

(3) 特殊の場所に使用するもの

- a. 水路橋
- b. 逆サイホン

等である。

7. 開 渠 開渠は山腹を切取り、又は平地を掘鑿して築

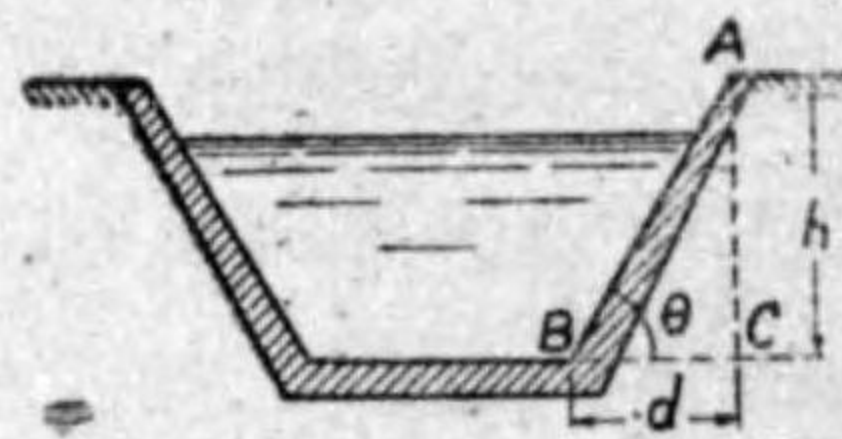
造する。断面は矩形とする場合もあるが、一般には梯形断面とする。第13・6圖で $\frac{BC}{AG} = \frac{d}{h}$ を側壁の法勾配と云ひ、土質に依つて次の様な値を選ぶ。

- 硬 岩 0.25 軟 岩 0.50
- 普通土質 1.50 粗土質 2.00

然しコンクリート等で装工を行ふ場合は 0.25~0.50 位にしても差支へない。

開渠の構造は地盤が堅く漏水や破損の虞れのない場所では掘りつ放しにすることもあるが、多くは表面に適当な装工を行ふ。装工用材としてはコンクリート、石材、煉瓦等を用ひるが、就中コンクリートを最良とし、最も一般に用ひられて居る。コンクリート装工の厚さは土質や法勾配によつて一定でないが、大體 15~40 厘位の範圍である。コンクリート表面には一般にモルタルを塗つて摩擦を少くすることが行はれる。又 8~10 米毎に切目を設けこれを伸縮接手とする。この場合接手からの漏水

第 13・6 圖

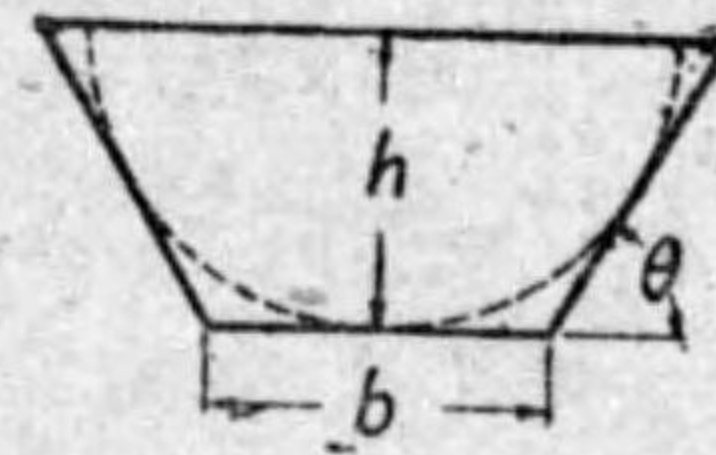


開渠の断面

はアスファルト、フェルト、木片等を用ひて防止するのである。

理論上の經濟的断面に就ては既に第二章で述べた。而してこ

第 13・7 圖



の條件に適合する、即ち半圓に外接する梯形は次の様な關係を有して居る (問題 13 参照)。

$$h = \sqrt{\frac{A \sin \theta}{2 - \cos \theta}}, \quad b = 2h \tan \frac{\theta}{2},$$

$$m = \frac{A}{p} = \frac{h}{2}$$

然し實際の場合は掘鑿費等が土地の状況で違ふため、經濟的断面もそれを考へないで理論の場合とは變つて來るのである。

8. 切取と盛土 開渠はこれを設ける場所の地形から

1 切取, 2 盛土 の二つの工法がある。

第 13・8 圖の様に水路が地

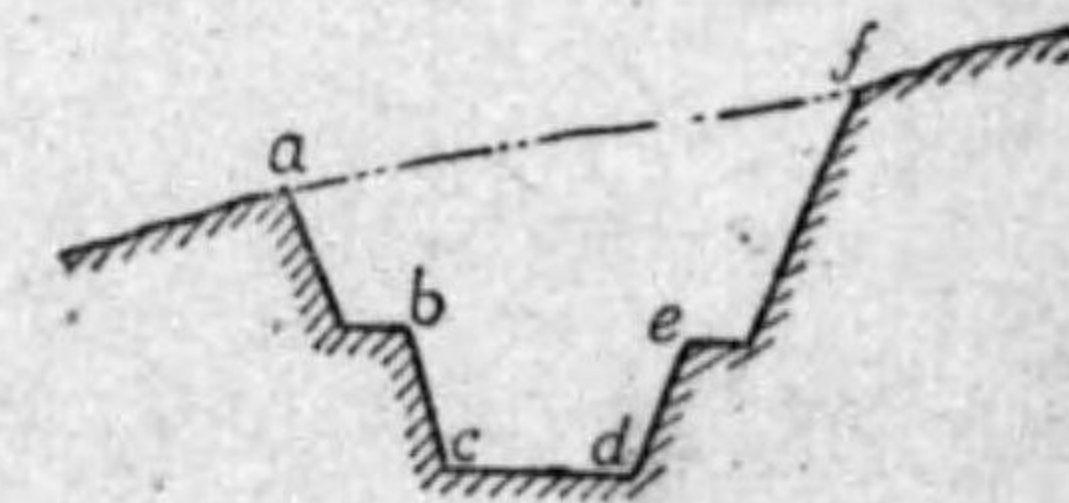
第 13・8 圖

表面より低い時は圖中 a b c

d e f の様に土を開鑿しなけ

ればならない。これを切取と

云ひ開渠には一番良い地形で



切取開渠

あるが、工事費も大となり掘取つた土の捨場に苦勞する事が多い。第 13・9 圖の様な場所もある。これを半切取と云つて山側の土を掘つて谷側に積む。これは土を捨てる仕事で下の方が出

來、經濟的であるが圖 *a n m s* の部分が崩れ易く甚だ危険である。故に斯る開渠は出来るだけ避け、成る可く水路を山側へ追込む様にするのである。

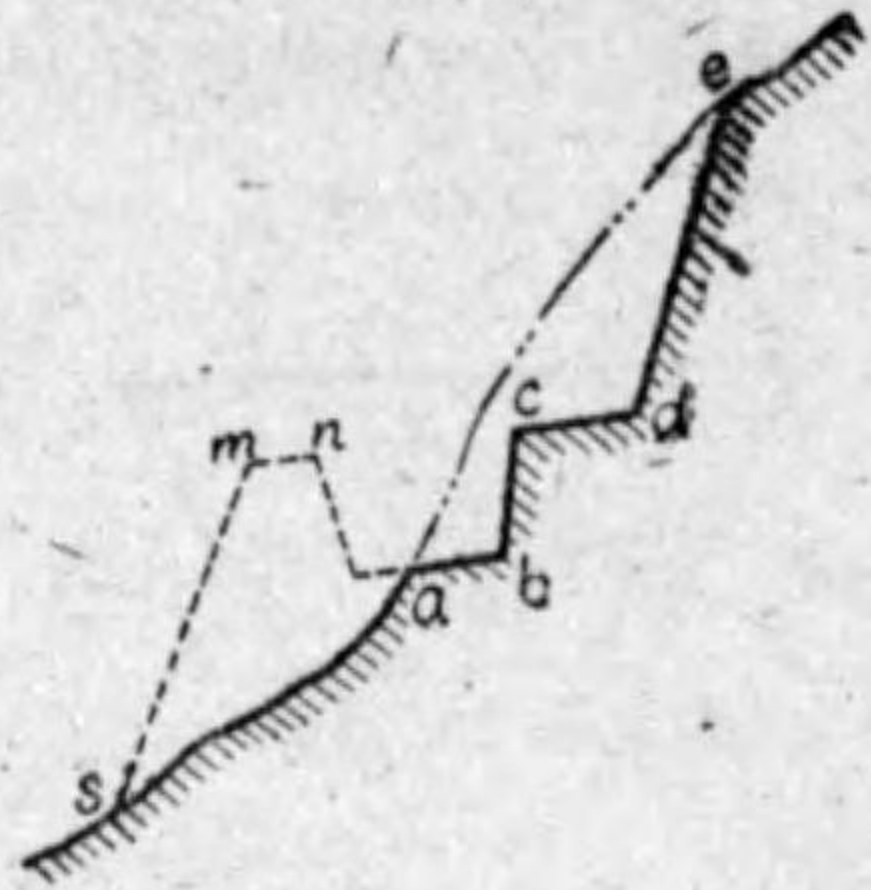
地面が水路より低い時は土を盛つて堤となし、その上に開渠を設け盛土とする事もある。或は木樋鐵筋又は竹筋コンクリート樋等を設ける事もある。

木樋が一番簡單で、工事費も廉いが壽命が短い。小規模の場合又は假水路に用びる。鐵筋コンクリート樋は木樋に比較して、建設費は遙に高いが壽命が長く且つ維持費が少い。

尙地面の高さに依つては前者に對して一般に木造、後者に對しては鐵筋コンクリートの脚柱を立て、その上に樋を設備することもある。

9. 隧道 水路が山腹に衝當つた時、これを切開いたり廻り道をして開渠を設けるよりは、隧道とした方が經濟的な場合が多い。隧道には、(1) 水が常に充滿して流れ、全周壁に水壓が働くものと (2) 然らざるものがある。前者を壓力隧道 (pressure tunnel) と呼び、貯水池又は調整池から導水する水路

第 13・9 圖



半切取開渠

は殆んどこれである。

隧道の断面は壓力隧道にあつては一般に圓形とする。無壓の隧道では第 13・10 圖の様に底を逆拱にした馬蹄形のものも多く用ひられてゐる。一般に隧道では満水して流すと却つて流量が減るので

あつて、96%位の深さ即ち上部を少し残して通水した時が最大流量が得られるものである。これは水を一杯に入れると潤邊が急に増加し摩擦が増すためである。尙馬蹄形隧道で側面に直線部を用ひたものは、その點に往々にして押出し龜裂等を生じて好ましくない。

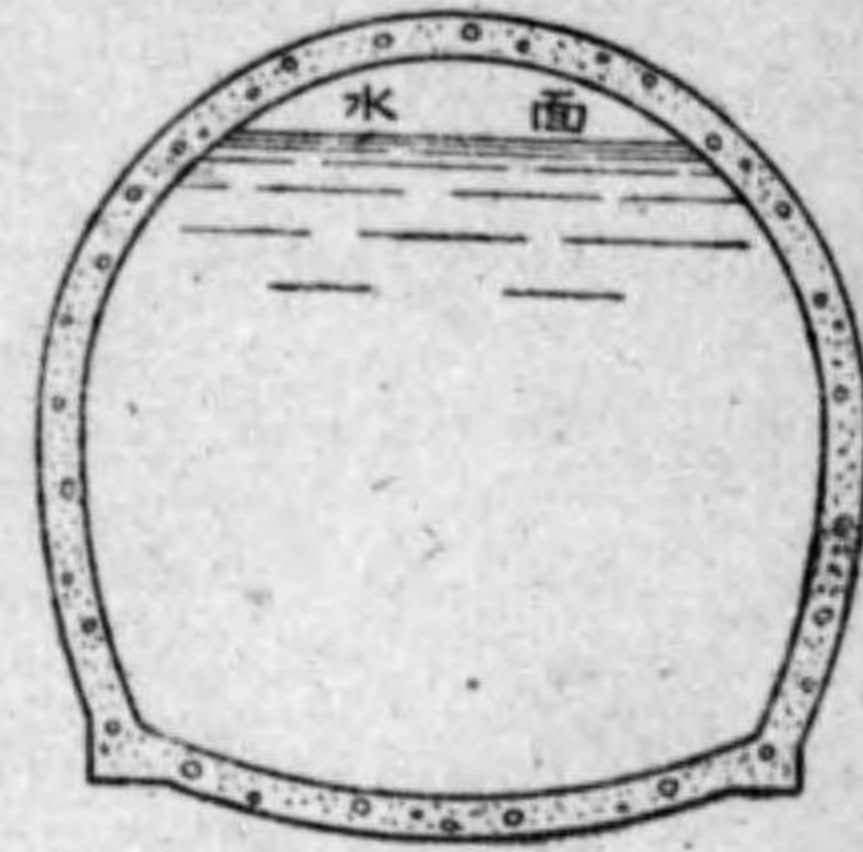
蓋渠は暗渠とも云はれ、普通の切取を行つてから適當に卷立を行つて水路を作りその上を土で覆ふて埋没したものである。

蓋渠を使用するのは

- (1) 切取りが開渠には深か過ぎ、隧道には浅き過ぎる場所
- (2) 雪崩のある所
- (3) 上部に森林多く落葉の甚だしき所等である。

卷立用材としては、コンクリート又は鐵筋又は竹筋コンクリートが最も一般に用ひられ、必要に依つては更にモルタル仕上を行ふ。

第 13・10 圖



無壓隧道

鐵筋コンクリートの巻立は地盤の悪い所とか壓力隧道等に用ひられる。地盤が良質の岩盤の様な場合は全然掘りつ放して巻立を用ひぬ事もある。

巻立後漏水の虞れある場所にはアスファルト等の漏水防止の塗裝を施すこともある。

10. 開渠と隧道との比較 開渠は工事費の單價が安く工事期間も短くて済むが、水路の亘長が長くなり水頭の損失が大きい。又土砂、落葉、降雪の浸入や結氷の發生等に依つて通水の支障、水路の被害等を受け易い。従つて最初の建設費は安くても落成後の保守費が大となる缺點がある。これに反し隧道は工事費の單價が高く工事期間も長く要するが、水路の亘長が短くて済み水頭の損失も少い。又開渠の様に外物の浸入其他に依る被害もないから落成後の保守費は殆んど必要としない特長がある。

以上の様に隧道は多くの長所を持つて居り、又近來は隧道技術の進歩に依つて比較的安價に且つ工事期間も短く出来る様に成つた結果、現今では出来るだけ隧道を採用しやうとする傾向に成つて居る。

11. 水路橋及び逆サイホン 水路が谷川又は凹地を通

過する場合には第 13・11

圖の様な水路橋を用ひる。構築用材に多く鐵筋コンクリートを用ひるが、小徑間のものにはコンクリート造、石造、煉瓦造等が一般に用ひられる。

逆サイホンは第 13・12 圖の様に U 字形の壓力水路である。水路が谷川を横斷する場合、水路橋を設ける代りに用ひる又特殊の例

としては逆サイホンで道路の下を横斷して居る例もある。

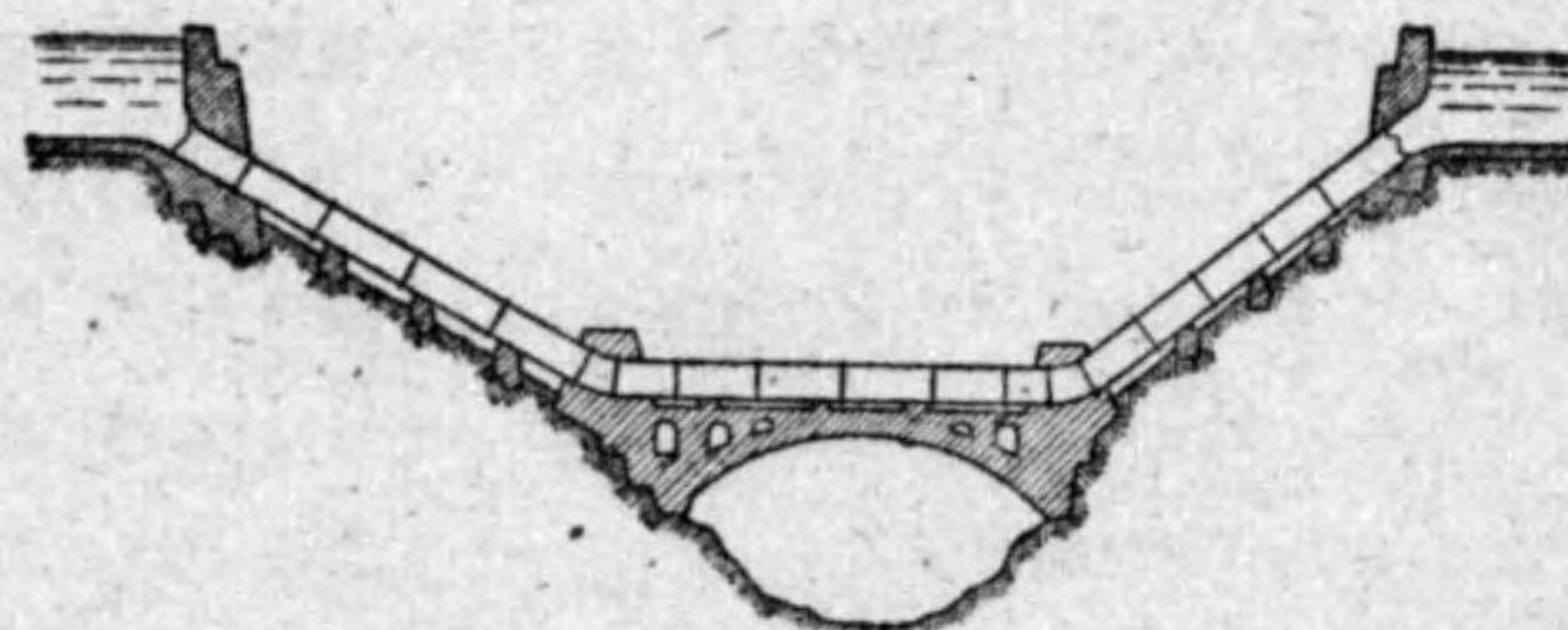
逆サイホンは一種の壓力水路であるから、構築用材としては

第 13・11 圖



水路橋

第 13・12 圖



逆サイホン

一般に鐵管又は鐵筋コンクリート管を使用する。又蓋渠とすることもある。

12. 水路の勾配と流速 壓力水路内の流速は水路の勾配に直接関係がなく、兩端の水位の差に支配される。而し他の水路では水路の勾配に直接流速が支配される。従つて斯る水路では一般に勾配を急にすれば流速大となり、同一疏通水量に對して水路の斷面が小さくて済む事になるが、一方損失水頭を増大する缺點がある。又餘り流速が速いと水路の壁を損傷する。コンクリート装工の場合の安全最高流速は 5~6 米/秒 である。反對に水路の勾配を緩くすると、水頭の損失は少くなるが、水路の斷面が大となる。又餘り流速が遅いと水路内に土砂が沈澱したり、雜草や水苔が生えて水路の粗面係数を増加し、水路の有効斷面を減少する。雜草や水苔が出来るのは大體 0.7 米/秒以下の流速の時である。

従つて水路の勾配及び流速は落差、流量及び装工の種類等に依つて違ふが、勾配は普通 $\frac{1}{1000} \sim \frac{1}{2000}$ とし、流速は流量の小なるもので 1.5~2 米/秒、流量大なるものでは 2~3 米/秒とする。次に壓力水路では流速が前述の様に勾配には直接関係はない。而してその勾配は普通 $\frac{1}{500} \sim \frac{1}{1000}$ としたものが多し。又流速は最大疏通量の時 4 米/秒位になる様にすることが普通であ

る。

尙水路の壁に無数の水蟲が附着して非常に流水を妨げることがある。或る發電所ではこれが爲め通水容量が減じて、發電所最大出力が約 10% も低下した例もある。この對策としては停電日に竹箒で掃除する方法が一般に用ひられて居る。藥液流下の方法も考へられるが、これは魚類に對しても亦電氣工作物自身に對しても惡影響を與へるため用ひられない。

復 習 問 題 XII

1. 取水口を設ける目的を述べよ。併せて如何なる事を考慮する必要があるかを示せ。
2. 塵除及び防材の目的並に其設置場所を述べよ。
3. 取水口水門の目的を述べ併せて如何なる水門が設けられるかを記せ。
4. 取水口の位置は如何なる所が良いか。各項の理由を簡単に附記せよ。
5. 堰堤式發電所の取水口の三種を示せ。尙取水口が水槽を兼ねるものでは取水口水門を設けない理由如何。又壓力隧道入口水門は取水量の調整を行ふ必要がないのは何故か。
6. 取水塔の用途を述べよ。
7. 取水口に沈砂池を附屬させるのは何故か。
8. ベルトン水車使用の發電所や、調整池を有する水路式發電所では特に沈砂を完全にする理由如何。又その方法はどうすれば良いか。
9. 沈砂池で沈澱物を排出する方法を述べよ。
10. 第 13・1 圖で沈砂池が中央で仕切られて二分して居るのは何故か。

11. 水路の種類を列挙せよ。
12. 開渠を設ける場合に注意すべき点を示せ。
13. 普通土質で梯形断面の開渠で深さ 5 m 底面 5 m の場合に水路 1 m に就き掘出す土の量はどの位か。
14. 第 13・7 圖で半圓に外接する梯形断面水路の h , b , m の値を導き出せ。
15. 水路断面積 A , 深さ h , 法勾配 $\cot \theta$ (斜面が底面の延長となす角 θ) が與へられた梯形水路で潤邊 p を最小とする条件を求めよ。
16. 樋を使用する場合を示せ。その材料は如何。
17. 壓力隧道とは如何なるものか。
18. 蓋渠と隧道との相違を述べ、その何れを選ぶか決定条件を示せ。
19. 開渠とするか隧道とするかを決定する際考慮すべき事項を説明せよ。
20. 谷川を横断して水路を設ける時の二つの方法を比較せよ。
21. 水路の勾配は如何にして決定するか。その概數如何。
22. 壓力隧道の流速はどの位にするか。之は何で定まるか。
23. 圓形隧道で最大流量を得るには水を隧道切口全部に充滿させない方が良いと言ふ。其の理由如何。

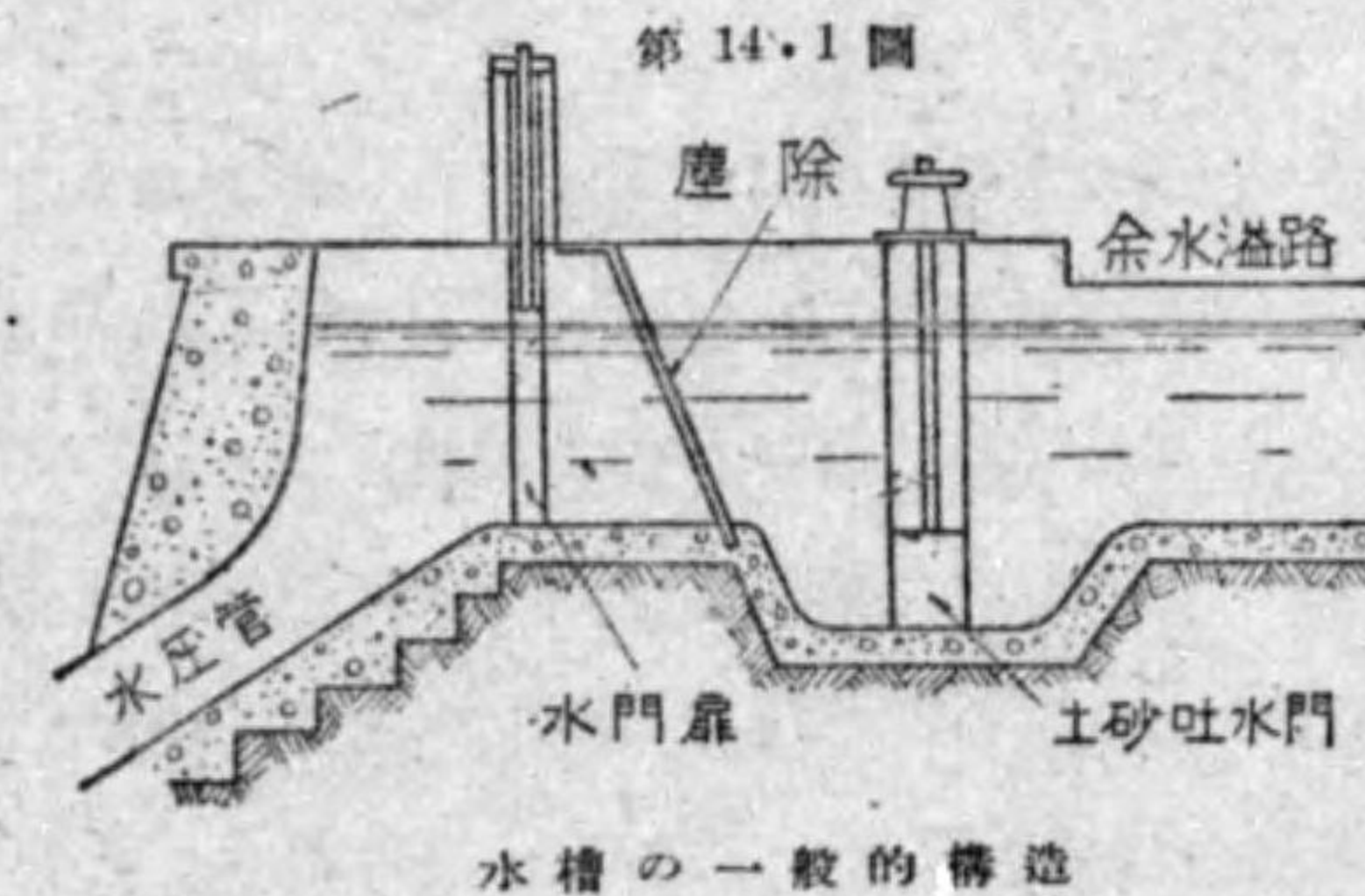
第十四章 水槽及び水壓管

1. 水槽一般 水槽 (head tank) は上水槽とも云ひ水路の終端に設け

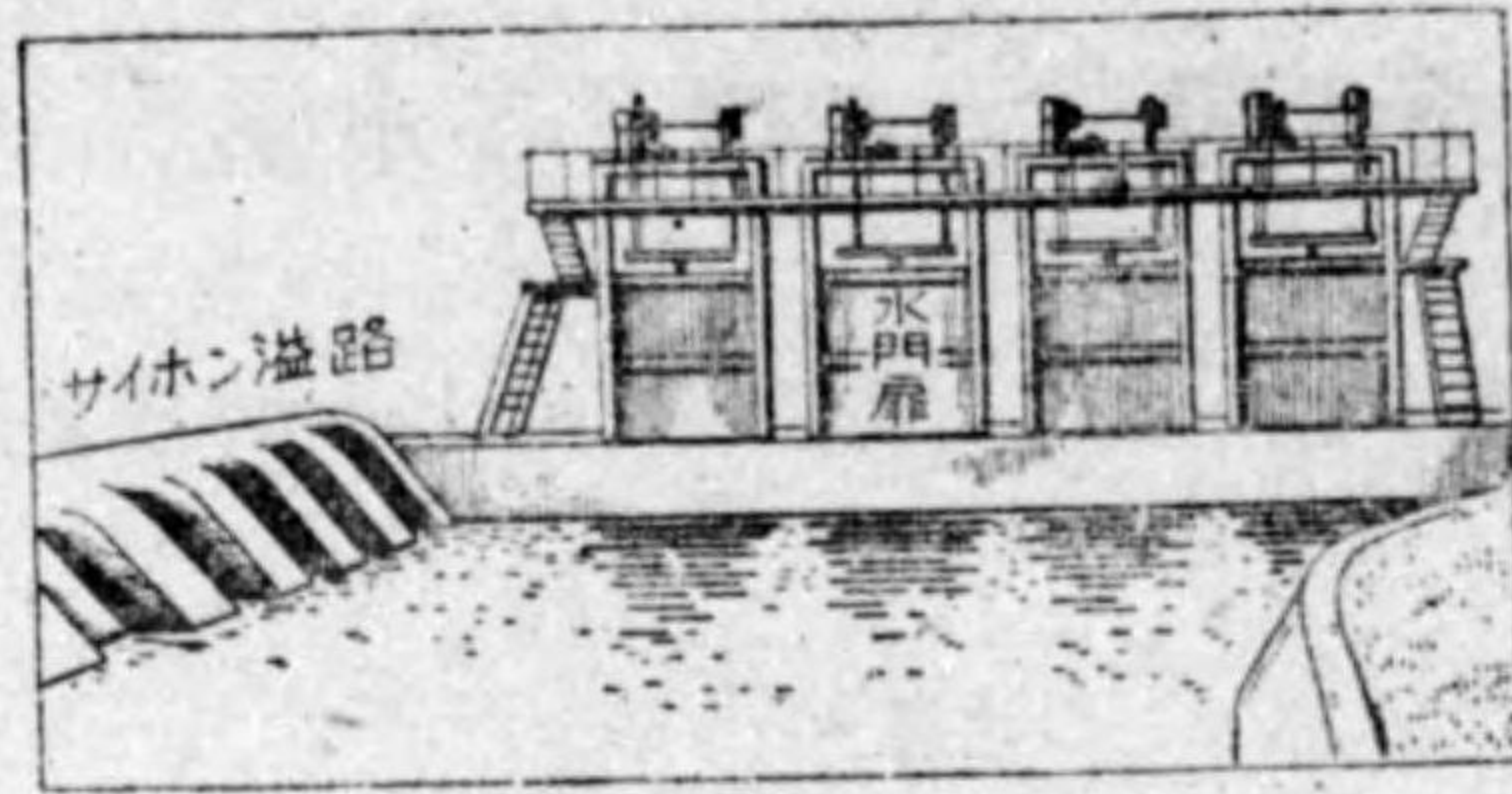
- イ 水路と水壓管との連絡
- ロ 不足水の一時的補給並に餘剰水の放出
- ハ 水壓管入口の開閉
- ニ 土砂の沈澱除去及び浮流物の除去

等を行ふものである。尙既述した壓力水路の途中に設ける調壓水槽にあつては水槌作用を軽減する。第 14・1 圖は水槽の一般的構造を示した圖である。

水槽は漏水、崩壊等を起し易いから、切石で積上げるとか、コンクリートを以て極めて堅牢に作るのである。故に天然の岩



第 14・2 圖



發電所水槽の一例

盤を掘鑿して利用する様なものが最も望ましい。

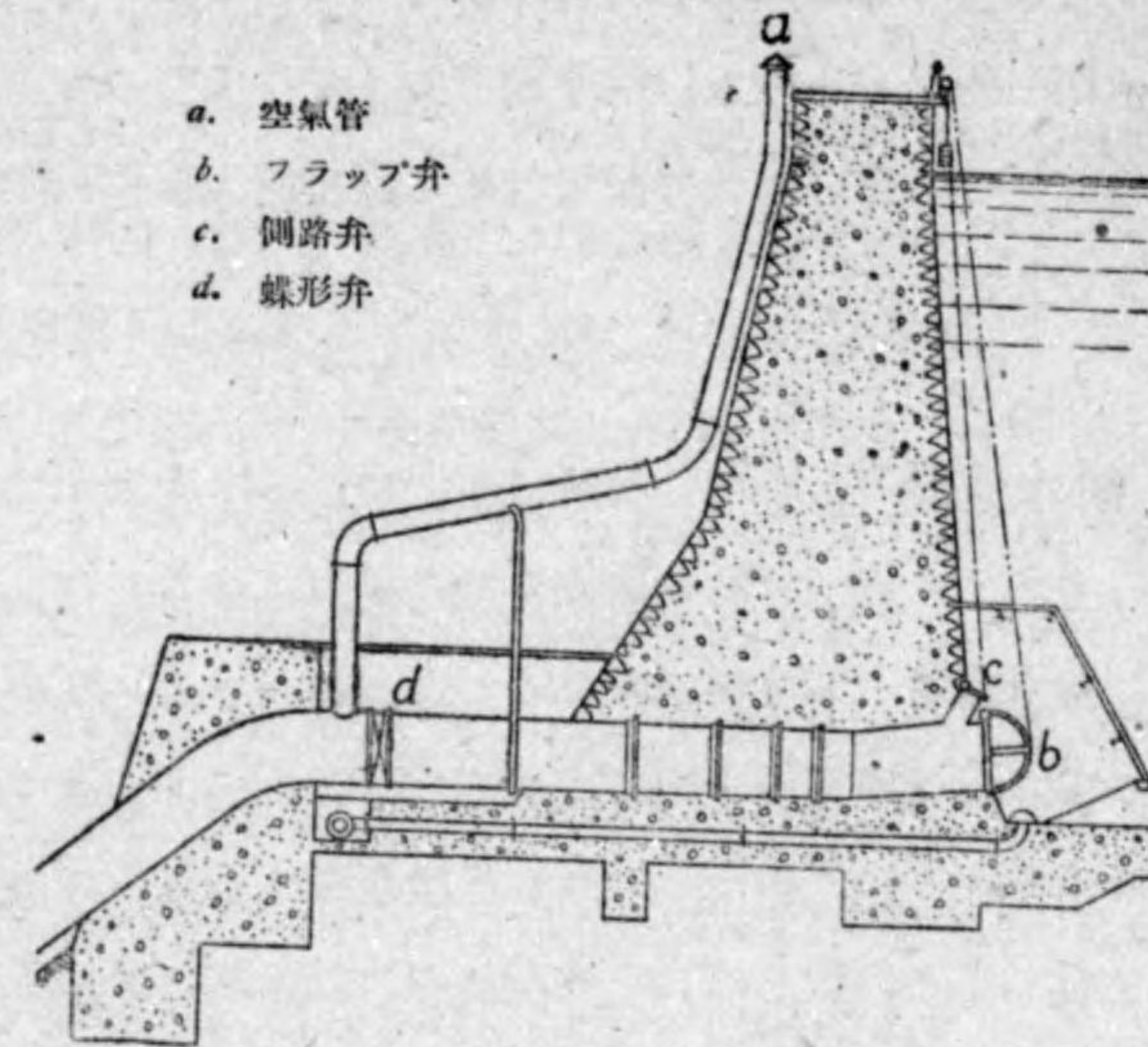
水槽の諸設備を列挙すると次の様なものである。

- | | |
|-----------|---------------|
| (イ) 水槽水門 | (ロ) 塵除 |
| (ハ) 土砂吐水門 | (ニ) 餘水溢路及び餘水路 |

水槽の容量は大なる程調整池を兼ねる事になつて良いのであるが、多くは地形上大なる事が望めない。然し少くとも最大使用容量の 2, 3 分間分を溜められる大きとしたい。

2. 水槽水門 水槽水門は水壓管入口を開閉するための水門であつて、水壓管呑口の前に設け、各水壓管に一門宛の割合で施設し、夫々の水壓管入口を單獨に開閉出来る様に成つて居る。水槽が深く水壓が大なるため水門では開閉困難な場合に第 14・3 圖に示す様なフラップ弁を用ひることがある。フラップ弁には必ず一種の側路弁がついて居り、また安全のため

第 14・3 圖



フラップ弁使用の水槽

に蝶形弁を併置したのものもある。空の水壓管に満水する場合、

フラップ弁は水壓のために開きにくいから側路弁を開いて徐々に通水するものである。フラップ弁は閉塞が極めて早く行へるため非常の場合に都合がよい。

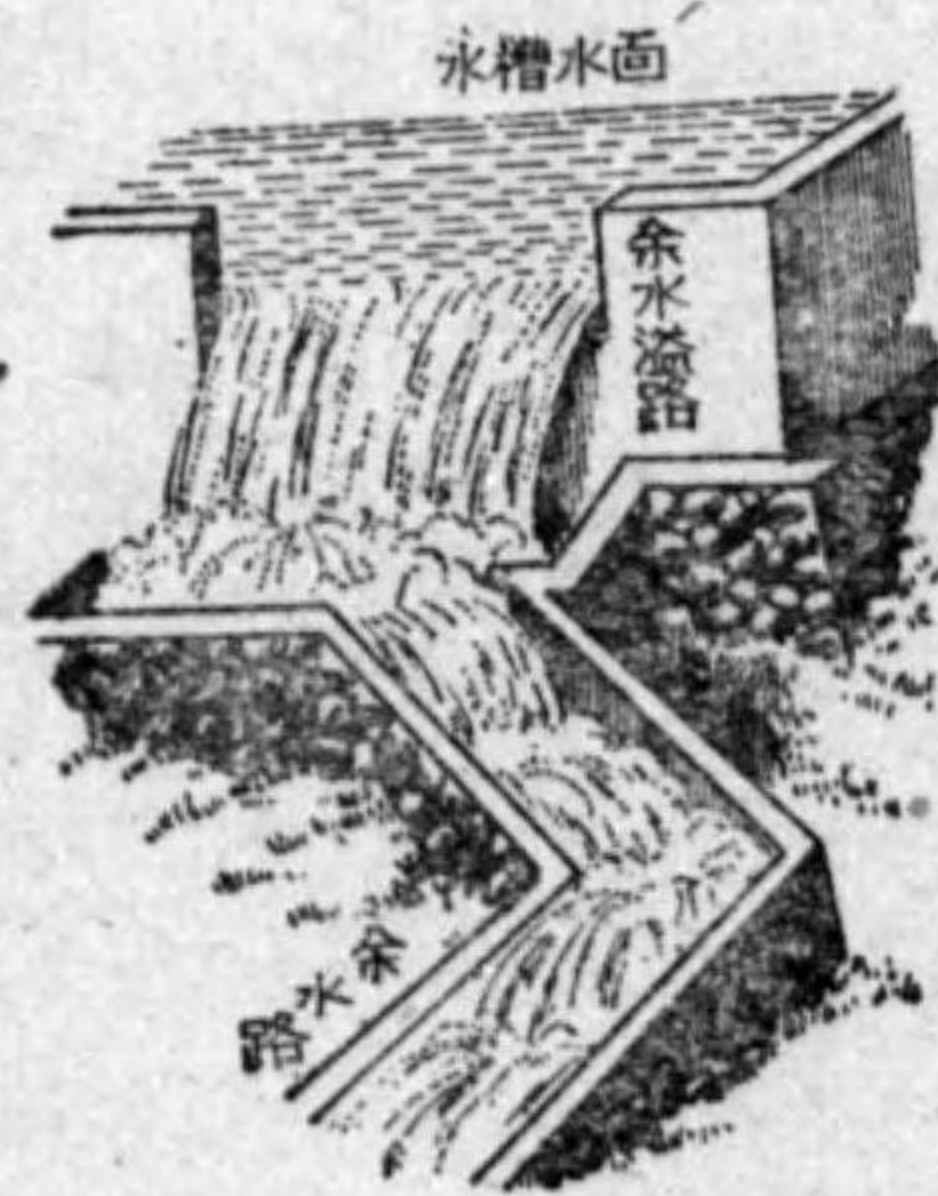
水槽水門は水車の運轉を一寸停止する様な時は一々閉ぢない。又水車に流入する水量は水車入口にあるニードル弁とか導水弁の動作に依つて調整されるから全開して使用するのである。水流水門を閉ぢる時は (イ) 水壓管や水車外殻が破裂などした非常の場合、(ロ) 水車の運轉を相當時間休止する場合、(ハ) 水

壓管の水を抜いて點檢修理等を行ふ場合等である。

水槽水門の開閉も小型水門は手動で行ふが、大型のものは電動機で行ふ。この場合多くは配電盤から直接遠方操作が出来る様にしてある。

3. 餘水溢路 水路から水槽に流込む水よりも水車で使用する水の方が少く成つた時餘剰水を他に捨て、やらなければならない。餘水溢路、又は餘水吐はこのために設ける一種の溢流堤であつて、水槽周壁の一部に天端の高さを他の部分より低く作つたものである。このため餘剰水を生じて水槽水位が餘水溢路天端を越すと、餘剰水は自然に溢流し、餘水路を通つて本川

第 11・4 圖



餘水溢路と餘水路

又は放水路に流れ込むのである (第 11・4 圖)。

餘水溢路の長さは急に無負荷に成つても使用水量全部を充分溢水し得る様な大きさに作つて置く。長さが短かくて水位上昇が激しいために水路から水が溢れる様なことがあると、水路を崩壊する原因となるから禁

物である。

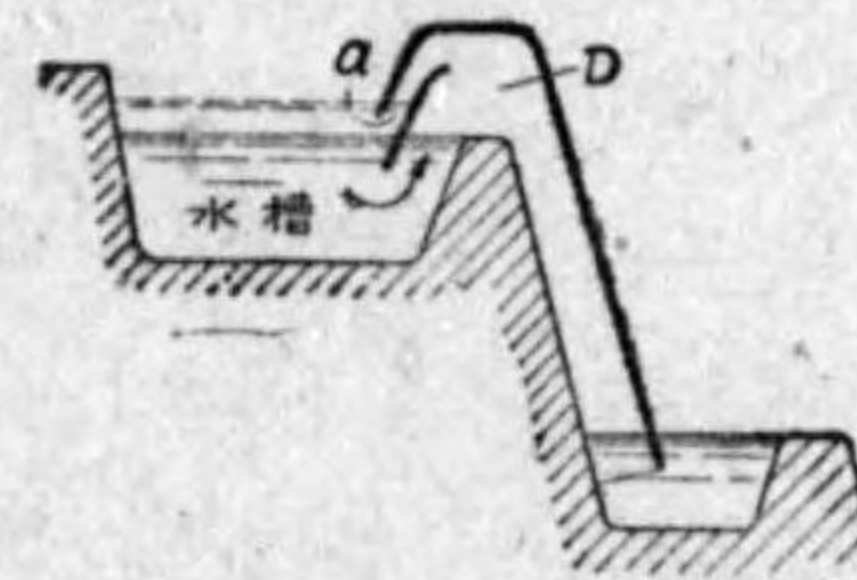
一體發電所の有効落差は水槽水面を幾分でも高めることが出来ればそれだけ増加する。然るに水槽水面は餘水溢路の天端の高さで押へられるから結局餘水溢路天端を多少でも高める工夫をする事が有効落差を増加させる結果になる。

他方發電所使用水量が激減した時、水路から水を溢れさせないために何處まで水槽水面が上昇しても良いかと云ふ安全な限度が當然ある。そこでこの限定された水面より以下で出来るだけ餘水溢路の天端を高くすることを考へなければならない。その方法としては餘水溢路の長さを長くすればよい。

然し地形に依つては長い溢流堰堤を設ける餘地の無い所もある。斯る場合に設けるのがサイホン溢路である。

サイホン溢路は溢流部に仕切壁を設けて幾本かのサイホンを

第 14・5 圖



サイホン溢路の断面

並べたものとして作る。断面は普通矩形とし、鐵筋コンクリートで丈夫に築造する。第 14・5 圖の様に水槽側の口は常に水槽水中に没して居る。a は空氣孔であつて、平常水槽に流入する

流量と使用流量とが均衡を保つて居る間は水面上にあつて D に空氣が通じて居る。従て普通の餘水溢路として働く。然るに

今負荷の大部分が取去られる時は、水面上昇して a を塞ぎ D の空氣の流通を斷つ。この時 D からは既に水が普通の餘水溢路として溢流して居るから、この落下水のために D 内の空氣は次第に誘ひ出され、 D 内は漸次氣壓降下して遂にサイホン作用を起し、非常な勢を以て餘水を速に排出するのである。而して過剰水が無くなり水面が下り a の空氣孔が再び水面上に出れば D に再び空氣が入つてサイホン作用が自然に停止する。

4. 餘水路 餘水溢路から落ちた水や土砂吐水門から排出した土砂を本川に流すための水路である。地形に依つて開渠、隧道、蓋渠、堅坑、鐵管等を用ひ、使用水量全部を通水出来る様な通水容量に作る。又これが數時間位繼續して流れても差支へない強さにして置かなければならない。

元來餘水路は勾配が普通水路に比して非常に急であるから、落下する水の勢のために餘程丈夫に作つて置かないともたないのである。そこで落差の低いものとか下が硬い岩盤の様な場合は別として、落差の高いものでは幾段にも水溜にして置き、一度流水が水溜の中に落ち勢を殺がれて更に次の水溜に落ち、遂に本川に達する様にしたものも多い。

餘水路が本川に連絡する場合にも將來下流に第二の發電所を設ける様な場合の便宜を考へ、成る可く放水路の合流點より上

流に設けるのがよい。

5. 水槽の位置選定 水槽を設ける位置を選定する場合の要項を箇條書にすると (イ) 水槽の大きさを大に取り得る場所、(ロ) なるべく掘鑿、切取等を要せざる所、(ハ) 地盤堅固なこと、(ニ) 發電所に近く成る可く水壓管路を短く出来る所。

(イ) 及び (ロ) は要するに平坦なるべき事を望むのである。然し平らな所を望むのは一般に無理である。大抵は丘の頂とか山腹が多い。この場合頂土は大抵狭小であるし、山腹はすべり落ちたり又上の方から地盤が崩れて來たりして災害を起すことが多い。我國の様に地震の多い國ではこれも考慮すべきことであつて、漏水や崩壊を防ぐため水槽壁が全部山地内にある様にすべきである。

(ハ) は云ふまでもない。(ニ) は假令水槽に適するところでも、發電所までの勾配が緩く水壓管路が甚だ長い時には、水壓管路の建設費が莫大となるから成る可く近い所がよい。故に場所に依つては發電所の位置が水槽の位置に依つて變更されることもある。

6. 水壓管 水槽から水車の入口まで水を導く管を水壓管 (penstock or pressure pipe) と云ふ。10 米以下の低落差には通

常これを具へない。又堰堤式發電所の中には水壓管が堰堤中に埋つてゐて、外部からは全然見えないものもあるが、普通は水槽と發電所との間の斜面に露出して敷設するのである。之がためには固定臺や受臺を以て支持し、又固定臺の中間に伸縮接手を設ける。

水壓管路の建設費は水路のそれに比し通常 2~3 倍を要するから、成る可く短く成る様に設備すべきである。併し水壓管路の傾斜を急にすると管路の長さは減するが、支持が困難に成る。勿論地形、地質にもよるが、普通落差の 2~3 倍程度の長さになつてゐるものが多い。

水壓管は普通軟鋼板で作る。内外面にコール・タール、ペンキ等の錆止塗料を施す。錆止塗料を屢々塗換へれば 20~30 年の壽命を保つことが出来る。

今日用ひられて居る水壓鐵管の種類は

- (イ) 軟鋼板を曲げて管にしたもの
 - a. 鋸接管 (riveted pipe)
 - b. 熔接管 (welded pipe)
- (ロ) 鑄鋼管 (steel casting pipe)
- (ハ) 引拔管 (drawn pipe)
- (ニ) 帶卷鐵管 (banded pipe)

等がある。(イ)が最も普通に用ひられ、(ハ)及び(ニ)は極

く高落差の場合に用ひる。之は鐵板が厚く成ると、曲げて管にする事が困難な爲である。(ロ)も亦高落差の場合に用ひることもあるが、寧ろ鐵管の曲り目、分岐點等の特殊の形狀を必要とする部分に用ひる。

高落差の一例を示せば某發電所(有效落差 706.8 m)では、上部を熔接管、下部を帶卷鐵管とし、水車入口前の部分は鑄鋼管を用ひて居る。この鐵管の内徑 1.652~1.143 m、各部の厚さ熔接管 12~32 mm、帶卷鐵管 28~44 mm、鑄鋼管 72 mm を有して居る。又日本海電氣會社の小口川第三發電所(富山縣)(有效落差 628 m)では引拔軟鋼管を用ひて居る。

尙水壓管は一般に靜水壓の 2 倍程度の壓力を以て嚴密に水壓試験を行つたものを用ひる。

鋸接管は從來から最も多く用ひられて居る。鐵板を曲げて薄いものは重接手、厚いものは衝頭接手とし當板を用ひる。直徑の小なるものは工場で鋸接し、管にしたものを送るが、直徑の大なるものは現場で鋸打するのが便利である。

熔接管は電氣熔接に依るが技術が中々難しく、その巧拙に依つて強度が非常に支配されるから必ず監督官廳の承認を受けて施行する。

合

熔接管は鋸接管に比較して(イ)接用^用效率は 90% 以上(鋸接管は 50~80%)が保持されるから鐵板を薄く出来、材料が

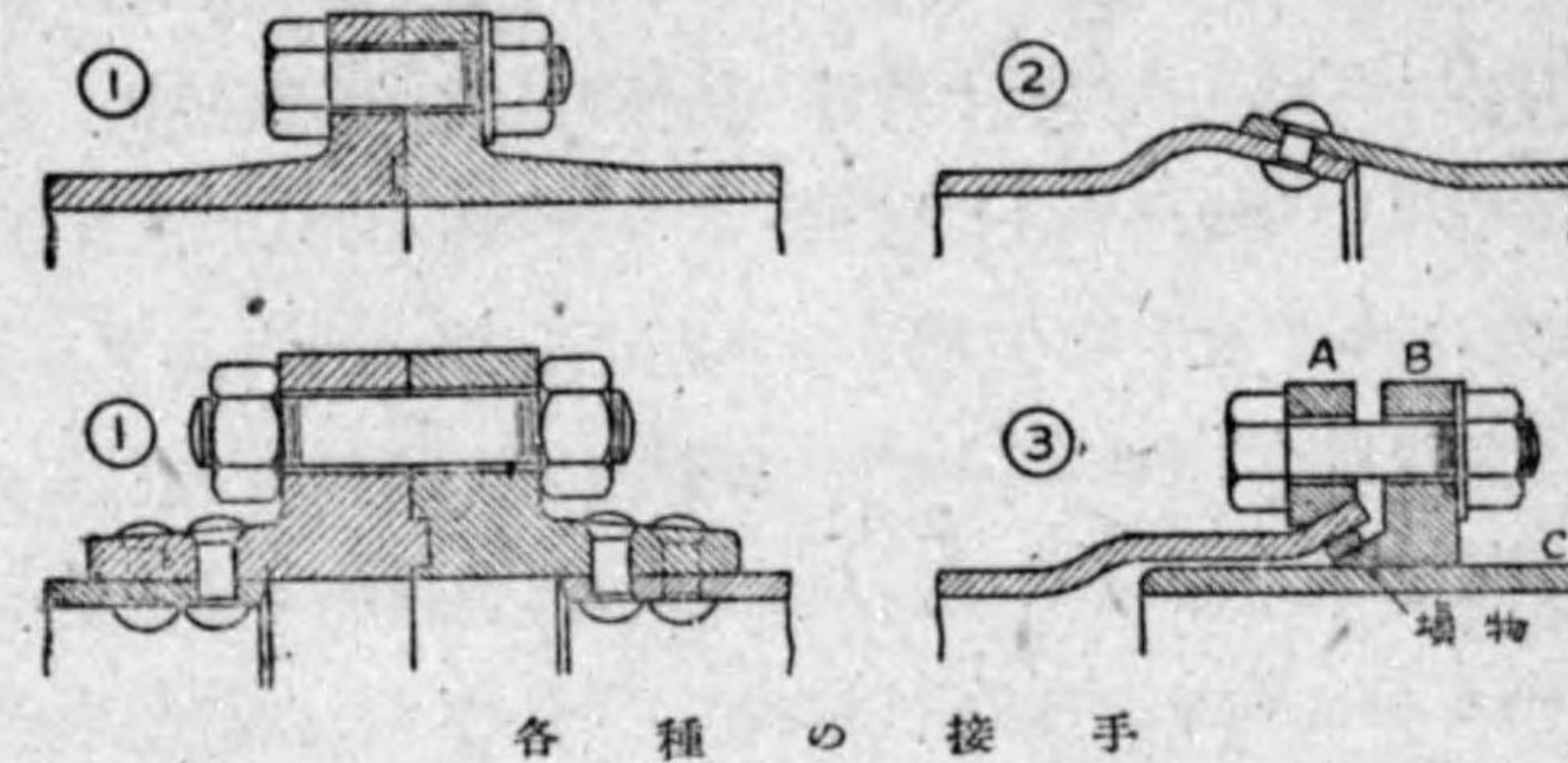
節約される。(ロ) 織目で鐵板を重ね合わせることが無いから、材料が節約される。(ハ) 鋸接管では鋸の頭が管の内方にも突き出て居るが、熔接管はこれが無いから流水の摩擦が少い。(ニ) 寿命が長い。

従つて熔接管は今後次第に多く用ひられるものと考えられる。只餘り薄いもの、餘り厚いものは熔接が困難である。然し或る發電所では内徑 1.5 m, 厚さ實に 50 mm の熔接管を用ひて居る。

極めて稀であるが、鐵管が手に入らぬ場合及び特に深山で鐵管の運搬に莫大の費用を要する場合に鐵筋コンクリート管又は木管を使用する事がある。何れも落差 50 m 以下に限るのが安全である。木管は、鐵帶で補強して 100 米位迄使用出来る事はない。水槽に近い部分だけ是等を使ひ、下部は鋼管とするのも一策である。

7. 水壓管の接手 水壓鐵管は運搬及び据付け等の便宜上直徑にも依るが、7, 8 m 前後の節に分け、据付け後現場で各節相互間の接續を行ふのである。この場合に用ひる接手の種類としては、(1) フレンチ接手、(2) バンプ接手、(3) マッフ接手等がある。鋸接管の接手には普通(1)を用ひ熔接管には(1)、(2)を用ひる。又(3)は主として伸縮接手に用ひる。

第 14・6 圖



フレンチ接手は第 14・6 圖 (1) の様に兩方の鑄を合せて其間に鉛、皮革又は麻等のパッキンを入れ、ボルトで締付けたものである。

バンプ接手は同圖 (2) の様に管の膨れ出した部分を合せて鋸接したものである。この接手はフレンチ接手に比較して鋸の頭が流水の道路を狭める事なく摩擦損失の少い特徴がある。

マッフ接手は同圖 (3) の様に鐵管の開いた口の周りに A の輪を徑の小さな方から入れ、これを B の輪とボルトで結合する。B の中に C の管が通る。AB をボルトで締めると間のパッキンを締付け、假令溫度變化のため管が伸縮しても水が全く漏らぬ様にすることが出来る。この目的のものを伸縮接手と言ふ。

8. 水壓管の直徑及び厚さ 管内の摩擦水頭は直徑⁵の⁵に⁵反⁵比例⁵する。

乘に逆比例する（問題 12 参照）。従つて鐵管を太くすれば損失水頭は大いに減するが、その代り後述する様に鐵管を太くすると鐵管の厚いものを必要とし、従つて支持物も丈夫にしなければならない等の事から、水壓管路の建設費を増大するのである。

然し實際問題としては水壓管の直徑は 0.3~5.00 m 位に止め、管内の流速は直徑の小さなものは 2 m/s、直徑の大きなものは 3~4 m/s 位にする。従つて流量が決まればこの點から直徑が決定される。

水壓管の直徑は上部を大とし、下に成る程直徑を小にするのが普通である。又厚さも下部程大きな水壓が働くから下程厚くしなければならない。

水壓鐵管の厚さは次式に依り決定される。

$$t = \frac{pDf}{2F_m\mu} \quad (14 \cdot 1)$$

但し t = 水壓鐵管の厚さ (m) f = 安全率 (普通 3~4)

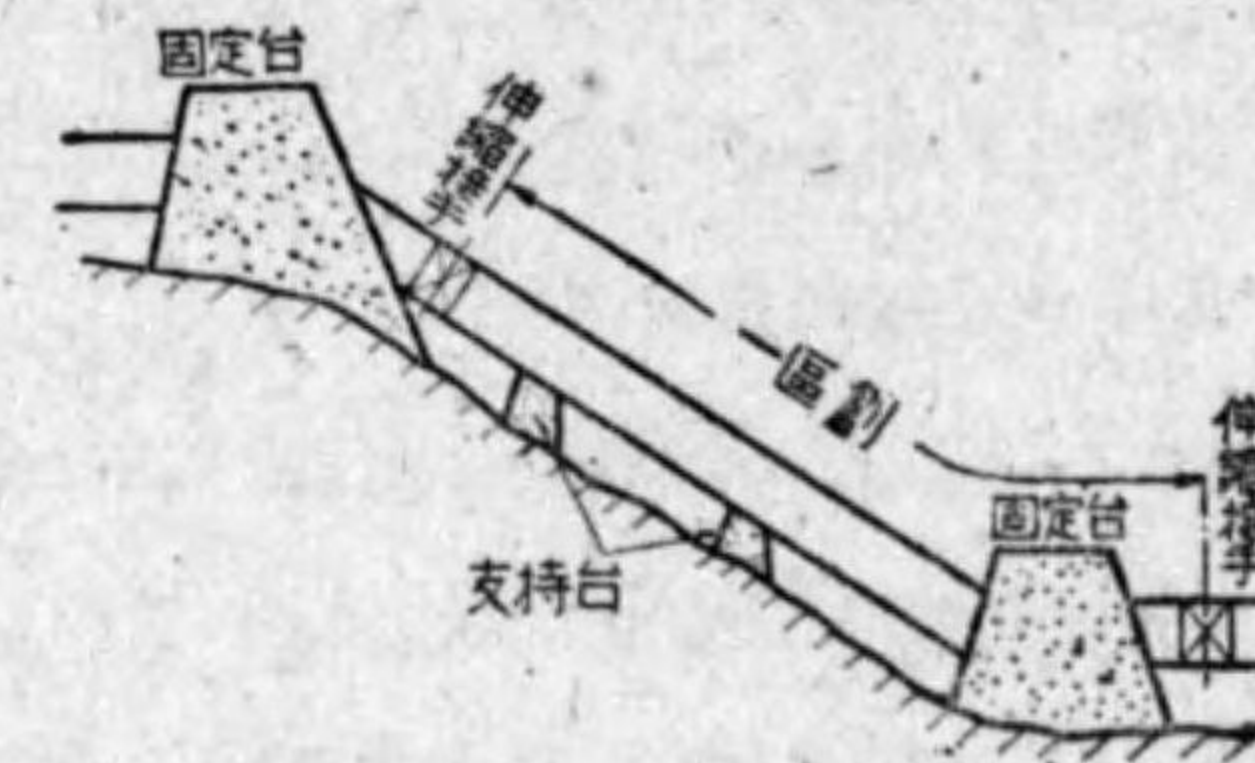
D = 内徑 (m) F_m = 最大抗張強度 (kg/cm²)

p = 鐵管に加る水壓 (kg/cm²) μ = 接手効率

式中 D を cm で表せば t も cm が出る。 p はその點から水槽水面までの高さによつて生ずる靜水壓に水槌作用に依る水壓上昇を見込んだ値を採る。これは大體靜水壓の 50% 増位に見ればよい。又 F_m の値は軟鋼板の場合は 4000 kg/cm² 位である。

9. 水壓管の支持 水壓管を支持するには勾配の變り目等管の曲つた部分に大きな力が働くから、此部分に第 14・7 圖

第 14・7 圖



水壓管路の一部

の様に大量のコンクリートを以て鐵管を包み、少しも動かぬ様堅固に固定しなければならない。これを固定臺と云ふ。尙直線部が非常に長い時には固定臺を直線箇所にも設ける。固定臺と固定臺との中間の部分には適當の間隔にコンクリートの支持臺を設ける。

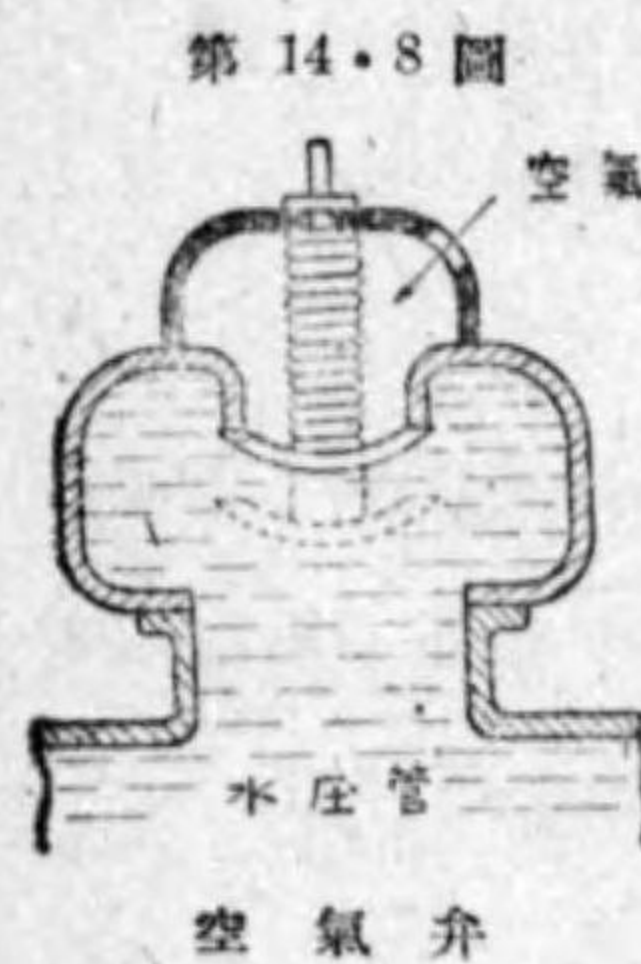
鐵管の伸縮する際の滑りに對し、接觸面の摩擦を少くするためローラーを取付けたものもある。

伸縮接手は鐵管の溫度變化に依る縦方向の伸縮に依る應力が固定臺に働かぬためのもので、固定臺の直ぐ下に各一箇宛設ける。伸縮接手に既述したマッフ接手の様なものを用ひる。

10. 水壓管の附屬設備 水壓管には通常次の様なものが附屬して居る。

- (1) 空氣管 (air pipe or vent pipe)
- (2) 空氣弁 (air valve)
- (3) ドレン弁 (drain valve)
- (4) マンホール (man hole)

第14・3圖のaが空氣管である。之は圖の様に水壓管の水槽附根に設ける。水車外殼や水壓管が若し破れた時には急に多量の水が放出されようとする。然るに水槽が、この要求に應ずるだけの充分な深さが無い時には、水壓管附根の處に真空を生じて鐵管が潰裂する虞れがある。殊に圖の様に水壓管入口にフラップ弁を有して急に鐵管入口を閉ざす様にした場合は一層この虞れが多いのである。然るに空氣管があれば斯る場合にaから空氣が入つて真空の發生を防止することが出来る。

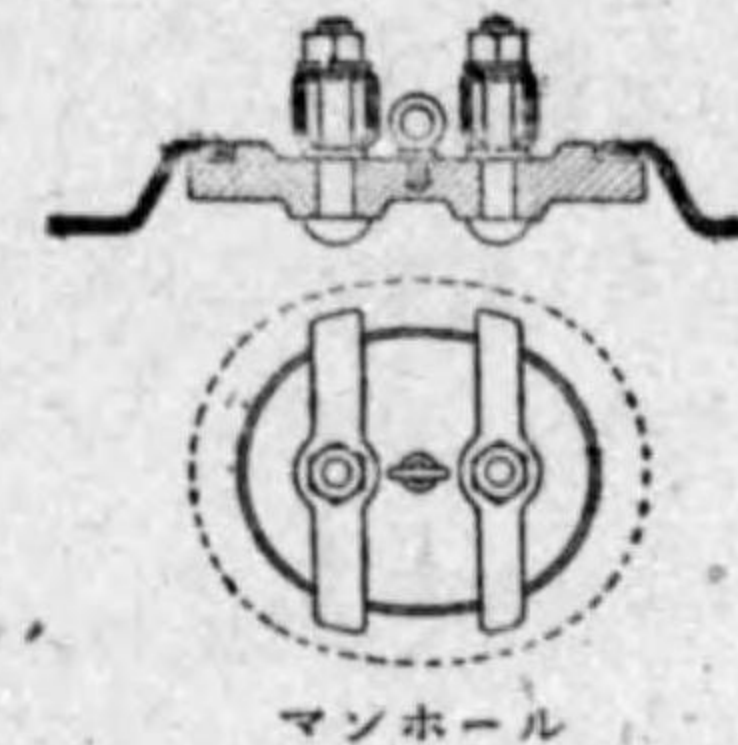


空氣弁も空氣管同様、真空を生じて水壓管が潰されることを防止する装置である。第14・8圖の様な構造を有し、平常水壓の爲めバネを押し弁は閉ちて水は出ないが、若し管内の壓力が下つて真空となると、大氣壓とバネの力と相加り、弁を押し開いて空氣が中に入る。

これは空氣管の代りに水槽直下の水壓管に取付けたり、水壓管の緩勾配から、急勾配への變り目等の個所にも設ける。

ドレン弁は水壓管の最下部の水車主弁の直ぐ上部に設ける小さな止弁で、これから直徑10種位の鐵管が放水路に出て居る。

第14・9圖



この目的は鐵管を掃除する時に管内の水をこれから吐出させる爲である。平常は閉ちて置く。従つてやはり水槌作用に依る強い壓力も受けるから、弁の構造を充分丈夫にして置かなければならない。

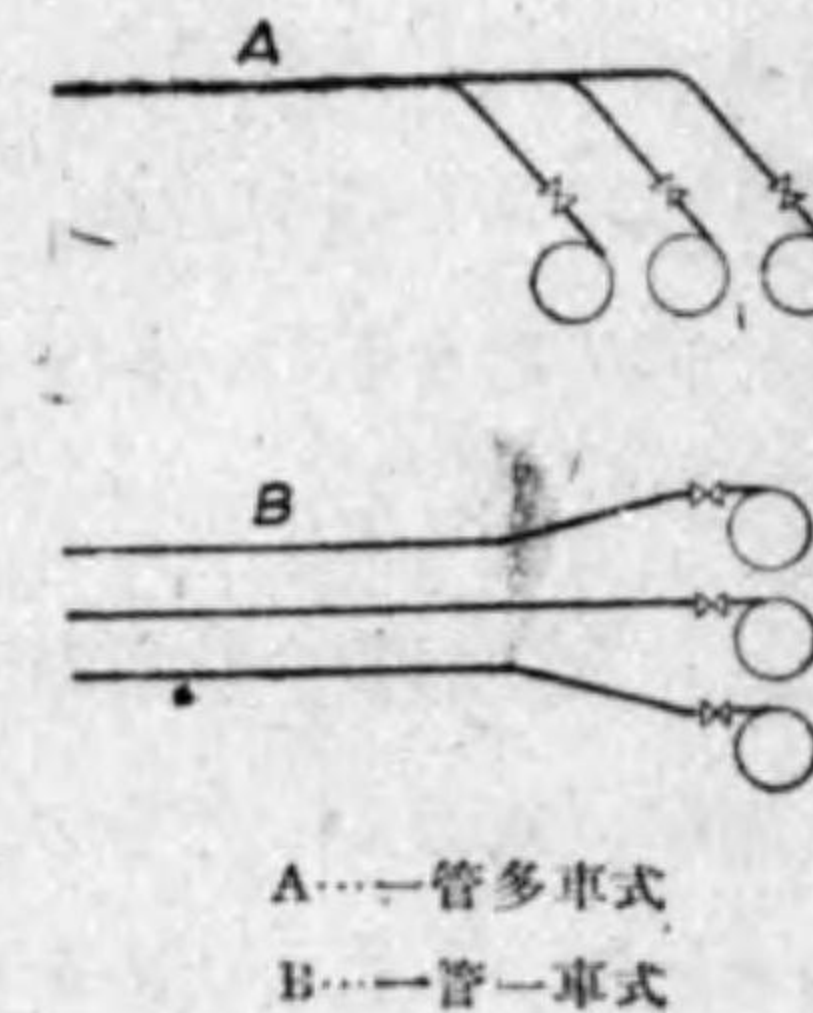
マンホールは管内の修理點檢を行ふ際に、これから人が出入するところである。これは水壓管の所々に適當の場所を選んで設ける。

第14・10圖

11. 水壓管の配置 水壓管の配置には次の様な方式がある。

- (1) 一管一車式
- (2) 一管多車式

(1) 近來大規模の發電所は皆此式である。費用はかゝるが一本の鐵管に故障など起つた場合、他の



水車に累を及ぼさないから都合がよい。而し鐵管費を増加し、又水壓管路の幅が大となつて敷地や、支持臺の費用等が大きくなるのは當然である。この式では發電所入口で水車据付けの間隔だけ開くから、鐵管が擴つて居るが、上方は管路の費用を節約するため間隔を狭くするのが普通である。

(2) これは非常に落差の高い發電所とか、容量の小さい發電所によく用ひられる形式である。高落差に成ると鐵管の厚さも長さも大に成るため中々高價に成る。従つて經濟上水壓管の本數を減じ發電所入口の邊で各水車に分岐させるのである。

水壓管路の位置は大體水槽と發電所の位置に依つて押へられて仕舞ふが、その地形として必要な條件を列擧すると、(イ)地盤の丈夫な所、(ロ)雪崩等の被害を受けぬ所、(ハ)勾配の餘り緩かでない所、又餘り急でない所、(ニ)管路が幾分横に曲り、發電所が見通しにならぬ所、(ホ)水はけのよい所等である。

(ニ)は水槽、水壓管等に事故が起つた場合に發電所が災厄から免がれる事が出来得る。(ホ)に對しては一般に管路の兩側又は一側に溝を設け、雨水等がこれを流下する様にして置く。

12. 放水路 放水路 (tail race) は水車から出て來る水を元の河川に放流するための水路である、之が下流發電所の水路の初めになつて居る場合も少くない。

放水路の構造は矢張り地形に依つて開渠も隧道も用ひられる。又その長さは發電所の位置如何に依つて長いものも短いものもある。ハツ澤發電所 (山梨縣) の如きは全部隧道で、途中鐵道線路 (中央線) の下を貫いたりして長さ約1軒もある。短いものは僅に5,6米で本流に合するものもある。

放水路が本流と合する口を放水口と云ふ。放水口は河川の餘り屈曲して居ない所で、洪水の被害少く又洪水位が餘り高く成らぬ所がよい。尙反動水車の場合は放水路の吸出管に近い所に角落しを設ける事がある。これは輕負荷の時又は渦水時でも放水面が或る限度以下に低下しない爲である。又效率試験等を行ふ際に流量を測定するため板堰を取付ける場所を作つて置く事も必要である。昔は安全を考へて放水路に相當の落差をとつたため、後に小發電所をそこに設けたものさへある。

復 習 問 題 XIV

1. 水槽の効用を述べよ。尙其の大きさは最小どの位必要か。
2. 水槽に附屬する設備四を挙げ、其の用途を示せ。
3. 水槽水門の目的を述べよ。
4. 餘水溢路の用途を記せよ。
5. 餘水路に就き注意すべき事項を列擧せよ。
6. サイホン溢路の目的及び構造並に作用を説明せよ。
7. 水槽の位置選定條件を列擧せよ。

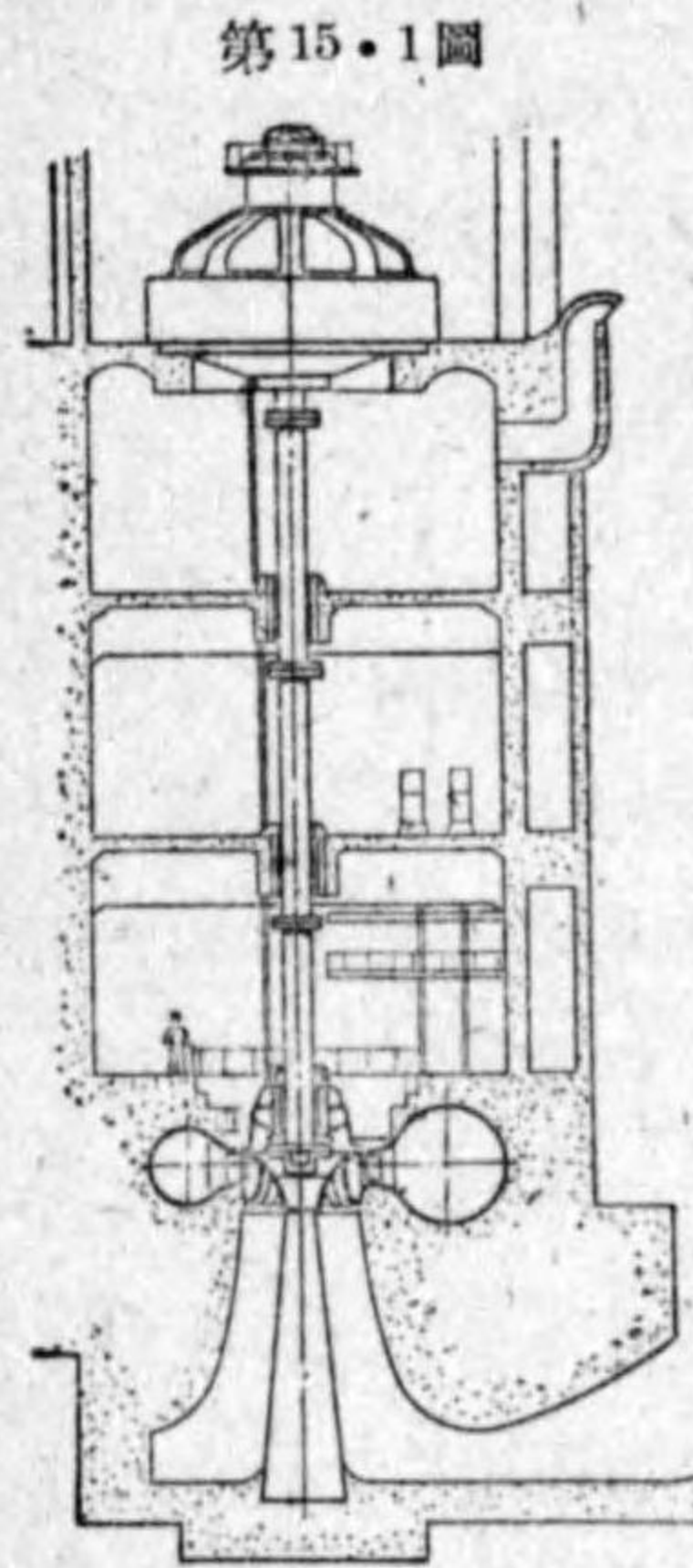
8. 水力發電所で土砂の水車に流入する事を減少するため水路工作物に施すべき設備を挙げよ。
9. 水壓管の種類を挙げ、各の構造を述べよ。
10. 熔接管と鉄接管との特色を明かにし、主として夫々如何なる所に使用せられるかを述べよ。
11. 水壓管の接手三種に就き、其の構造を示せ。
12. 水壓管内の摩擦水頭が直径の5乗に逆比例する事を示せ。
13. (14・1) 式を導き出せ。
14. 長い水壓管では上方は直径は大であるが厚さは小、水車に近づくに従つて直径を小、厚さを大にする理由を説明せよ。
15. 水槽水面からの落差 65 m, 鉄接管内径 1.6 m, 安全率 4, 接手効率 65% として鉄板の厚さを算出せよ。
16. 水壓管内の流速の概数を示せ。
17. 水壓管の支持方法を示せ。
18. 水壓管の附屬設備五を挙げ其の效用を示せ。
19. 水壓管の配置方式を二大別し、得失を比較せよ。
20. 普通の水力發電所にて取水口より放水路に至る間の重要な設備10點を挙げよ。
21. 水力發電所取水口より放水路に至る間の各部の落差損失を示せ。
22. 有効落差 30 m 出力 500 kW の水車に専用する水壓管直径の概数如何。
23. 落差に比べて長い水壓管を有する水力發電所で、水壓管に施設する保安装置三種を挙げ、其の作用を説明せよ。

第十五章 發 電 所

1. 發電所の位置 發電所の位置は水力計畫で決定せられるのであるが、單に地勢的條件を列挙して見ると、(1) 河水の衝き當る所を避けた所、(2) 洪水時に河水の暴れない所、又水位の上昇少い所、(3) 水壓管を短く出来る所、(4) 地質堅固で山崩、雪崩等のない所、(5) 平坦で發電所の周圍に相當面積の餘裕がある所、(6) 掘鑿すべき土坪の少い所、(7) 機械、材料等の運搬に便利な所等であつて、その他水力發電所に大抵附屬屋外變電所を設けるが、その場合にはこの敷地のことも考へて置かなければならない。發電所に隣接して平坦な場所があればそれに越した事はないが、多くは谷間で然も急勾配の河岸にそんな平坦な餘地はないのが普通である。又發電所の屋上に變電所を設けたところも相當ある。

河水の方向が丁度發電所に衝き當る様な所では平常それ程ではないが、洪水等に發電所の機械まで災厄に遭遇した例もあるから注意すべきである。依つて必要の場合には大規模の護岸工事や擁壁を設ける。又洪水時水位の上昇が激しい所を選ぶと、元來發電機床面は安全上その場所の最大洪水位より上にすべきものであるから、若し横軸とすれば水車は發電機と同一床面に

置く可き関係上落差の幾分を捨て、仕舞はなければならない。この場合假令堅軸の反動水車としても、長軸のものと成つて、発電所建物が非常に高くなるか大なる掘鑿をしなければならないから、建築費を増し運轉上にも不便がある。併し最大洪水位には放水面が21米も上昇するので約25米の主軸を用いた例もある。第15・1圖はこの発電所の縦断面を示したものである。



豊實発電所縦断面

2. 発電所建物 発電所建物は機械の据付、修理等を行ふ時不便のない程度の餘裕あるものとする。然し不必要に空間のあるのは不經濟でもあり、又體裁もよくない。

水力発電所の間取りは相互間の連絡、採光、換氣等を考慮して配置しなければならない。その室割は水車、発電機及び勵磁

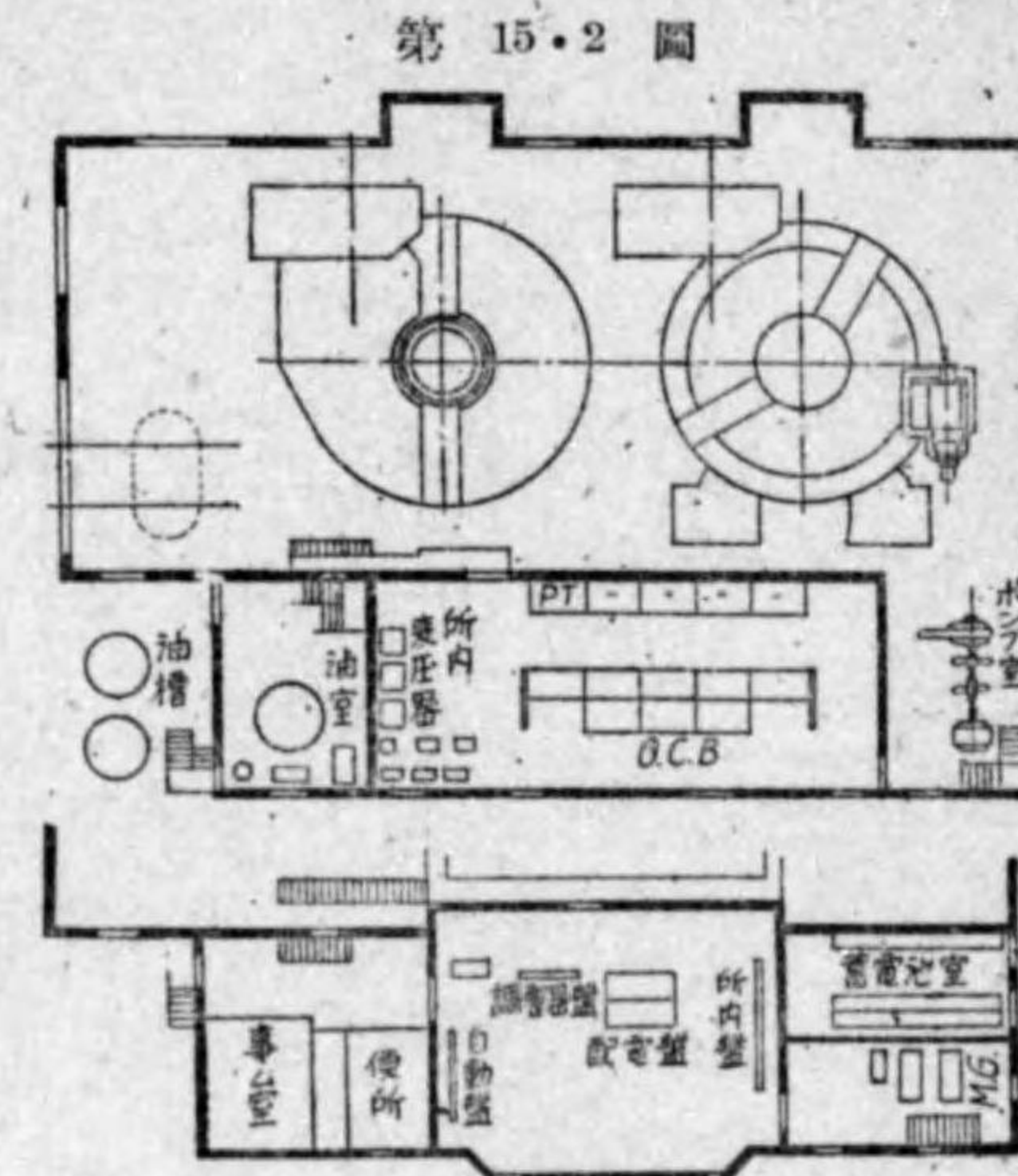
機を入れる主機室を初めとし、配電盤室、母線、開閉器、遮断器等を設備する室、蓄電池室、事務室等の附屬室に分ける。附屬變電所及び避雷器等は建物内に收容される事もあるが、多くは屋外に設ける。

水力発電所を設ける所は大抵山奥の交通不便な所が多く、発電所建設のために特に運搬用道路を設けたり、或は橋を架け又電氣鐵道を設けたりして運搬するのであつて、これに非常な費用を要する。この鐵道が落成后交通に使はれる例も少くない。

機を入れる主機室を初めとし、配電盤室、母線、開閉器、遮断器等を設備する室、蓄電池室、事務室等の附屬室に分ける。附屬變電所及び避雷器等は建物内に收容される事もあるが、多くは屋外に設ける。

主機室は横軸の場合には水車及び発電機は同じ床に並べられるから、一階である

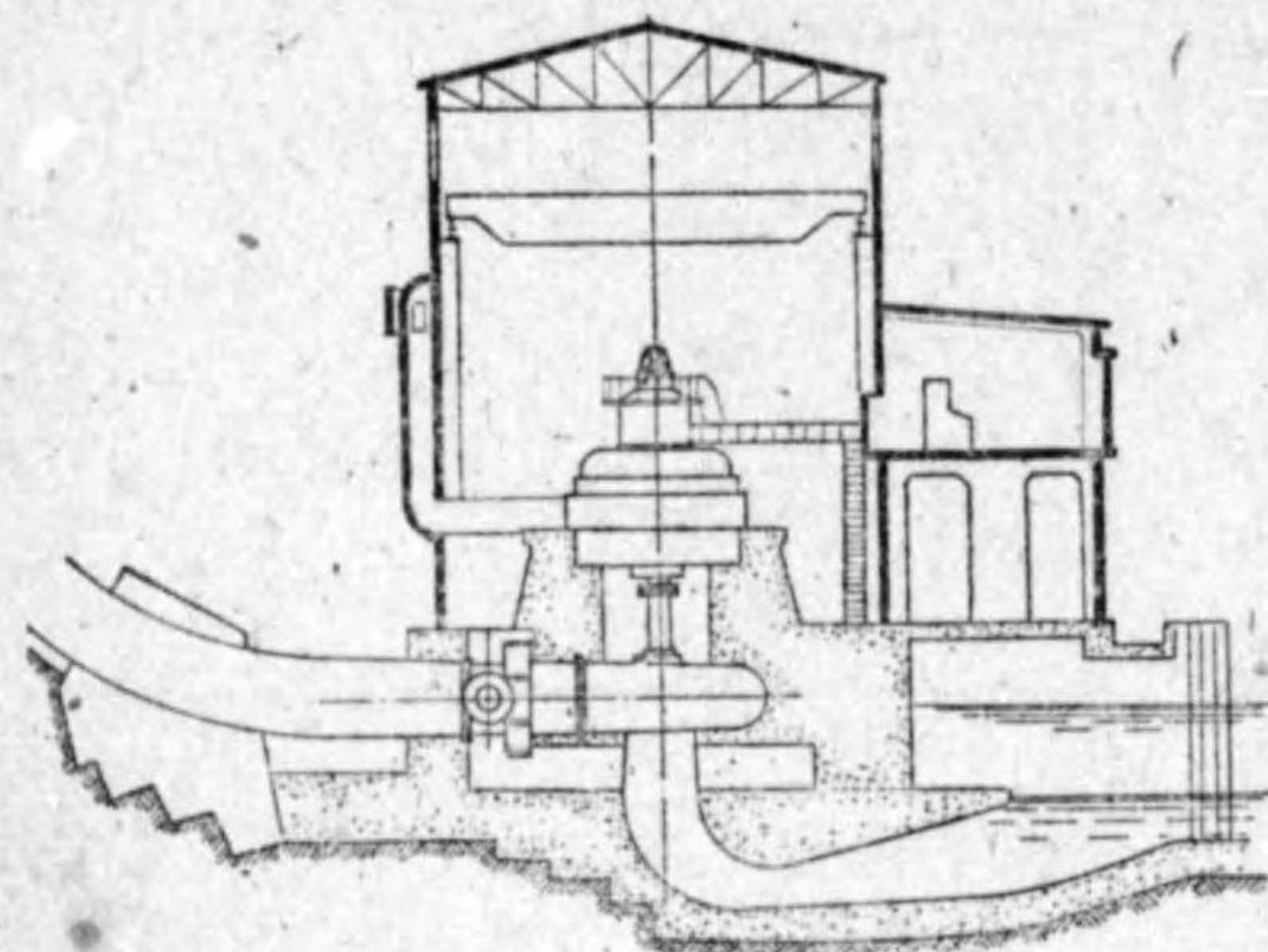
が、堅軸の場合には單床式以外は二階又は三階、四階にする。主機室には又天井に機械の分解、組立等の場合に用ひる移動起重機が設けてある。又窓を充分に設けて採光を良好にする。配電盤室は操作運轉上の中心を成す所であるから、どの室に行くにも便利で且つ屋外にも簡単に出来る様な所がよい。又成る可く東南に面した日當り及び通風の良好な處を選ぶべきである。蓄電池室は成るべく日光の直射を受けぬ所がよい。油入遮断器等は夫々一臺づつ別にして相互間を完全な防火壁、防火扉を以て隔離するのが安全である。尙主機室から屋外へ通ずる出入口



發電所平面圖

は機械の搬入、搬出等に差支へない様充分大きく作つて置く可

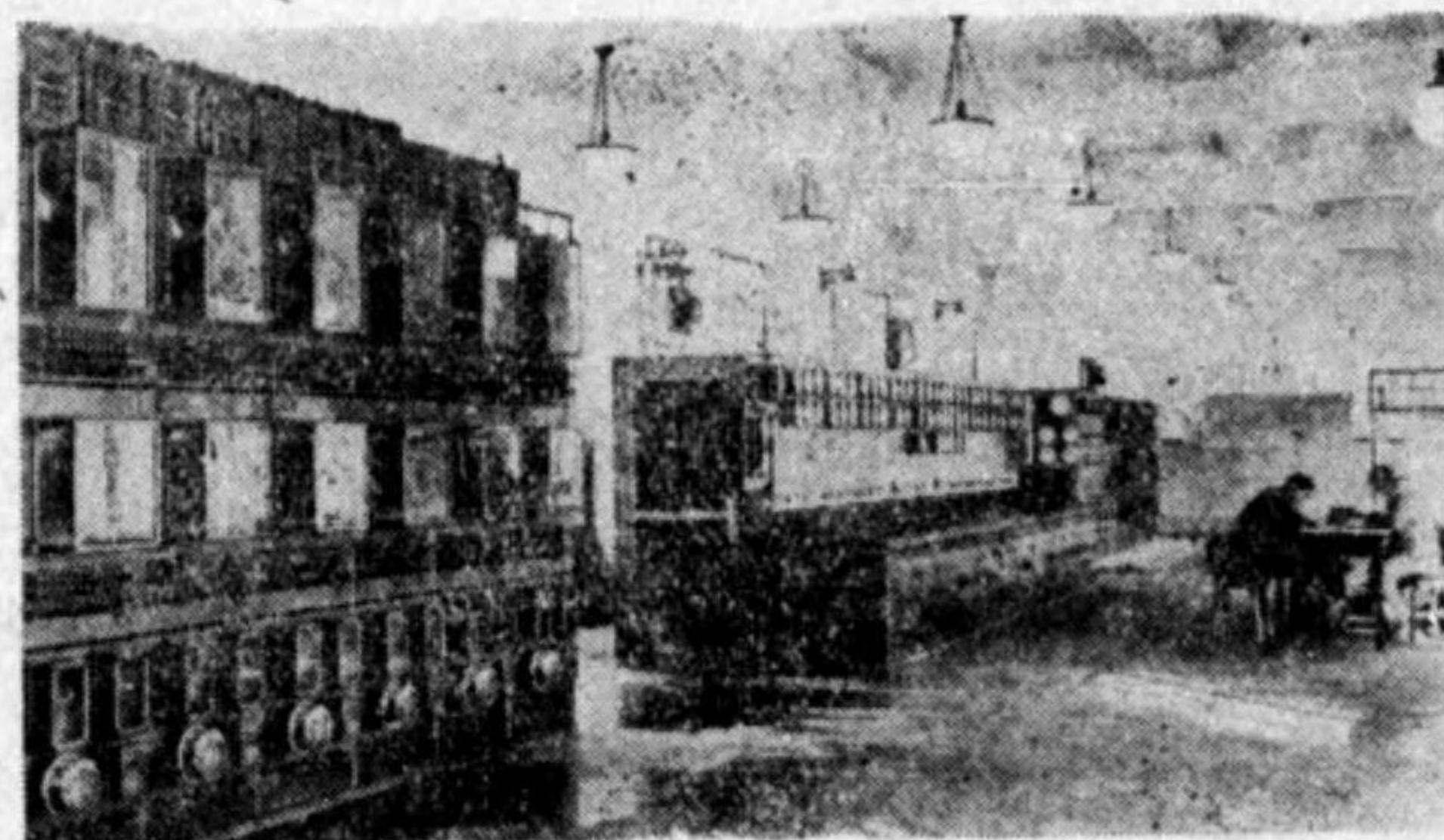
第 15・3 圖



發 電 所 縦 斷 面 圖

きである。發電所建物の性質は耐久的であり、且つ耐震、耐火に造らなければならない。現今發電所建物としては鐵筋コンクリート造又は鐵骨コンクリート造のものが一般に用ひられて居るが、

第 15・4 圖



配 電 盤 室

後者は建築費が約三割程度高く成るが、耐震的に安全度高く、發電所の工事期間も短縮出来る等の利點がある。

3. 發電機の運風

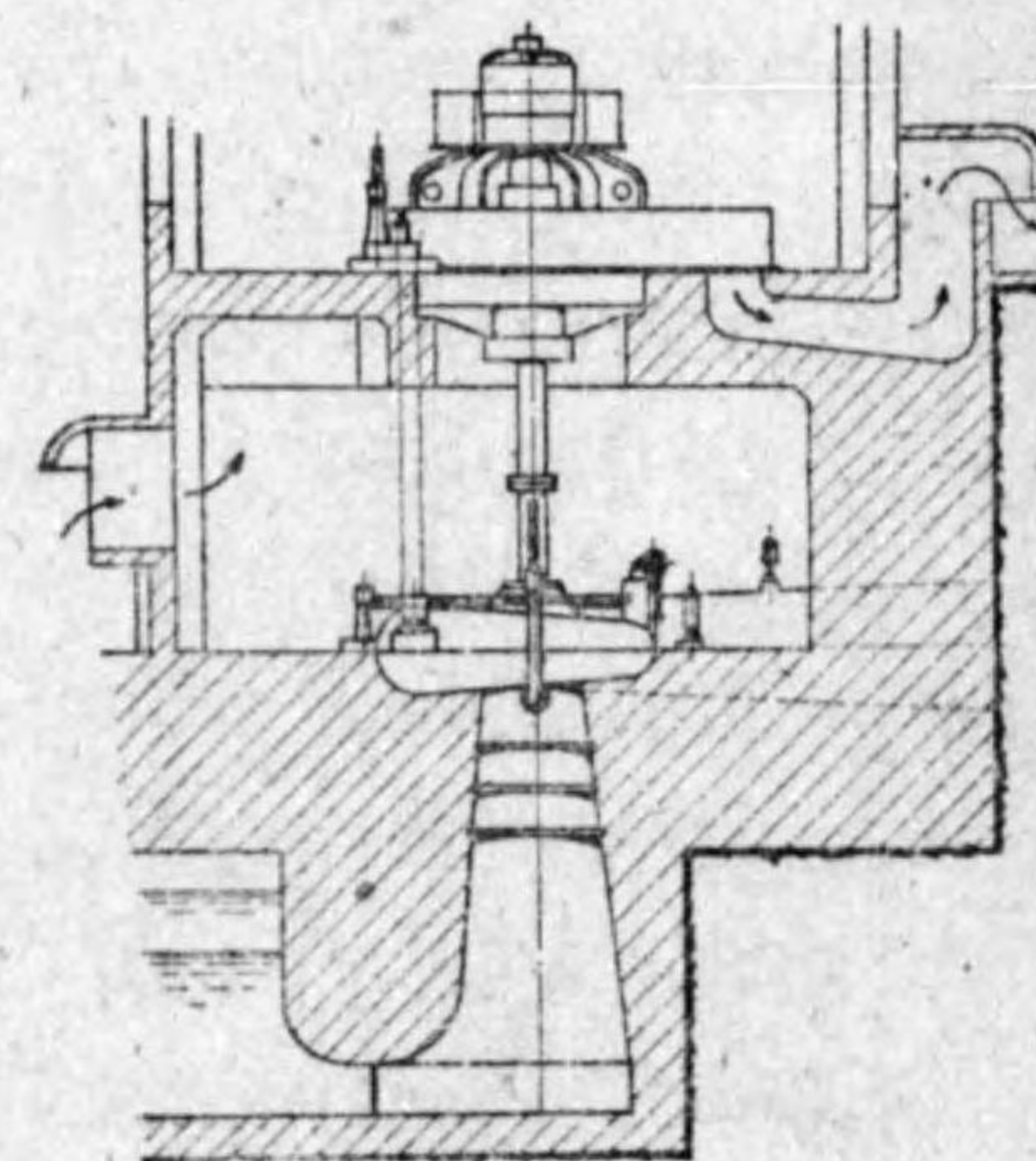
水車發電機の通風方式は機械の容量型式及び回轉數等に依りその方法を異にするが、現今一般に用ひられて居る方式を列擧すると、(1)開放型及び半開放型、(2)閉鎖通風型、(3)全閉鎖型空氣循環式となる。尙この外に全閉鎖型水素ガス循環式が最近蒸汽タービン機に製作された。

(1)は主として小型機に用ひ、又横軸の機械に多い。半開放型は金網又は他の有孔の蓋で閉ぢ、外物に對して相當の保護をしたものである。何れも

(2)及び(3)に比較して構造簡單で機械の點檢、修理等には便利であるが、騒音が激しく、又冷却効果も劣る。

(2)は發電機の大部分を鐵板で閉鎖し、僅に冷却用空氣の出入口だけ開けたもので、この出口及び入口の一方又は兩方に

第 15・5 圖



豎軸閉鎖自己通風型(複床式)

通風管又は風洞（第 15.5 圖）を連絡する。

回轉が遅く通風不十分な場合は、電動機運轉の扇風機を設けて通風を強制する場合もあるが、多くは自己通風型である。又風洞入口を放水路に設けたり空氣冷却装置を設けたものもある。尙通風後の溫氣は冬期室内に放ち暖房に利用する様にしたものもある。

(3) は全部閉鎖された環狀風道を用ひ、その内部に水冷式空氣冷却器を備へて同一空氣を循環通風させた方式である。(2) では空氣中の塵埃が發電機内に蓄積するため通風困難となり、放熱効果も著しく低下するのでこの(3)の方式を採用した機械が次第に増加して來た。

尙閉鎖通風型及び循環通風式は發電機回轉に依る騒音防止に役立つ上、更に發電機火災の時循環式は勿論、閉鎖通風型も出入口を閉鎖して炭酸ガス消火装置を採用することが出来る利點があり、又運轉員の危険防止にも効果がある。

4. 名種冷却用水 水車の軸受特に豎軸水車の推力軸受の冷却、水冷式變壓器の冷却等に冷却用水を使用する。又主發電機の冷却にも水冷式の空氣循環方式を用ひたものがある。若し之等に使用する冷却用水が止つて仕舞ふと、溫度の上昇に依り機械は甚だ危険な状態に成り運轉を繼續する事が出来ない。

冷却水の採り方は(イ)水槽より獨立した鐵管に依つて採るもの(ロ)水壓管の途中から分岐するもの(ハ)放水路からポンプで汲上げるもの等の方法が行はれて居る。(イ)及び(ロ)の場合も豫備としてポンプを置くのが安全である。

冷却水には**濾過器**を設け一度水を濾過して用ひる。これは洪水等の場合濁つた水を其儘循環させたり、又落葉などが流れ込むと管が忽ち塞つて仕舞つて水の循環に支障を來たすためである。

5. 發電所の自動化 現今新設される發電所は大抵何等かの形式で自動制御方式を用ひ、又既設發電所の自動化も行はれる有様で、純然たる手動式發電所は次第に影をひそめる感がある。自動制御の種類を挙げると起動、同期化、周波數及び出力調整、電壓制御、異常事故に對する保護、停止等がその主なるものである。

自動化の利益は運轉操作の迅速確實、人件費の節約、保護装置の完全、水力の經濟的利用、事務室等の縮少による建築費の節約などである。自動化の範圍及び方式等に依つて、次の様に分類される。

- (1) 全自動式發電所
- (2) 半自動式發電所
- (3) 遠方監視制御式發電所

全自動式發電所では親發電所の制御により一切自動的に行はれ、勤務員を1人も置かない。起動要素 (starting impulse) を送つてやりさへすれば自動的に水車主要弁の開放、水車發電機の起動並に勵磁、同期化等が次々に行はれ、次で水量の變動に應じて負荷を加減し、又は豫め定めた一定の負荷を掛けるのである。次に單に停止要素 (stopping impulse) を送れば停止する。

6. 半自動式發電所 所謂一人制御式 (one-man-control scheme) と稱する方式では、配電盤に多段開閉器式の主制御開閉器を設け、水車主要弁の開放、水車發電機の起動及び勵磁、同期化等の自動制御を個々に行ふ事が出来、又必要に依つて主制御開閉器を一氣に最終段まで操作すると、上記の制御は次々と階段的に進行して行く様にも出来る。

一人制御式自動装置の一例として富山縣電氣局の愛本發電所 (富山縣黒部川) のものを述べて見よう。先づ配電盤で制御開閉器の第一段を閉じると、電動機直結の油壓ポンプが起動して規定の油壓を作り、同時に軸受用油ポンプも運轉され各軸受到に充分給油する。そこで第二段の制御開閉器を閉じると、主弁用磁石が働きこれを開放させる。主弁が全開すれば調速機磁石が作用して水車の導水弁を少しく開き水車を起動させる。この際前段の運轉準備が完成されて居ない場合には第二段の制御開閉

器を入れても水車は起動しない様に連動装置が施されて居る。扱て水車が始動して漸次速度を増し、規定速度に接近すれば自動同期化装置により發電機が母線に投入される。發電機並列後は水車は水位調整器により水位に應じ、流量に相當する負荷を取る。發電所の水車及び發電機は二組以上ある場合には、水車の負荷が夫々正規出力の 40 % 以下に下つた場合には1臺の運轉を自動的に停止する。

水車に流量以下で任意の負荷を取らしめたい場合には水位調整器を除外し、配電盤から調速機の電動負荷調整装置 (速度變更装置) を働かして任意に負荷を制御することも出来る。調速機の油壓低下、軸受の過熱、水車の過速度等の故障に際しては夫々安全装置が作用して水車は自動的に急停止する様になつて居る。

遠方監視制御方式では各種の操作を遠隔の制御所から監視しながら制御及び調整が出来るもので、機器及び装置の制御、調整装置とそれ等の状態を制御所で指示又は記録する装置から成るものである。

従つて此の方式では單なる制御式と異り、これを直接に行へば多數の制御回線を必要とする譯で、距離が1軒以下の場合には (イ) ケーブル式と稱して多數の回路を用ひて直接に制御所と被制御所とを連絡するものも用ひられるが、多くは回線を最少

數とするため次の様な方式のものが用ひられて居る。

(ロ) 衝流式 直流又は交流の衝流を選択的符號とする方式で、衝流の數、時間、量、方向、波形等の組合せにより選擇するもの。

(ハ) 同期式 制御所及び被制御所の兩方に對應する装置を設け、これを同期的に連絡線に接続させるもの。

(ニ) 自動電話の呼出しダイヤルと同様のものを選択器として被制御器を選択するものであつて、操作の返信を音響で受けるものである。

遠方監視制御方式は調整池を有する發電所の制御等に適して居る。又一つの制御所で多數の自動發電所を選択して制御する事も出する。

7. 發電所の落成試験 土木工事竣工検査は各府縣廳

が行ふのである。その時期は通水試験の際又は其前後であつて、商工省の落成検査開始より7~10日位前にすべきものである。

工事が落成したならば先づ水路に通水し、次に水壓管に通水を行つて各所の漏水その他の點檢を行ふのである。之を通水試験と言ふ。

先づ水路の通水から述べる。最初は一度に多くの水を流してはならない。只よこれた部分を洗ひ塵埃を取去る程度の水を入

れるのである。そして水槽土砂吐水門を開き濁水を放出させ掃除を終つたならば、今度は又徐々に水を張つて一日位放置し漏水箇所を檢べる。

而して水路の點檢修理を終つたならば次に水壓管に通水する。さうして水車の試運轉を行ふのである。

發電所に於る試験は水車及び發電機を始めとし、勵磁機、變壓器、各種繼電器及び遮斷器、計器類及び計器用變壓器、變流器、母線及び導線等の各設備に就いて行ふのである。その試験の第一は絶縁耐力試験、第二は各設備個々の性能試験であつて、第一に關しては電氣工作物規程、第二に就ては主として日本電氣工業委員會標準規程に據つて行ふのである。

水車及び發電機に對する試験の主なものを列擧する。

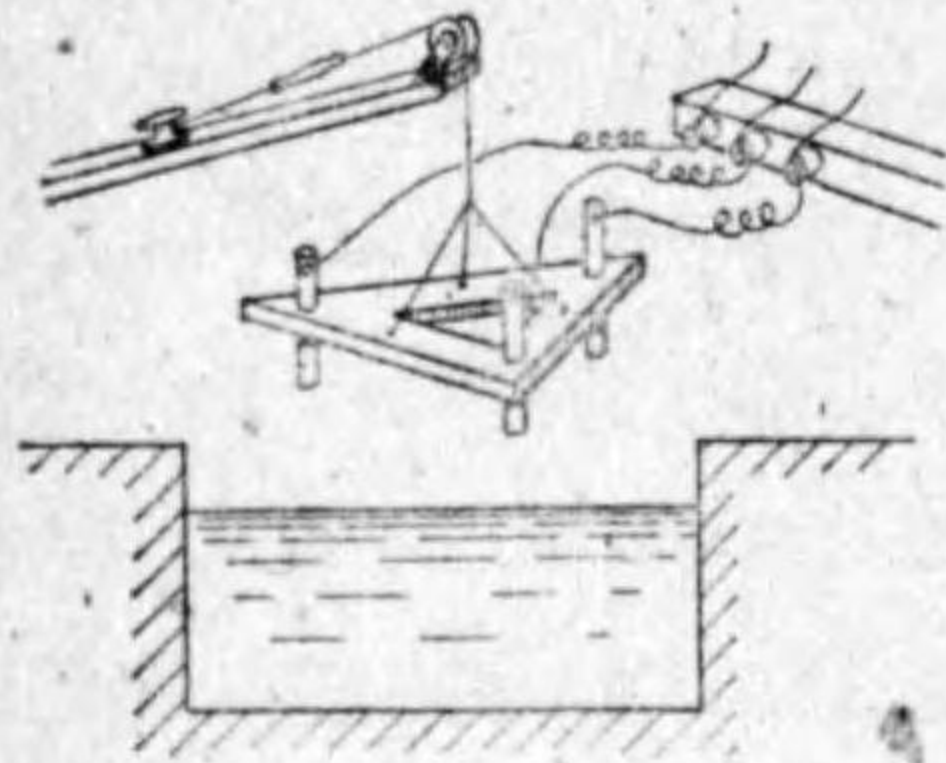
イ、負荷試験 ロ、能率試験 ハ、溫度試験
ニ、絶縁試験

負荷試験には定格速度、定格電壓で、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{2}$ 、 $\frac{3}{4}$ 、 $\frac{4}{4}$ の各負荷を遮斷して、速度、電壓、水壓、水槽水位等の變化を調べる試験（この際調速機の動作が試験せられる事になる）と、各發電機一臺宛の出力試験及び發電所全出力試験等を含めた試験である。

若し本試験の際發電所全出力試験に當局に提出した明細通り出力が出ない時は検査官から發電所出力の制限を受ける様な事

が起るから注意すべきである。負荷としては一般に水抵抗を用

第 15.6 圖



三相負荷用水抵抗設備の一例

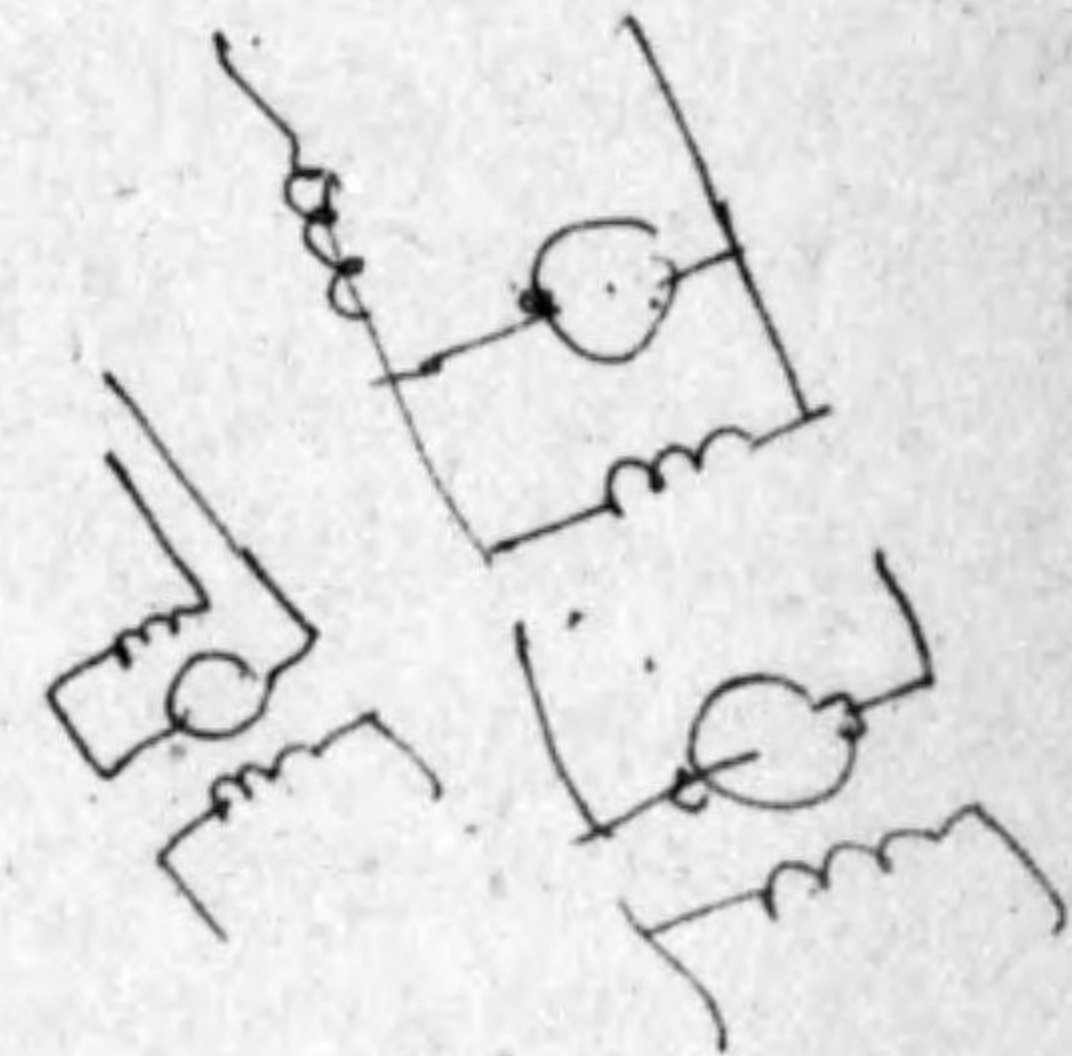
ひる。第 15.6 圖はこの一例である。能率試験も矢張り $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{4}$ 等の負荷に對して行ふのであつて、この際の水車入力は有効落差と流量から決定する。流量測定の方法は第二章で述べた方法中適當なものを選んで行ふのであつて、放水路で堰測法を行ふ方法が多く用ひられて居る。然し精確に行ふことは困難なので製作所の資料で満足する場合が多い。

發電機の溫度試験は必ず行はれるもので、適當の實負荷がなければ二台を並列にし一方を同期電動機として無効横流で行はれる。

復 習 問 題 XV

1. 水力發電所の位置として望ましい地勢的條件を列挙せよ。
2. 洪水時に水位の上昇の大きな所を何故水力發電所に選んで悪いのか。
3. 水力發電所の配電室の位置及び構造につき注意を述べよ。
4. 水車發電機を冷却方式に依り種別せよ。
5. 閉鎖通風型水車發電機の冷却效果其他に就き優劣を述べよ。

6. 水力發電所に要する水の用途を列記し、之を得る各種の方法を示せ。
7. 自動發電所を 3 種に區別せよ。
8. 一人制御式自動發電所を説明せよ。
9. 遠方監視制御式自動發電所とは如何なるものか。又どんな方式があるか。
10. 發電所の落成試験につき述べよ。



第十六章 河川流量及び貯水池

1. 雨量 河水の源は雨と雪である。降雨の量即ち雨量は雨量計で測り普通耗を單位として表す。これは雨が降つた儘蒸發も滲透もせず其儘そこに溜つたとした時の水深を云ふのである。雪の場合もこれを水にした深さを矢張り耗で表す。

故に上記の値に面積を乗すれば、その面積内の降雨量が容積の形で得られる譯で、面積1平方軒當り1耗の雨量は1000立方米に當る。

本邦の地形は狭長であつて四面海に圍まれ、世界稀に見る雨量の多い國である。地方別に示すと北海道は割合少く年雨量100~1100耗、仙台附近1200耗位、奥羽殊に秋田邊は冬の日本海の影響を受けて1800耗位、金澤邊では3400耗、關東地方は夏颱風の影響を受けて2000耗位、長野邊は1000耗、瀬戸内海地方は平均1500耗、山陰地方は1600耗位、南海及び九州地方は我國で一番雨量の多い地方で、平均九州で2400耗、高知で2700耗、最大は4000耗の事もあつた。

2. 降雨の行方及び流出量 降雨の行方を考へると

(1) 蒸發するもの、(2) 地中に滲透するもの、(3) 地表を流れ

河川に入るものに大別される。(1)には地表から蒸發するものと、草木の枝葉から蒸發するものとある。地表から蒸發する量丈で一ケ年400耗乃至600耗で年雨量の約3割に達する。(2)は地下水となるのであるが、冬期河の水が渴れる時にこの一部が流出して河川に流入するものである。故にこれの大小は河川の渴水時の流量に多大の關係を持つのである。

森や林は土地の吸收滲透作用と相俟つて其の調和を助け、一層河川流量の狀況を良好ならしめるものである。其の利益をあげると、(1)地方的に雨量を多くする事、(2)地表面から蒸發する分量を減する事、(3)雨が川に流込む作用を緩漫ならしめ、河川流量の急激な變化を巧に調節する事、(4)土地の崩壊を防ぐ事等であつて、要するに洪水時の流量と渴水時の流量との差を少くして呉れる。

流域は集水面積とも云われる。第16・1圖中A點に取水口を設け、これから水路を作つて水力を利用する場合を考へよう。この場合はA點から其川の兩側の山々の峯を連ねた鎖線即ち分水線で圍まれた面積が流域であつて、其中に降つた雨や雪は皆集つてA點を流れるのである。

日本の川で一番流域面積の大きいのは信濃川であつて、實に9850平方軒に達する。それに対して渴水時の流量は125立方米/秒であるから、流域1平方軒當り $\frac{125 \times 1000}{9850} = 12.7$ 立/秒に

相當する。

第 16・1 圖



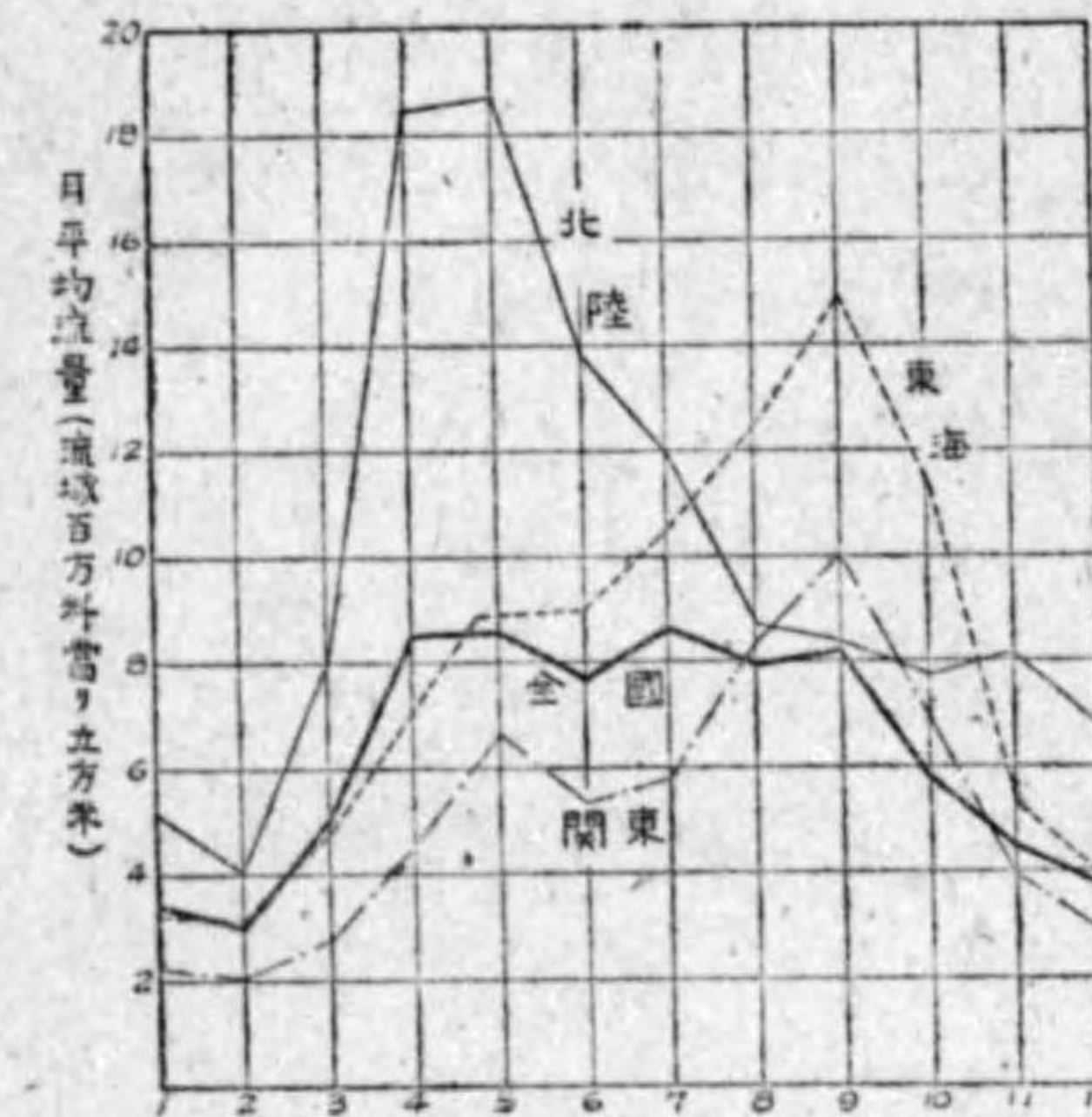
流域の説明圖

3. 流量の變化 雨量が地方に依つて異り、又同一地方でも年に依り月に依つて異なる様に、河川の流量も地方に依つて變化の具合を異にし、又同一河川でも年月に依つても異なるものである。

又流域の地形、地質、森林の状況、氣象等に依つて流下遲延の時間を異にするから、必ずしも降雨の状況と流量の變化とは一致するものではない。例へば冬は概して雨量が少ないにも拘らず雪となり氷となつて其儘相當の期間流域内に停滯するのであつて、これが冬期に渇水を來たす主な原因である。故に冬期の

氣温等の氣象狀況に依つて非常に渇水の程度が變つて來るもの

第 16・2 圖



各地月別平均流量

である。第 16・2 圖は北陸地方、東海地方、關東地方に就て毎月の流量の變化を示した曲線である。豊水時期は地方に依つて異なるが、2 月頃に一年中の最も甚だしい渇水が來る點は各地方とも共通して居る。即ち概して云へば、夏に豊水で冬期に渇水を來たすのであつて、

4. 流量と水位 我國では流量と水位とに對して、次の様な名稱を附して居る。

(イ) 渇水量又は渇水位 1 年中 355 日これより下らない流量又は水位

(ロ) 低水量又は低水位 1 年中 275 日同上

- (ハ) 平水量又は平水位 1 年の中 185 日同上
- (ニ) 豐水量又は豐水位 1 年の中 95 日同上
- (ホ) 高水量又は高水位 毎年一二回起る出水時のもの
- (ヘ) 最 渴 又は 最 渴
水 量 又は 水 位 既往の事實，里人の記憶又は口
碑に依り推定される流量又は水
位
- (ト) 最 大 又は 最 大
洪水量 又は 洪水位 同 上

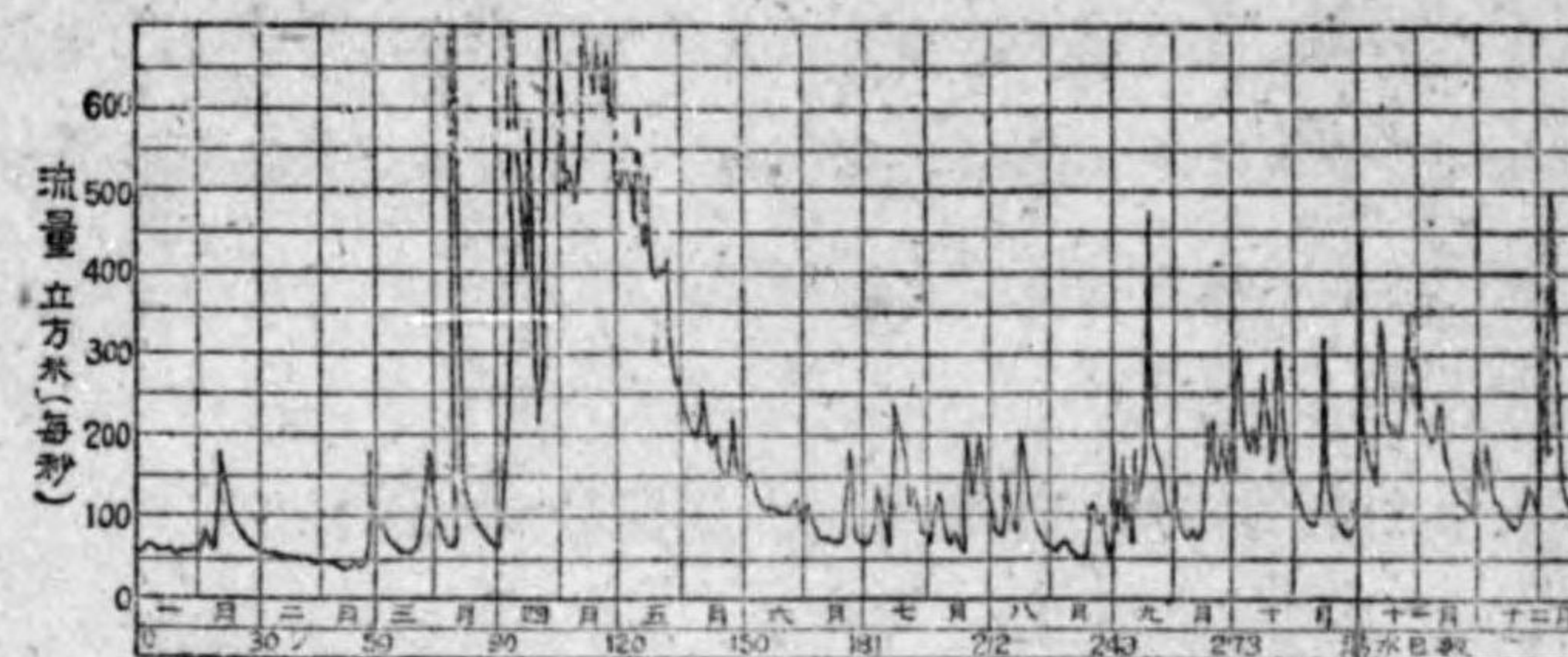
(イ)~(ホ)には何年分かの該流量又は水位を平均したもの、即ち平均渴水量又は平均渴水位、平均低水量又は平均低水位等々の様なものもある。

尙我國では平水量は渴水量の大體 2.5 倍前後の關係に成つて居る。

5. 水位流量圖 河川の流量は或一つの觀測點で一通り各水位に對する流量の關係を調べ、水位と流量の關係を示す曲線を作つて置けば、その後は單に水位標に依つて水位を読む丈で、曲線を参照して流量を推定する事が出来る。この水位と流量の關係を示す曲線をその觀測點の**水位流量曲線**と云ふ。

測定した日々の水位又は流量を、横軸に日付けを採り、縦軸に水位又は流量を採つて逐次列べて得た曲線を**水位圖又は流量圖**と云ふ(第 16.3 圖)

第 16.3 圖

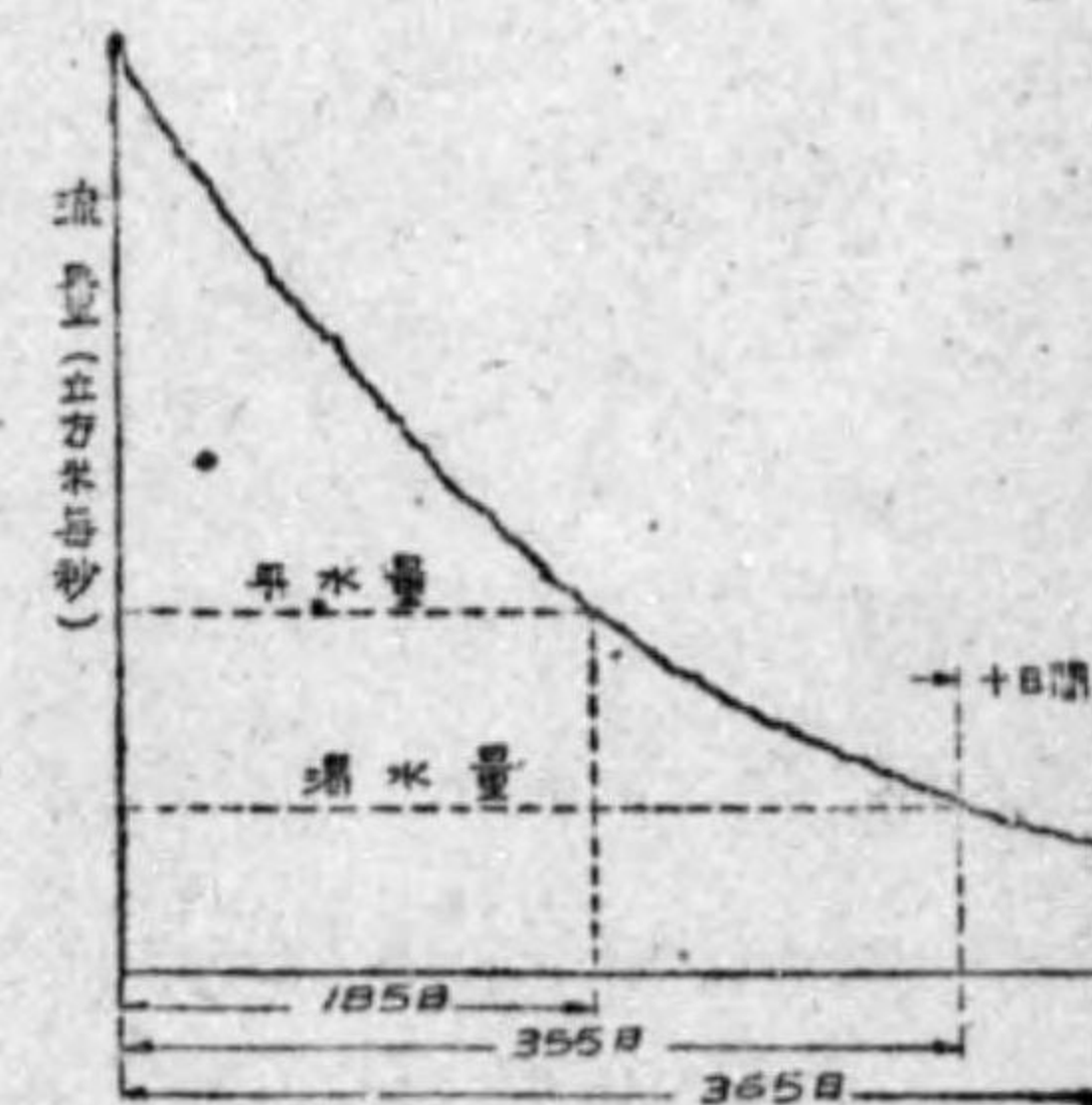


流量圖の一例(阿賀野川水系只見川)

横軸に一年間の日數 365 日を、縦軸に流量を採つて、一年間毎日の流量を、大きいものから小さいものゝ順に、その流量を持つ日數を横軸に段々列べて結局一年分を列べて見ると、之等の諸點は第 16.4 圖の様に

第 16.4 圖

略一つの曲線上に並ぶ。この曲線を**流況曲線**(duration curve)と云ふ。この曲線上或日數に相當する流量を Q とすれば、1 年間を通じ其の日數は一日の流量が Q を下らない事を示す譯である。従つてこの曲線上、日數 95 日、185 日、275 日



流況曲線

及び355日に相當する流量が即ち豊水量、平水量、低水量及び
渴水量である。又發電所の設計に當つて使用水量を幾何にすれ
ば1年間に幾日間その流量に達しないか、又その不足水量の總
計何程か等の事項を知るにも便利である。

6. 水力發電所の出力 水力發電所の出力は

- a. 常時供給用出力
- b. 特殊供給用出力

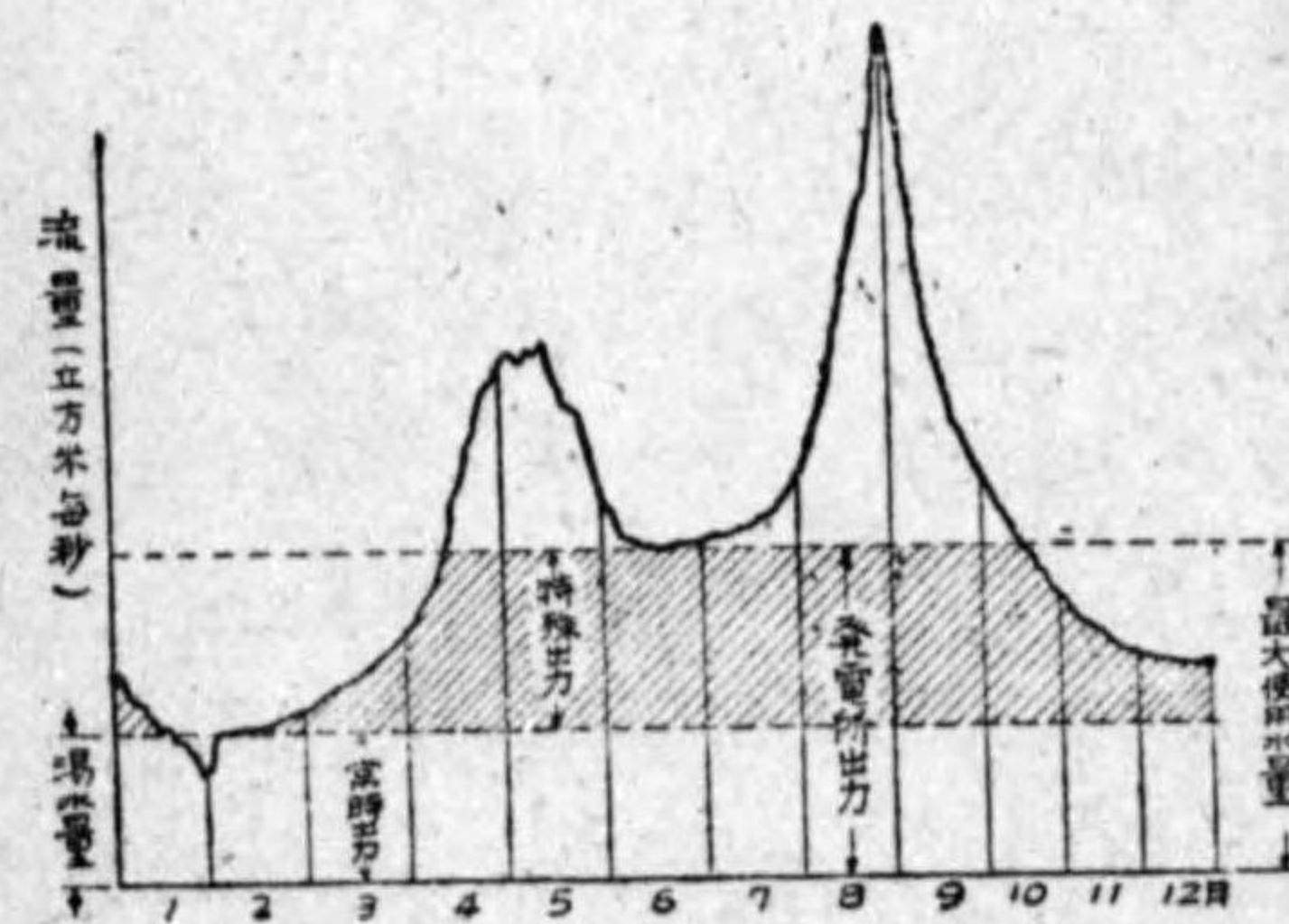
の二つに區別される。又尖頭出力には

- c. 常時尖頭出力
- d. 發電所尖頭出力

の二つがある。

常時供給用出力と云ふのは渴水量で得られる出力であつて、

第 16.5 圖



出力の區別

頃から 25 日頃まで、あつて、この時期が電力の需要に對して

一年中何時でも出し
得ると考へてよい出
力である。渴水量の
定義からすれば、一
年中 355 日間得ら
れる出力と云ふ事
になる。而して一年
中負荷の一番重い
は毎年 12 月 20 日

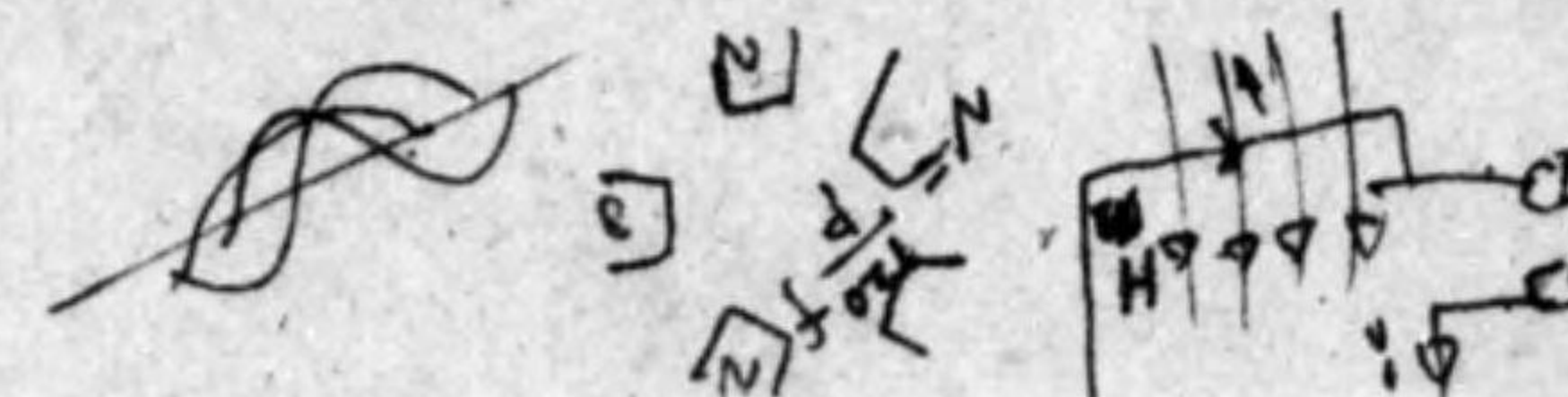
最も水力の不足する時である。河水の一番枯渴する毎年 2 月頃
は却つて 12 月の時程不足しない。従つて渴水量で得られる出
力を常時供給用出力と考へても先づ差支へない譯である。

次に**特殊供給用出力**と云ふのは、發電所の最大使用水量を渴
水量より高く採る様に設備した場合に、渴水量以上の流量に依
つて得られる出力を云ふのであつて、第 16.5 圖は此の關係を
示したものである。

特殊供給用出力は流量の變動に依つて支配されるから、何時
その供給を停止又は制限しても差支へない特殊契約の負荷にの
み充てなければならぬものである。そこで補給用火力の發電
所を設けるとかして、この特殊供給用出力を一般需要に振り向
けることが行はれる。これが即ち**特殊供給用出力の常時化**であ
る。

尖頭出力は貯水池又は調整池を有する發電所に特有の出力で
ある。この内**常時尖頭出力**と云ふのは常時供給用出力の分に相
當する水を調整して得られる尖頭出力であつて、一年中常に得
られると考へ得る尖頭出力である。次に**發電所尖頭出力**と云ふ
のは、特殊尖頭出力とも云ふべきもので、特殊供給用出力の分
に相當する水まで調整して得られる尖頭出力を云ふのである。

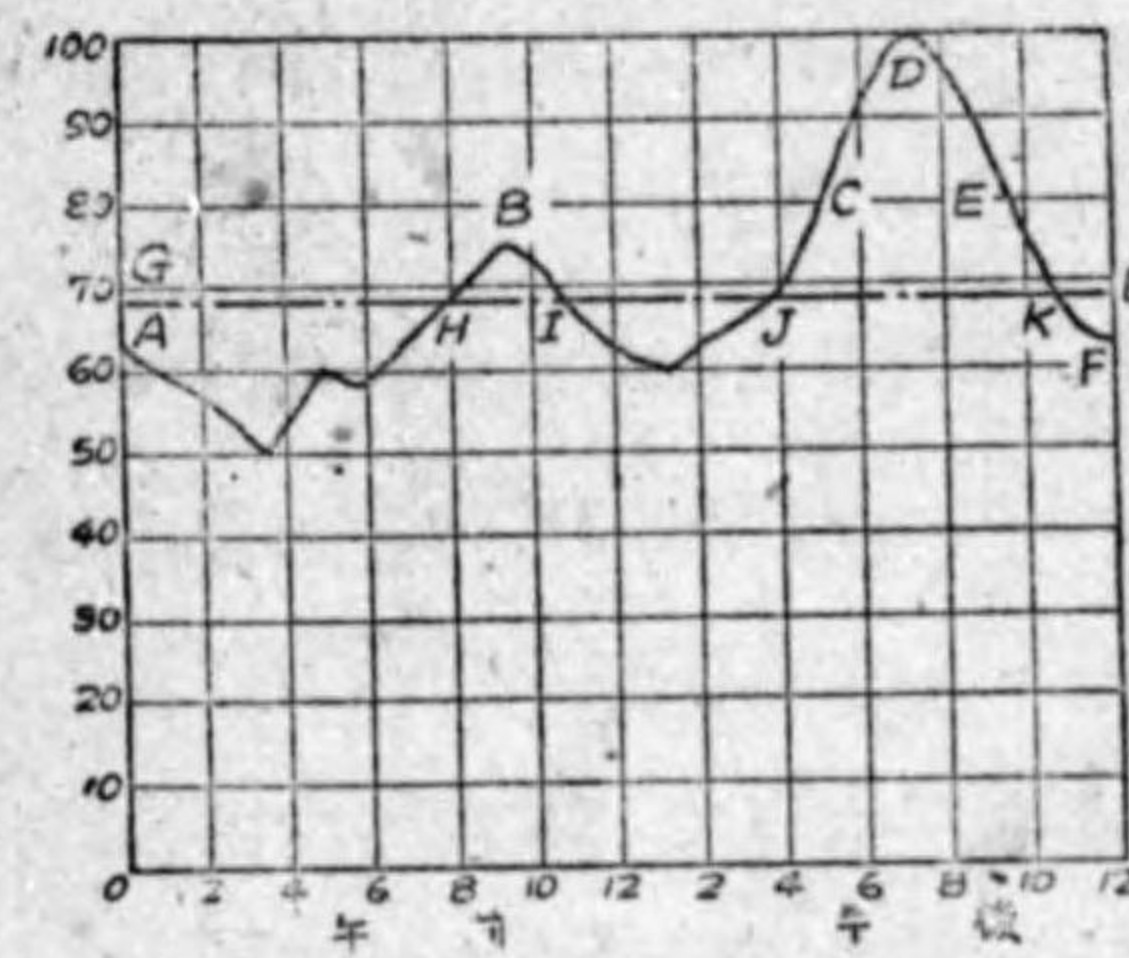
7. 調整池 調整池 (regulating pond) は一日の尖頭負荷



時に使用する目的で非尖頭負荷の餘剰水を貯水する池であつて、一日の流量を調整するのを目的としたものである。

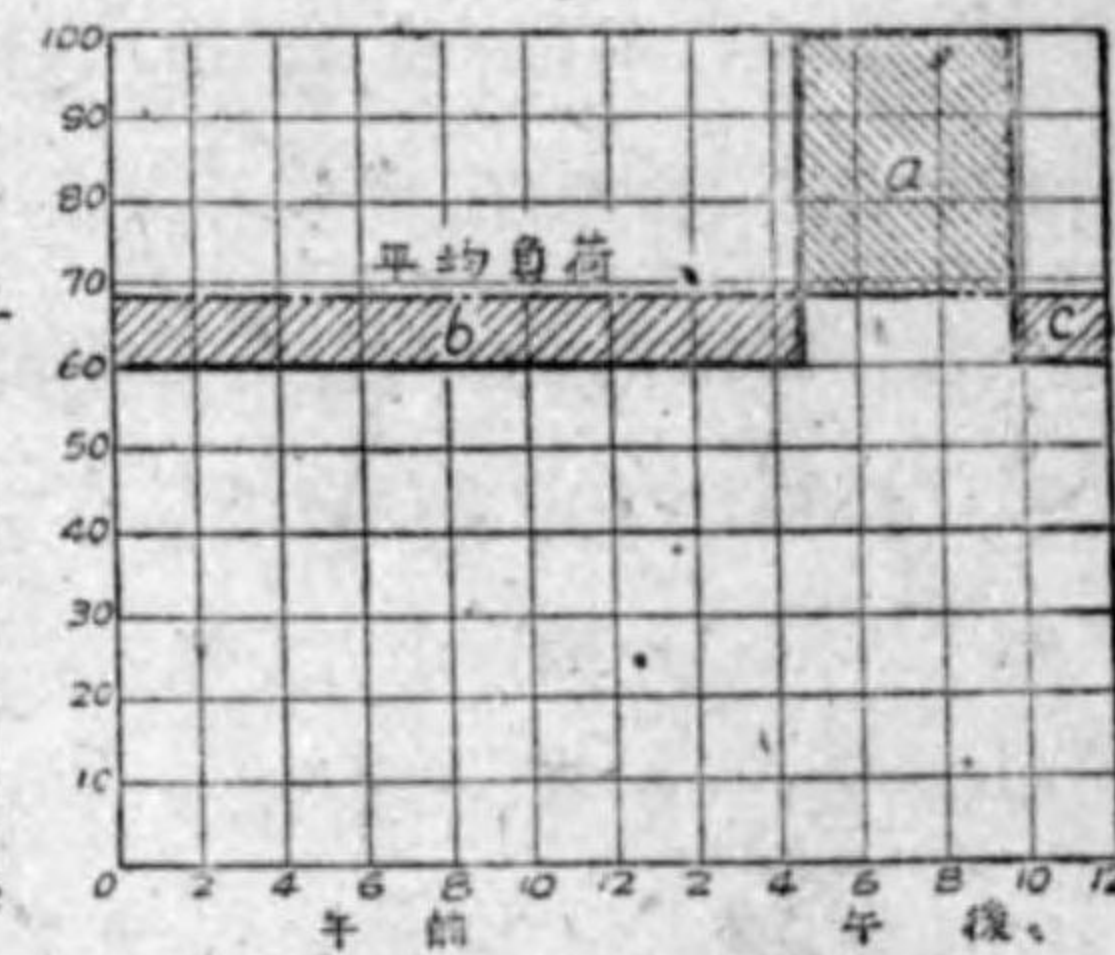
第 16・6 圖は代表的負荷曲線である。第 16・7 圖は上記負荷曲線の平均負荷、最大負荷、従つて負荷率等を變化しない様に

第 16・6 圖



代表的負荷曲線 (負荷率67.7%)

第 16・7 圖



換算負荷曲線 (負荷率67.7%)

矩形状に換算し單純化したものであつて、面積 $JCDEK=a$, $b+c=a$ なる關係を有して居る。

今單に負荷率、最大尖頭負荷、調整水量等を知る上では、斯様な簡単な負荷曲線と考へても差支へない譯である。この圖から一般に尖頭負荷繼續時間は大體 4~4.5 時間位最大負荷に相當する一定負荷を以て繼續するものと考へてよい。

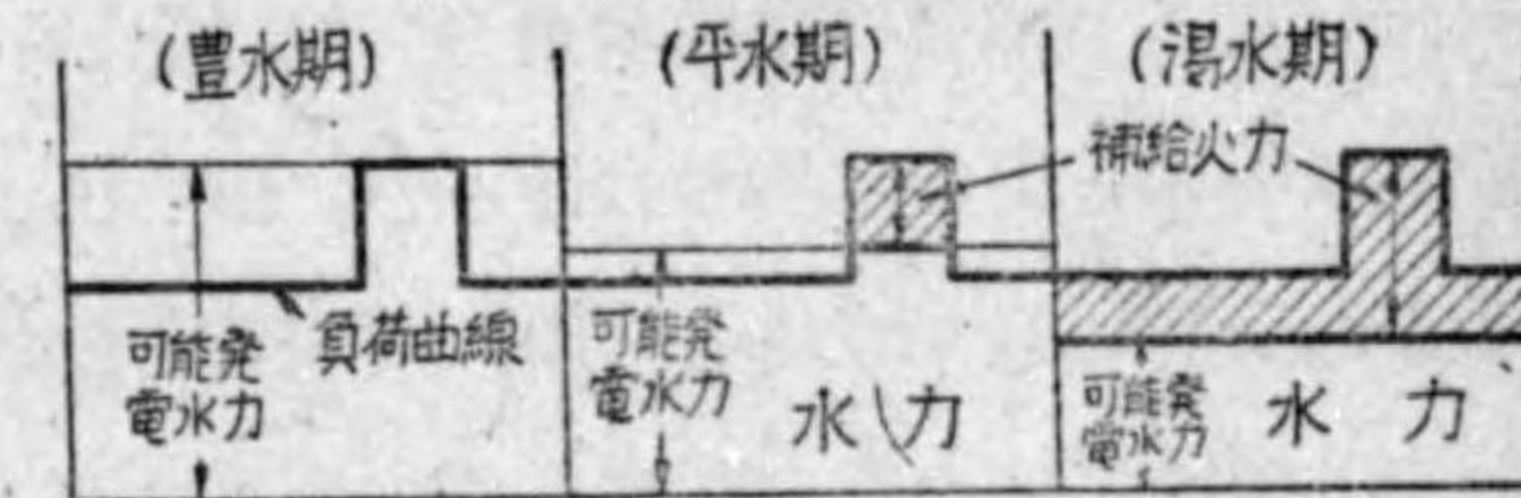
従つて今若し第 16・7 圖 a の部分に相當する水量を充分貯水出来る調整池を有する場合は、平均負荷に相當する流量を一日

中一定に取入れることに依つて丁度第 16・6 圖の負荷曲線に應ずる事が出来る譯である。若し調整池を有しない場合は平均負荷以下の部分に就て餘剰水を放流するに拘らず、平均負荷以上の部分を火力等で補はなければならない事になる。

次に渇水期に

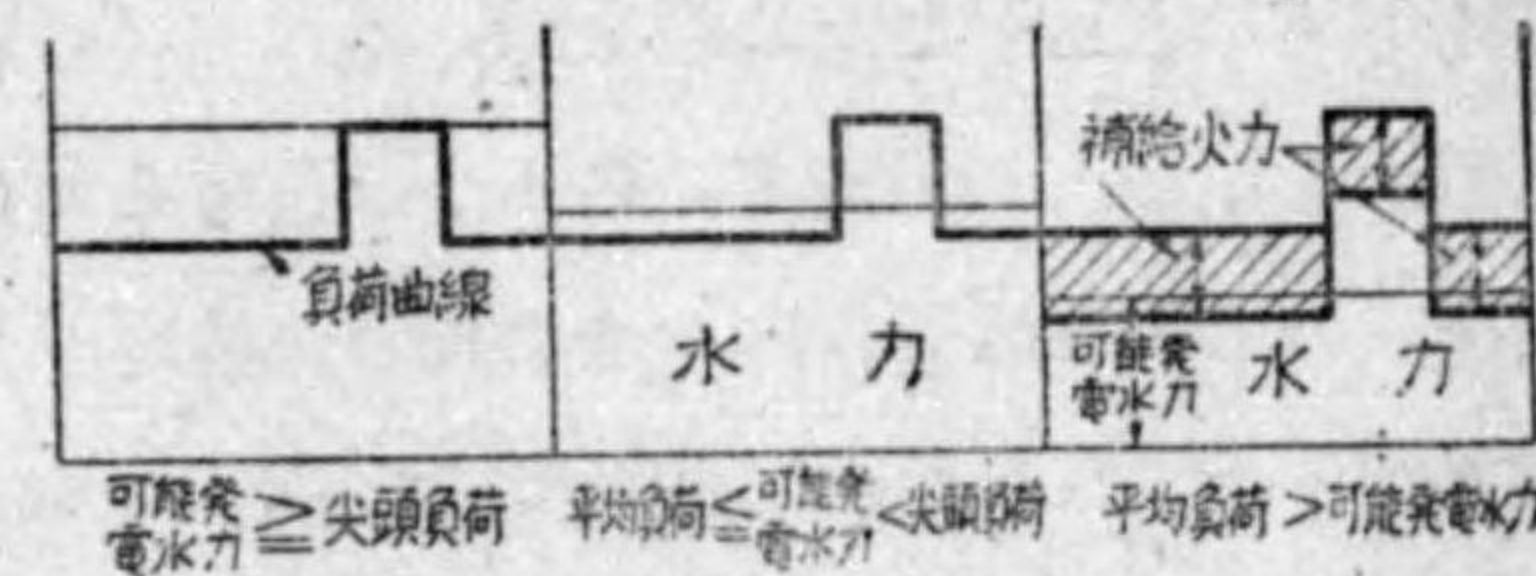
第 16・8 圖

A 調整池なし



成つて河川の流量が減じて平均負荷に相當するだけの水が得られない時を考へて見よう。この時は調整池の有無に拘らず火力等に依る補給が必要である。然

B 調整池あり



調整池の有無に依る水火力利用の比較

し調整池を有する發電所の場合は、火力の方に底負荷(base load)を負はせ、水力の方で尖頭負荷を分擔してやる事が出来、火力發電所の設備が少くて済み、且つ運轉効率を高め發電原價を低下する利益がある。第 16・8 圖は簡單のため一年中同一負荷曲線を有するものとして上述の關係を圖示したものである。

調整池の位置は成る可く發電所に接近した處が望ましい。そ

これは負荷の變動に速かに應ずる事が出来ること、取水口から調整池までの水路の断面を小さくする事が出来るからである。

調整池の必要な貯水量は前節で述べた如く、平均負荷に相當する流量を取入れる場合は第 16・7 圖の面積 a に相當する水量、即ち

$$\{(\text{最大負荷}) - (\text{平均負荷})\} \times (\text{尖頭負荷繼續時間})$$

を發電する水量が貯水出来ればよい。而し、渇水期に於いて取水量が平均負荷に達した場合でも、尖頭負荷繼續時間の間最大出力を出し得るだけの水を貯溜出来る大さ、即ち上記の水量に

$$\{(\text{平均負荷}) - (\text{渇水量出力})\} \times (\text{尖頭負荷繼續時間})$$

に相當する水量を加へた貯水量を持つて居れば、一層補給設備を軽減することが出来る。尙一つの送電系統に多數の發電所が連絡されて居る場合には、全系統の調整池として働いて呉れる譯である。

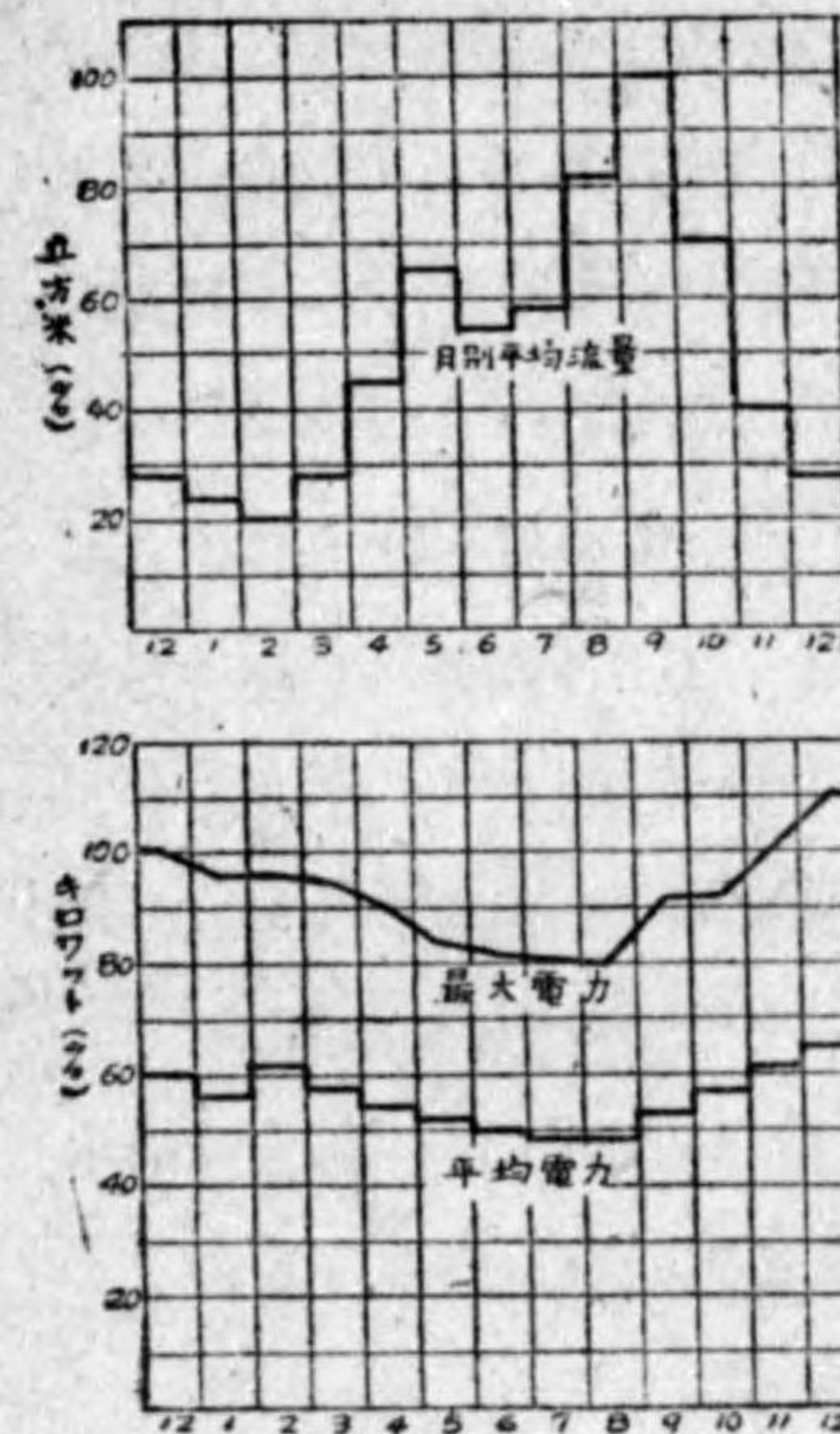
次に任意の發電所に於ける出力 1 キロ・ワット及び電力量 1 キロ・ワット時に相當する水量は次の式で求められる。

$$\text{發電所の出力 1 kWh の相當水量} = \frac{490}{H} \text{ m}^3 \quad (H \text{ は落差 m}) \quad (16.1)$$

となる (問題 17)

8. 貯水池 貯水池 (reservoir) とは渇水期に補給する

第 16・9 圖



目的で、豊水期の餘剰水を貯水する池を云ふのであつて、流量の季節的調整を目的とするものである。

第 16・9 圖は 1 箇年間の流量及び負荷變動の有様の一例を示したものである。両者は反對の傾向にあるから、何等かの對策を講じなければならない。

使用水量の最大を渇水量以上平水量に採れば水力の利用率を高める事が出来るが、渇水時期に水力の不足を生ずる。そこで

流量及び荷負の一年間各月の比較 渇水量以上の水力による電力即ち特殊供給用出力を特殊契約に依る化學工業等の需要に當てるか、又は補給對策を行つて常時化しなければならない。

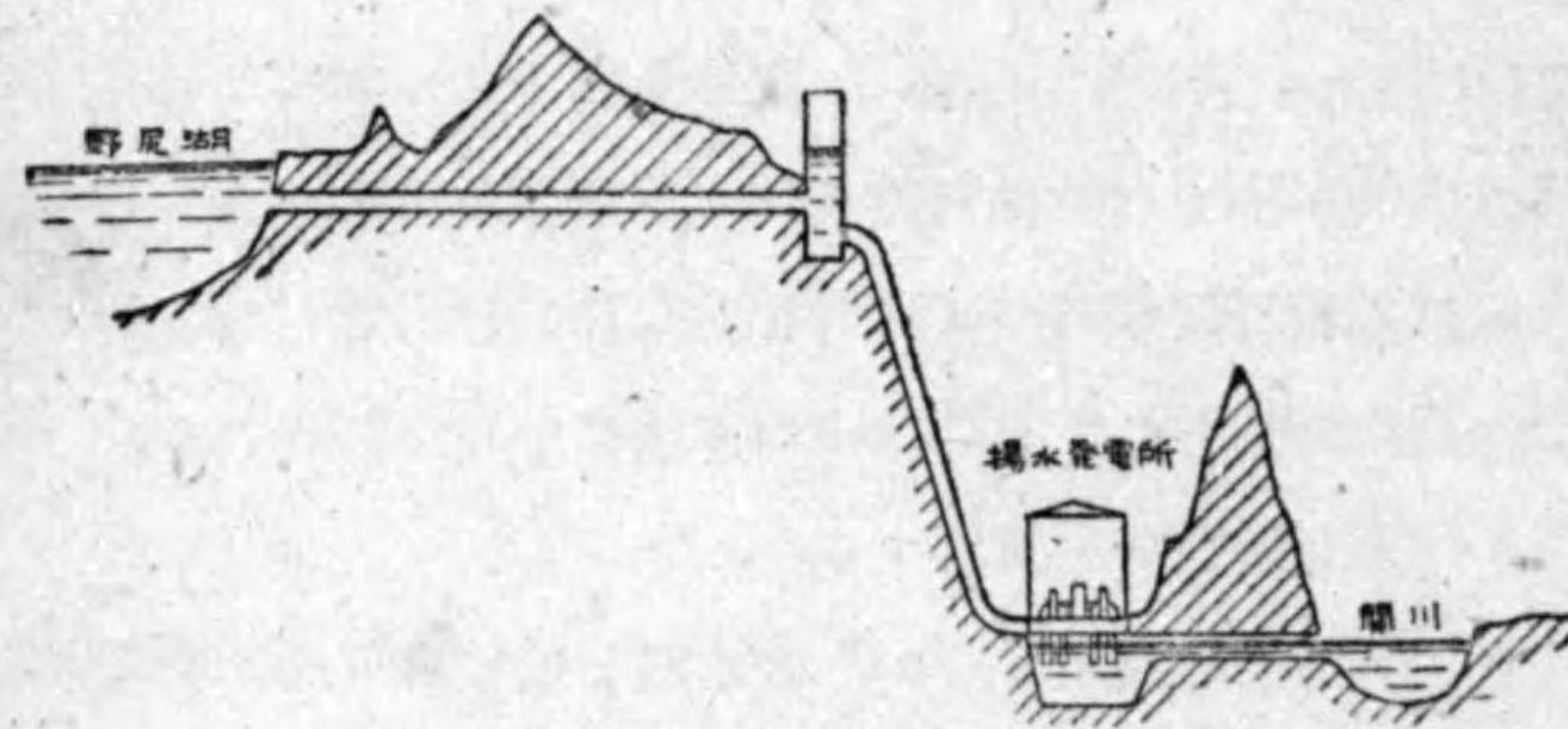
この補給對策として次の二つの方法が一般に行はれる。

- イ. 火力發電所を設置する。
- ロ. 天然湖を利用するか、貯水池を設ける (揚水發電所を含む)

9. 揚水式発電所の概念 揚水式発電所 (pumping-up station) は発電設備の外に揚水設備を有する発電所で、上部は湛水池、下部は湛水池か又は河川の途中に連絡して居る。而して豊水期又は日々の低負荷時に貯水池や調整池を持たない他の発電所より餘剰電力を貰ひ、ポンプを運轉して上部湛水池に揚水貯溜し、渇水期又は日々の尖頭負荷に落水發電して電力を補給することを目的とするものである。従つて揚水式発電所は貯水池や調整池を有しない他の水力発電所と組合せ、殆んど只に近い餘剰電力を以て、有用なる渇水期又は尖頭負荷時電力に變へ、水力の經濟的利用を可能とするものである。

今揚水式発電所を分類すると (1) 高低兩位置に二つの湛水池を有し、同じ水を循環的に揚水及び發電に供するもの

第 16・10 圖



池尻川揚水式発電所の水路縦断面

(2) 河川の途中に堰堤を築造して下部湛水池を作り、これと上部湛水池との間に揚水及び落水するものの二つがある。尙海岸附近の絶壁を利用して海水を汲み上げるもの、又 (2) と同じことを水路の途中でなすもの等も考へられる。第 16・10 圖は池尻川揚水式発電所の水路縦断面を示した圖である。之に依つて下流にある數箇の発電所を有利に使用出来る。發電機と電動機とは同一機を使ひ、ポンプと水車とを其兩側に設けたものが多い。

復習問題 XVI

1. 雨量は如何にして表はされるか。
2. 100 平方軒の土地に 5 耗の雨量があつたとすれば降雨量はどの位であるか。
3. 我が國の年雨量の最大な地方は何處で、其量はどの位か。最小は如何。
4. 降雨の行方はどうなるか。
5. 洪水量と渇水量との差を小にする方策如何。
6. 流域とは何か。
7. 關東地方にある某水力発電所の取水口での流域が 1000 平方軒であると言ふ。どの位の流量が利用出来ようか。大凡の見當をつけて見よ。
8. 關東地方、東海地方及び北陸地方の河川で流量が最大の月及び最小の月は夫々何月であるか。さうして夫々の最大流量は最小流量の何倍に

當るか。

9. 平水位及び濁水量を説明せよ。

10. 流況曲線と流量圖との相違を明かにせよ。

11. 第16・11圖

第 16・11 圖

は某發電所取水口
の流況曲線である。

その發電所の豐水
量、平水量及び濁
水量は夫々何程で、
前二者は濁水量の
何倍であるか。

12. 上問の發電
所に調整池がない
とすれば、其常時

供給出力及び特殊供給出力は何程であるか。但し有效落差は 100 米で水車と發電機の合成効率 70% とし、特殊供給出力は一ヶ年に 4 月以上供給する必要があるとする。

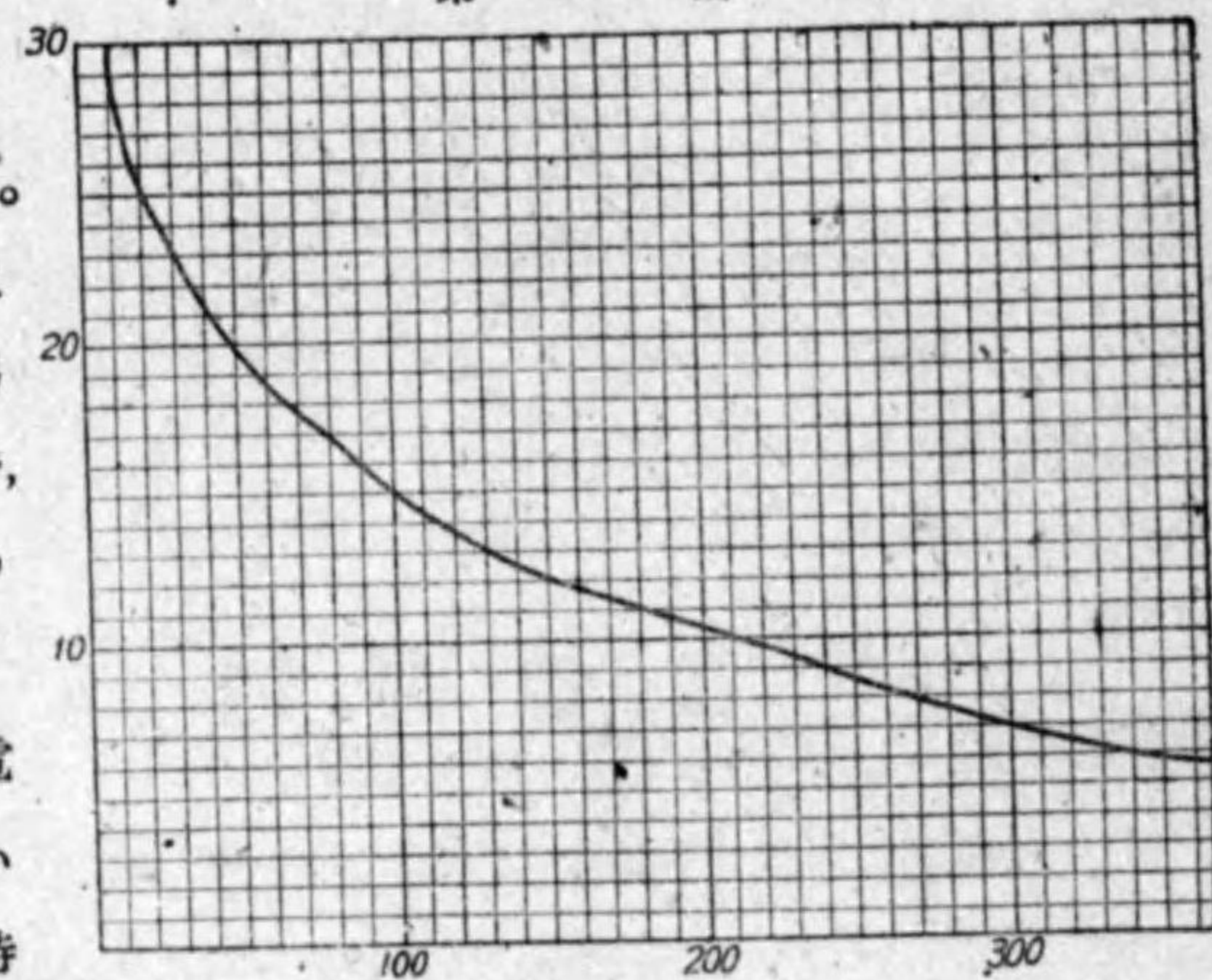
13. 調整池と貯水池との似た所と違つた所とを明白にせよ。

14. 負荷曲線が第 16・7 圖の様であるとき、流量 $20 \text{ m}^3/\text{s}$ の水路ではどの位の調整池が必要であるか。

15. 調整池を有すると補給用火力發電所が存在する場合でも有利である點を説明せよ。

16. 調整池の位置はどこが最も良いか。理由を示せ。

17. 第 16・1 式を證明せよ。但し水車と發電機の綜合効率は 75% と



假定してある。

18. 流況曲線が既知の時、一發電所の供用流量はどう定めたが良いか。

19. 發電所の使用流量を平水量に決定した時、特殊出力を常時化する方法を述べよ。

20. 發電所の使用流量を濁水量以上に決定した時、補給用火力發電所を建設するか貯水池を設けるかを決定するに考慮すべき事項を列挙せよ。

21. 揚水式發電所とは何ぞや。

16623

水 力 發 電 定價 220 圓

昭和二十三年十一月一日 印刷

昭和二十三年十一月十日 發行

不 刊 製

編 集 兼 發 行 者 財 團 法 人 電 機 學 園

代 表 者 服 部 碩 彦
東京都千代田區神田錦町2ノ2

印 刷 者 井 關 好 彦

印 刷 所 大 同 印 刷 株 式 會 社
東京都千代田區神田錦町3ノ1

發 行 所 財 團 法 人 電 機 學 園
東京都千代田區神田錦町2ノ2
(編 審 口 座 東 京 1 3 1 8 4)
電 話 神 田 (25) 1 1 2 1-3

特 約 販 賣 店

オーム社 東京都千代田區神田錦町3ノ1
京都・四條河原町西入上ル

543.3-D587



1200500746166

543.3
58

終