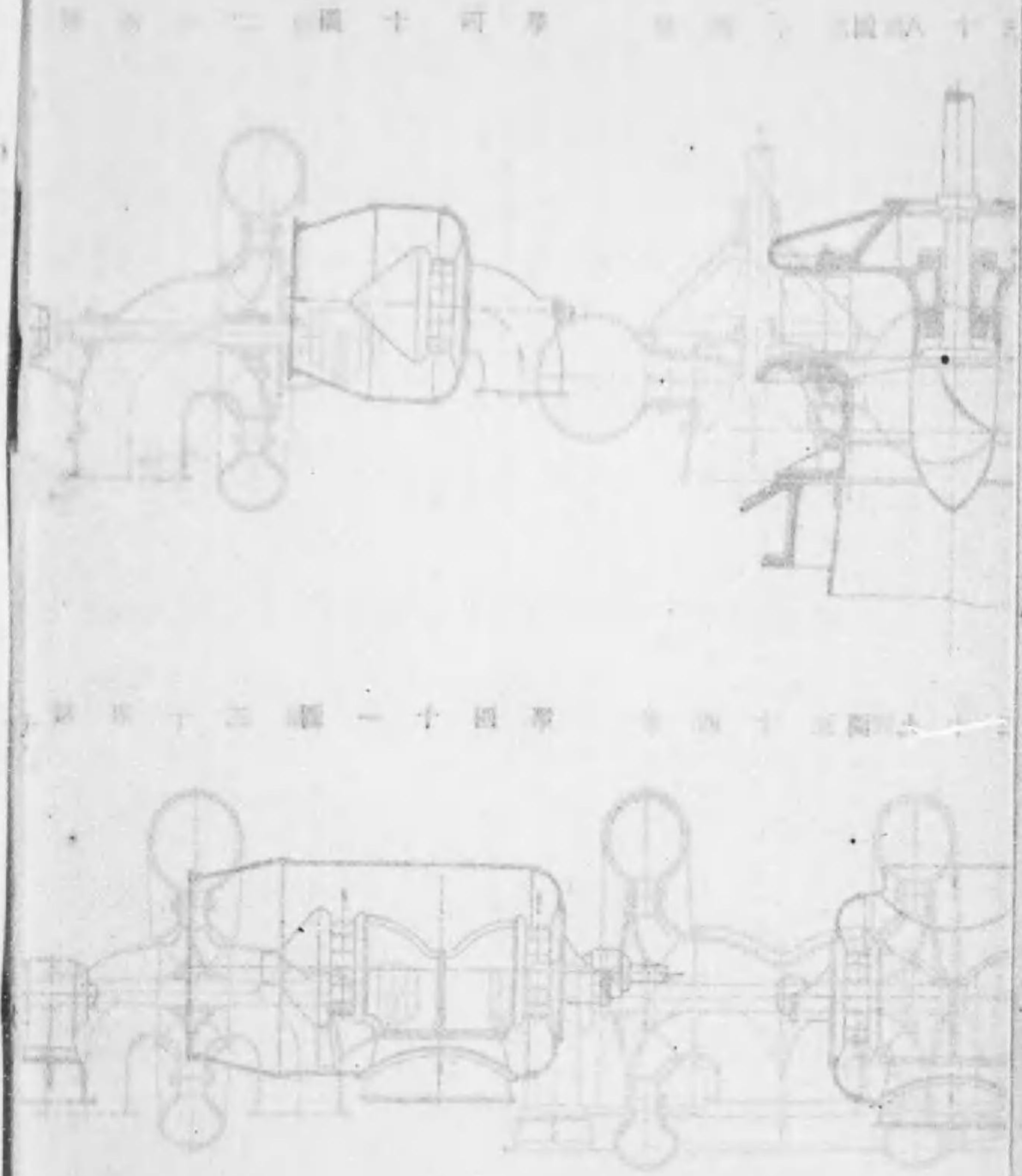
記述して徒らに紙數のみを増すことは著者の本意で無いのみならず調速機や整壓機類は構造は色々異なるが原理に於ては何れも皆同一で、従ふて運轉中に起る故障の原因なども殆んど同じであるから寧ろ一般的の理論線圖によりて色々な現象を説明する方が明り易いと思ふたので之れも出來得る限り言葉で説明したのである。

然しながら顧るに讀者の中には言葉のみでは了解のし難き點もあらんかと思ふので、幸ひ増補するの機を得たので此處に水車と調速機類の代表的の圖面を掲げ、之れに就て取扱上特に注意すべき點を指摘して前文の説明を一層明瞭ならしめ、以て讀者の便に供したいと思ふのである。

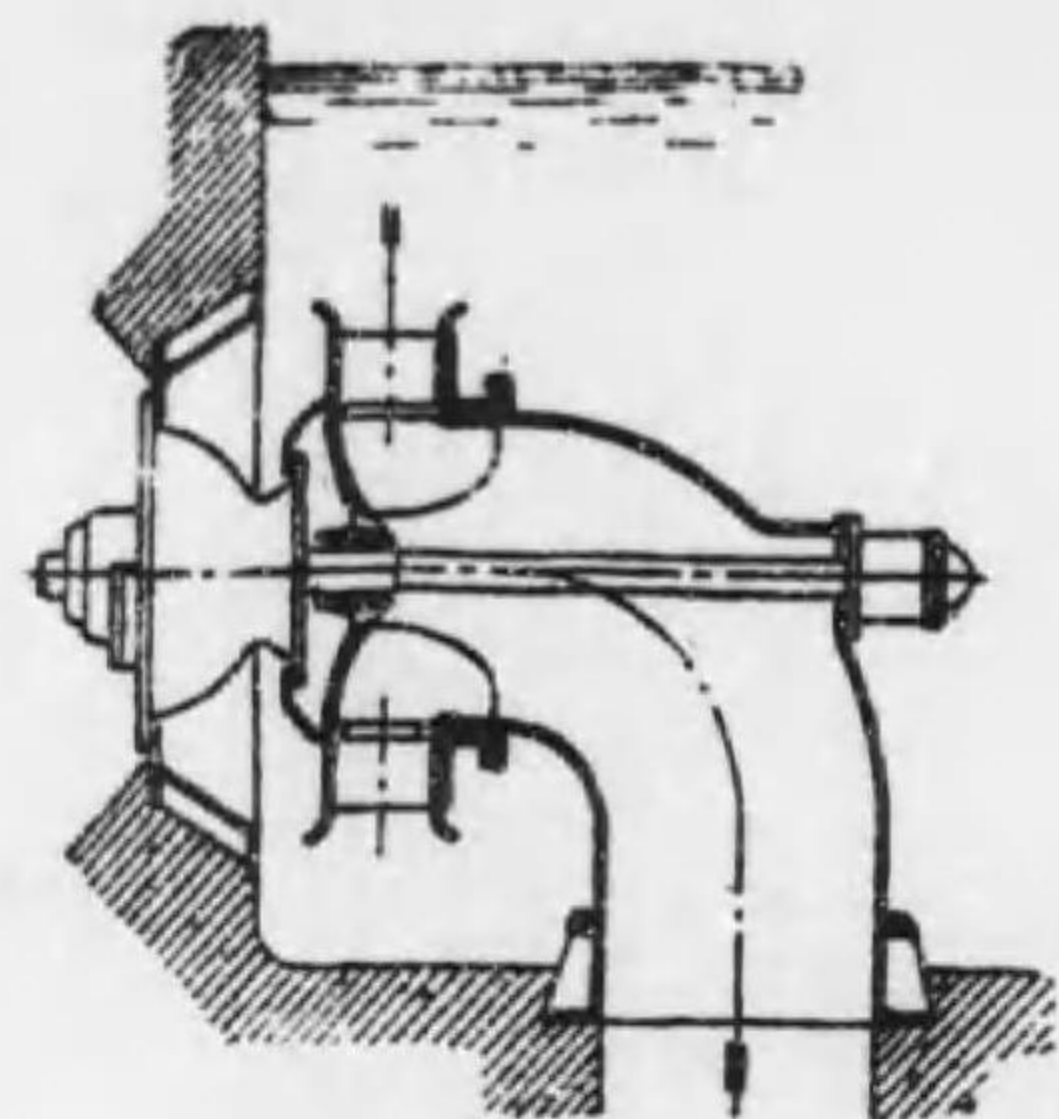
2 水 車

第34圖から第47圖までは現今使用されて居る水車の種類で大體の構造圖である。

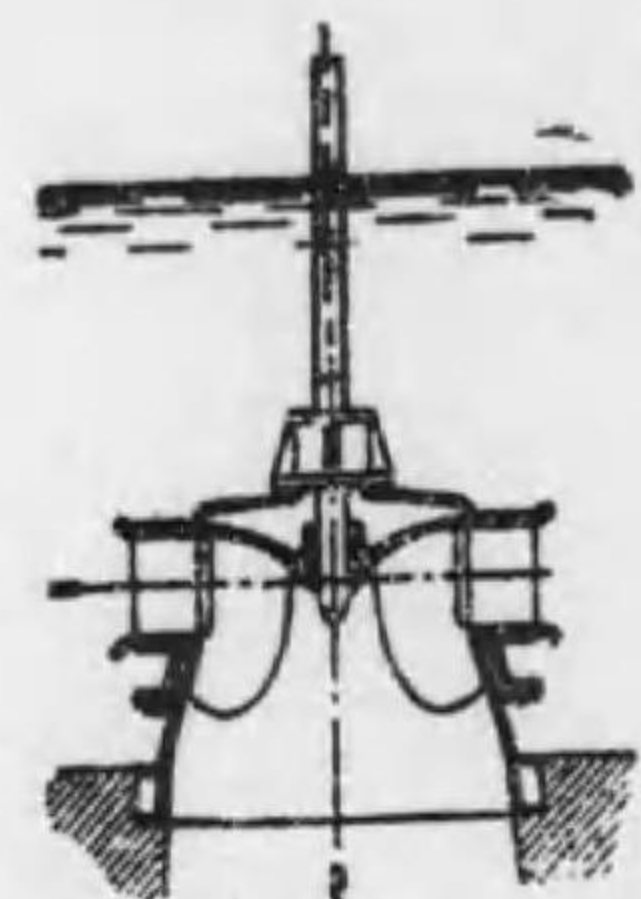
第34圖から第37圖までは低落差用の「フランシス」水車で何れも露出型(「オープン・フリーユム・タービ



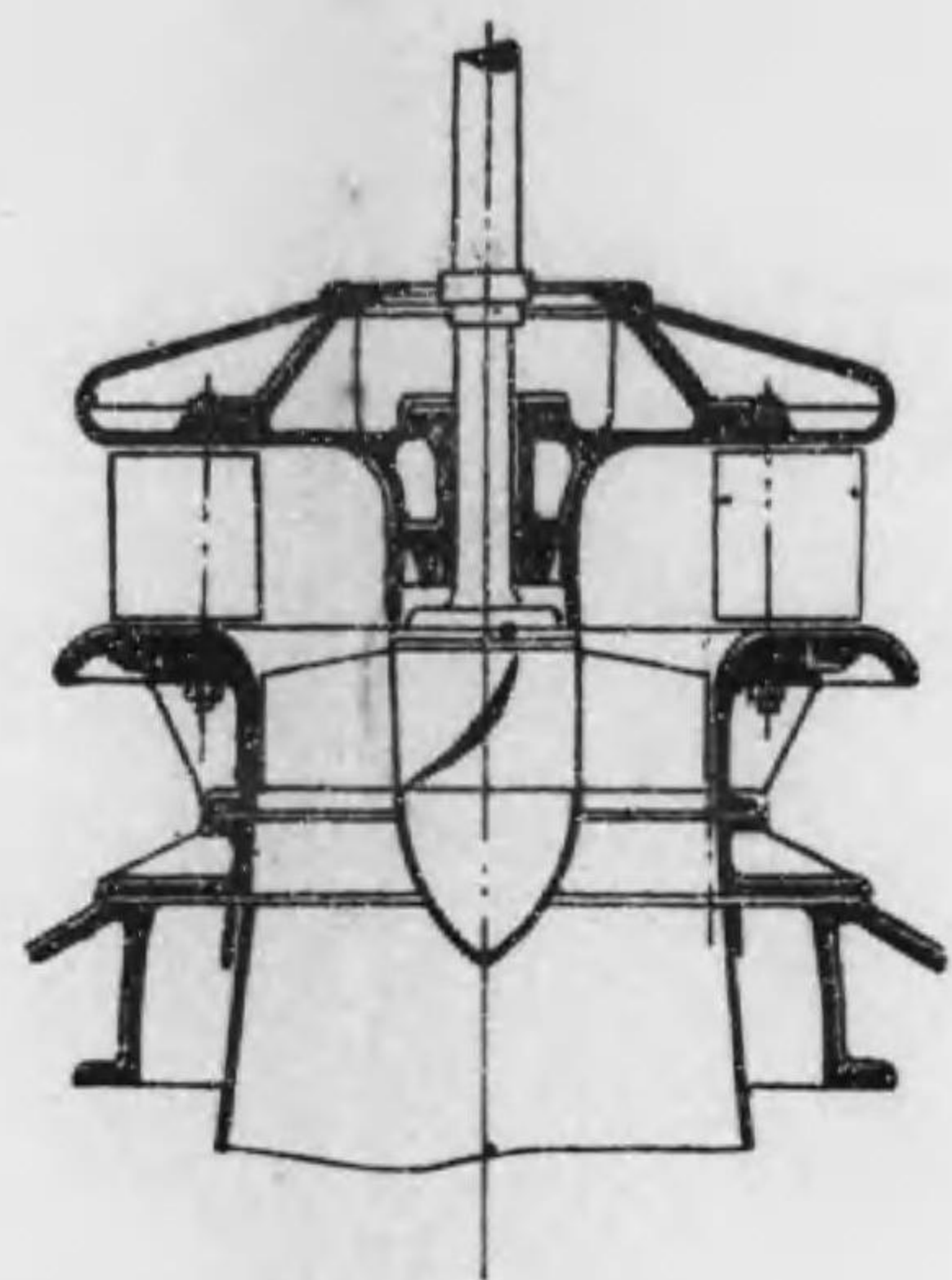
第三十四圖



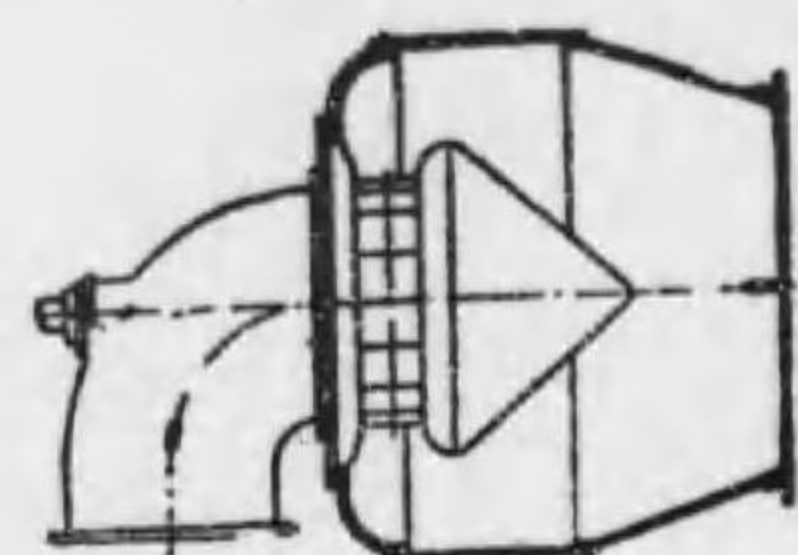
第三十六圖



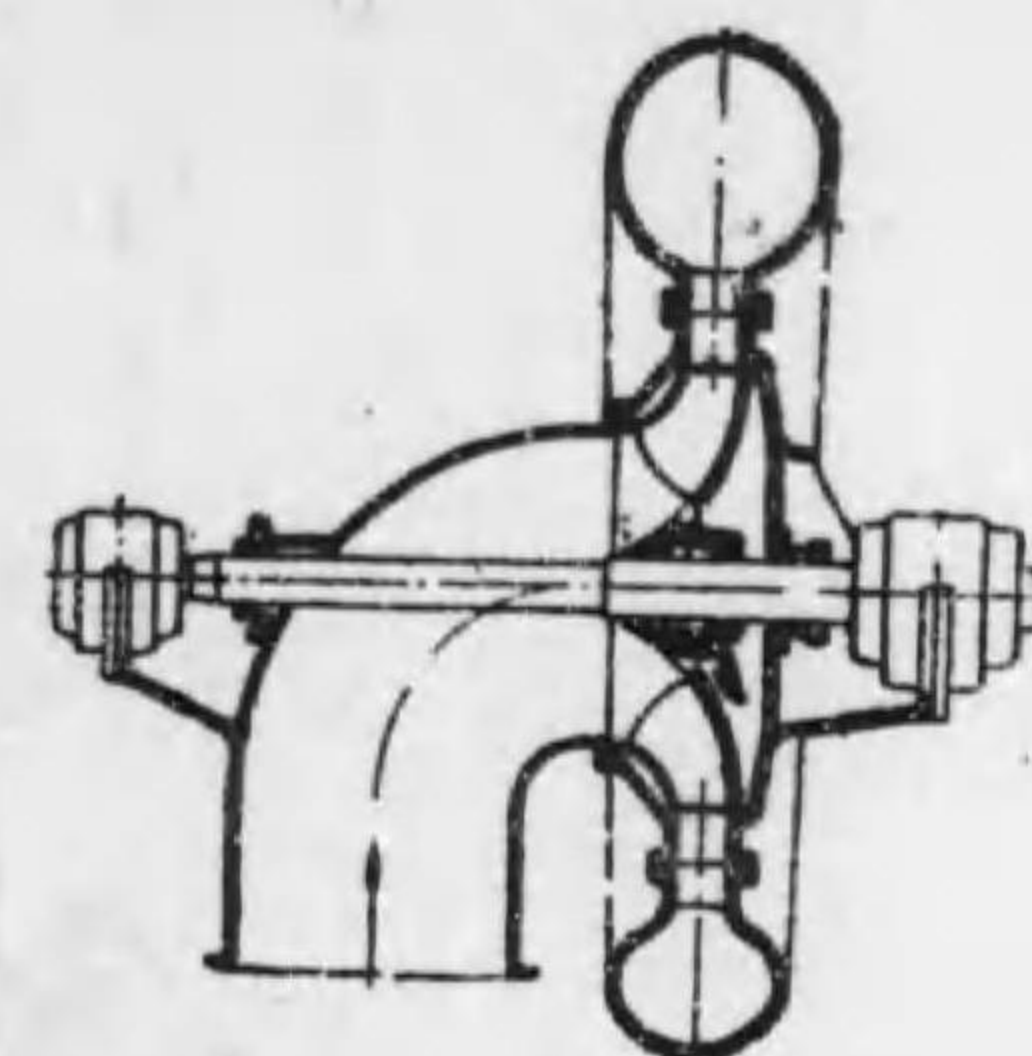
第三十八圖



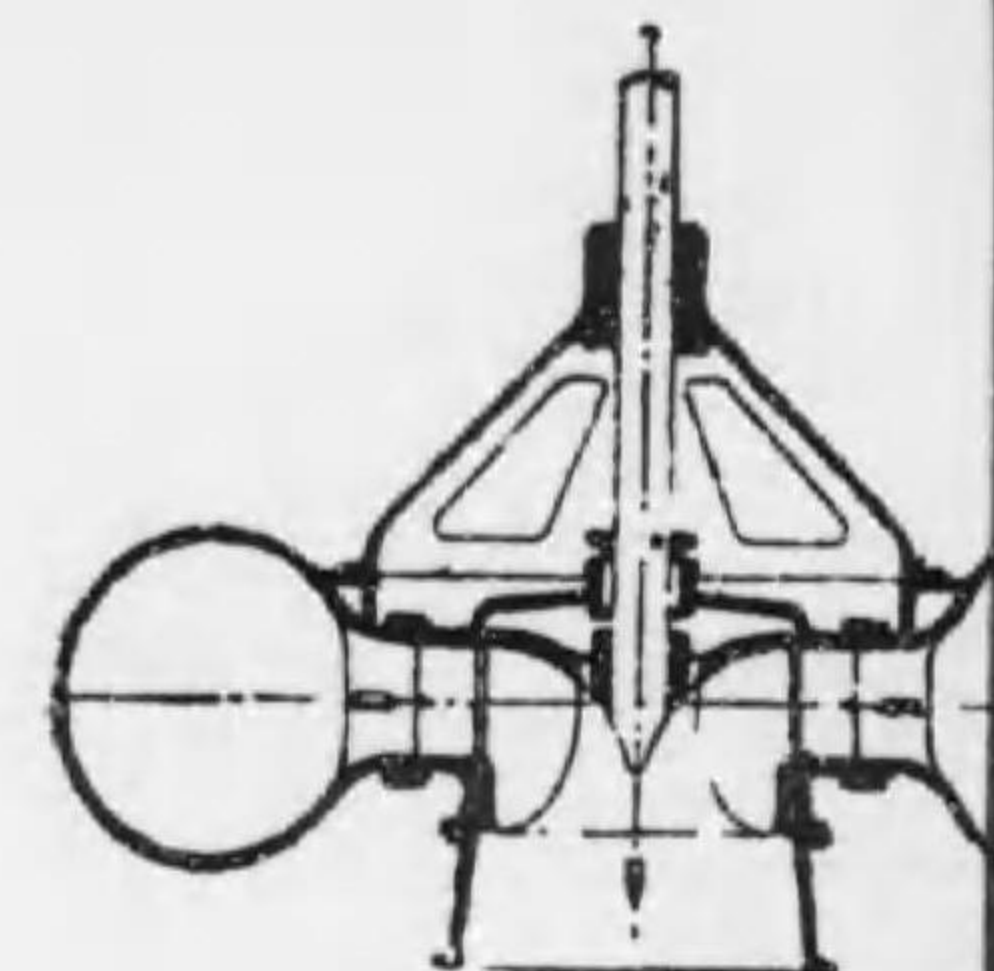
第四十圖



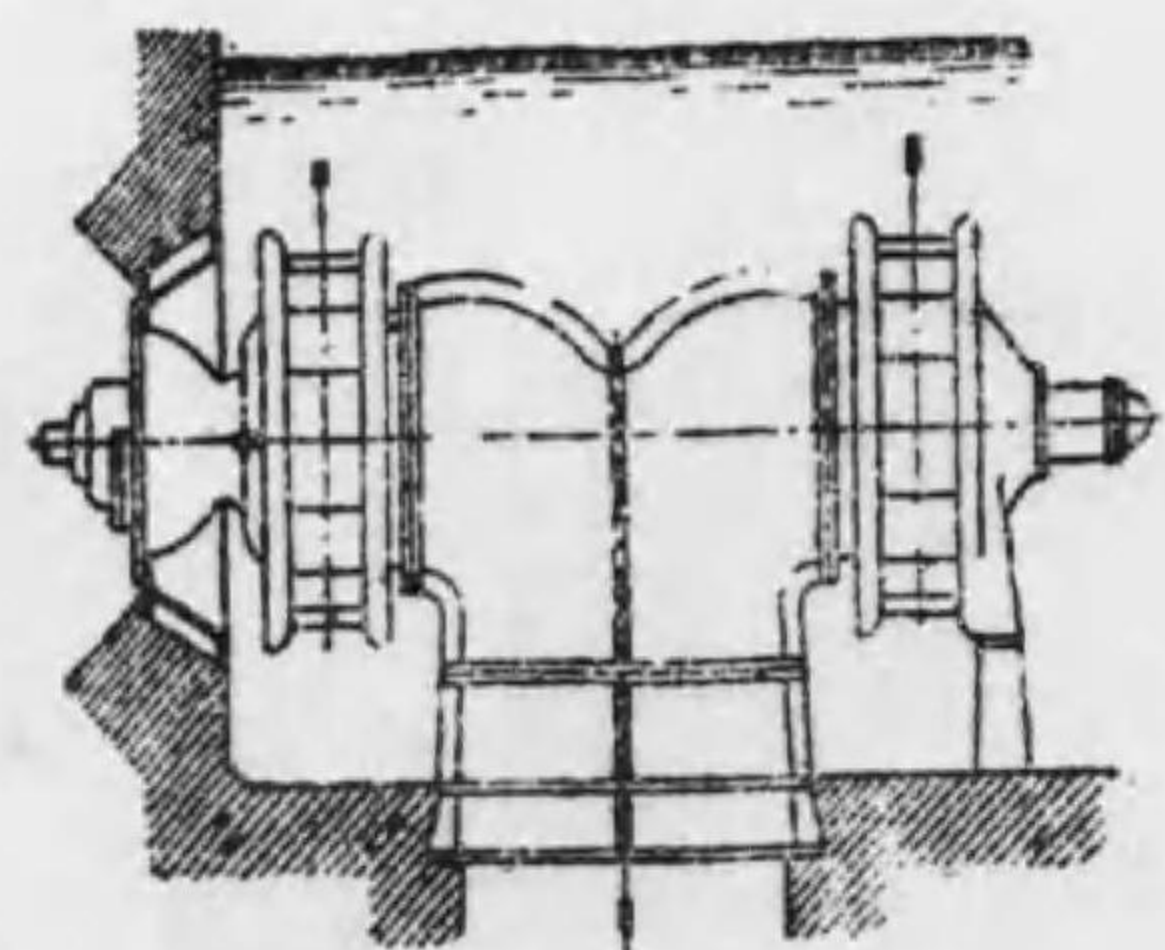
第四十二圖



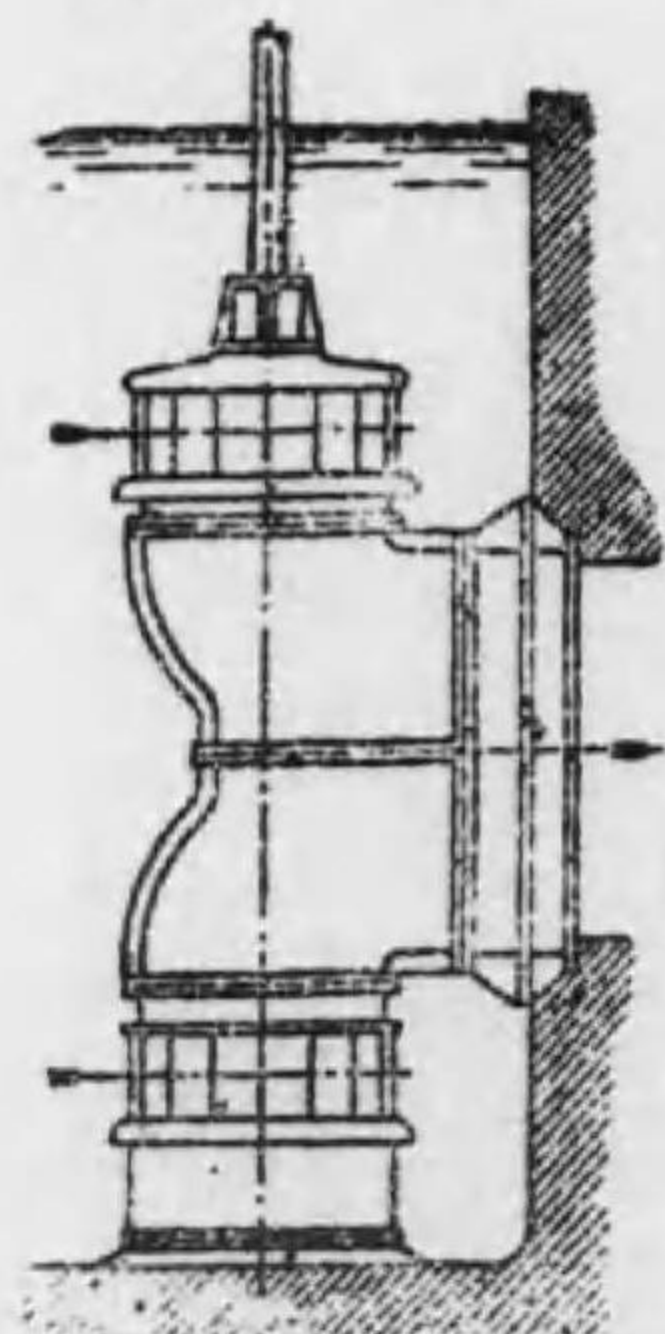
第四十四



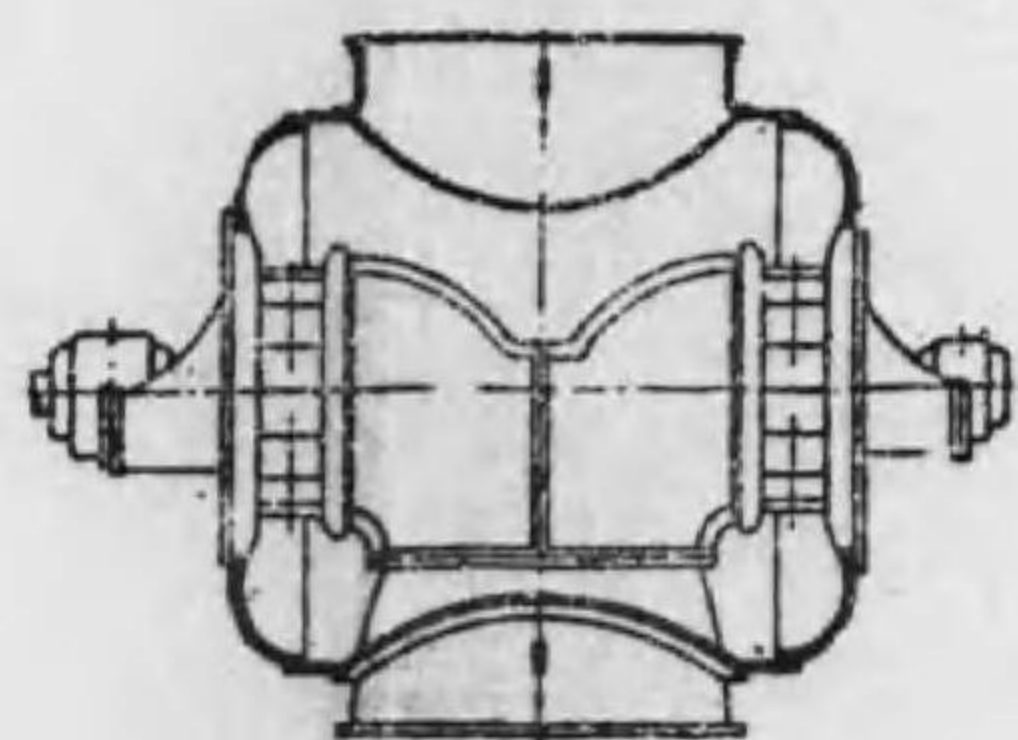
第三十五圖



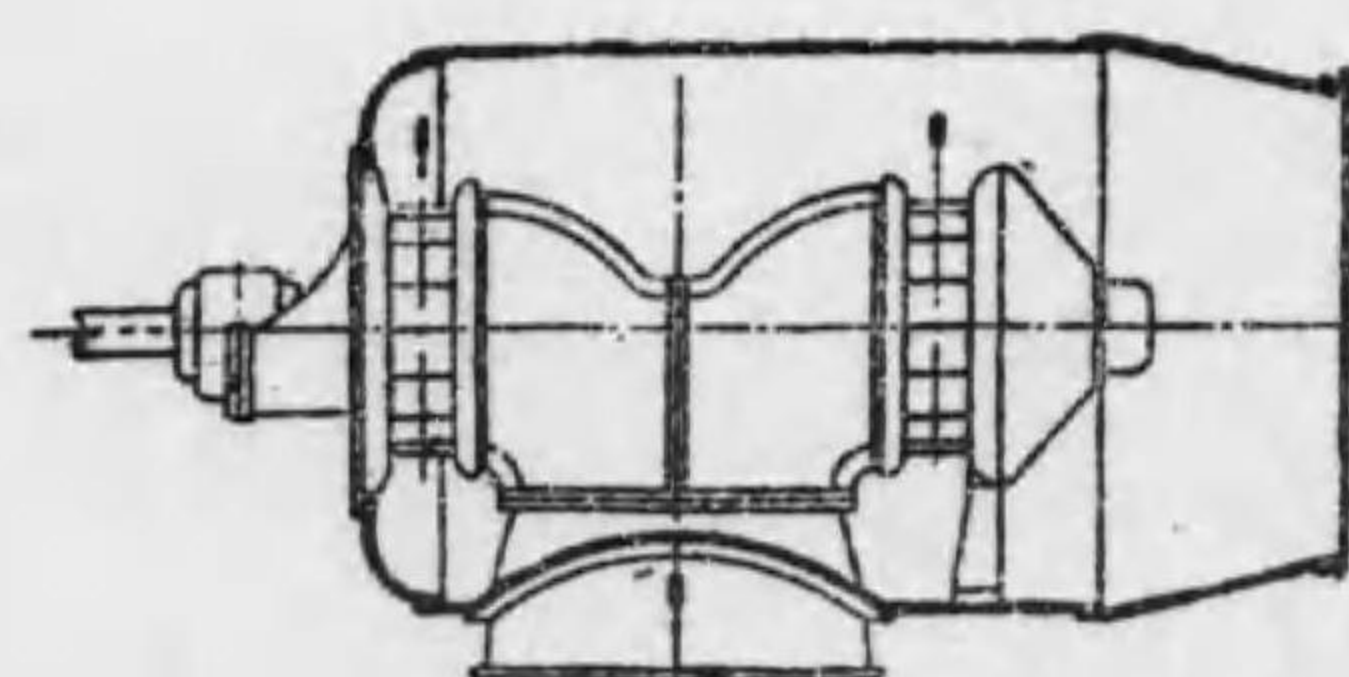
第三十七圖



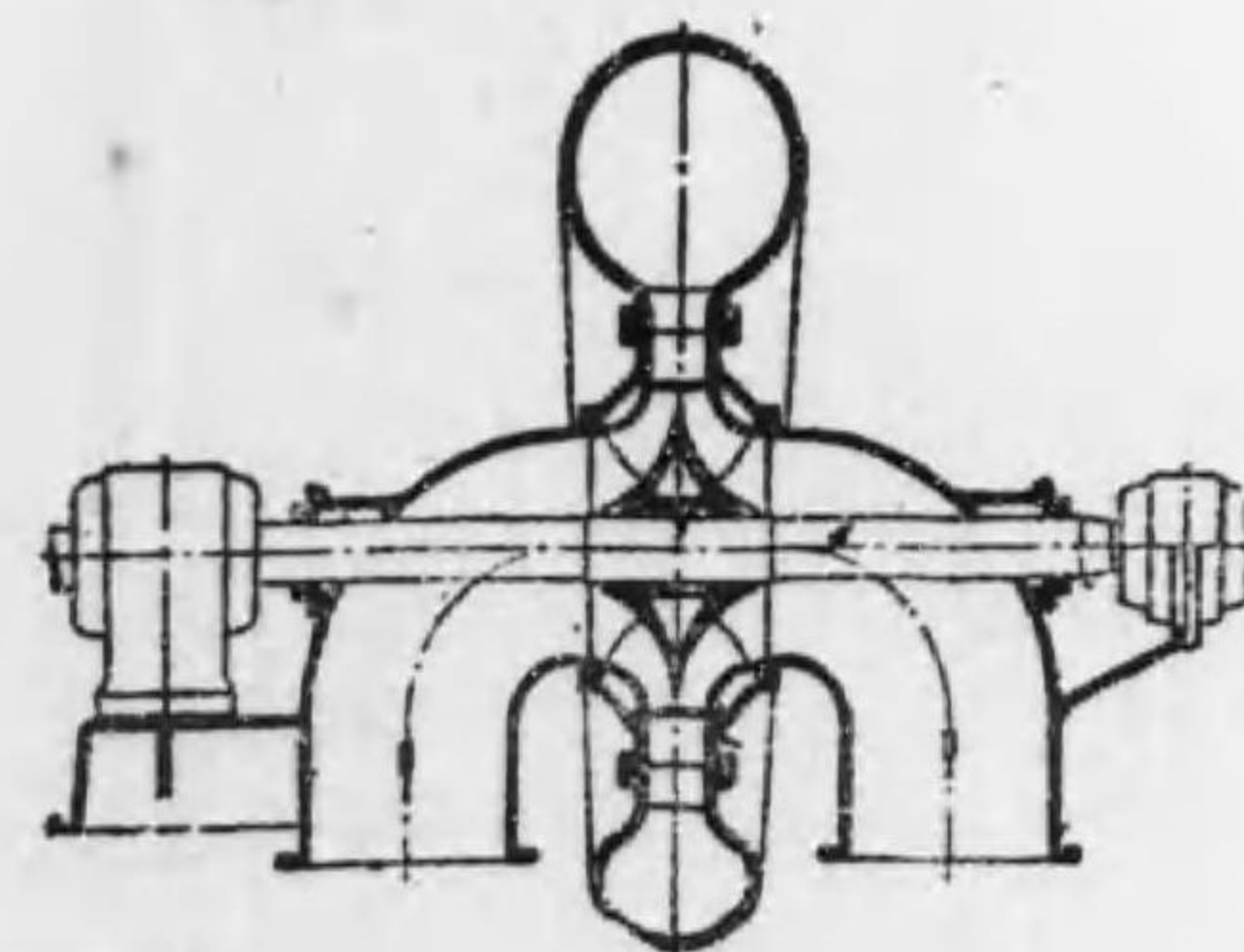
第三十九圖



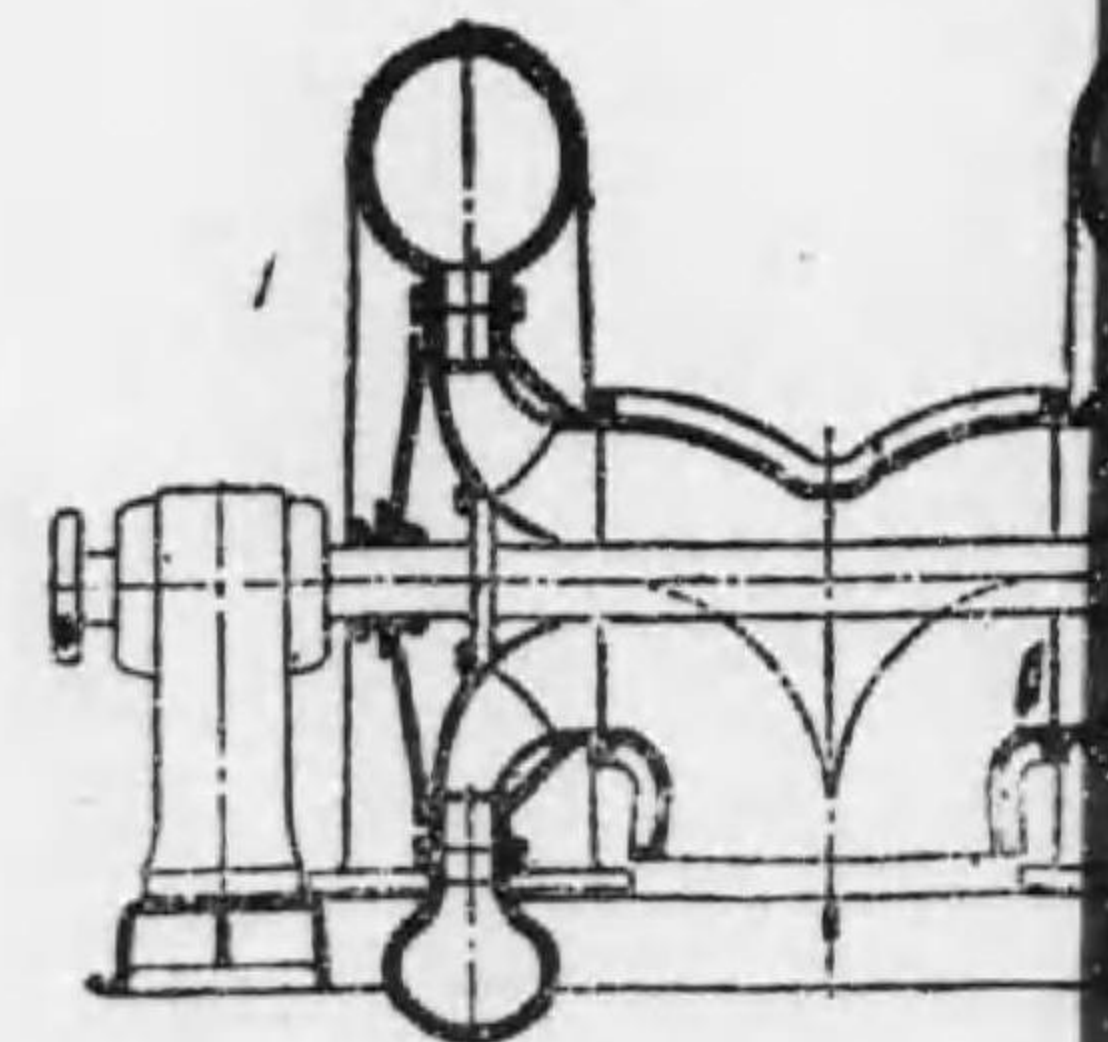
第四十一圖



第四十三圖

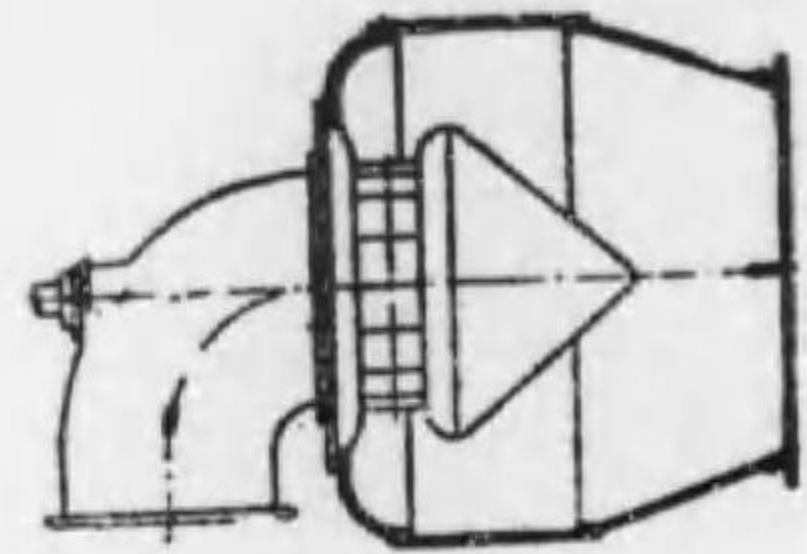


第四十五圖

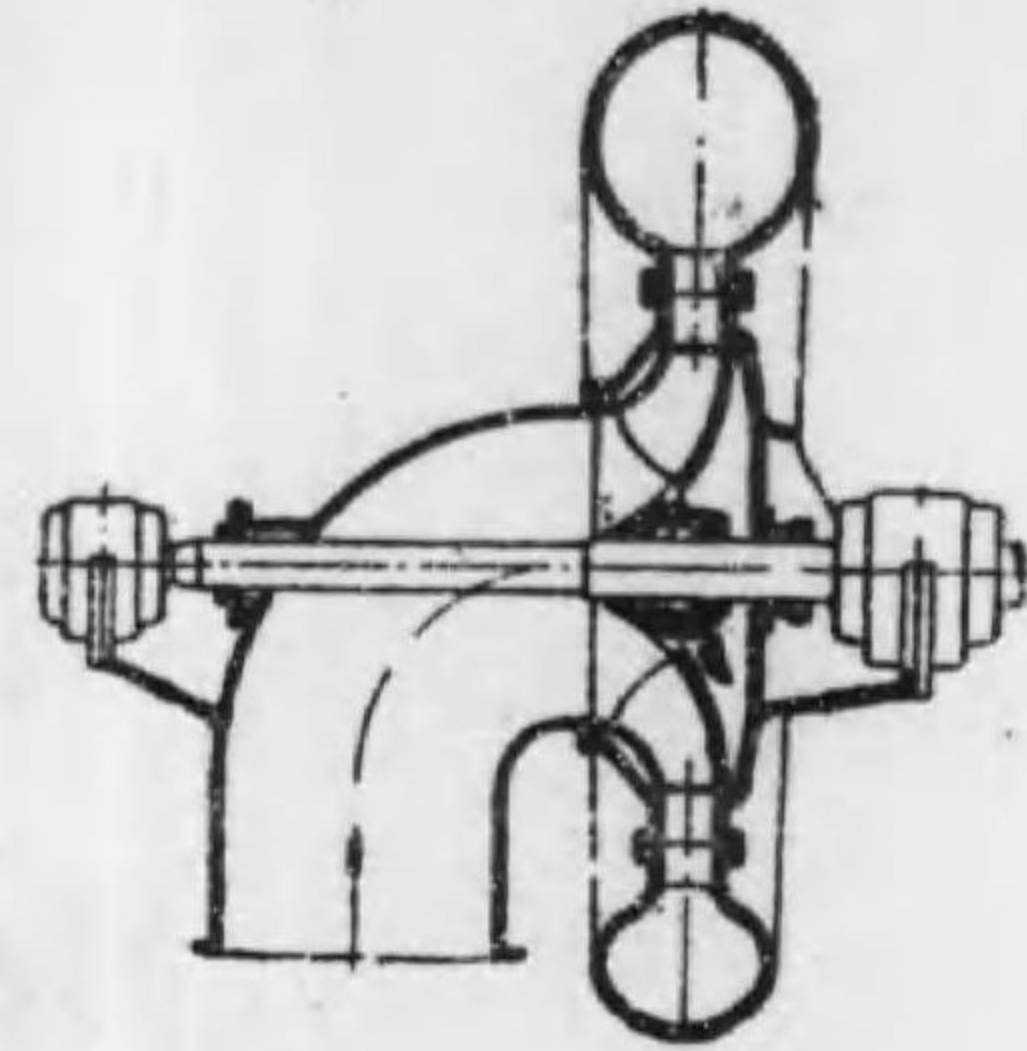


圖

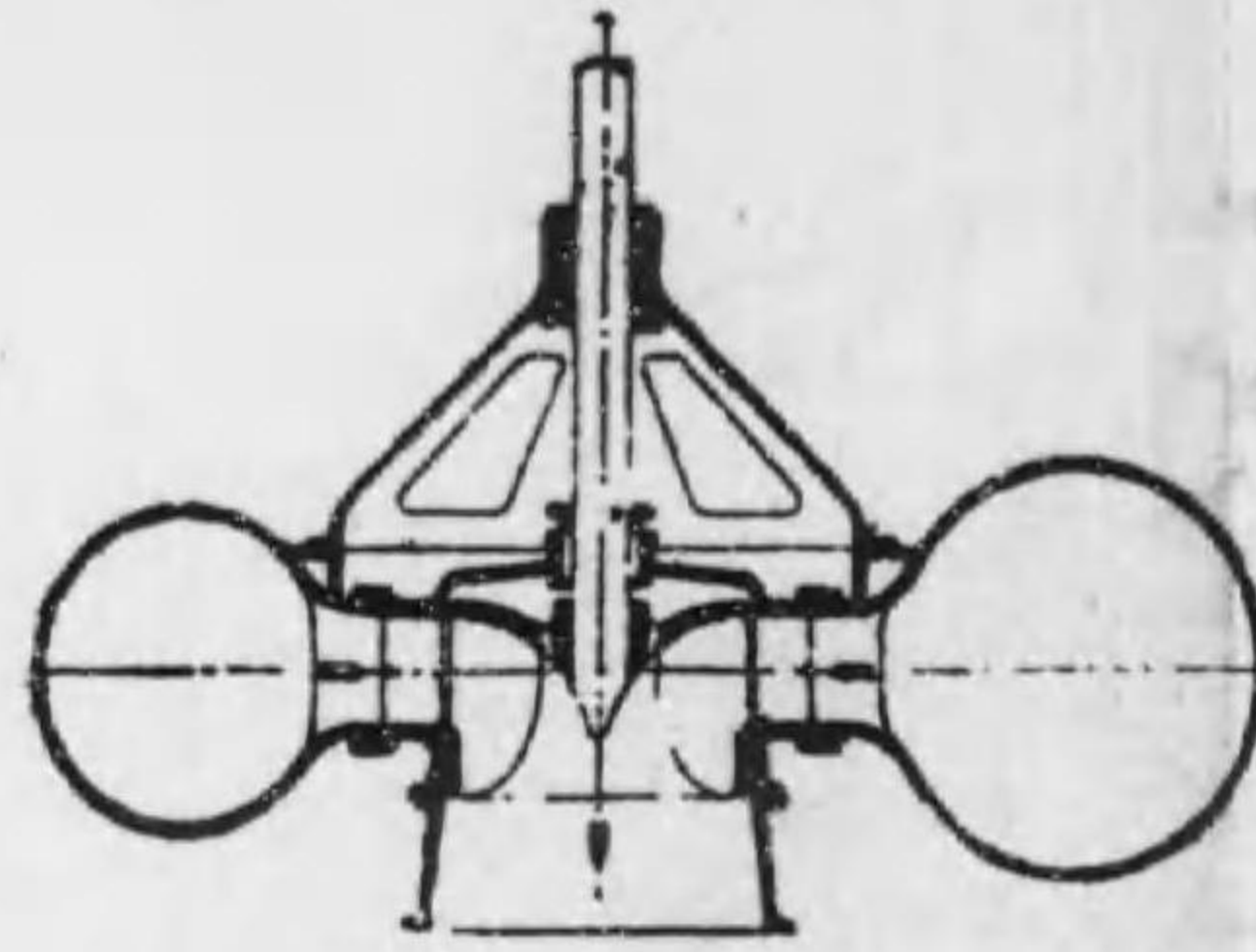
第四十圖



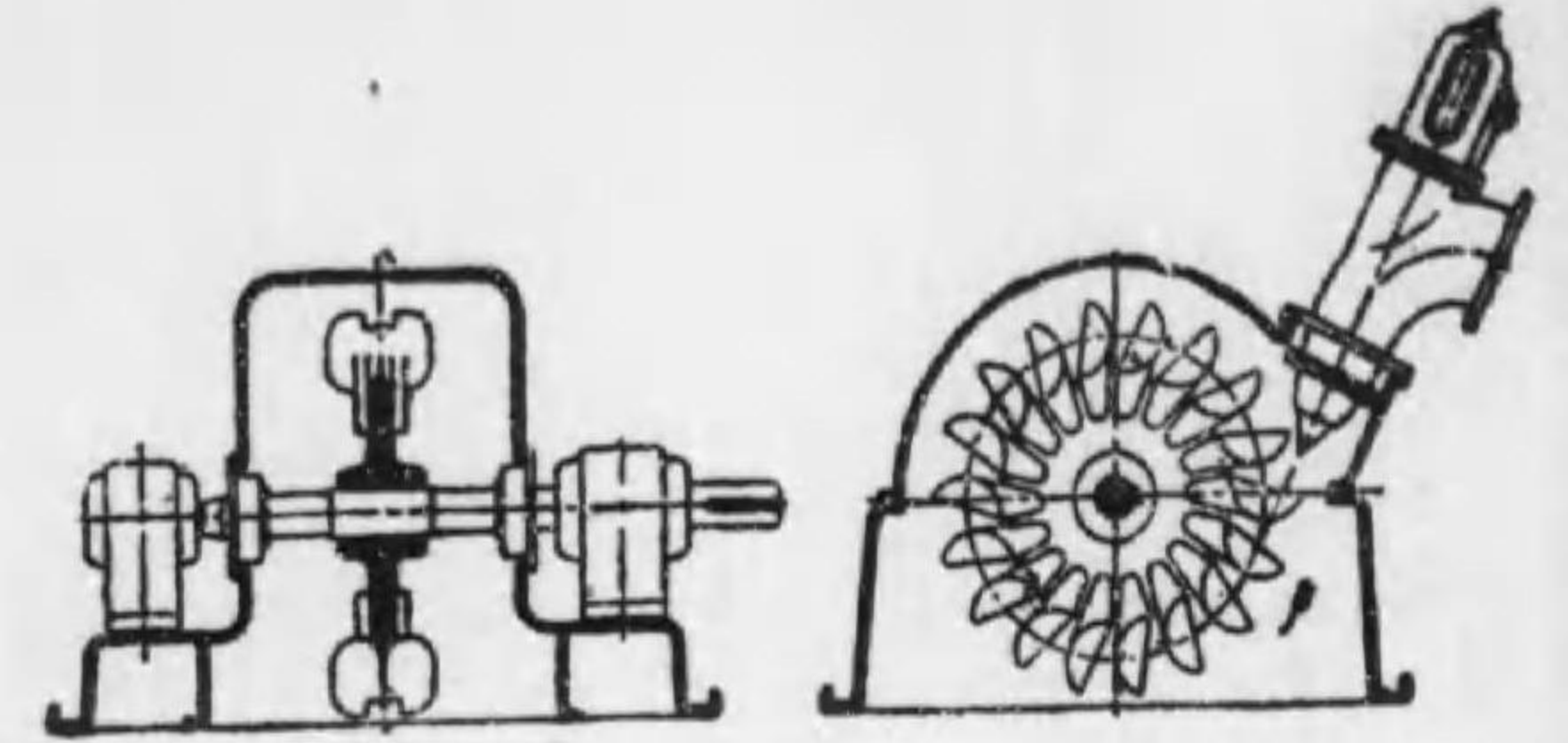
第四十二圖



第四十四圖

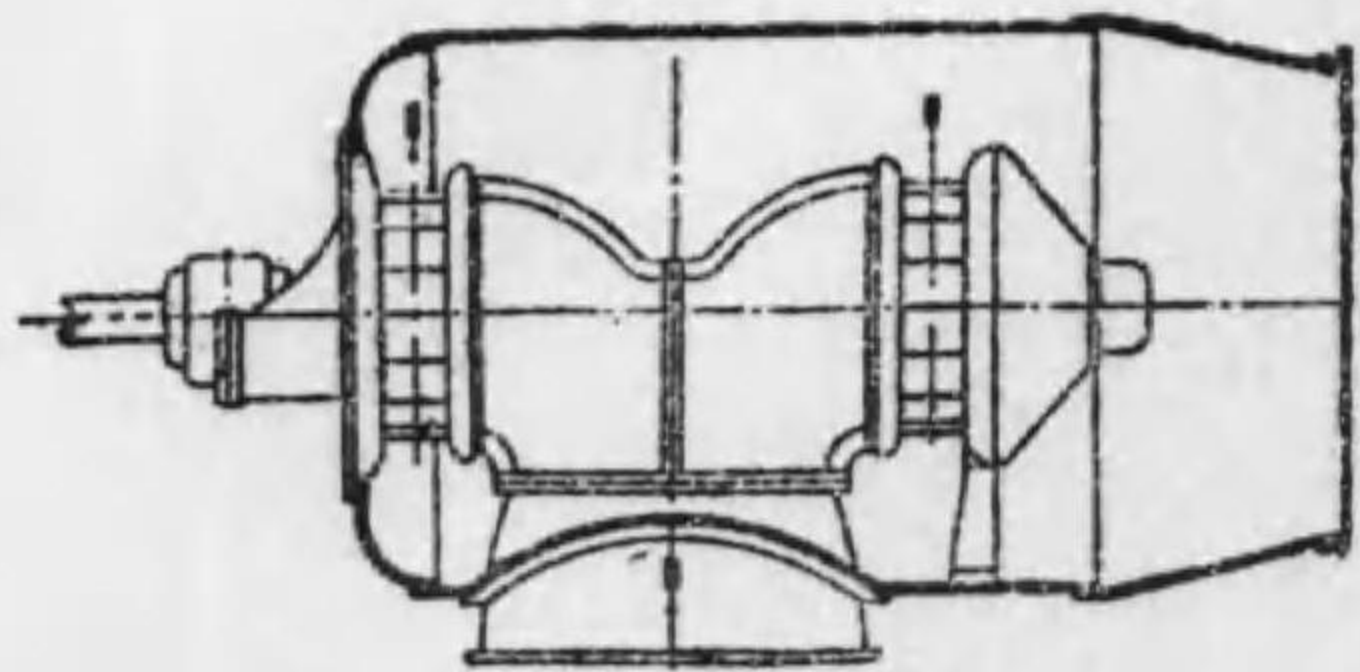


第四十六圖

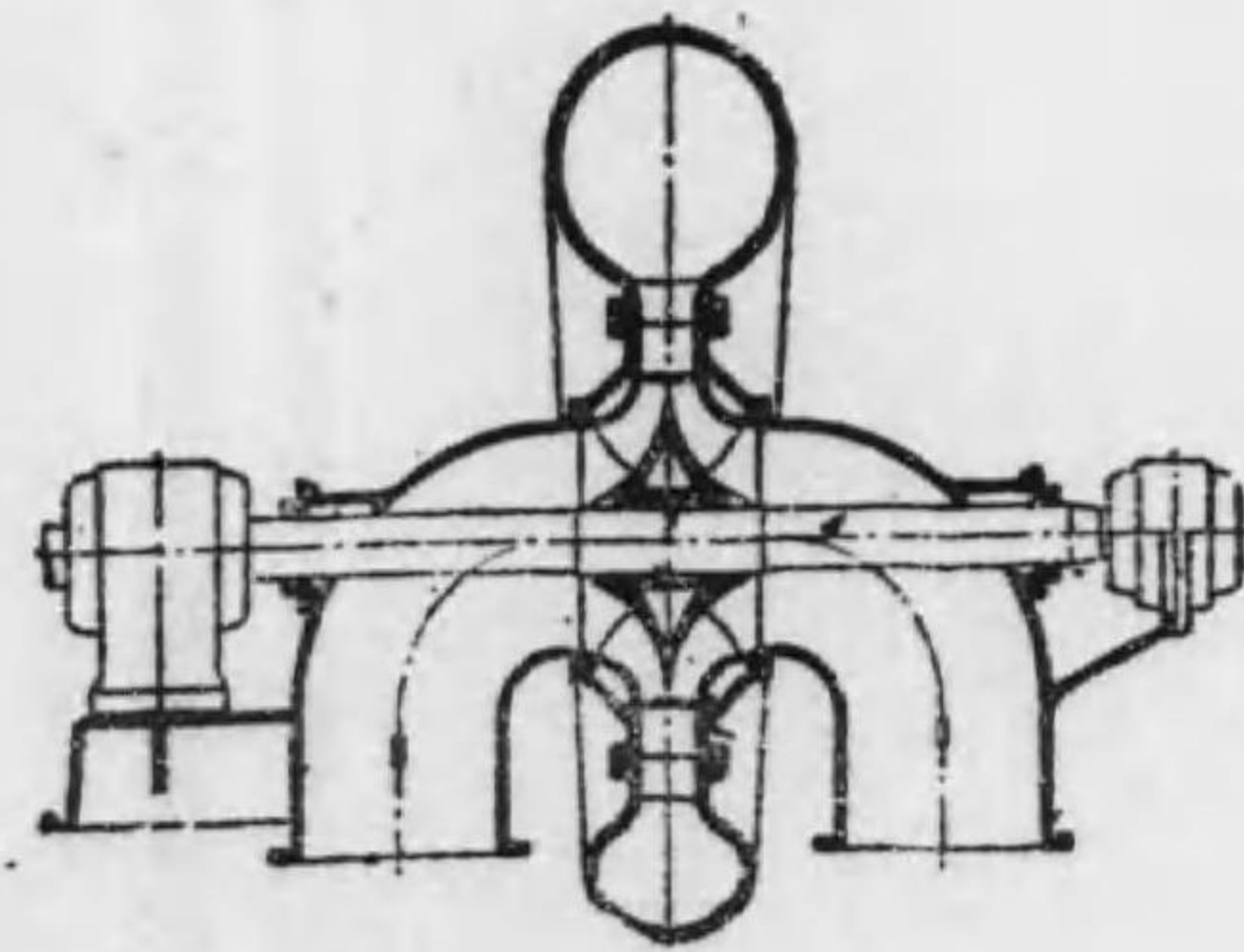


圖

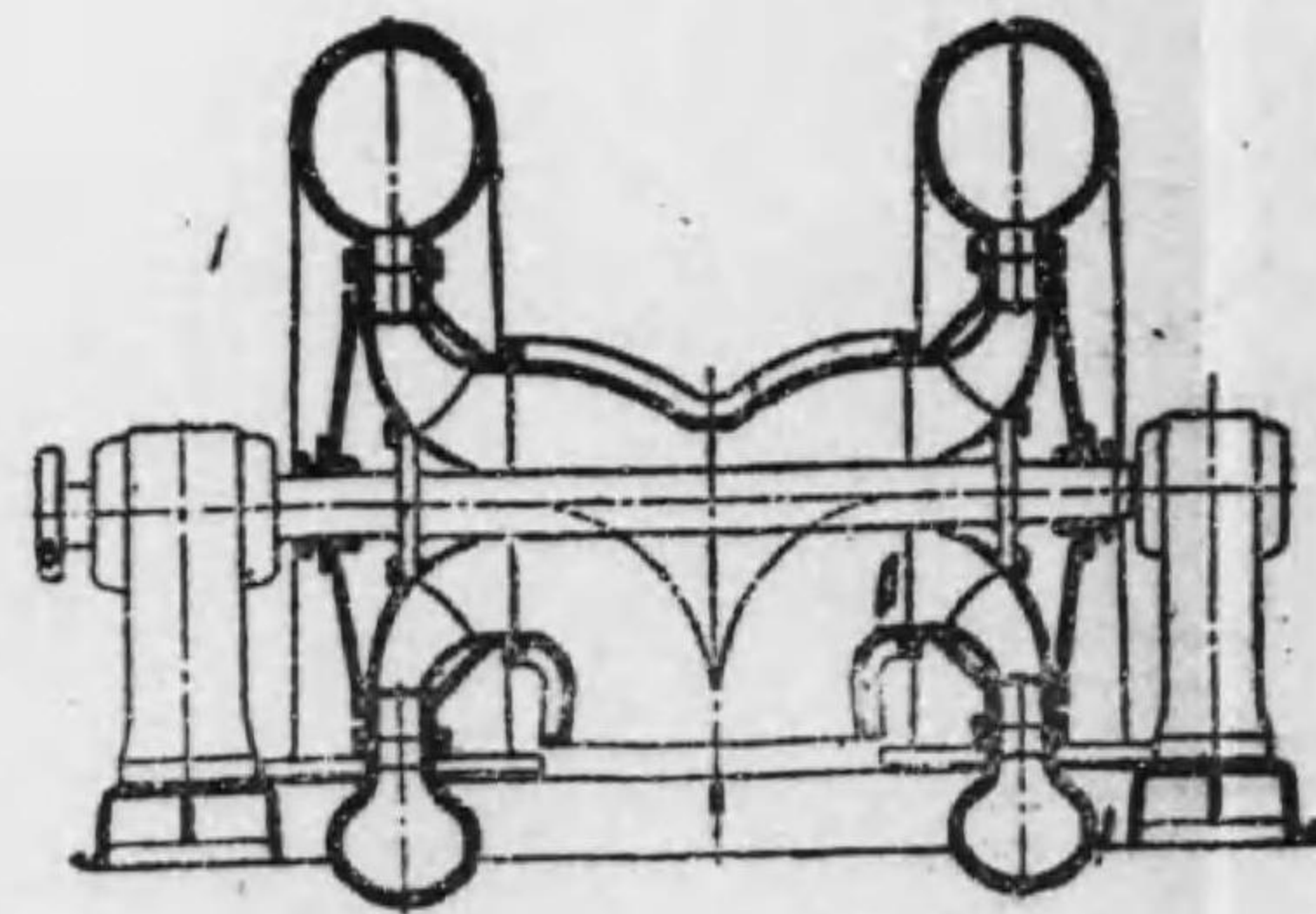
第四十一圖



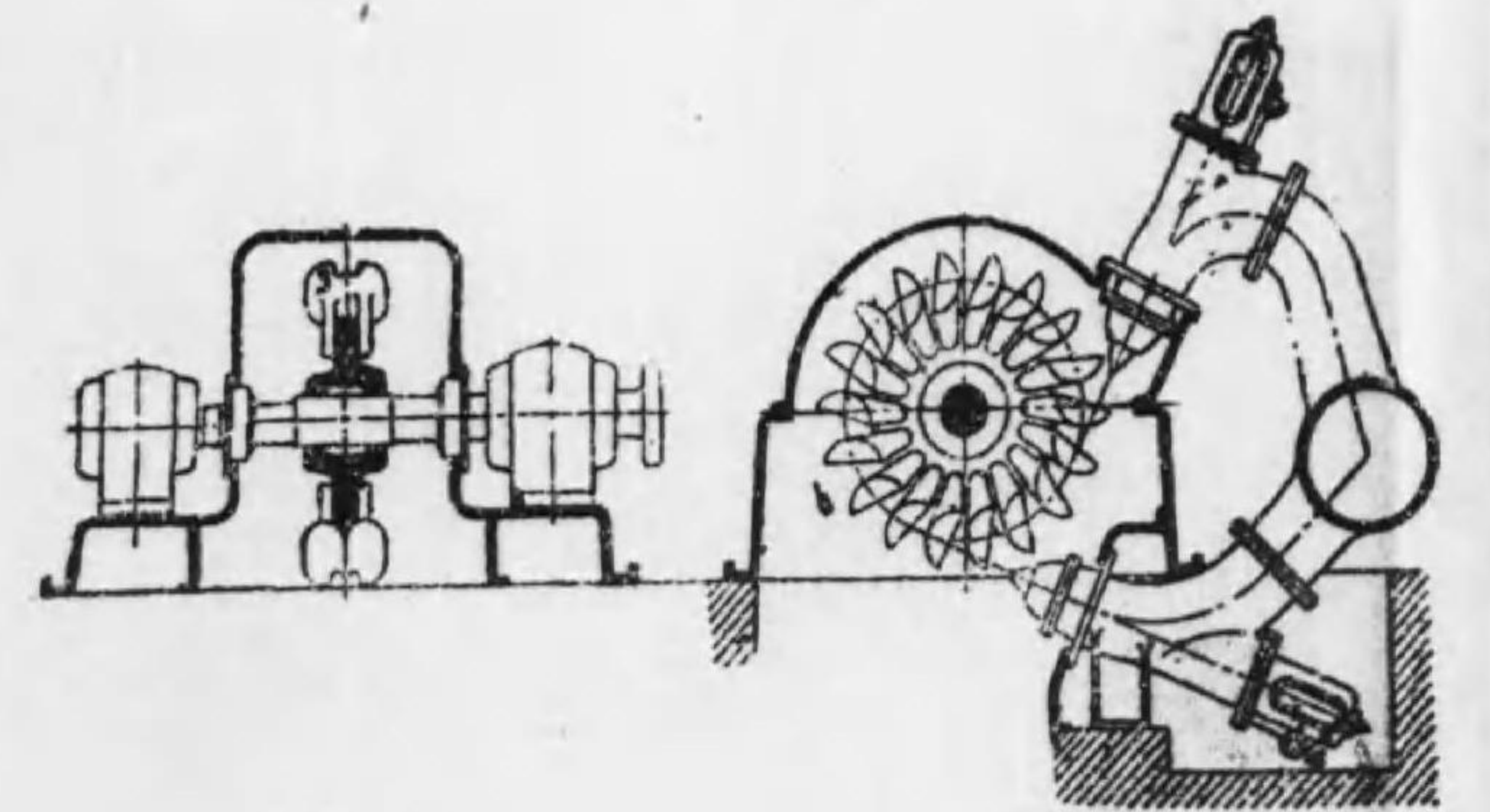
第四十三圖



第四十五圖



第四十七圖



ン)である。即ち第34圖は横軸の單輪露出型で、第35圖は同じく双輪型である。第36圖は豎軸の單輪露出型で、第37圖は同じく双輪型である。

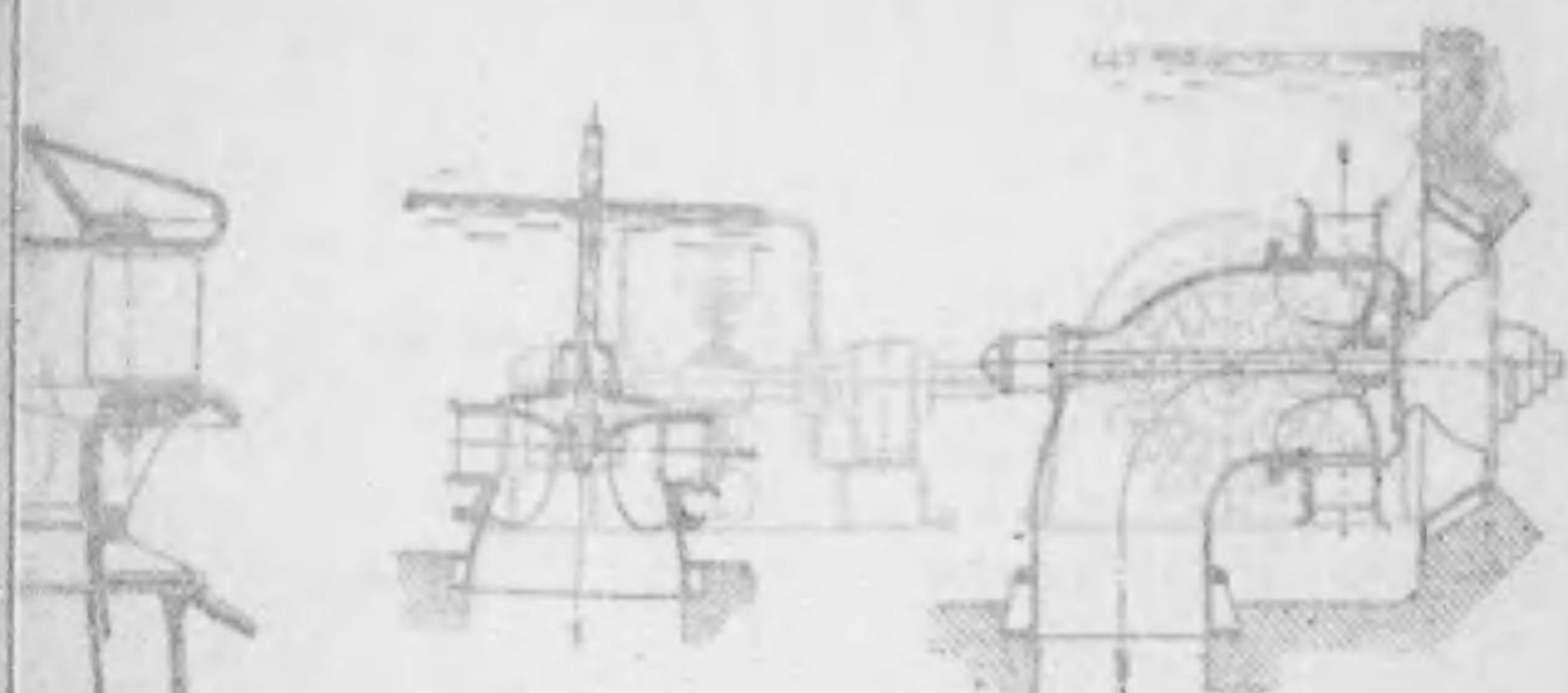
之れ等は何れも有効落差70呎以下の所に用ひられるものである。

第38圖は「プロペラー」水車を稱し最近の研究になるもので、之れも露出型同様低落差で水量の最も多い場所に用ひられる水車である。

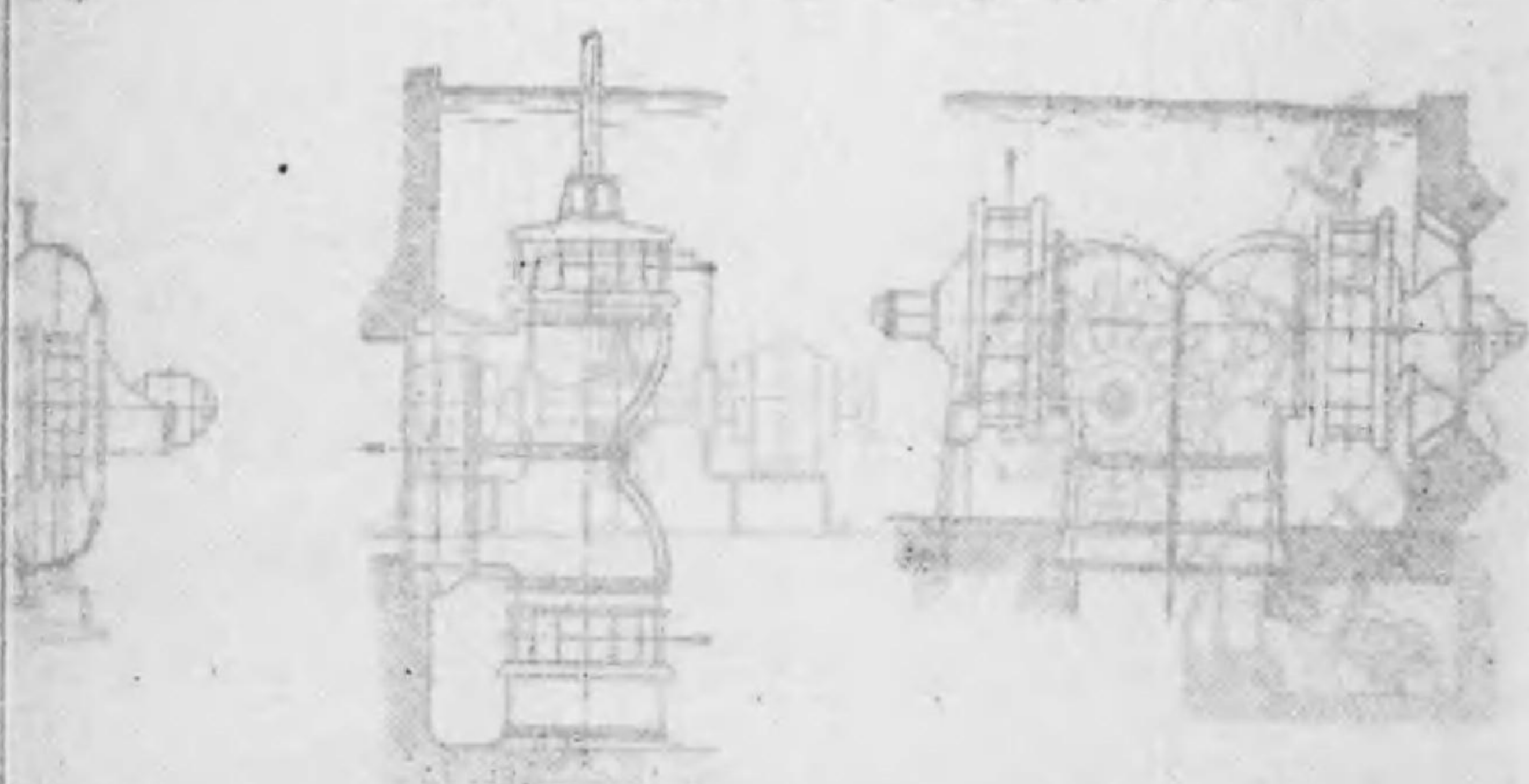
第39圖から第41圖までは少々落差の高い即ち有効落差50呎から120呎位の間で水量の多い場所に用ひられる「フランス」水車である。即ち第39圖は双輪交叉型水車(「ツキン・クロス・タービン」)で、第40圖は單輪直向型水車(「シングル・フロンタル・タービン」)で、第41圖は双輪直向型水車(「ツキン・フロンタル・タービン」)である。

第42圖から第45圖までは比較的高落差で、即ち有効落差100呎から500呎位の間にて水量の多い場所に用ひられるもので、何れも渦巻型水車(「スパイラル・タービン」)である。即ち第42圖は横軸の單輪渦

圖六十三部 圖四十三部



圖六十三部 圖四十三部



巻型水車(「ホリゾンタル・シングル・スパイラル・タービン」)で、第43圖は同じく複輪の渦巻水車(「ダブル・スパイラル・タービン」)で、第44圖は同じく双輪渦巻型水車(「ツキン・スパイラル・タービン」)である。第45圖は豎軸の單輪渦巻型水車(「パーチカル・シングル・スパイラル・タービン」)である。

第46圖と第47圖とは「ベルトン」水車で通常400呎以上の高落差で比較的水量の少い場所とか、或は水量の関係で落差200呎前後の場合にも用ひられるのである。然して第46圖は單輪單射(「シングル・ホイール・シングル・ジェット」)で、第47圖は單輪複射(「シングル・ホイール・ダブル・ジェット」)である。又場合によると一本の車軸に今一組の單輪複射を裝置して双輪四射とすることもあり、又場合によりては一臺の發電機の兩側に一組宛の水車を連結し渦水時に成べく効率よく使用せしむる様されたものもある。

斯くの如く水車の型状は落差と水量によりて色々異なるので、之れは(24~25)頁に於て述べた方法で區別するのである。

扱以上述べた色々な水車に就て起る故障の状態は、「ベルトン」水車は別として、其他の反動水車で最も早く磨滅するヶ所とか、故障の起り易い點や、取扱上最も注意を要する様な點は何れも殆んど同じ様であるから各々に就て述べる必要はないから、此内で最も多く用ひられて居る横軸型の複渦巻水車(第43圖)と豎軸型の單輪露出水車(第36圖)に就て述べることにしやう。然して後尙型状によりて特に注意すべき點は各々に就て述べることにする。

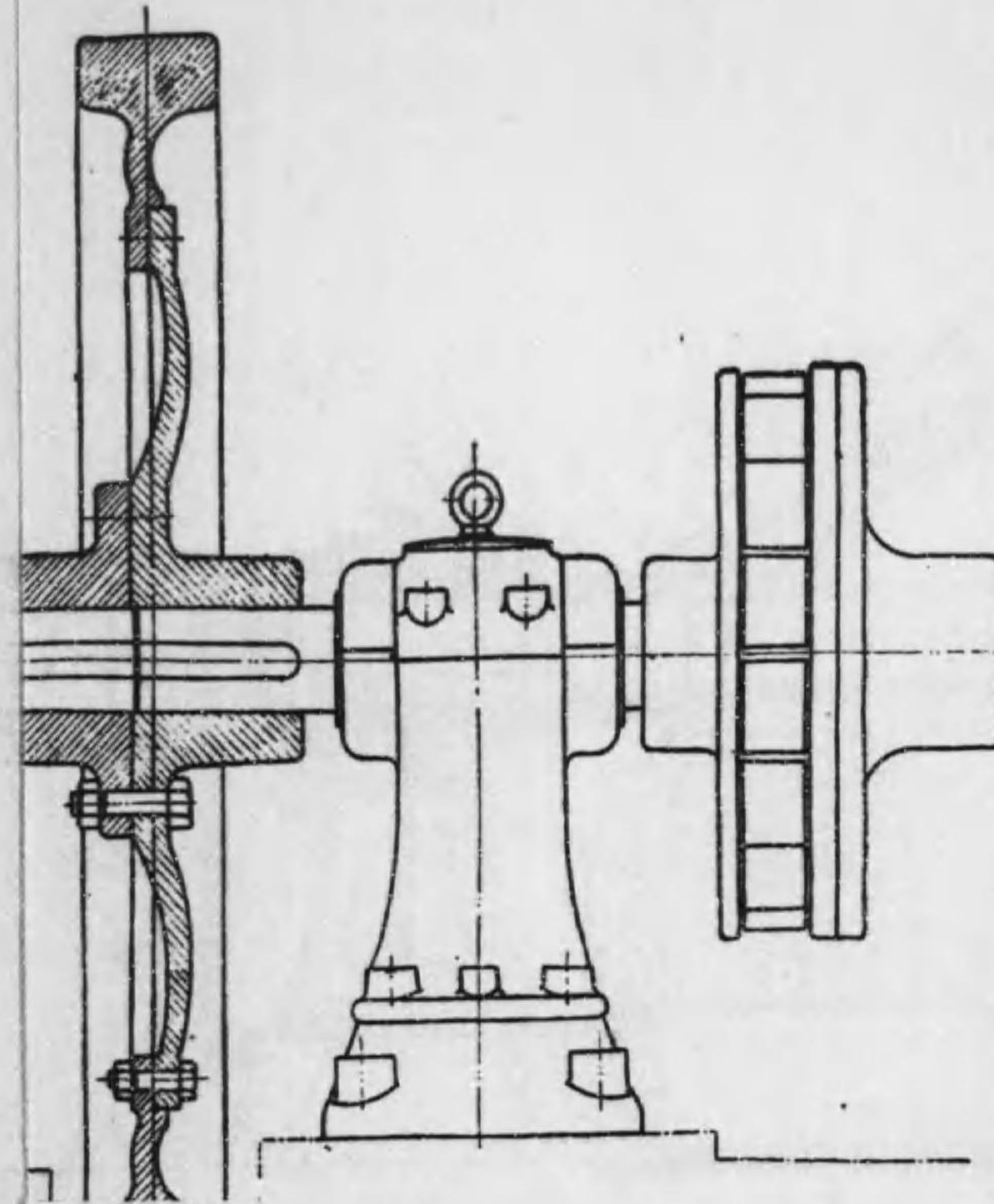
第48圖は第43圖の詳細なる断面圖で、此型として特に注意すべき點は前後の「カバー」B.Cと「ケーシング」Aとの取付け點abの所の「パッキング」が一樣な厚さでなかつたならば夫れだけ導翼Gと羽根車Rとの中心が片寄ることになる、然る時は76頁に於て述べた様に兩羽根の呑む水量が異なる結果車體が震動する様なことが出来るのである。

然して此「パッキング」が厚過ぎると夫れだけ導翼と兩「カバー」との隙間が多くなり、従ふて調速機の支配を受けない水が羽根車に流入することになるか

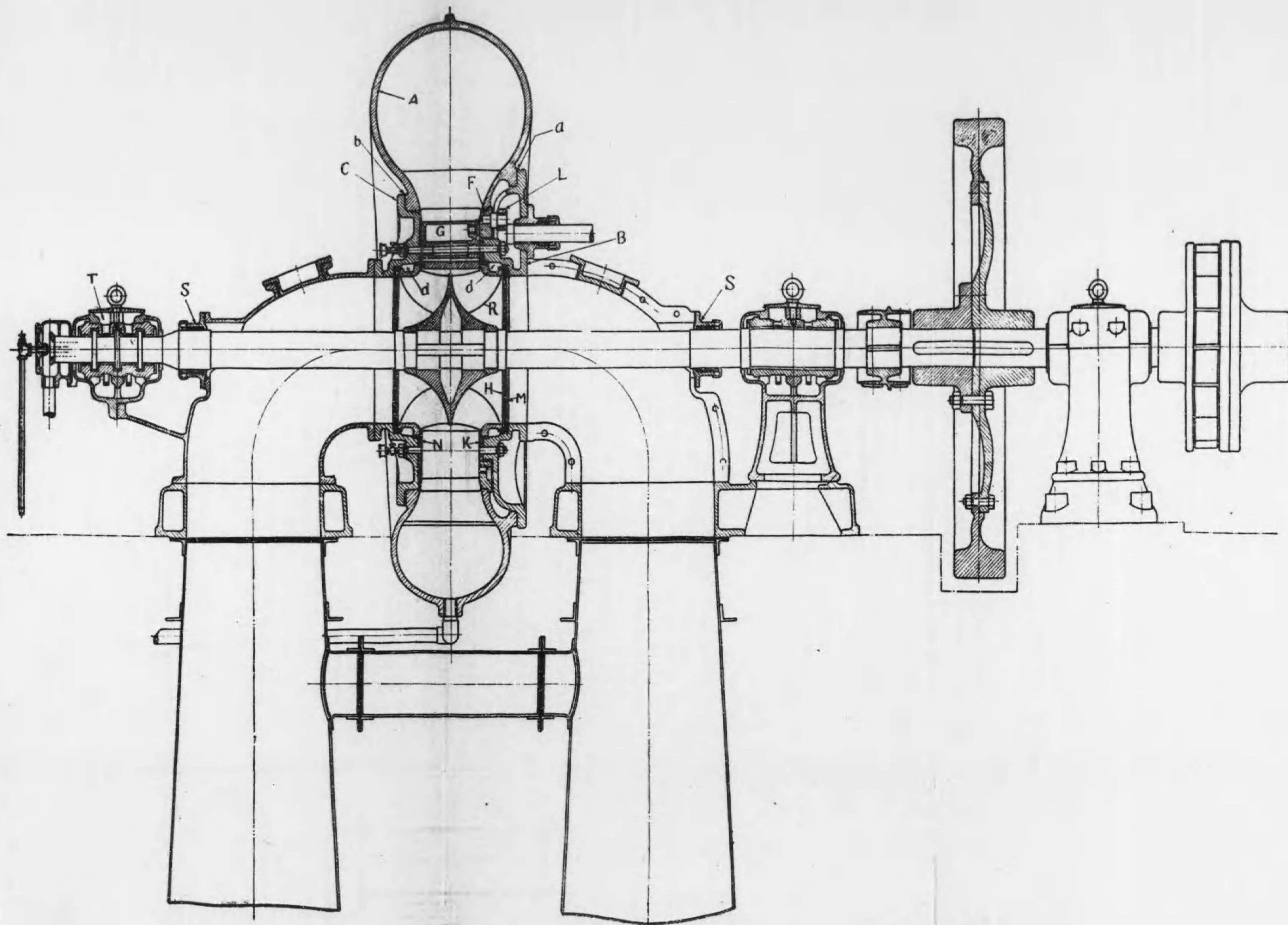
ら従ふて速度の上昇が多くなるのである。

次に羽根車の周囲と兩「カバー」との隙間は通常 $\frac{1}{32} \sim \frac{3}{64}$ 吋位しかないのであるが常に細砂や木葉等が浸入し、且つ羽根車は斷へず速い速度で廻つて居るのであるから水流の磨擦等の爲に磨滅し易い點である。此點の隙が多くなると無益に流出する水量が多くなり、従ふて夫れだけ水車の出力が減して來るのみならず、此磨滅は各點が一樣減らない結果 d 室の壓力が違つて來るから、従ふて83頁に於て述べた様に車軸の推力が變り、之が爲に軸承 T の熱度が多くなる事になる。故に此車周の隙間は水車の出力に大なる影響のあるものであり且つ軸承類の具合を悪くするものであるから据付には勿論の事、日常の取扱ひに於ても特に注意すべきことである。故に若し此圖の様に「ライナー」H.M.N.K. 等のあるものは之を或る時期に於て取換へる様にすべきである。

又同じ渦巻水車でも落差の高いものになると導翼の開閉を司る「リンク」装置は「カバー」の外側に装置されるのであるが比較的落差の低いものでは丁度此

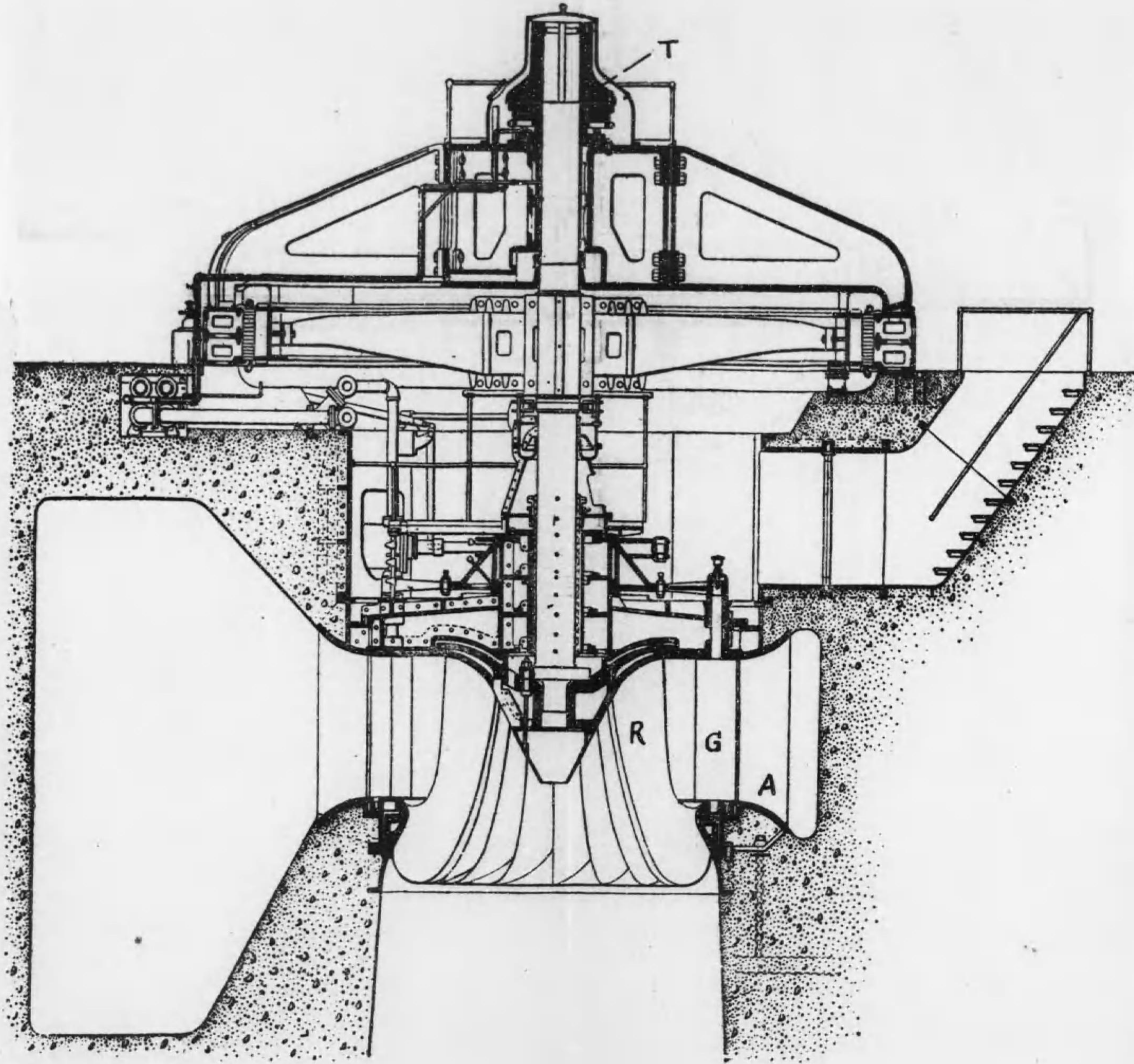


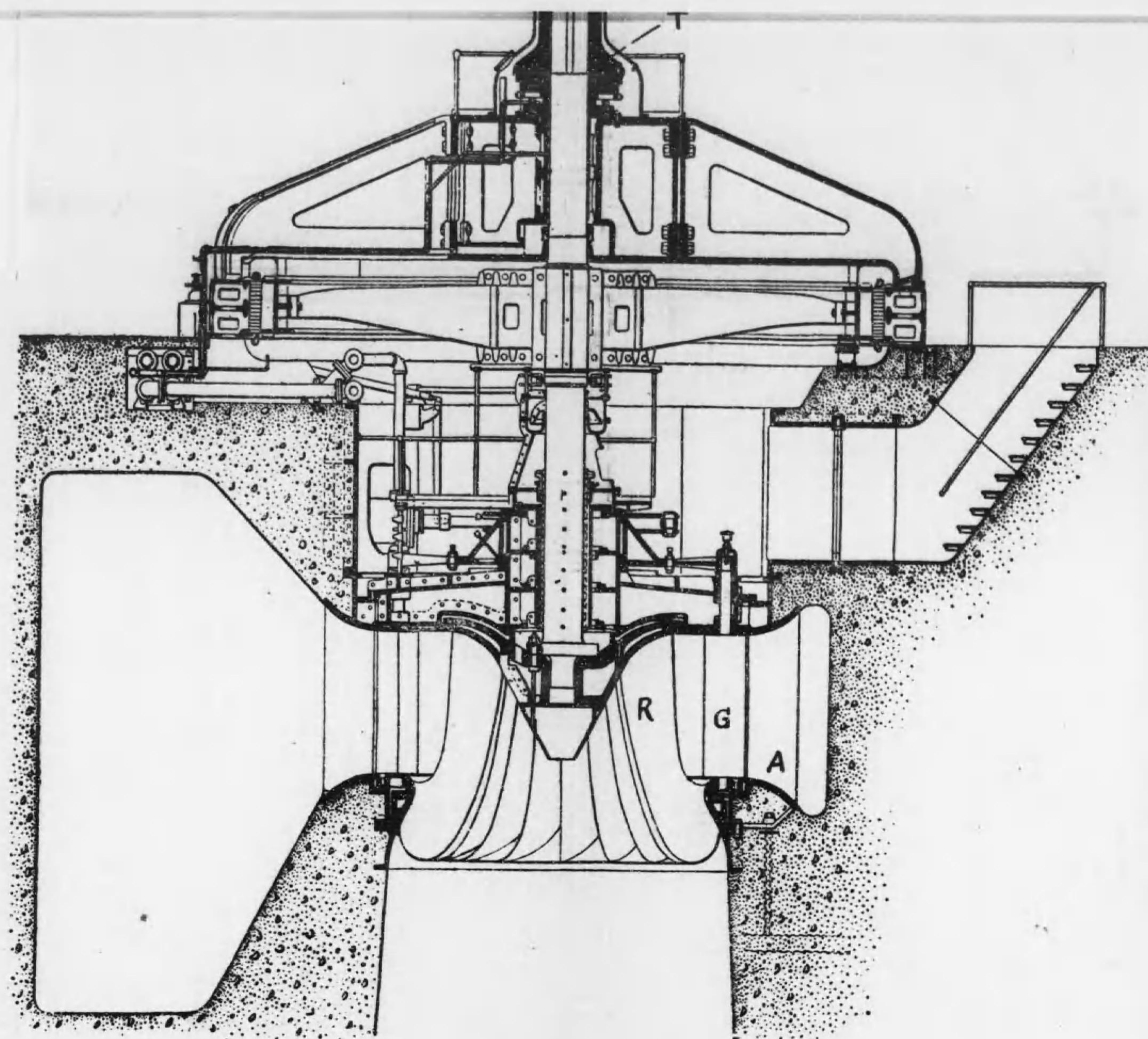
第四十八圖

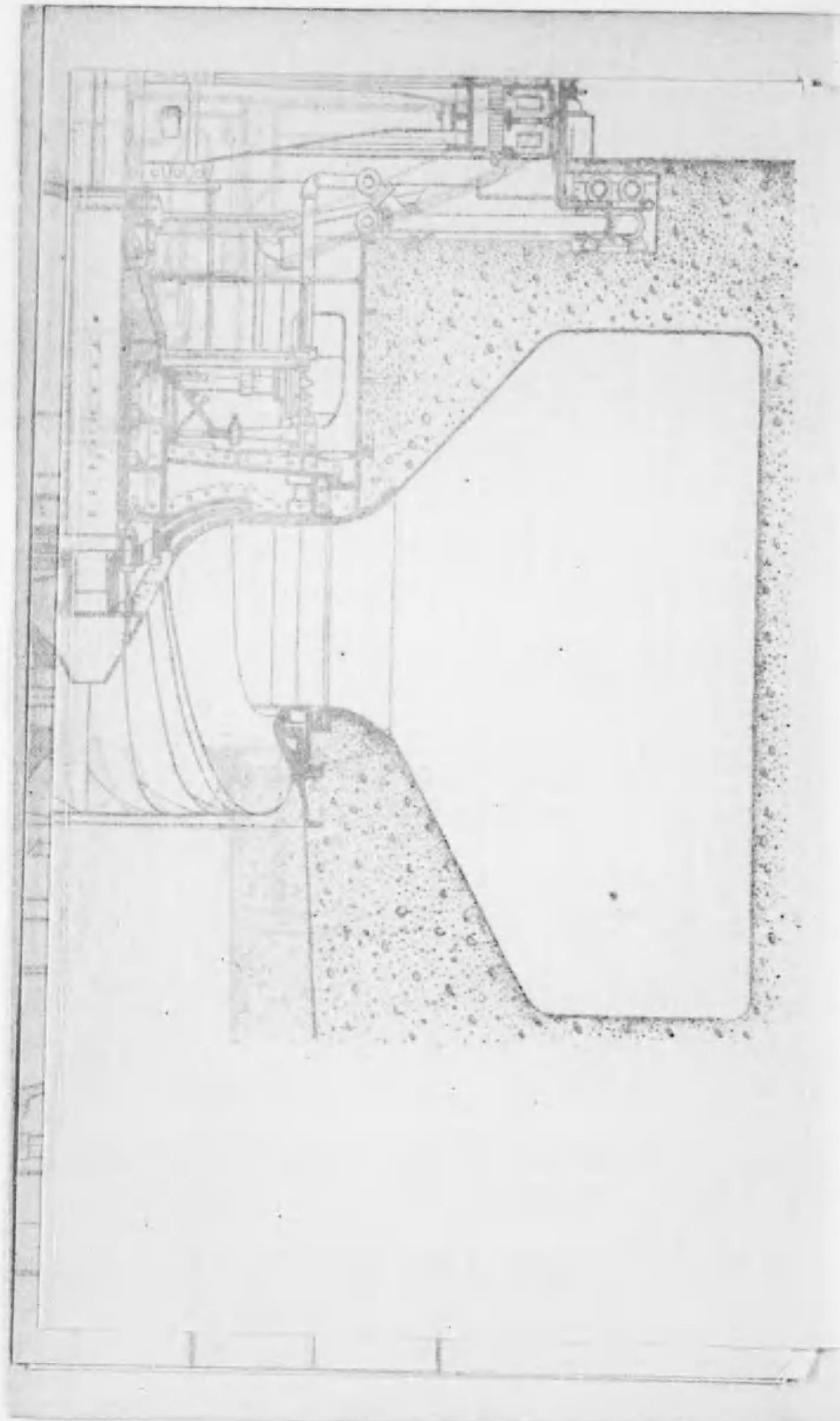




第四十九圖







圖の様に「カバー」の内側に於てF.L.等の様に装置されるので従ふて之等の機構が常に水流に洒されて居る爲めに比較的故障が多いのである。即ち水流の爲めに錆を生じたり、木葉や細砂が挟まり夫れが爲めに调速機の働きが悪くなつたり、各部の「ピン」類に緩みが出来ると103頁に於て述べた様に调速機が「ハンチング」を起す様になるのである。

次に車軸の「バッキング」の具合が悪いと細砂などを嚙んで重要な車軸を速く磨滅さす様なことが出来るから折々は取出して調べら様にすべきである。此「バッキング」の速く摺切れる場合は多くは此填座Sの取付けが曲つて居る時であるから克く注意すべきである。

又軸承や各部の注油に対する注意は前に詳しく述べてあるから此圖を参照して一層注意すべきである。

第49圖は第36圖の詳細なる断面圖である。此豎軸型水車として特に注意すべき點は導翼Gが全部導水枠Aの下面に乗せられて居るのであるから此座面や

「ピン」の穴などに細砂が沈澱し易く然して其上で開閉運動をするので従ふて此面の磨滅が比較的多いので調速機の働作が次第に鈍くなり、且つ上面からの漏水が夫れだけ多くなることになるから従ふて速度の上昇する割合が多くなることになる。

故に通常は此下側に隨時取換へらるべき「ライナー」が嵌込まれてあるものであるから、相當の時期を計つて取換へる様にすべきであるが、特に此點は注意をして時々分解掃除をする様にしなくてはならぬ。

今一つ重要なことは羽根車から車軸及び發電機の廻轉體等凡ての廻轉部分の全重量は皆頂部の軸承 T によりて支へられて居るのであるから、従ふて此注油に就ては充分注意すべきである

次に同じ豎軸型でも地形の具合で水車室が發電機室から60呎以上も下つて居る様な場合には下部の軸承に對する注油から冷却水の供給に克く注意をしないと管類が長い爲めに途中で結つたり、或は寒氣の嚴しい土地では途中で凍つたりすることがある。又

斯る長い車軸の場合には導翼の開閉に要する機構も可なり大仕掛けとなる結果自然故障も多く、又調整軸などの長い場合には細砂の爲めに起る「こじれ」の影響が可なり強く傳はることになるから克く注意すべきである。又調速機への傳動装置が齒車などで傳へられてある場合には齒車が自然に磨滅するとか、或は之れ等の軸承類が磨滅するとかすると廻轉の傳動が滑かに傳はらなくなる結果、調速機が「ジャムピング」を起して電壓が動揺するのみならず機構各部が早く磨滅して其現象を益々強めると共に機體の壽命を甚だしく縮めることになる。

又軸承類が磨滅すると車軸が圓錐運動を起す結果羽根車の外周が周壁に振り當られ夫れが爲めに羽根車を破壊した側もあるのであるから克く注意すべきである。

其他羽根車や「バックキング」等に對する注意事項は横型のものと同じである。

以上は一般の横軸型と豎軸型との「フランス」水車に就ての注意事項であるが、此内で比較的故障の

起り易いのは低落差用の水車である。之れは何故であるかと云ふに、前にも述べた様に總ての機構が水中にありて細砂や木葉、錆付き等の影響が多いからである。殊に水中に軸承のあるものでは、此軸承の故障が可なり多いのである。即ち第34. 35. 40. 41圖の如きものである。此水中軸承に對する注意事項は96頁に於て述べてあるから此處には省略することにする。

次に「ペルトン」水車でも落差や容量の具合で整壓機類や平衡装置のないものがある。斯るもので何うかすると圓錐瓣が閉り切らんとする間極に於て圓錐瓣に働く水壓の爲めに急に閉切られることがある。然る時は急激な衝動作用の爲めに水壓を著しく上昇させて甚だ危険な現象が起ることがある。此現象を防止するには調速機に於て第15圖の絞孔 m を「サーボ・モートル」と配壓瓣との中間に於て閉り作用側、側 Og 間に取付ければ決して加速働作を起す様なことはないから、従ふて不慮の水壓を高める様なことはないのである。

