

### IV 負荷、貯水池及調整池

#### 13 負 荷

(1) 負荷曲線 動力の需要は常に一定のものに非ず刻々變化し、従つて發電所の出力即ち負荷も需要に応じて變化するもので、其の一日中に於ける變化を圖示せるものを負荷曲線と云ふ。日々の電力需要の狀況は毎日同一に非ざるを以て負荷曲線も亦毎日多少變化するものなれども、供給する動力の性質によりて曲線の性質も自ら一定なるものあり、又季節的に一定の變化を爲すものもある。故に供給の性質明かなるときは此の曲線も亦自ら之を想定することが出来る。

例へば大都市に電燈電力を供給する事業に就き考へて見ると、夜中には小なる一定の負荷を有するが、早曉四時頃より労働者通勤人等の點燈に因り負荷を徐々に増加し、遂に工場始業時間、出勤時間の八時九時に至りて急増する。晝体に至れば稍々減じ、之を了れば漸増し、遂に夕刻四時、五時に至れば電動機動力と電燈との重複に因り一日中の最大に達する之を尖頭負荷と稱する。以後は夜半に至るに従ひ漸次減少する。

(2) 負荷率 發電機、發電所又は發電系統の或る時間内に於ける平均出力の該時間内に於ける最大出力に對する比を百分率にて示したるものを謂ふので、平均出力は一日中、一箇月中或は一箇年中の如き一定の期間の出力の平均を採り、最大出力は該期間内に於ける最大負荷の期間の長さを明示する必要がある。

現今の如く、水力發電に火力發電を併用して、發電經濟の向上を圖らんとする時代に於ては、水力と火力との併用に關し、負荷の變動と發電設備との關係を研究するには、前年十一月に始まり、其の翌年十月に終る一箇年を、前記期間の單位とするのが實際問題として極めて便利である。

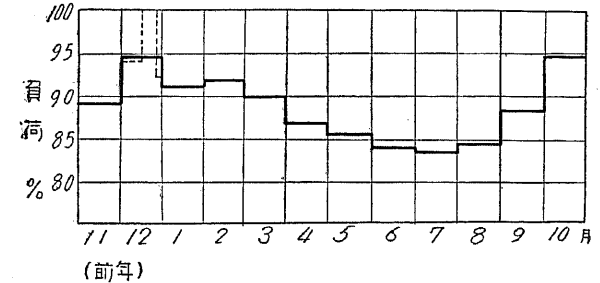
其の理由は、主要なる電力需要地を含む一帶の地域に於ては、毎年負荷の最高に昇るのは十二月二十日前後であつて、此の最高負荷に應じ得る發電設備に依つ

て、翌年十月頃迄は、何等發電設備の増設を爲すことなく供給し得るからである。

水力發電所の出力より觀れば、十二月には相當水量は減退するも、未だ湯水量迄には至らない。従つて十二月の負荷に應じ得る水力並に火力發電設備を以て、最湯水時たる翌年二月頃の負荷に應じ得るや否や問題である。然し一般に發電力を準備するには、十二月の最高負荷時に、水力發電所出力は湯水時出力迄減退すると見て、發電力に多少餘裕を有るが普通である故に、一般に斯くの如く考ふも差支へないのである。

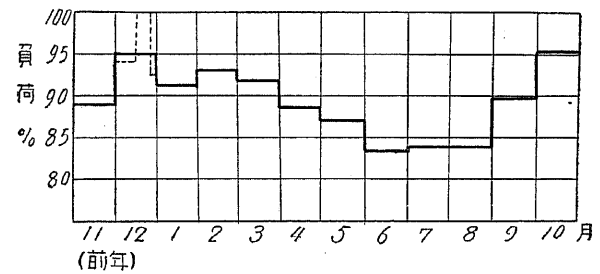
而して其の一箇年間に於ける負荷の變動は、十二月十五日より二十四日に至る

10日間(但し日曜日を除く)の毎日の尖頭負荷の平均値を 100% とし、各月の平均尖頭負荷(各月中毎日の尖頭負荷の平均)を百分率で表はしたものの一例が 5 圖 A で、之は東京、大阪及名古屋の三大都市の平均を示したものである。此圖に於て、各月平均尖頭負荷の一箇年平均を求めると略 90% に近くなつて居る。



5 圖 A 各月平均尖頭負荷の變動

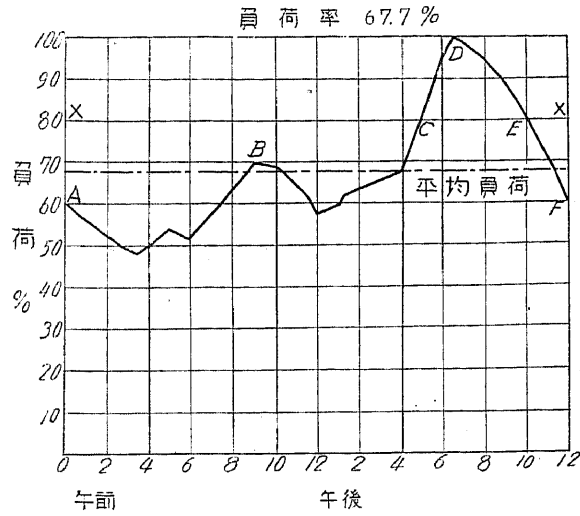
同 B 各月平均負荷の變動



同 B 各月平均負荷の變動

尙前年十二月下旬の平均負荷を 100% とし、毎月の平均負荷の變動を示せば、5 圖 B の如くであつて、其の一箇年平均も亦 90% 近いものになつて居る。

(3) 代表負荷曲線 實際問題として、一日の負荷曲線即ち 24 時間中に於



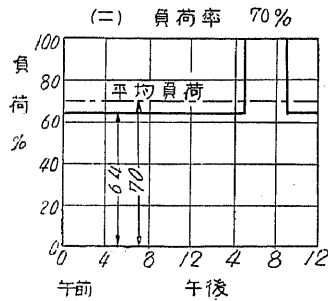
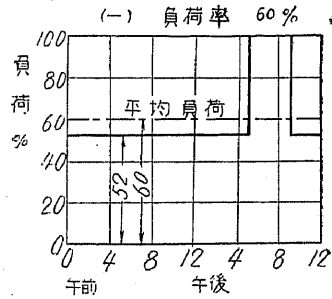
6 圖 代表負荷曲線

ける負荷の變動は一箇年を通じて決して一定のものではない。然し次の如き方法に依つて、代表的の負荷曲線を作るときは、之に依つて發電狀況の考察を簡明に爲し得る便利がある。

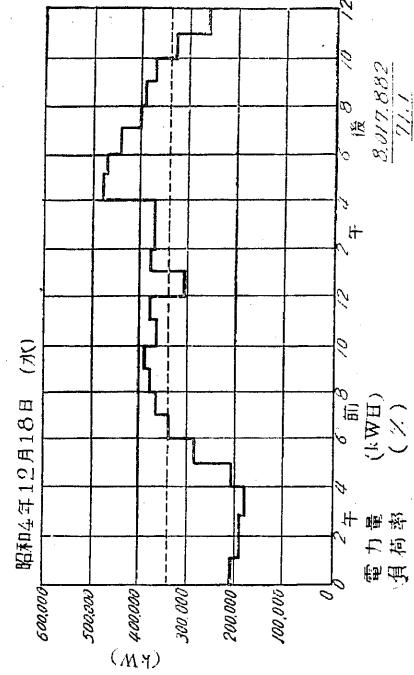
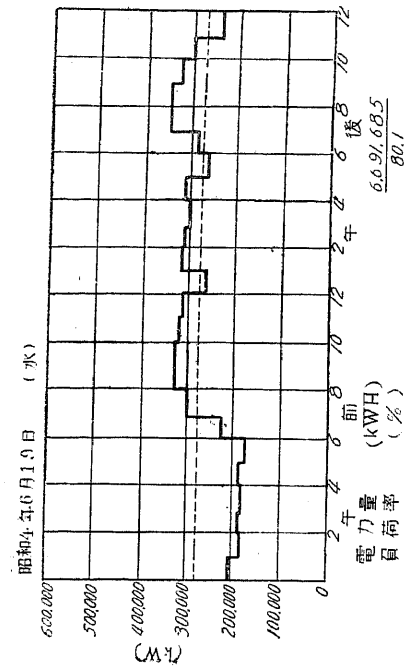
即ち、一箇年を4期に分ちて、二月、五月、

八月及十一月の4箇月を選び、各月中或る一週間の日々(日曜日を除く)の負荷曲線の平均を以て、各月の負荷並に前後2箇月宛を代表せしめる。斯くして一箇年を代表する4箇の負荷曲線を作り、之を基として更に一つの代表曲線を導くのである。

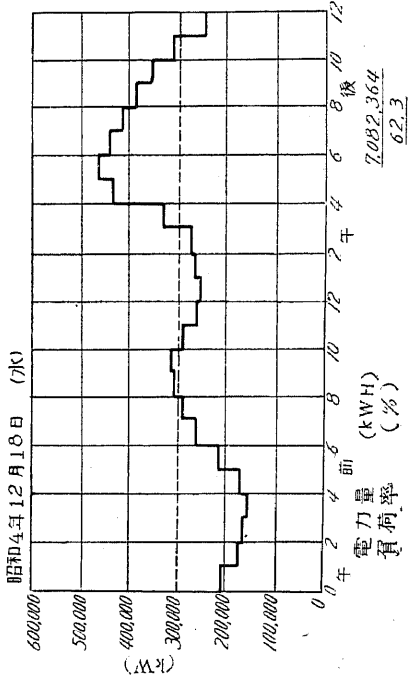
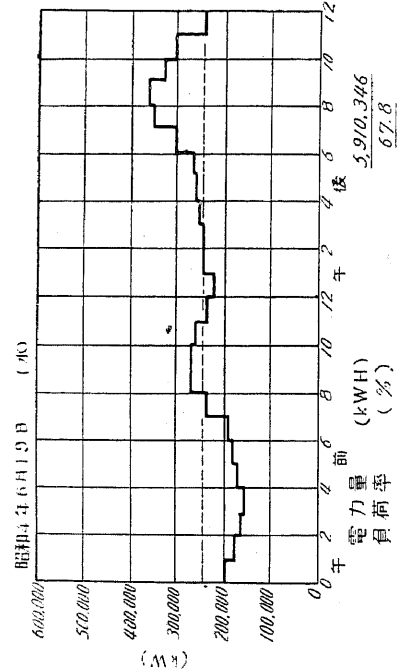
今一例として、大工業都市の電燈、動力、電熱及電氣鐵道等を含む東京市一圓に就て考へたる東京電燈會社の負荷曲線(大正15年)を採つて見ると、二月69.7%、五月68.3%、八月66.5%、十一月66.3%となり、以上4負荷曲線より、略之等の平均と認め得る負荷率67.7%の代表負荷曲線を導き得る(6圖参照)。



7 圖 矩形負荷曲線



9 圖 京阪神地方負荷曲線



8 圖 京浜地方負荷曲線

(4) 矩形負荷曲線 代表的負荷曲線は現在及過去に於ける負荷曲線を想定したのであるが、將來の負荷曲線必ずしも過去の夫れと同一の形狀を有すべきものでなく、又或る一地方の負荷曲線を以て、將來建設さるべき發電所設計の參考とする事も必ずしも適當であるとは云へない。故に研究上には、便利で需要も實際の負荷曲線の重要なる性質を具備するものを選び用ふるのが賢明で、此の意味に於て矩形負荷曲線が多く用ひられて居る。

即ち7圖に示したるは、尖頭負荷は一日中4時間繼續するものと及負荷率は60%及70%なりと假定して作製したる負荷曲線である。

8圖及9圖は、夏季及冬季に於ける京濱地方並に京阪神地方の負荷曲線で、孰れの地方に於ても冬季の尖頭が夏季の夫れに比して如何に大きいと云ふことが解るであらう。

(5) 負荷率の將來 現今我國主要工業都市に於ける負荷率は大體70%前後であつて、大阪、名古屋の如きは80%以上に昇ることも稀ではない。然し負荷率は下記の理由から將來漸次低下して行くものと考へられる。

即ち a) 従來發電の原動力として、汽力よりも水力が普及して居たが近來經濟的良地點が殆ど開發し盡くされたのと、一方火力發電が盛んになつて來たこと b) 私的及公的生活が、歐米に於ける如く嚴格なる時間的觀念の下に行はれる様になつて來たこと c) 國際勞働會議の決議が採用され、工場に於ける勞働時間が短縮され且紡績業等に於ては深夜間作業が休止されたること d) 電氣料金制が定額制より漸次従量制に移りつゝあること。

## 14 貯水池

我國中部地方に於ける河川は概括的に、其の低水量は渴水量の、又平水量は低水量の各5割増内外の値を有つて居る。従つて平水量を使用水量として引用する場合には、渴水時に1.25倍内外の水量不足を來たし發電能率が激減する。

一般に常時電力即ち渴水量に依る發電力の能率は、略100%と看做し得られ

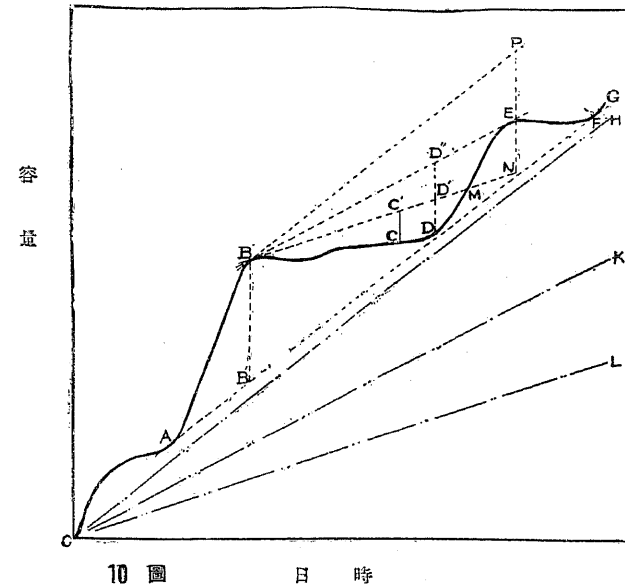
るも、渴水量以上の水量で發電される特殊電力は、其の量を増すに従つて能率が漸減し、平水量では70%乃至75%に迄低下するのである。

貯水池は直接此の不足水量の補給を行ひ、進んで季節的補給發電所を運轉して電力を以て間接に補給調節を爲して特殊電力の常時化を計るのを目的とするものである。此の種貯水池を季節貯水池と稱して居る。

貯水池の容量は、地形に依つて決まるものであることは勿論であるが、一方上述の發電不足能率の補給程度も容量決定の重大なる要素となるのである。尚又降水量、蒸發量、流出量等の係關が、上記の要求に適合するや否を調査決定する必要がある。

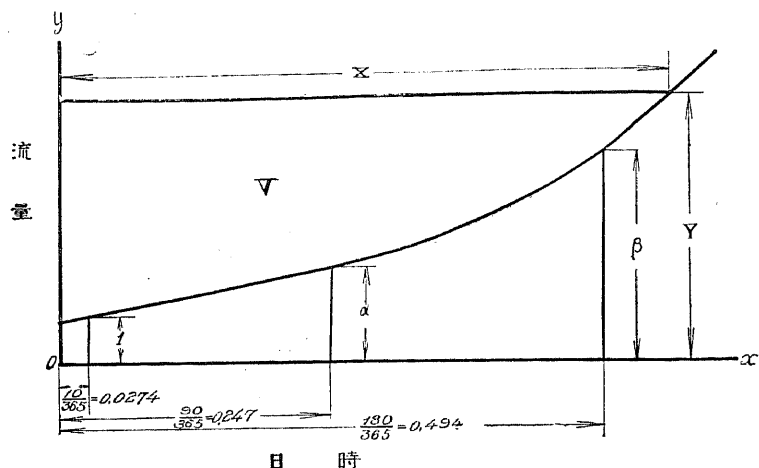
一般に取水量の平均定常化を圖る目的には、水量累積曲線を使用し、季節的補給調節を目的とするものには、流況曲線を使用して、所要貯水量を定めて居る。

10圖は水量累積曲線に依る方法で、OABCDEFGGを貯水池への流入量の累積を



10 圖 日 時

表はすとすれば、OH, OK, OLなる平均使用水量線に應じ、BB', CC', DD'なる貯水容量が得られる。(第十二卷、「上水工學」参照) 次に11圖に於て流況曲線を次式で表はし得るものとすれば、



11 圖

$$y = ax^2 + bx + c$$

尚渴水量、低水量、平水量の比率を 1:α:β とすれば

$$a = \frac{1}{0.247} \left\{ \frac{\beta-1}{0.4666} - \frac{\alpha-1}{0.2196} \right\}$$

$$b = \frac{1}{0.247} \left\{ \frac{0.5214(\alpha-1)}{0.2196} - \frac{0.0744(\beta-1)}{0.4666} \right\}$$

$$c = \frac{4\alpha-\beta}{3} - \frac{2}{3} \left\{ \frac{0.5214(\alpha-1)}{0.2196} - \frac{0.2744(\beta-1)}{0.4666} \right\}$$

仍て V を補給を要する全水量とすれば

$$V = \int_0^x (Y-y) dx = \int_0^x \{ \alpha(X^2 - x^2) + b(X-x) \} dx$$

$$= X^2 \left( \frac{2}{3} \alpha X + \frac{b}{2} \right)$$

今 R = 貯水池の容量 (m<sup>3</sup>)    Q<sub>min</sub> = 渴水量 (m<sup>3</sup> / km<sup>2</sup> sec)

$$A_c = \text{集水面積 (km}^2\text{)} \quad p = \text{冬季渴水時不足水量比} = \frac{2}{3} \sim \frac{3}{4}$$

とし前述の如く、渴水量、低水量、平水量の比率を 1:1.5:2.25 とすると次の式を得るから、

$$y = 1.62x^2 + 1.82x + 0.95$$

$$V = (1.08X + 0.91) X^2$$

$$R = 365 \times 24 \times 3.600 \times Q_{min} A_c p V$$

に依り、所要貯水池容量 R を求め得られる。

我國中部地方に於ける河川の渴水期は、概ね冬季及夏季（短時日なれど）に起り、豊水期は春秋の季節になつて居る。此の夏冬兩渴水期間に於ける不足水量の比率を調べて見ると、使用水量が平水量以内であれば、1:2 乃至 1:3 の範囲内にあつて、従つて上述の p は  $\frac{2}{3}$  乃至  $\frac{3}{4}$  と看做すことが出来る。

次の表は、我國に於ける既設及計畫中の貯水池の保有する貯水量並に電力量の一覽表である。

15 表                      本邦貯水池有效電力量及等價石炭量表

貯水池名	事業者	満水面の 海拔高	利用 水深	満水 面積	有效貯 水量	有效電 力量	等價石 炭量
		(尺)	(尺)	(百畝坪)	(億立方尺)	(億kWh)	(噸)
赴職江貯水池	朝鮮水電會社	4,039.00	90.00	7.00	170.00	8.59	642,800
尾瀨原計畫	東京電燈會社	4,690.00	50.00	3.40	50.00	2.95	220,800
猪苗代湖計畫	同 (低下工事後)	1,696.62	10.70	32.05	107.60	2.30	172,300
檜原湖	同	2,713.39	43.00	3.75	41.86	1.43	106,700
三浦貯水池計畫	大同電力會社 (玉瀧川)	4,296.93	150.00	.90	20.30	1.09	81,500
大井川貯水池計畫	東京電燈會社	2,180.00	150.00	1.14	40.72	1.08	81,100
尾瀨沼計畫	同	5,557.00	33.00	1.28	12.72	.89	66,700
猪苗代湖	同	1,696.62	3.20	32.05	35.51	.76	57,000
雨龍貯水池計畫	雨龍電力會社	940.50	39.60	6.83	70.50	.70	52,500
御山谷貯水池計畫	日本電力會社 (劔川發電所)	4,583.00	100.00	.35	11.60	.67	49,800
須原口貯水池計畫	東京電燈會社 (只見川第三發電所)	2,210.00	100.00	.85	21.28	.58	43,600
沼澤沼計畫	東京電燈會社	1,567.00	85.00	.92	25.96	.50	37,500
野反池計畫	同	4,951.00	65.50	.43	5.00	.31	23,300
秋元湖	同	2,428.53	20.00	1.28	7.59	.23	17,400
小口川第三發電所	日本海電氣會社	4,640.00	70.00	.19	3.00	.18	13,500
田代貯水池	吾妻川電力會社	3,700.00	33.00	.21	2.00	.09	6,000
小野川湖	東京電燈會社	2,632.50	10.50	.72	2.19	.07	5,400

小牧発電所	庄川水力電気會社	590.00	50.00	.40	6.50	.05	3,500
大井発電所	大同電力會社	853.00	20.00	.56	4.00	.04	3,200
祖山発電所	昭和電力會社	795.96	21.45	.42	3.00	.03	2,200
合計						21.78	1,629.80

(合計欄に於て計畫と現在と重複し居るものは計畫の方を採れり)

### 15 調整池

(1) 概要 調整池とは水路の中途(稀に取水堰堤に依る湛水池を利用する)に設けらるゝ一種の小規模の貯水池であつて、短期間に於ける河川流量の調節又は負荷の變動に對する水の經濟的利用を目的として居る。

特に後段の目的の爲に設置さるゝものが一般であつて、一日中比較的電力の需要小なる時分に餘水路から無爲に河川に放流すべき水量を此處に貯へて、平均以上の需要が起る時に補給使用せんとするものである。従つて調整池の容量及其の調整作用は、供給區域に於ける電力需要の状態即ち負荷曲線の性質に依つて定まるものであるが故に、設計の當初に一定の代表負荷曲線を豫想し之に依つて研究するを最良とする。然し此代表負荷曲線を直に設計上に使用することは取扱上不便であるから、之を更に簡易化し以下に述べる如き單位曲線として使用すれば、調整池に關する諸問題解決上至極便利である。

調整池を其の容量に依つて分類すると大體下記の如くなる。

a) 短期間に於ける河川流量の變動を消去して一定流量化せんとするもの  
(後述の逆調整池は此の變態なるものである)

b) 一日中の負荷の變動に對應せんとするもの

之を更に下記の三種類に分ける。

- イ 完全調整池
- ロ 過剩調整池
- ハ 不足調整池

c) 定期停電に對應せんとするもの

(2) 短期間に於ける河川流量の變動を消去して一定流量化せんとするもの

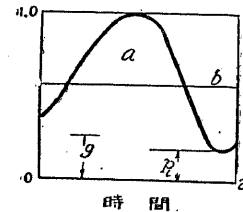
今河川の不定流量  $Q$  を、期間  $m$  日間の平均流量  $Q_m$  に定流量化せんとするに、 $m$  日の内  $r$  日は  $Q_m$  より小にして、 $m-r$  日が大であるとし尙自然流量の平均流量に對する不足若くは過剩率を  $R$  とすれば次式を得る。

$$Q_m = \frac{\sum_1^m Q}{m}$$

$$R = \sum_1^r \left(1 - \frac{Q}{Q_m}\right) = \sum_{m-r}^m \left(\frac{Q}{Q_m} - 1\right)$$

故に調整池の所要容量  $V$  は

$$V = 24 \times 3,600 R Q_m \text{ m}^3$$



12 圖

(3) 一日中の負荷の變動に對應せんとするもの

今 12 圖に示す様に、一の負荷曲線を想定し、之と相似な單位曲線即ち最大負荷を 1 とし、任意時の負荷を其の小數値にて表はした一の曲線を作製して、之に任意量  $y$  を  $p$  を超えざる範圍内で増減して見ると、

次の様な關係が生じて來る。

今  $a$  = 平均以上の負荷總量、  $b$  = 平均負荷、  $f$  = 負荷率

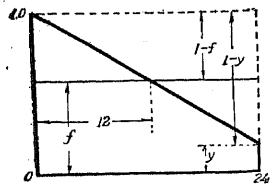
$T_m$  = 平均負荷(平均使用水量)に對する調整池の繼續時間即ち調整池の有容量とすれば

$$f = \frac{b \pm y}{1 \pm y}, \quad T_m = \frac{a}{b \pm y}$$

上式から  $\pm y$  を消去すれば

$$T_m = \frac{a}{1-b} \left(\frac{1}{f} - 1\right)$$

$\frac{a}{1-b}$  の値は、供給區域の状態に依つて相當異なるけれども、大體に於て 5 乃至 7 の間に在る。仍て其の平均値 6 を採ると、單位曲線は簡易化して直線と



13 圖

なる。

1° 完全調整池 與へられたる負荷率に對し、過不足なく完全に水の利用を爲し得る（實際問題としては斯かる場合は稀である）容量を有する調整池を完全調整池と稱する。

$f = 0.5 \sim 1.0$  の場合は (13 圖)

$$f = y + \frac{1-y}{2} = \frac{1+y}{2}, \quad y = 2f - 1$$

$$T_m = \frac{1}{f} \cdot \frac{1-y}{2} \times 12 \div 1$$

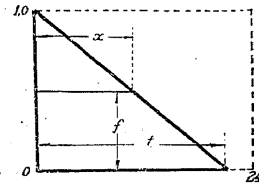
$$\therefore T_m = 6 \left( \frac{1}{f} - 1 \right)$$

同様に  $f = 0.0 \sim 0.5$  の場合は (14 圖)

$$x = t(1-f), \quad t = 48f$$

$$T_m = \frac{1}{f} \cdot \frac{x(1-f)}{2}$$

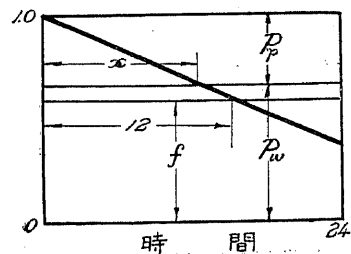
$$\therefore T_m = 24(1-f)^2$$



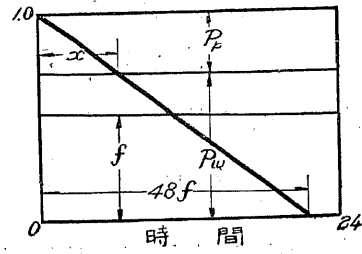
14 圖

2° 過剩調整池 一般負荷率より遙かに低い

負荷率に對應し得る容量を有する調整池を、過剩調整池と稱する。故に容量又は



(a)



(b)

15 圖

負荷率の一を與へられれば、完全調整池の式から他を導誘し得るのである。

尖頭負荷発電所とは即ち此種調整池を有するものを謂ふのであつて、自己発電所の負荷率を低下して、他の調整池を有せざる発電所の負荷率を、一般負荷率以上に上昇せしめ、以て全發電系統の能率を高める働を爲すのである。

15 圖に於て

$P_p$  = 全發電系統の尖頭負荷に對する調整池を有する発電所の最大出力の比率

$P_w$  = " " " " 有せざる発電所の最大出力の比率

$f_p$  = 調整池を有する発電所の負荷率

$f_w$  = 調整池を有せざるものゝ負荷率

$f$  = 全發電系統の負荷率とし

$f = 0.5 \sim 1.0$  に於ては

$$P_p + P_w = 1, \quad \frac{x}{12} = \frac{P_p}{1-f}, \quad \therefore x = \frac{12 P_p}{1-f}$$

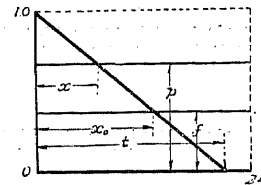
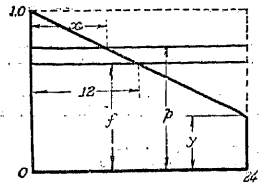
$$f_p = \frac{P_p x}{2 \times 24 P_p} = \frac{P_p}{4(1-f)}, \quad f_p P_p + f_w P_w = f$$

$$\therefore \begin{cases} P_p = 1 - P_w \\ f_p = \frac{1 - P_w}{4 - (1-f)} \\ f_w = \frac{1 - f_p P_p}{P_w} = \frac{4f(1-f) - (1-P_w)^2}{4P_w(1-f)} \end{cases}$$

同様に  $f = 0.0 \sim 0.5$  に於ては

$$\frac{x}{48f} = \frac{P_p}{P_p + P_w} \quad \therefore x = 48f P_p$$

$$\therefore \begin{cases} P_p = (1 - P_w) \\ f_p = f(1 - P_w) \\ f_w = \frac{f - f_p P_p}{P_w} = \frac{f \{1 - (1 - P_w)^2\}}{P_w} \end{cases}$$



16 圖

3° 不足調整池 地形的の関係から、一般負荷率が要求する程度の充分なる容量の調整池を設置することが不可能なる場合は、其の調整池は所謂不足調整池となつて来る。16圖に於て、 $p$  を取水量に依る出力と最大出力との比とすれば

$f = 0.5 \sim 1.0$  に於ては

$$\frac{x}{12} = \frac{1-p}{1-f}$$

$$\therefore x = \frac{12(1-p)}{1-f}$$

$$f = y + \frac{1-y}{2}, \quad y = 2f - 1, \quad \therefore x = \frac{12(1-p)}{1-f}$$

調整池の容量を  $p$  の繼續時間で表はせば

$$T_p = \frac{1}{p} \cdot \frac{(1-p)x}{2} = \frac{1}{p} \cdot \frac{(1-p)}{2} \cdot \frac{12(1-p)}{1-f}$$

$$\therefore T_p = \frac{6(1-p)^2}{p(1-f)}$$

同様に  $f = 0.0 \sim 0.5$  に於ては

$$x_0 = t(1-f), \quad t = 48f$$

$$\frac{x}{x_0} = \frac{1-p}{1-f}, \quad x = t(1-p)$$

$$T_p = \frac{1}{p} \cdot \frac{(1-p)x}{2} = \frac{1}{p} \cdot \frac{(1-p)t(1-p)}{2}$$

$$\therefore T_p = \frac{24f(1-p)^2}{p}$$

今  $Q$  = 取水量、 $V$  = 調整池の有効容量とすれば

$$T_p = \frac{V}{3,600 Q}$$

$V$  は地形の如何により算定し得る値であるから、前述の式から  $p$  を算出し得、従つて最大出力を見出すことが出来る。此の場合  $p > f$  なること論を俟たぬ。

以上に依り大體調整池の容量に関する問題を解いたのであるが、發電水路は常に  $Q$  なる使用水量を調整池に流入せしめて居るのであるが、調整池では毎時の負荷の變動を調節する爲に或る深さだけの水面の變化を起して居る。之が爲落差の損失を生じるので、此の損失落差は調整池の種類如何に拘はらず凡て有效貯水量の重心深に相當して居る。

尙一般に調整池より下流の水路は、原則として壓力水路（隧道若は管）を採用して居る。之は瞬間的に發生する負荷の急増に直ちに對應せしめんが爲めであつて、一方輕負荷時に於ける必要以上の水量は、完全に調整池に貯水せしむる必要があるからである。

4° 遠隔調整池 調整池の位置は、其の容量並に發電力に重大な關係を有つて居る。一般に調整池は發電所の近くに設置し得られれば、工事費及び運轉上等の點から好都合であるが、大抵の場合は發電所から相當の距離の所に選定するのを地形上餘儀なくされるもので、斯の如き場合には調整池から下流の水路は、壓力隧道又は壓力管とする關係上之等の工作物が長ければ長い程、隧道若くは管内の摩擦の爲めに平均出力の減少も大きくなつて来るのである。

斯かる調整池では、前述の如き各種調整池に関する諸計算は、其の儘適用することが出来ないで、下記の様な特別の考慮を必要とする。

$$\text{今 } f = 0.5 \sim 1.0, \quad y = 1 - \frac{1-f}{12} x$$

$$f = 0.0 \sim 0.5, \quad y = 1 - \frac{x}{48f}$$

なる單位直線式を用ひ

$$Q = \text{調整池より下流の壓力水路内の任意時に於ける流量 (m}^3\text{/sec)}$$

$$H_e = Q \text{ に對する有効落差 (m)}$$

$$Q_0 = \text{最大流量 (m}^3\text{/sec)}$$

$$H_0 = Q_0 \text{ に對する有効落差 (m)}$$

$Q_m$  = 平均流量又は取水量 ( $m^3/sec$ )

$v$  =  $Q$  に対する水路内の標準流速 ( $m/sec$ )

$v_o$  =  $Q_o$  " " ( $m/sec$ )

$A$  = 壓力水路の斷面積 ( $m^2$ )

$H$  = 調整池の重心より放水位までの總落差 ( $m$ )

$K$  = 發電係數

$$c = \frac{\text{損失水頭}}{\text{流速}^2}, \quad E = \frac{1}{v_o(H-cv_o^2)}, \quad F = \frac{3\sqrt{3}c}{2EH\sqrt{H}}$$

とすれば

$$y = \frac{KQH_c}{KQ_oH_o} = \frac{v(H-cv^2)}{v_o(H-cv_o^2)} = Ev(H-cv^2)$$

上式が三個の實根を有する爲めには

$$\frac{y^2}{(cE)^2} - 4\left(\frac{H}{3c}\right)^3 \leq 0$$

$$\text{或は} \quad \frac{y^2 v_o^2 (H-cv_o^2)^2}{c^2} - \frac{4H^3}{27c^3} \leq 0$$

上式を  $\frac{\{v_o^2(H-cv_o^2)^2\}}{c^2}$  で除し  $\frac{cv_o^2}{H} = K_1$  と置けば

$$y^2 - \frac{4}{27} \cdot \frac{1}{K_1(1-K_1^2)} \leq 0$$

此の不等式に於て  $y$  は 1 より小なる値であるから最悪の場合

$$1 - \frac{4}{27} \cdot \frac{1}{K_1(1-K_1^2)} \leq 0$$

が承認されれば一般の場合は無論支障ない筈である。此の關係が支持される爲めには  $K_1 \leq \frac{1}{3}$  であることが必要なることを簡単に視察に依つて認識される。

然るに  $K_1$  は損失水頭と總落差との比であつて一般に  $\frac{1}{3}$  を超えることは絶對にないと言つて宜しい。故に前式は三個の實根を有すべきことが理解されるであらう。仍て其の根を求めると

$$v = 2\sqrt{\frac{H}{3c}} \cos \frac{\alpha}{3} = 2\sqrt{\frac{H}{3c}} \cos\left(\frac{2\pi}{3} \pm \frac{\alpha}{3}\right)$$

$$\text{但し} \quad \alpha = \cos^{-1}\left(\frac{-3\sqrt{3}c}{2EH\sqrt{H}}y\right)$$

$v$  は正の實根たるを要するから第一根を探ればよい。

今  $V_o$  = 一日中の總使用水量とすれば完全調整池では

$$V_o = \int_0^{24} Av dx = 24 Q_m$$

同様に不足調整池では

$$V_o = 24 Q_m \frac{f}{p}$$

$Q_m$  は一般に既知數であるから  $V_o$  は常數と看做し得る故に

$$V_o = \int_0^{24 \text{ or } 48f} Av dx = 2A\sqrt{\frac{H}{3c}} \int_0^{24 \text{ or } 48f} \cos\left\{\frac{\cos^{-1}\left(\frac{-3\sqrt{3}c}{2EH\sqrt{H}}y\right)}{3}\right\} dx$$

故に  $f = 0.5 \sim 1.0$  に於ては

$$V_o = \frac{4AH^2E}{c(1-f)} \left[ -2\sin(t_{24}+t_o)\sin(t_{24}-t_o) \left\{ 2\cos(t_{24}+t_o)\cos(t_{24}-t_o)H \right\} \right]$$

$$\text{但し} \quad t_{24} = \frac{\cos^{-1}\{-F(2f-1)\}}{3}$$

$$t_o = \frac{\cos^{-1}(-F)}{3}$$

同様に  $f = 0.0 \sim 0.5$  に於ては

$$V_o = \frac{16AfH^2E}{c} \left[ 2\sin^2\left(\frac{\pi}{6} - \frac{\cos^{-1}F}{3}\right) \left\{ 2\cos^2\left(\frac{\pi}{6} - \frac{\cos^{-1}F}{3}\right) - 1 \right\} \right]$$

本式の  $V_o$  は既知數であるから右邊に  $v_o$  を假定して計算し  $V_o$  に一致せしむるを要するのであるが、二三回の試算で容易に  $v_o$  を發見し得るから、従つて最大負荷、平均負荷、平均損失等を算定し得られる。

(4) 定期停電に對應せんとするもの 日曜日又は一定休日に停電を爲す場合は此の間の水量を利用する必要がある。此種調整池の容量を取水量の繼續時間で表はせば

$$T_o = T_m + 24$$



但し  $T_m =$  平均負荷に対する調整池の可能運用継続時間即ち容量  
而して其の期間を  $n$  日とすれば、負荷率は

$$F = f \frac{n-1}{n}$$

$F$  の逆数を調整池係数と稱する。

故に最大使用水量  $Q_{max}$  は

$$Q_{max} = \frac{Q}{F} = \frac{n}{f(n-1)} Q$$

### 計算例

取水量  $10 \text{ m}^3/\text{sec}$  なる場合に於て

1 負荷率 70% のときの調整池の容量を求む

$$\text{解 } T_m = 6 \left( \frac{1}{f} - 1 \right) = 6 \left( \frac{1}{0.7} - 1 \right) = 2.58 \text{ 時}$$

$$V = 2.58 \times 3,600 \times 10 = 92,880 \text{ m}^3$$

2 負荷率 30% のときの調整池の容量を求む

$$\text{解 } T_m = 24 (1-f)^2 = 24 (1-0.3)^2 = 11.76 \text{ 時}$$

$$V = 11.76 \times 3,600 \times 10 = 424,000 \text{ m}^3$$

3 負荷率 70% にして調整池の容量  $60,000 \text{ m}^3$  なるときの最大使用水量を求む

$$\text{解 } T_p = \frac{60,000}{10 \times 3,600} = 1.67 \text{ 時}$$

$$T_p = \frac{6(1-p)^2}{(1-f)p}, \quad 1.67 = \frac{6(1-p)^2}{(1-0.7)p} \quad \therefore p = 0.753$$

$$Q_{max} = \frac{Q_{mean}}{p} = \frac{10}{0.753} = 13.3 \text{ m}^3/\text{sec}$$

完全調整池の場合は  $Q_{max} = \frac{10}{0.7} = 14.3 \text{ m}^3/\text{sec}$  なるを以て  $1 \text{ m}^3/\text{sec}$  の減少を示す。

4 調整池の重心よりの有効落差  $100 \text{ m}$  にして一般負荷率が 70% なる場合に、30% の尖頭発電を爲さしむるときの調節関係を求む但し水車及び発電機の能率

を夫々 88% 及 95% と假定す。

$$\text{解 } P_{mean} = \text{平均出力} = \frac{10 \times 100 \times 1,000 \times 0.736 \times 0.88 \times 0.95}{75} \\ = 8,200 \text{ kW}$$

$$P_p = \text{最大出力} = \frac{8,200}{0.3} = 27,333 \text{ kW}$$

$$f_p = \frac{1-P_w}{4(1-f)} \quad \text{或は} \quad 1-P_w = P_p = 4(1-f)f_p$$

$$f_p = 0.3, \quad f = 0.7 \quad \therefore P_p = 4(1-0.7) \times 0.3 = 0.36$$

$$\therefore P_w = 1-P_p = 1-0.36 = 0.64$$

$$f_w = \frac{f-f_p P_p}{P_w} = \frac{0.7-0.36 \times 0.3}{0.64} = 0.925$$

$$\therefore P_w = \text{被調節力} = 27,333 \times \frac{0.64}{0.36} = 48,500 \text{ kW}$$

$$\text{復活力} = 48,500 (0.925-0.7) = 10,900 \text{ kW}$$

本発電所は、48,500 kW の調整池を有せざる発電所の出力を 92.5% 迄其の負荷率を上昇せしめ得るから、結局 10,900 kW の餘剰電力を 100% に復活せしめ得る譯である。

5 調整池より下流の水路は内径 3 m、延長 2,000 m、水圧鐵管は内径 2 m、延長 300 m のもの二條とし、調整池重心よりの總落差が 120 m なるとき 30% の尖頭発電を爲す場合の出力並に損失力の関係を求む。

解 本題に於て水路は鐵管迄壓力隧道とす。今  $t$  を隧道、 $p$  を水圧鐵管を表す符號とすれば

$$h = \text{損失水頭} = \left\{ f \frac{L_t}{D_t} \cdot \frac{1}{2g} + f \frac{L_p}{D_p} \cdot \frac{1}{2g} \left( \frac{v_p}{v_t} \right) \right\}^2 v_t^2$$

$$= \frac{f}{2g} \left\{ \frac{L_t}{D_t} + \frac{1}{4} \frac{L_p}{D_p} \left( \frac{D_t}{D_p} \right)^4 \right\} v_t^2$$

$$f = 0.02, \quad L_t = 2,000 \text{ m}, \quad L_p = 300 \text{ m}$$

$$D_t = 3 \text{ m}, \quad D_p = 2 \text{ m}$$

$$\therefore h = \frac{0.02}{2 \times 9.8} \left\{ \frac{2,000}{3} + \frac{1}{4} \frac{300}{2} \left( \frac{3}{2} \right)^4 \right\} v_t^2$$

$$= 0.87 v_0^2$$

$$V_0 = 24 Q_{mean} = 24 \times 10 = 240 \text{ 時 } m^3$$

$$= \frac{16AfH^2E}{c} \left[ 2 \sin^2 \left( \frac{\pi}{6} - \frac{\cos^{-1}F}{3} \right) \right. \\ \left. \times \left\{ 2 \cos^2 \left( \frac{\pi}{6} - \frac{\cos^{-1}F}{3} \right) - 1 \right\} \right]$$

$$E = \frac{1}{v_0(H - cv_0^2)}, \quad v_0 = 5.1 \text{ m/sec とすれば}$$

$$= \frac{1}{5.1 (120 - 0.87 \times 5.1^2)} = \frac{1}{497}$$

$$F = \frac{3\sqrt{3}c}{2EH\sqrt{H}} = \frac{3\sqrt{3} \times 0.87 \times 497}{2 \times 120 \times \sqrt{120}} = 0.917$$

$$\cos^{-1}F = \cos^{-1}(0.917) = 23^\circ \sim 30'$$

$$\sin \left( \frac{\pi}{6} - \frac{\cos^{-1}F}{3} \right) = \sin(30^\circ - 7^\circ \sim 50') = \sin(22^\circ \sim 10') \\ = 0.3773$$

$$\cos(22^\circ \sim 10') = 0.9261$$

$$\left[ 2 \sin^2 \left( \frac{\pi}{6} - \frac{\cos^{-1}F}{3} \right) \left\{ 2 \cos^2 \left( \frac{\pi}{6} - \frac{\cos^{-1}F}{3} \right) - 1 \right\} \right]$$

$$= 2 \times 0.3773^2 (2 \times 0.9261^2 - 1) = 0.202$$

$$\therefore V_0 = \frac{16AfH^2E}{c} \left[ \quad \right] = \frac{16 \times 3.1416 \times 3^2 \times 0.3 \times 120^2 \times 0.202}{4 \times 0.87 \times 497} \\ = 239$$

故に  $v_0 = 5.1 \text{ m/sec}$  と決定す。

$$\text{従つて } Q_{max} = \frac{\pi D^2}{4} v_0 = \frac{3.1416 \times 3^2}{4} \times 5.1 = 36 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$H_e = \text{有効落差} = H - 0.87 v_0^2 = 120 - 0.87 \times 5.1^2 = 97.4 \text{ m}$$

$$P_{max} = \text{最大出力} = \frac{36 \times 97.4 \times 1,000 \times 0.88 \times 0.95 \times 0.736}{75} \\ = 28,800 \text{ kW}$$

$$P_{mean} = \text{平均出力} = 28,800 \times 0.3 = 8,640 \text{ kW}$$

$$H_m = \text{平均使用水量に對する有効落差} = 120 - 0.87 \times 1,415^2$$

$$= 118.26 \text{ m}$$

$P_m =$  平均使用水量に對する出力

$$= \frac{10 \times 118.26 \times 1,000 \times 0.88 \times 0.95 \times 0.736}{75} = 9,700 \text{ kW}$$

$$\text{平均損失率} = \frac{9,700 - 8,640}{9,700} = 10.93 \%$$

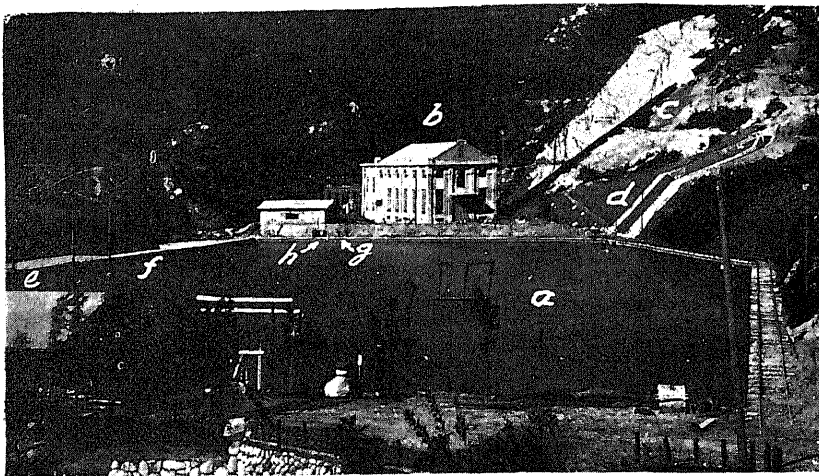
附記 本項に付ては松野辰治氏著「水力調整池の研究」(大正14年6月土木學會誌第11卷第3號)に負ふところ大である。

## 16 逆調整池

使用水量の調整を行ふ發電所では、發電所の負荷の状態に應じ、使用水量を變動せしめるから、放水口より下流では、河川の自然流量が刻々變化する。

故に若し此の影響を受ける區域に、自然流量の全部若くは一部を利用する利水事業、例へば灌漑、流筏木、舟運、他會社の水力發電所等が在れば、之等に支障を及ぼすから、調整に因る流量の變動を無くなすか又は軽くする施設を必要とする。

此の目的の爲には、調整を行ふ發電所の放水口下流を堰止めて、湛水池を造り、之に調整に依る放水を一時貯留する一方、此の池より河川の自然流量に對應するだけの流量若は下流に於て必要とする流量を河中に放流してやる。斯かる作用を爲さしむる目的を以て設けたる池を逆調整池と稱する。従つて調整池に依つて調整した全水量を、河川の自然流量に引き戻す必要がある場合には、逆調整池の容量は調整水量の全容量を必要とする。



17 圖 A 伊那電氣鐵道會社 松川逆調整池

- a 逆調整池(面積 6,700 m<sup>2</sup> 平均水深 2.73 m 側壁底共鐵筋混凝土構造)
- b 發電所 e 水壓管 d 水槽餘水路 e 逆調整池土砂吐
- f 溢流吐 g 發電所放水口 h 自動流量調整裝置

(一般平面圖參照)

調整池(A) は、第三發電所並第四發電所兼用にして其の有効貯水量は 18,000 m<sup>3</sup>。

副水槽(B) は、第四發電所の調整池にして、尖頭負荷時第三發電所の最大使用水量が此處まで到達する間の不足水量の補給に使用す、有効貯水量 8,350 m<sup>3</sup>。

逆調整池(C) は、(A) 並 (B) 調整池により調整せる使用水量を逆に調整する用に供す有効貯水量 18,000 m<sup>3</sup>。

各調整池の使用法

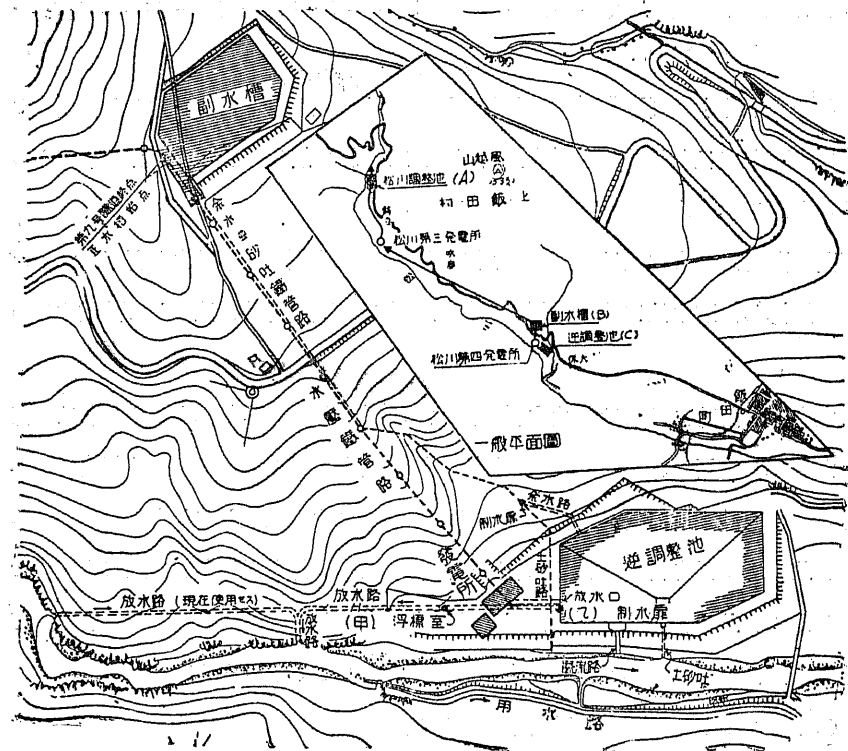
第三發電所の使用水量は常時 1.11 m<sup>3</sup>/sec で、此中より深夜及晝間の 19.5 時間だけ毎秒 0.256 m<sup>3</sup> 即 18,000 m<sup>3</sup> を (A) 調整池に貯水し、之を尖頭負荷時 4.5 時間だけ毎秒 1.11 m<sup>3</sup> 使用する。従つて尖頭負荷時の使用水量は 1.11+1.11=2.22 m<sup>3</sup>/sec となる。

第四發電所は第三發電所の放水を直接受け入れる外途中(陣ヶ澤)より毎秒 0.03 m<sup>3</sup> を取水す故に其の使用水量は

$$\text{常時 } 1.11 + 0.03 = 1.14 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{尖頭負荷時 } 2.22 + 0.03 = 2.25 \text{ m}^3/\text{sec}$$

となる但し第三及第四兩發電所の尖頭負荷時は同時であるから尖頭負荷時、第三發電所の放水が第四發電所に達する迄(約 32 分)の不足水量は之を(B)調整池より補給する。

尖頭負荷時 4.5 時間中第四發電所の放水は全部之を逆調整池に流入せしめる。此の水量



同 B 一般平面並逆調整池附近平面圖

合計 36,400 m<sup>3</sup> となる。然るに此の 4.5 時間中逆調整池に設けた自動流量調整装置によつて 1.14 m<sup>3</sup>/sec 即 4.5 時間にて 18,400 m<sup>3</sup> を河川に放流する。従つて尖頭負荷終了時に於ける逆調整池内の貯水量は 36,400 - 18,400 = 18,000 m<sup>3</sup> となる。之を深夜及晝間(A)調整池に貯水する時間即 19.5 時間中河川に放流すれば、毎秒の放流量は 0.256 m<sup>3</sup> となる。即ち(A)調整池に貯水するだけ逆調整池から放流することとなる。而して此の 19.5 時間中第四發電所の放水量は 1.14 - 0.256 = 0.884 m<sup>3</sup>/sec となり之に逆調整池の放流量 0.256 m<sup>3</sup>/sec を加ふれば河川への合計放流量は 1.14 m<sup>3</sup>/sec で、取水量と一致せる流量を常に河川に放流することとなる。

## 17 揚水式発電所 (Pumped storage hydroelectric plants; Pumpspeicheranlagen)

(1) 概要 約 50 年前瑞西に於て初めて試みられたる一種の水力発電方式で、現今では世界中に約 50 個所程建設せられて居る。我國には計畫中のものは多少あるが、未だ實現されたものはない。

其の概要は、火力又は水力発電所の軽負荷時の安價な餘剰電力を利用してポンプを運轉し、貯水池に水を汲揚げて置き、之を尖頭負荷時に流下して發電するのである。

元來輕負荷時に於ては、火力発電所は其の發電設備を全部休止するか若し一部しか運轉して居らぬから、之を揚水用動力に利用すれば電力料金は割安に使へる。又水力発電所に於ては輕負時には河川に徒に水を放流してしまうのであるから、此の時の電力料金は極めて僅少の運轉費だけ、即ち殆ど無料と見てよいのであるから、此の種揚水式発電所は、大容量の蓄電池が發明されぬ限り、普通の貯水池と同様、一種のエネルギー蓄積設備と言つてよい。

(2) 方式 方式に大體四種類ある。

a) 貯水池を有する発電所の放水口下流の河川を堰き止め、之に湛水池を設け(落差は多少損すことがあるが)、他の発電所の輕負時に其の餘剰電力に依つて、此の発電所内に設備したポンプを運轉して、放水口前の湛水を水壓管に依り貯水池に逆送して貯水するもの。

b) 上記の如く放水口下流附近に湛水池を造り得ざる場合で、貯水池附近の低位置に貯水池に容易に揚水し得る様な水源(河川、湖沼)があるならば、餘剰電力に依つて此の水を貯水池に揚水するもの。

a) 及 b) は、在來貯水池の水量補給用として利用さるゝ外尖頭負荷發電用として利用される。此の発電所の下流に水力発電所があるならば、之等発電所では増加水量を利用し得る利益がある。

c) 高位及低位に在る廣大の凹地又は溪間を利用して、上下二つの池を造り、何れかの池の附近に在る小河川より引水して池を満水させ、此の溜水を利用するもの。此の場合には蒸發、滲透等に因る池水の減損を時々補給する必要がある。

d) 海岸附近に在る山頂若し高所の湖沼又は凹地を利用して池を造り、之に海水をポンプで汲み揚げ之を利用するもの。

c) 及 d) の方式は、主として尖頭負荷發電所として用ひられるのである。

(3) 經濟價值 貯水池若し調整池を有せざる水力発電所を、底負荷發電所として運轉し、尖頭負荷は火力発電所に依らしめる様な場合には、僅かな時間だけ負荷が増しても火力発電所を運轉しなければならない。然かも此の場合には電力料は非常に高價に當るが、之を揚水式発電所に依らしめるならば、頗る經濟的になる。

今前記の如き場合に、尖頭負荷時の火力發電費が、發電所渡しで假に 1.6  $¢/WH$  1.6 錢で、輕負荷時に於ける他の水力発電所のそれが 0.8 錢であるとし、此の電力で揚水式発電所を運轉して電氣を發生した場合に、需要地に近い變電所に火力と揚水式水力とに依る電氣を送つたとして兩種の電力料金を比較して見よう。

火力に依る發電費は次の如くして求められる。

火力発電所變壓器の能率	98 %
需要地迄の短距離の送電線の能率	95 %
以上の合成能率	93 %

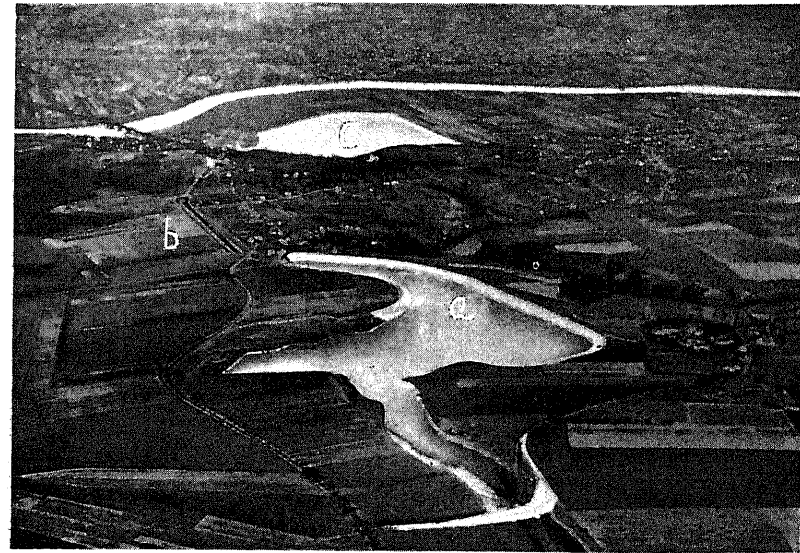
故に火力発電所で 1.6 錢/ $¢WH$  ならば、變電所では  $1.6 \div 0.93 = 1.72$  錢/ $¢WH$  となる。之を揚水式発電所の電力料金と比較して見ると。

水力発電所昇壓變壓器の能率	98 %
揚水式発電所迄の比較的長距離の送電線の能率	90 %
揚水式発電所の降壓變壓器の能率	98 %
揚水用電動機の能率	96 %

揚水用ポンプの能率	97 %
貯水池迄の水圧管の能率	99 %
貯水池からの水圧管の能率	98 %
水車の能率	89 %
発電機の能率	96 %
水力発電所昇圧変圧器の能率	98 %
需要地迄の比較的短距離の送電線の能率	95 %
以上の合成能率	56 %

故に他の水力発電所に於ける軽負荷時の電力料金が、0.8 銭/kWH ならば、  
 變電所では  $0.8 \div 0.56 = 1.43$  銭 /kWH となり、火力料金に比して約 16% の  
 節約になるのである。

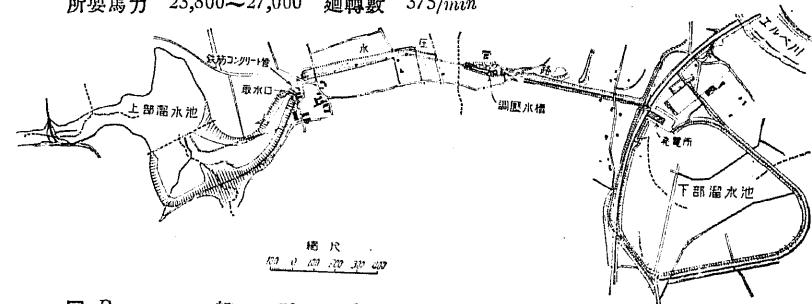
但し上記の場合には、火力発電所の建設費と揚水式発電所の夫れとの金利差を  
 考慮してないが、單に尖頭負荷發電所として揚水式發電を爲すのならば、前述の  
 様式 c) 又は d) の方式に相當す様な地形は需要地の附近に求め易いから、斯か  
 る場合には多少建設費が、火力発電所の夫れよりも高く要しても、上記計算の送  
 電距離に因る損失を軽減し得るのと、運轉が簡單容易で経費が餘り要らぬと云ふ  
 諸點で、建設費の割高を償ひ得られるであらう。



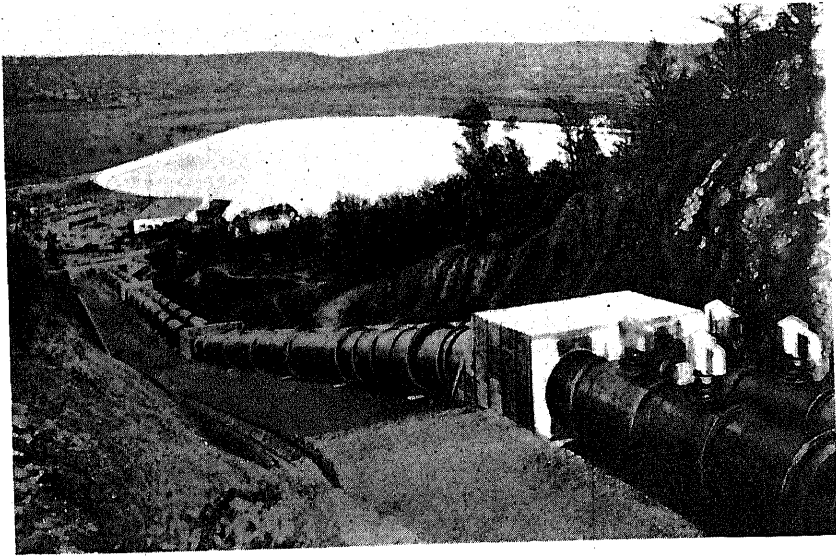
18 圖 A Niederwarth 揚水式發電所

a 上部溜水池 b 水壓管路 c 下部溜水池

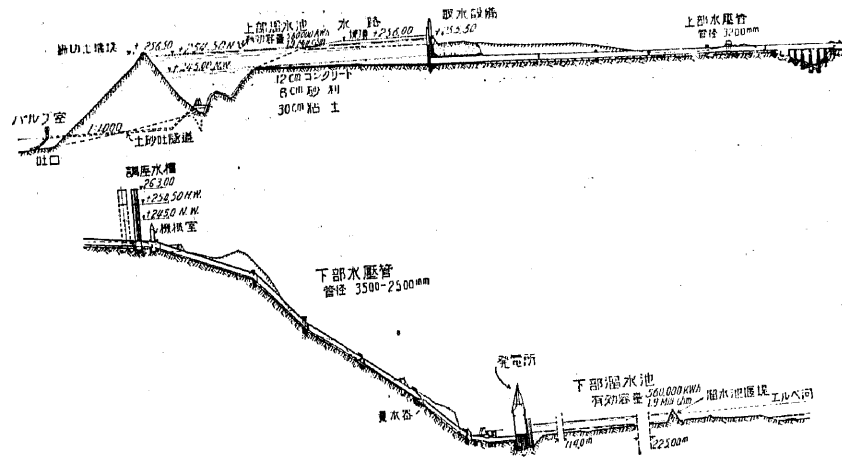
**上部溜水池** 土堰堤最大高 42.0 m 總貯水量 3 百萬 m<sup>3</sup> 有效貯水量 1.9 百萬 m<sup>3</sup>  
 (560,000 kWh) 有效水深 9.5 m **上部水壓管** 鐵筋混凝土管(1條) 長 100 m  
 徑 3.5 m 水壓鋼管(2條) 長 900 m 徑 3.2 m **調整水槽** 鋼製(2槽) 高 35 m  
 徑 17 m **下部水壓管** 水壓鋼管(2條) 長 800 m 徑 3.2~2.5 m **下部溜水池**  
 水面積 45 ha 深 5 m 有效貯水量 1.9 百萬 m<sup>3</sup> **發電所** 總出力 60,000 kW  
**發電機** 4臺 發電機たる場合 出力 15,000 kW 電動機たる場合 出力  
 21,500 kW (cosφ = 1) **水車** 4臺 フランシス渦巻型 使用水量 17.9~18.5 m<sup>3</sup>/sec  
 有效落差 120.8~143.3 m 馬力數 23,400~30,330 廻轉數 375/min **ポンプ**  
 4臺 セントリフューガル型 揚水量 9.4~11.8 m<sup>3</sup>/sec 揚程 154.3~138.3 m  
 所要馬力 23,800~27,000 廻轉數 375/min



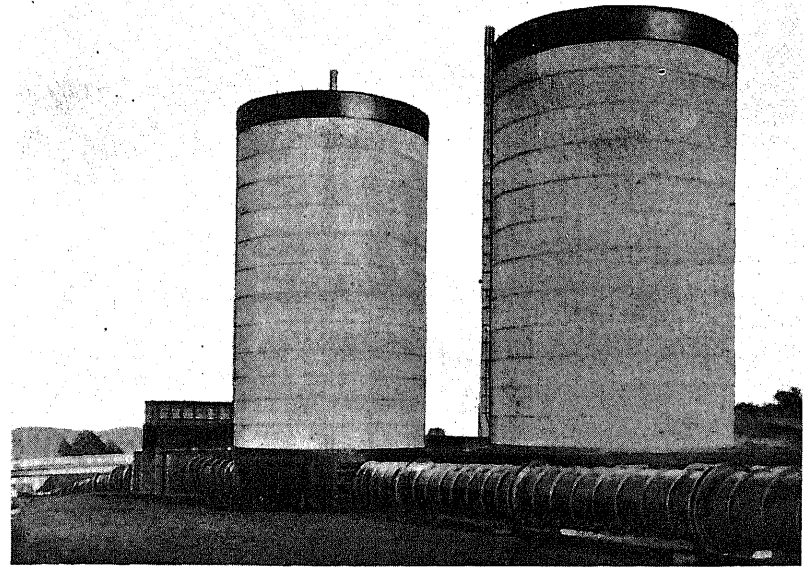
同 B 一般平面



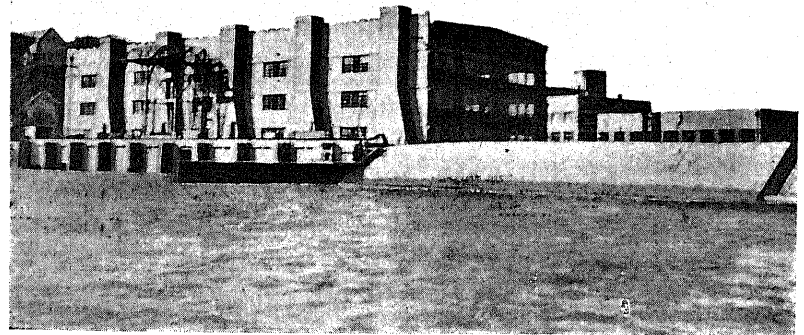
同 C 水壓管路



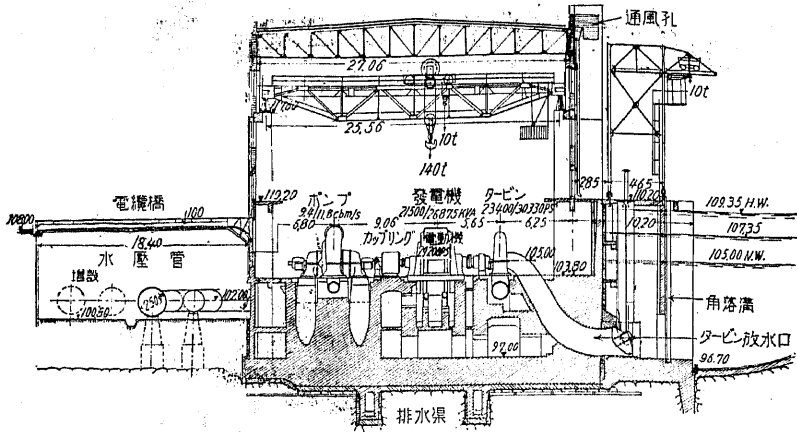
同 D 水路縱斷



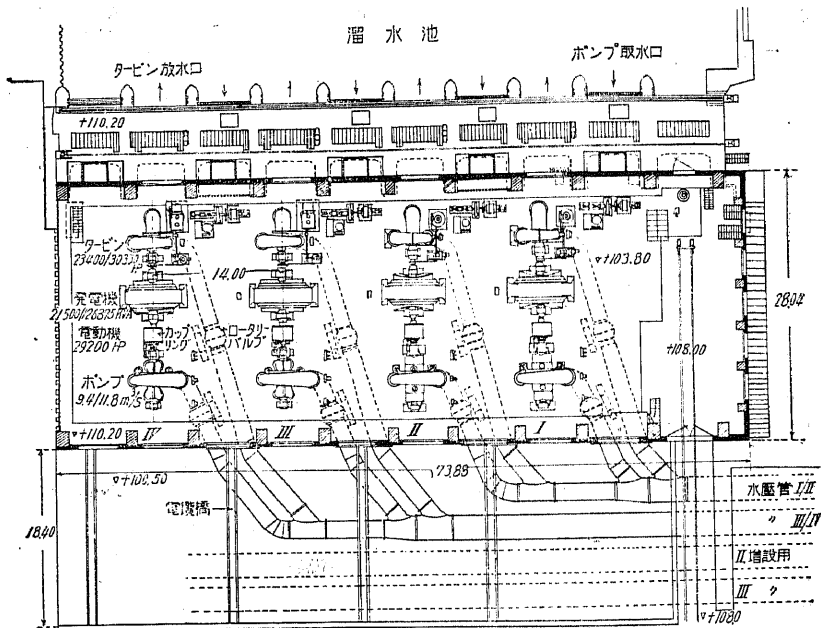
同 E 調壓水槽



同 F 發電所及下部溜水池



同 G 発電所縦断面図



同 H 同平面図

### 18 潮力発電

動力資源としての河川に依る水力と其の總量には限度があり、既に大半は開發され又はされんとしつゝある機運に在るが、更に次期動力資源として各國に於ては夫々自國の地理に立脚して之が探究に努めつゝある。就中潮力に在りては既に米國、英國、佛國等に於て、大規模なる計畫の發表されたるものあり、開發の機運が著しく促進されて居る狀況である。潮力發電計畫の概要を述べると、一般に潮差の大なる感潮河口の一部又は海邊の適當なる地域を堤防にて區劃し、一箇若は數箇の潮池を築造し、夫々水門と發電所とを設け、潮池と外海間との水位差に依つて出入する海水を利用して發電するもので、一箇の潮池を設くるものに在りては昇潮或は降潮の際に發電するので、従つて潮止りの場合は發電不可能であるから、此の式は斷續發電となるのである。

之に對して高潮池及低潮池又は更に多くの潮池を設け之を巧に利用するときは連續發電を爲し得るのである。其の他潮池及潮位の種々なる組合はせに依り幾種類の發電方法をも案出し得られる。

唯茲に困難なる問題は、潮汐の干満は毎時其の大きさを變ずるのみならず、又日々に於て相異なり然かも此の變化は種々の周期を反覆持續するから、利用潮差の變化大なるときは、發電所の出力は日々大小不同なるを免れぬ。従つて一般電燈電力の供給用としては不便尠からざるも、別に豫備補助發電所を設けるか或は既設の水火力發電所との併行運轉をすれば、電力供給上の定常化を圖ることが出來得るものである。

尙考ふべき問題は工費の點で、潮池を設ける爲の海中を區劃する堤防、發電所基礎、各種水門等の海中工事費は、總工事費中の大部分を占むるから、之等の各種工費の廉なる地形及地質の地域を得ると否とは、事業の經濟的成否に重大なる關係を有する。故に地形、地質共に相似の場合には潮差の最大と最小との差異大なる地點よりは、其の差異小なる所に於て有利で、即ち平均潮差は大きく且平均

潮差と最大潮差との比を示す潮差率の大小の二條件に依り地點の優劣が決定される。概略的には平均潮差 3m を以て潮力發電可能性の有無が決められる。

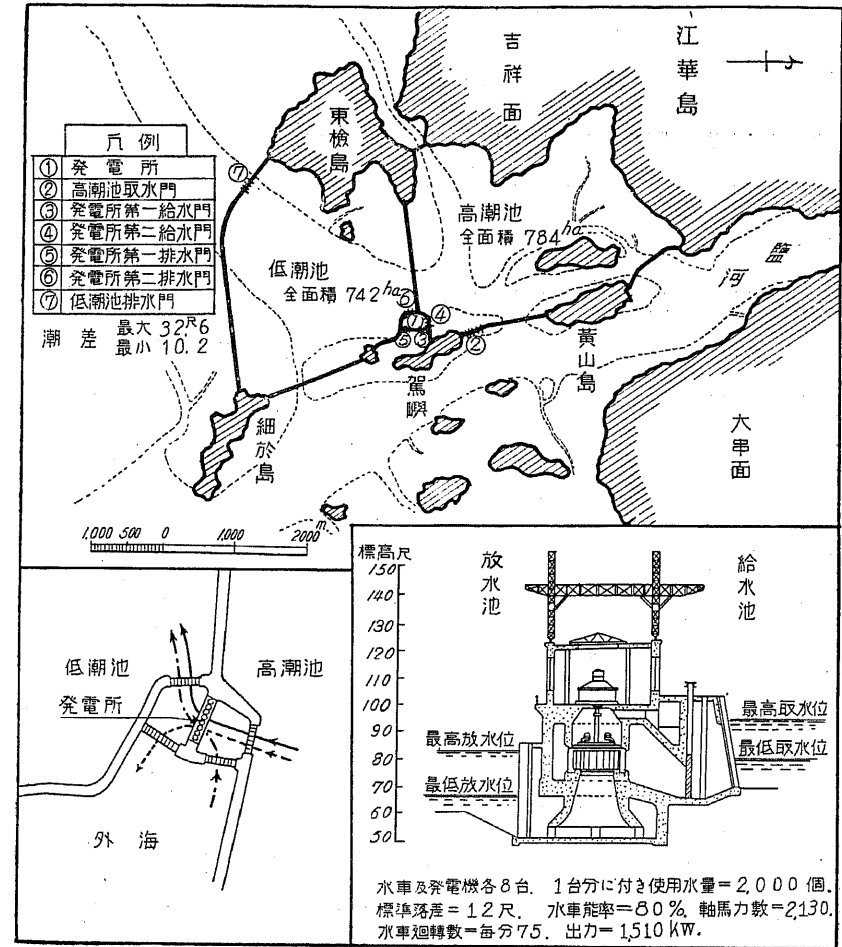
我國に於て前述の如き條件に適する地域は、朝鮮の西海岸即ち黃海方面で殊に仁川港を中心として南北十數里の海上は潮差の大なる點では世界屈指の地域で大潮昇約 9m、大潮差約 8m、小潮差約 4m に達する所があり、然かも海岸線の出入極めて多く其の海上に多數の島嶼散在し、地形亦漏斗狀を成して陸岸に深く入り込んで居るから、潮差の大なると共に地形上にも潮力發電上の好適地と目されて居る。

朝鮮總督府遞信局に於ても夙に此處に着目し、種々の調査を試みて具體的の數計畫を發表して居る。其の一を紹介すると京畿道西海岸仁川港を距る西北約 8km の江華島其の附近の小島嶼を繞る約 23,000 km<sup>2</sup> 餘の地域を劃し、此處に高潮池及低潮池の二潮池並に發電所を設け、總延長 9.4 km の堤防を以て之を圍み、各種の水門 6 門を設け潮池間の落差及潮水を調節發電せむとするものである。

上記計畫の概要は、高潮池、低潮池及外海潮位の變化に依つて生ずる各潮池海間に於ける 相對的水位差を利用して落差とし、及各潮池海間に出入する海水を水量とし之等を發電の要素とするもので、其の中高潮池は外海潮位上昇すると共に働作する自働取水門に依つて常に水位を高く保有し、低潮池は外海潮位低下と共に働作する自働排水門に依つて水位を成るべく低く保有せしめる。斯くして高潮池及低潮池間の落差を利用するを有效と認める間は外海と高低兩潮池間の連絡を絶ち、高潮池より低潮池に向つて海水を流下し發電せしめ、外海潮位相當高くて外海及低潮池間の落差を利用するを有利と認むる間は、高潮池よりの給水を休止し、外海潮位を高水位にして使用し、又外海潮位或る程度以下に下降し低潮池を利用せざるを有利と認むる場合は、低潮池に放水するを休止して直接外海に放水する。

發電量は潮差の大小に依り大小不同で、大潮差の場合には發電量相當増加する

が、小潮差の場合には甚しく減少するから、若し一定の發電量を得る爲には別に火力補助發電所等に依つて此の不同を補整してやらねばならない。



19 圖