

C 發電設備

XI 發電所

63 發電所の位置

位置の選定に付ては次の事項を考慮せねばならない。a) 基礎地盤の堅固なる場所なること。水車、發電機の如き重量物を据付け然かも之が廻轉するのであるから、地盤が脆弱であると忽ち沈下し機械に故障を起し運轉を不能ならしめる。b) 敷地が洪水位以上に在る事。若し他に適當なる場所なく斯かる所に餘儀なくされる場合には、發電所敷地の地上げを要するから工費の増額を來たす c) 河流の激突する個所を避けること。河流の衝點に在るときは流勢が洪水面を高め又發電所の基礎を侵す虞がある。特に放水口に激流を受くる場合には水車の運轉が圓滑を缺くのみならず、洪水の減退する際放水口を土砂で埋塞することがある d) 發電所の建物、變電所及従業員の舎宅等を建て得るに充分の餘裕ある場所なること e) 機械及工事材料運搬に便利なる場所なること。

以上は水路式發電所の位置に付てであるが、堰堤式の發電所では堰堤の位置に依つて從屬的に其の位置を限定される故若し發電所として適當の位置を求め得ない場合に、多少の水路に依り位置を下流の適當なる所に選定するを普通とする。

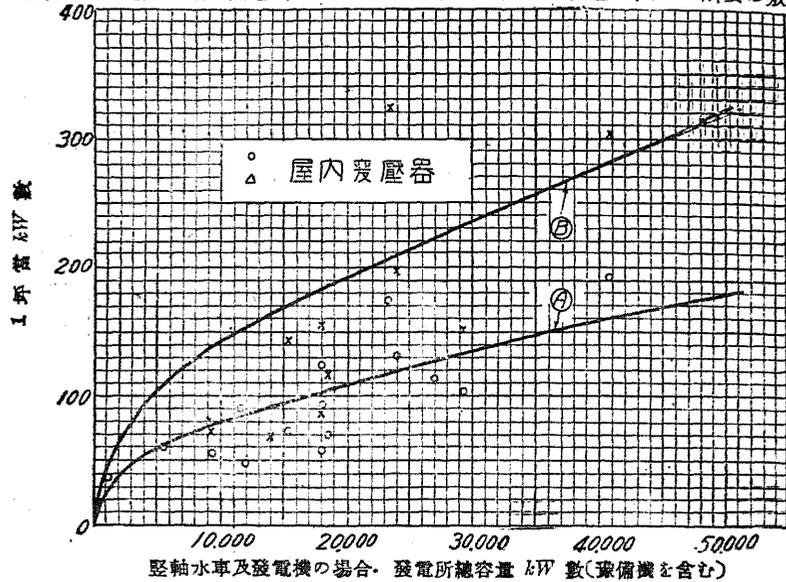
64 敷地及基礎

水力發電所の出力は落差と水量との二要素から成り、落差及水量の大小及兩者の値の割合如何により、水車の廻轉數従つて發電機の廻轉數及び水車の種類を異にするのみならず、機械臺數も相異なるから、單に發電所の出力に依つて敷地即ち建物の面積を決定することは困難である。

又敷地の所要面積が決定されても、其の地形、地質に應じて掘鑿其の他の土工費を最小にする爲、建物及基礎の構造、機械の配置等に就て充分なる研究を要す

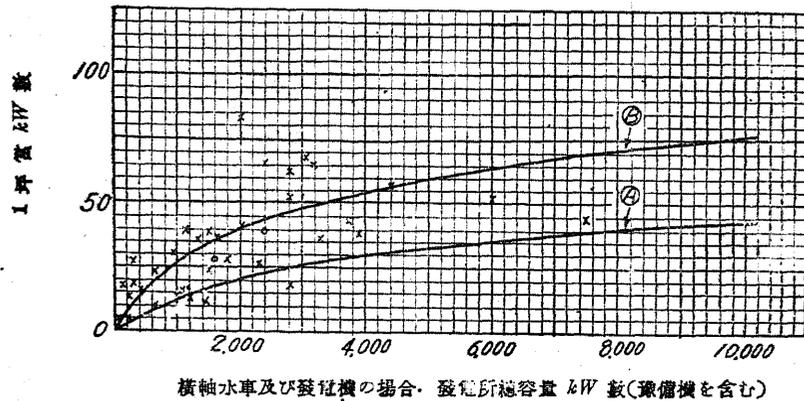
る。要するに理論的に之を決定することは頗る六ヶ敷、多年の経験及數多の實例を斟酌して決めるより外ないのである。

254 圖は多數の既設發電所に付検討したものゝ結果で、之に依つて所要の敷地



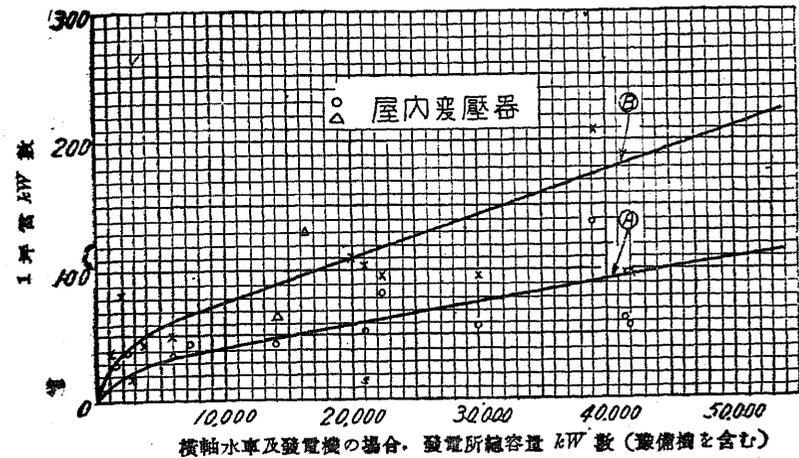
254 圖 A 水力發電所建物面積(地坪)

備考 ㊶ 發電所總面積 ㊷ 機械室



同 B 同

備考 同



同 O 同

備考 同

面積を知り得るだらう。

尙近來は發電所建物の外部に變電所を設くるのを一般とする故之に對して相當の敷地を要する。峡谷等に於ける發電所で斯かる敷地を得られぬ場合には發電所建物の屋上等に變電設備を爲すことがある。

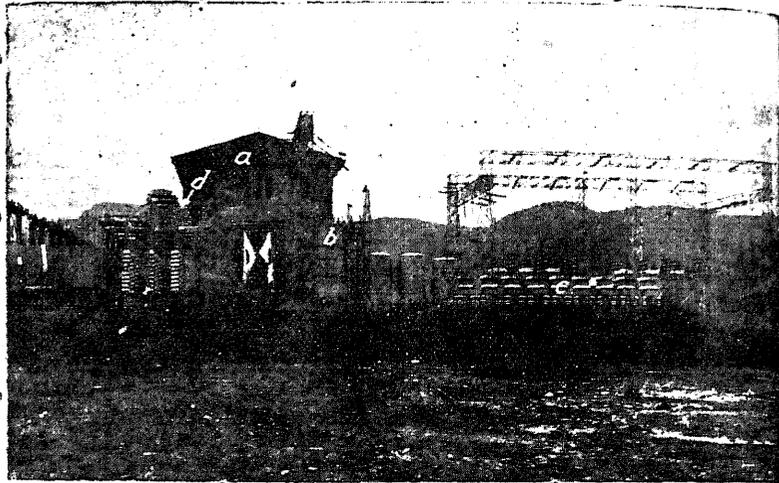
65 機械の配置

水力發電所の機械の主たるものは原動力機たる水車で、水車の種類如何に依つて建物の構造及發電機其の他の機械の配置が定められる。以下各種の水車に付き概要を述べる。

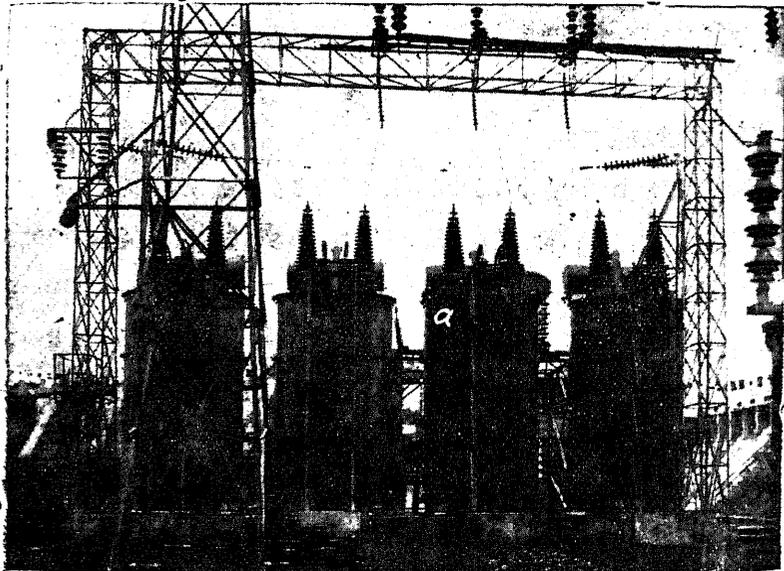
(1) プロペラー型水車の場合 有効落差約 15m 以下で、使用水量の大なる場合にはなるべく水車の廻轉數を増加し發電機の價格を低廉にする爲、プロペラー型水車を採用し豎軸配置とする。

(2) フランシス型水車の場合 此の種の水車は出力小なるものは落差約 15m 内外より、出力大なるものでは約 250m 位迄も即ち可なり廣い範圍の落差に適し、横軸型及豎軸型の孰れも採用せられる。

水車各一臺の出力小なる場合即ち約 5,000 kW 以下で落差も比較的低い場合に

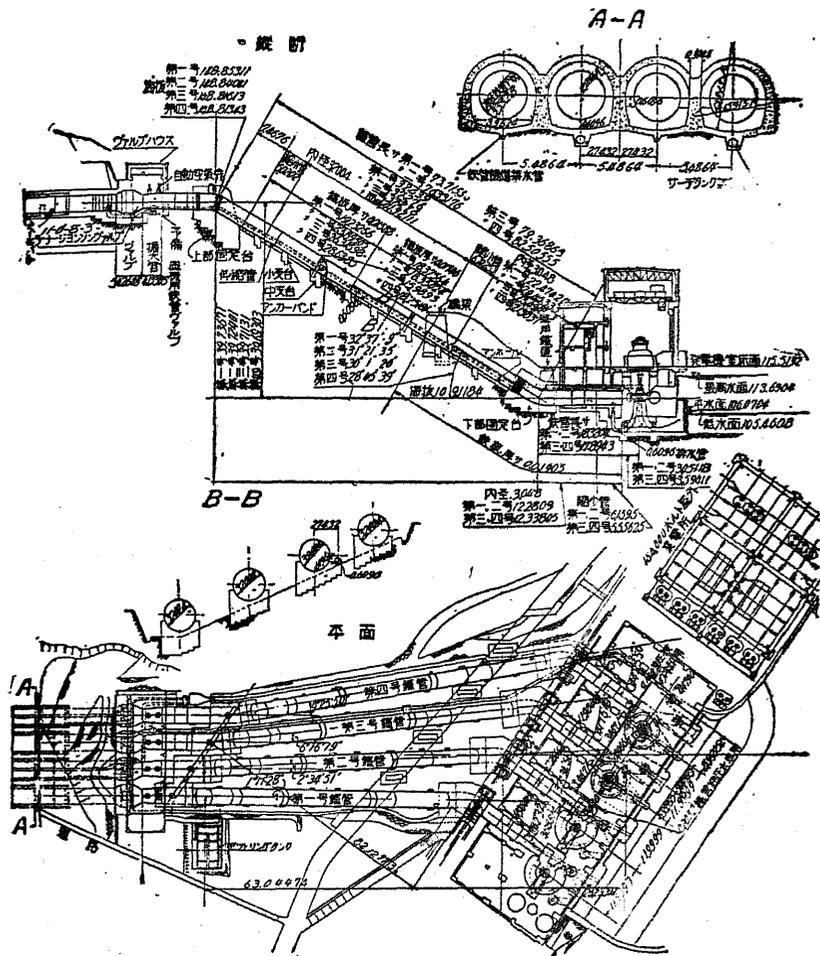


255 圖 A 東富電氣會社 鹿瀬發電所及屋外變電所
 a 發電所 b 主變壓器 c 油入遮斷器 d 避雷器

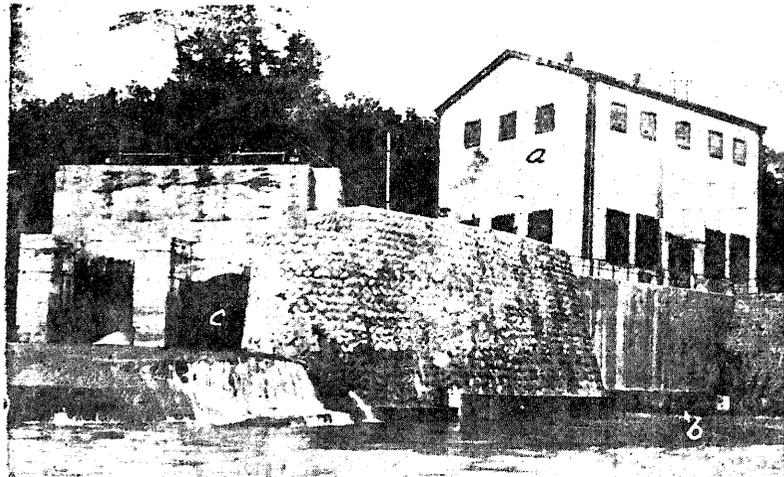


同 B 同 屋外變電所

a 主變壓器 (4 臺) 變壓器 15,000 kW $\left\{ \begin{array}{l} \text{一次電壓} \quad 11,000 \text{ V} \\ \text{二} \quad \quad \quad 154,000 \text{ V} \end{array} \right.$

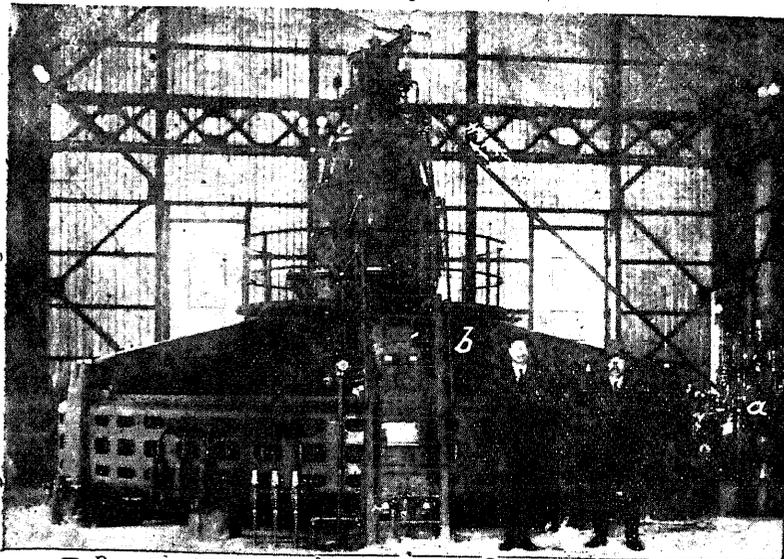


258 圖 日本電力會社 小牧發電所及屋外變電所

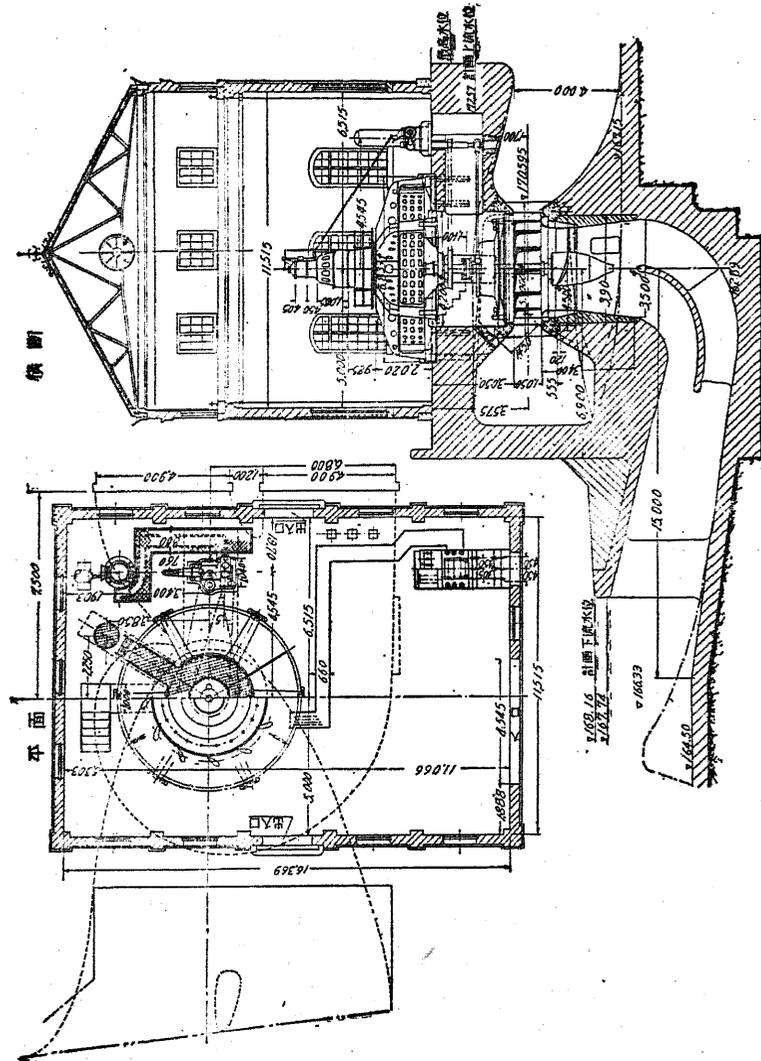


257 圖 A 東京電燈會社 松留發電所
 桂川 Q 41.74 m³/sec H 4.24 m 出力 1,440 kW
 a 發電所 b 放水口 c 八澤發電所放水口

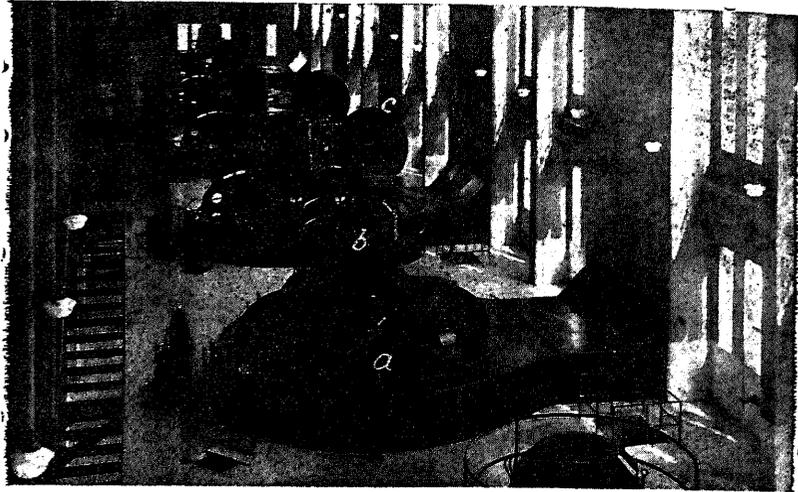
説明 此の發電所は八澤發電所(Q 41.73 m³/sec H 113.7 m 出力 35,000 kW)の放水路は残存して居る落差を利用する爲め造られたもので、c を水門にて閉め a に水を取つて居る。



同 B 同 發電機及水車調速裝置
 Kaplan 水車 軸馬力 2,050 迴轉數 107 r.p.m.
 a サーボモーター b 發電機 (1,600 kVA)

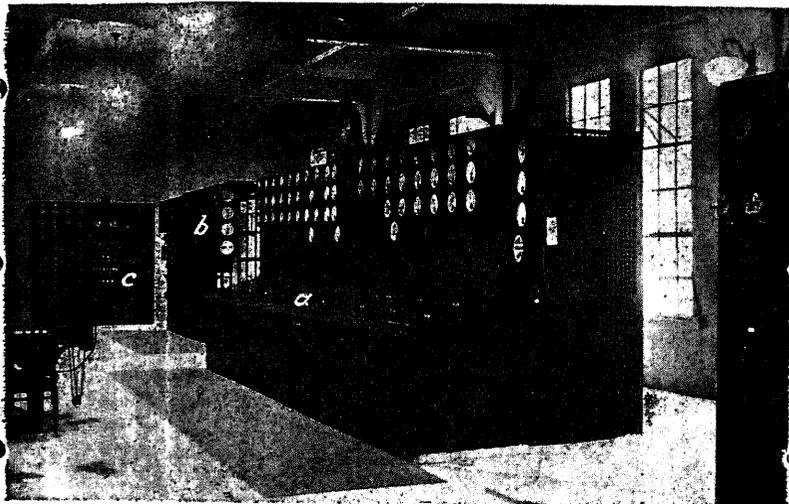


同 C 同 發電所橫斷及平面圖



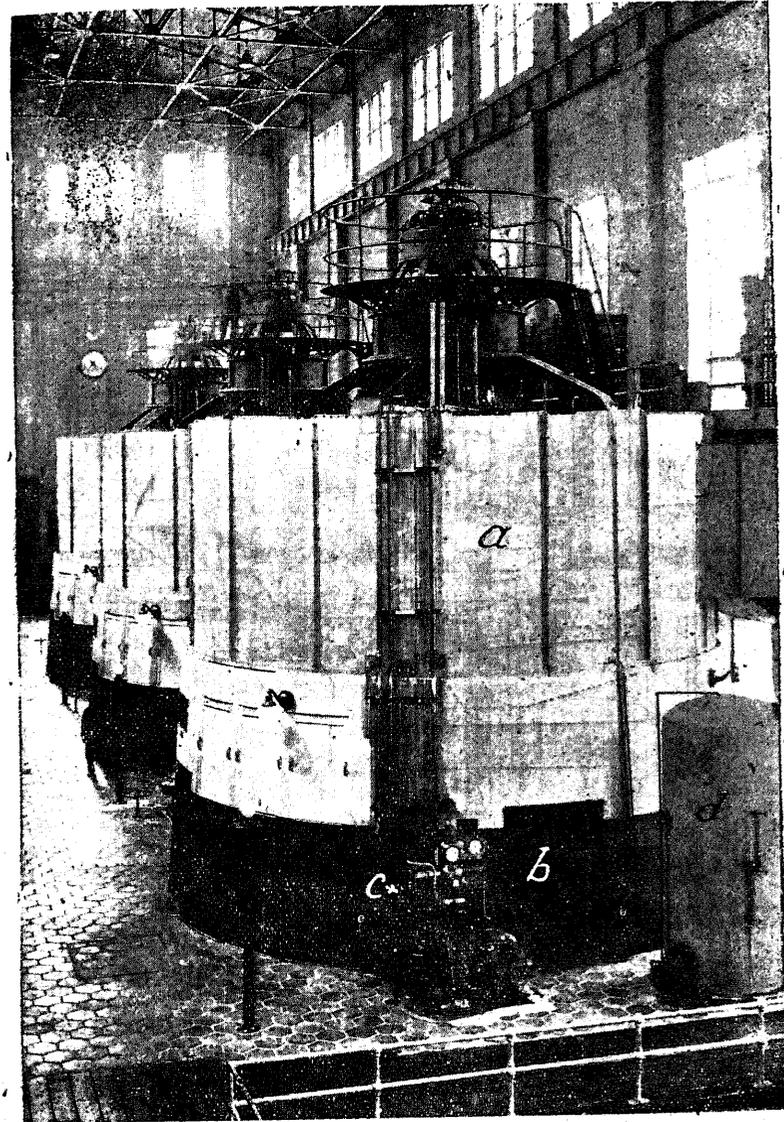
258 圖 A 東信電氣會社 鹿瀨發電所

a 發電機 (9,400 kVA P.F. 0.85 11,700 V 150 r.p.m) b 勵磁機 (100 kW 250 V 150 r.p.m) c 豫備ランナー



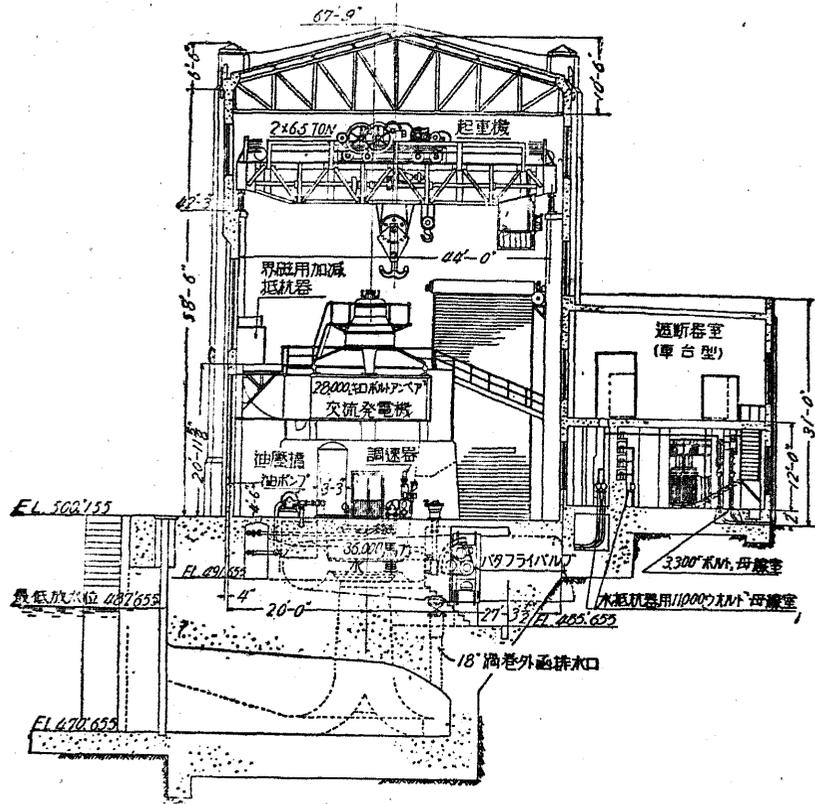
同 B 同 配電整室

a 主配電盤 b 電壓調整用パネル c インディケータパネル



259 圖 A 關東水力電氣會社 佐久發電所

a 發電機 b 水車室通路 c 调速機 d 壓力油槽



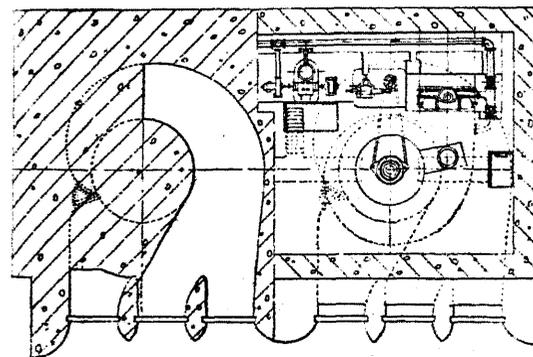
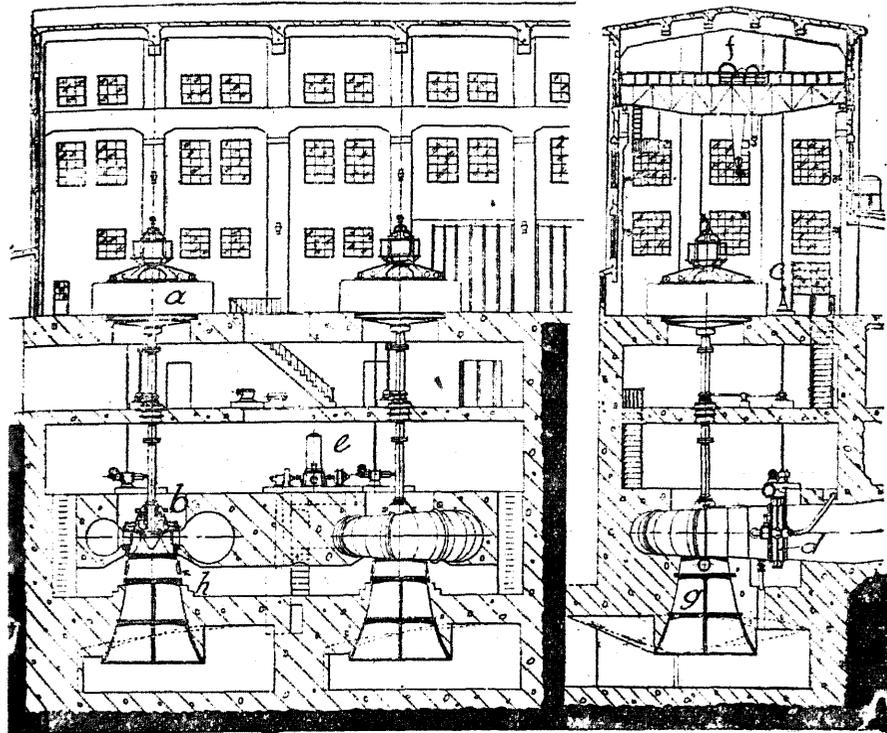
同 B 同 發電所横断面

ば、ランナーの数を増して(普通2個とする、プロペラー型水車の發達前には低落差の場合一臺の水車に4箇、甚だしきものは8箇のランナーを有つたものもあつたが、現今では此の種のものにはプロペラー型水車に其の領域を譲つた)廻轉數を増加し、従つて發電機の價格の低減を計ることが出来る。豎軸ではランナーの箇數を増すことが不適當(不經濟)であるから、此の場合には横軸型のものを採用する。又ランナー1箇の場合でも出力小なるものは横軸型とする方が水車及發電機の價格が低廉である。

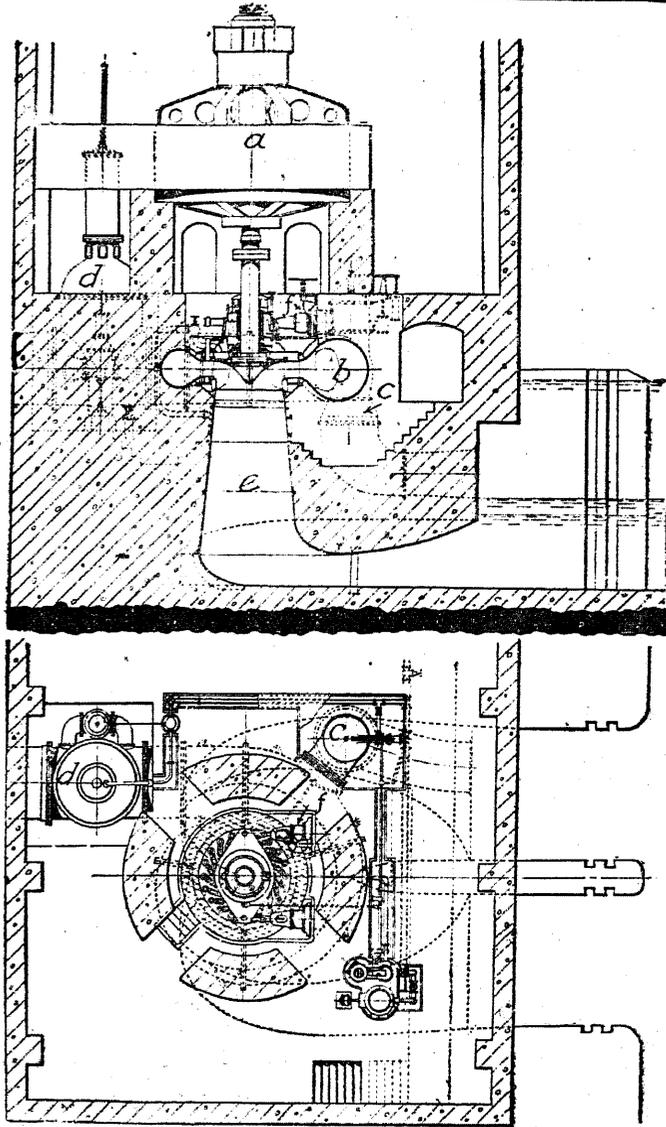
水車の出力大なる場合は其の能率を良好ならしむる爲及機械的構造上の利點並

掘付方法及作業の便利なる點から豎軸型が採用せられる。

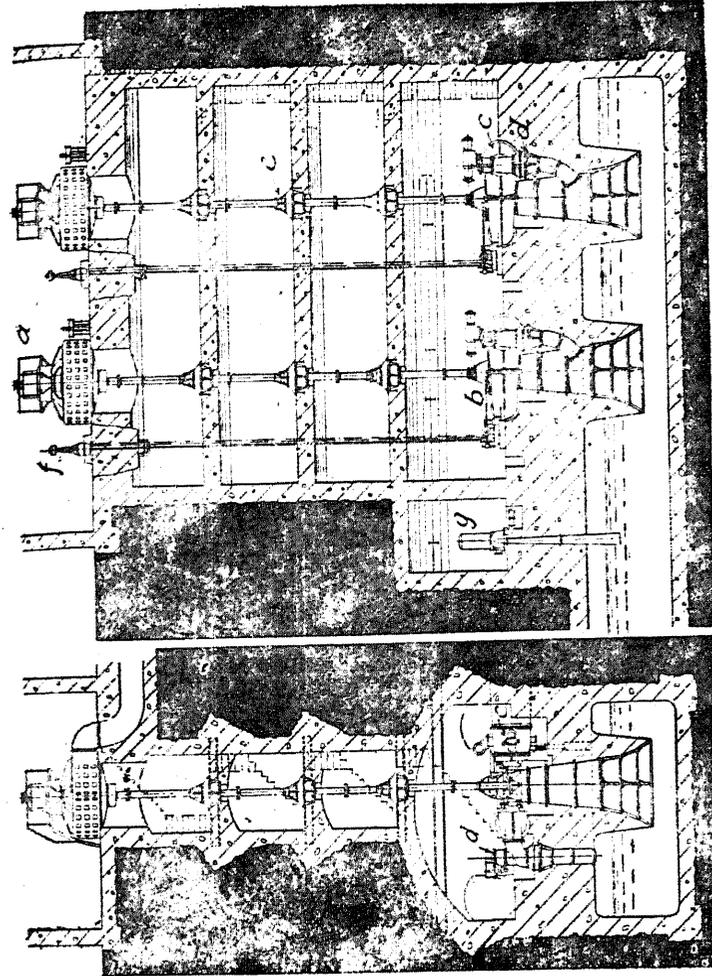
此の種の發電所では普通は發電機基礎部にも床を設け發電機室と水車室とを區分するものが多い。



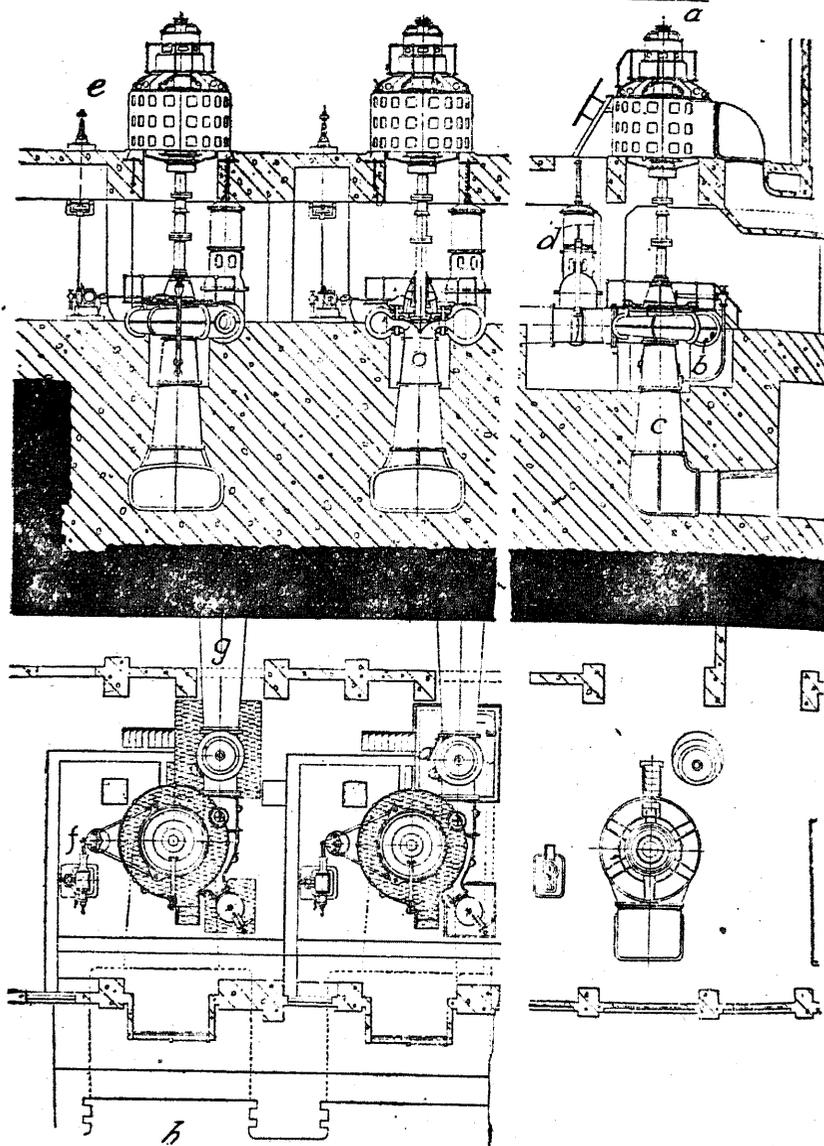
260 圖 廣島電氣會社
 巖見發電所
 Q 47.35 m^3/sec H 30.1 m
 出力 6,700 kW
 フランス水車(電業社製造)
 軸馬力 8,700 廻轉數 212 $r.p.m$
 a 發電機 b 水車 c 調
 速機 d 制水弁(バタフライ
 バルブ) e 壓力油槽 f
 クレーン g ドラフト管



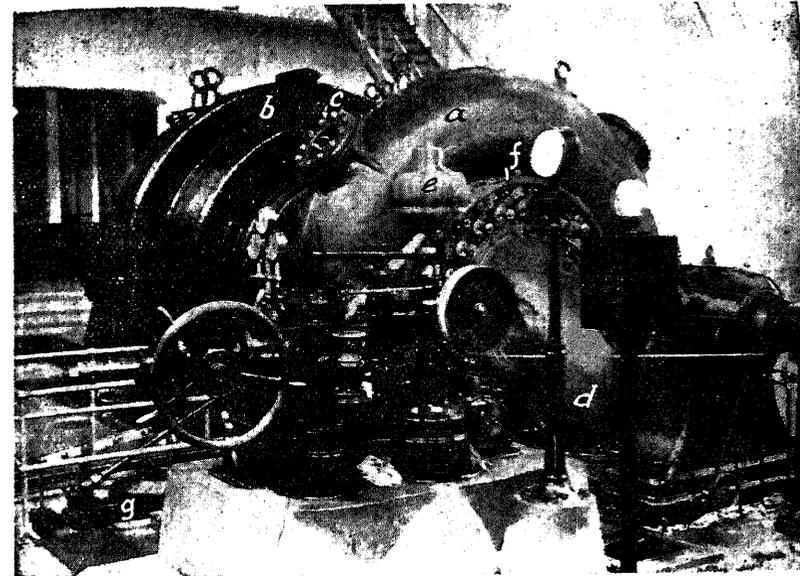
261 圖 矢作水力會社 天龍川南向發電所
 Q 37.6 m^3/sec H 78.9 m 出力 24,100 kW
 フランシス水車2臺(電業社製造) 軸馬力 22,000 迴轉數 250~300 $r.p.m.$
 a 發電機 b 水車 c 制壓機 d 制水弁(スルースバルブ)
 e ドラフト管 f ガイドベーン開閉機構



262 圖 日本窒素肥料會社 一ツ酒川發電所
 Q 16.6 m^3/sec H 53.64 m 出力 6,870 kW
 フランシス水車2臺(電業社製造) 軸馬力 7,000 迴轉數 375 $r.p.m.$ 水車軸全長 19.99 m
 a 發電機 b 水車 c 制水弁(スルースバルブ) d 制壓機 e 軸承 f 制速機 g 壓力油槽
 該所の位置たる河岸の地質が岩盤で、然かも河の水面上より非常に高い場所に築かれ、基礎を固くすること
 必要は地盤地質から、高水位に高き場合にも河の如き長軸の器型水車を利用すること
 に依り、岩盤の軸受を掘り付け得る。



263 圖 中央電氣會社 關川 島坂發電所
 Q 14.32 m³/sec H 202.4 m 出力 22,600 kW フランシス水車(電業社製造)
 軸馬力 13,700 迴轉數 600~720 r.p.m. a 發電機 b 水車 c ドラフト管 d
 制水弁(スルースバルブ) e 調速機 f サーボモーター g 水壓管 h 放水路

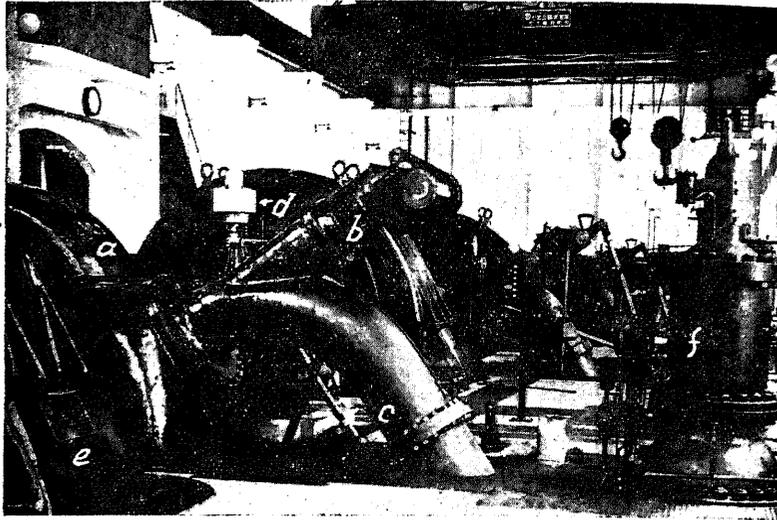


264 圖 東京電燈會社 早川第三發電所の水車
 H 146 m フランシス水車横軸型(電業社製造) 軸馬力 10,500 迴轉數 600 r.p.m.
 a 渦巻外面 b 發電機 c 人孔 d ドラフト管 e 調速機
 f ガイドベーン開閉リンク g 制壓機

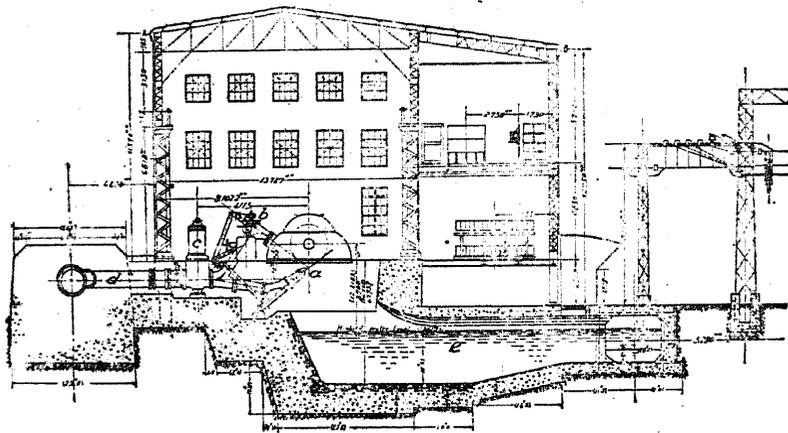
然るに最近竣工した関東水力電氣會社佐久發電所では、上記の床を省略し、水車の上に發電機を据え、機械運轉並に監視に必要な調速機制御器、諸計器等は全部之を水車に配置し、機械運轉員も同室に居る様にしてある。

此の配置は發電機室となる床面を省略し得るからそれだけ経済的であるが、一方建物の柱が高くなり之を耐震構造と爲す必要上工費の増額を來たす缺點があると共に、洪水位の高い所では發電機は是非之れ以上に据付けねばならぬ關係上斯かる構造を望み得られない。

(3) 衝動型水車の場合 此種の水車は落差約 250 m 以上の場合に採用され横軸型を普通とする。堅軸を採用する場合も稀にあるが、バケツトから放出される水流が、ノズルから出る射水の邪魔にならぬ様にする工夫を要する。



265 圖 A 富山縣管 真川発電所 発電機及水車
 a ベルト水車ノズル2箇 日立製作所製造 馬力数 17,000(3/4ゲート開き)
 b ノズルのニードルバルブ加減装置 c 水壓管 d 调速機 e 発電機
 (13,500 kVA) f 水車制水弁 (スルースバルブ)



同 B 同 発電所断面
 a ノズル b 调速機 c 制水弁 d 水壓管 e 放水路

横軸型水車の臺数は発電機1臺に付て1臺を普通とするが、発電機の兩側に各1臺の水車を直結し、尙各水車に獨立の调速機を裝備することがある。斯かるものに於ては、輕負荷時には水車1臺を運轉し、負荷の多いときには2臺を運轉することが出来るから、使用水量を失ただけ能率よく利用し得られる。且軸承は此の場合でも水車發電機1組に對し、僅2個で足りるから、据付作業及運轉開始後の保守が水車1臺のみの場合と同様容易である。

Ⅹ 水 車

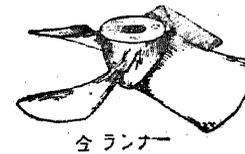
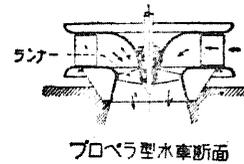
66 種類

現今水力発電所で使用されて居る代表的水車は主として次の三種である。

(1) プロペラー水車 反動水車の一種で、水がランナー(水車の廻轉する部分で、翼、冠板及軸より成る)を通過する方向は水車軸と並行である。其のランナー翼の形が船舶の推進機に似て居るところから、プロペラー水車と呼ばれ、更に考案者の氏名に依り、Kaplan, Nagler, Moody, Lawaczek 型等の名稱がある。

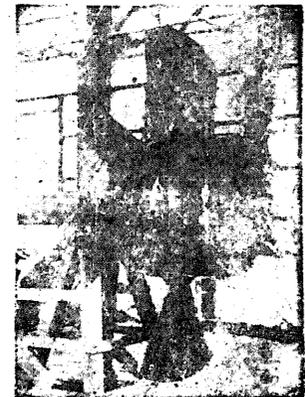
(2) フランス

水車 之は水の壓力と速度を利用してランナーを廻轉するもので水はランナーの周邊より内方に放射状に入つて次第に軸方向に轉じてから翼を出る。即ち水は



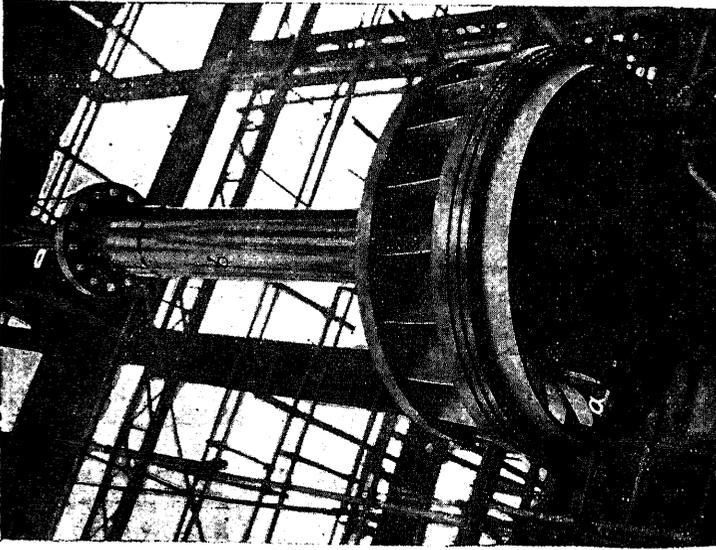
266 圖 A

ランナーを通過する間に壓力の勢力を次第に運動の勞力に變じ軸を廻轉せしめる。

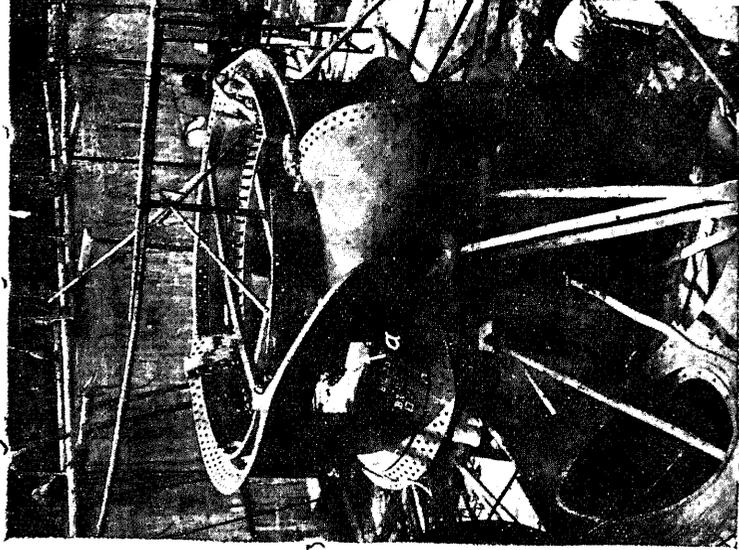


同 B

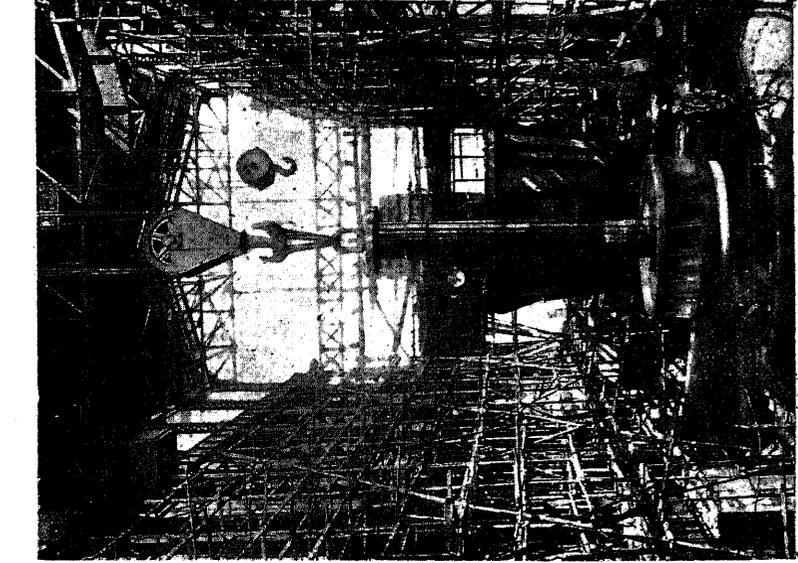
東京電燈會社 松留発電所
 Kaplan 水車のランナー軸
 馬力 2,050 廻轉數 107r.p.m



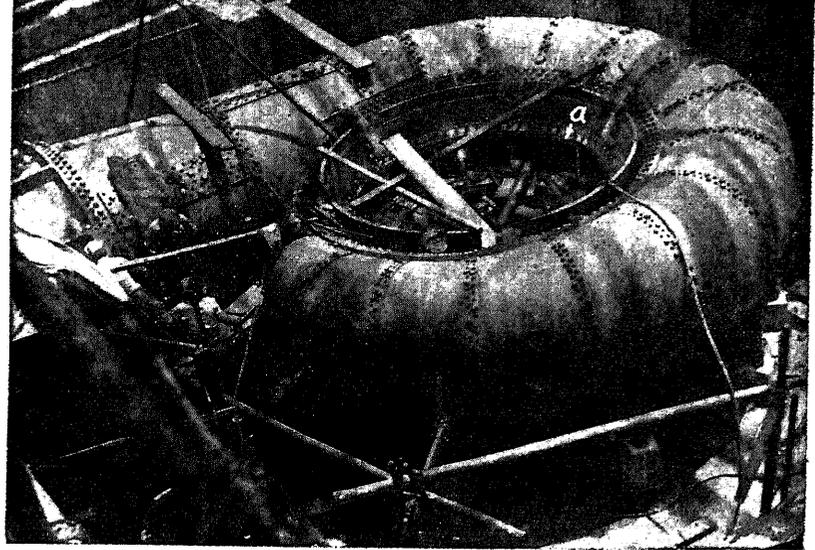
267 圖 4 關東水力電気會社 佐久發電所水車のランナー
 ナー a ランナー b 水車軸



同 B 同 スピードリング
 スピードリング周囲の孔は、その内側にガイドペーンが設置され、其の間隙に依つてランナーの供給水量の加減をする。



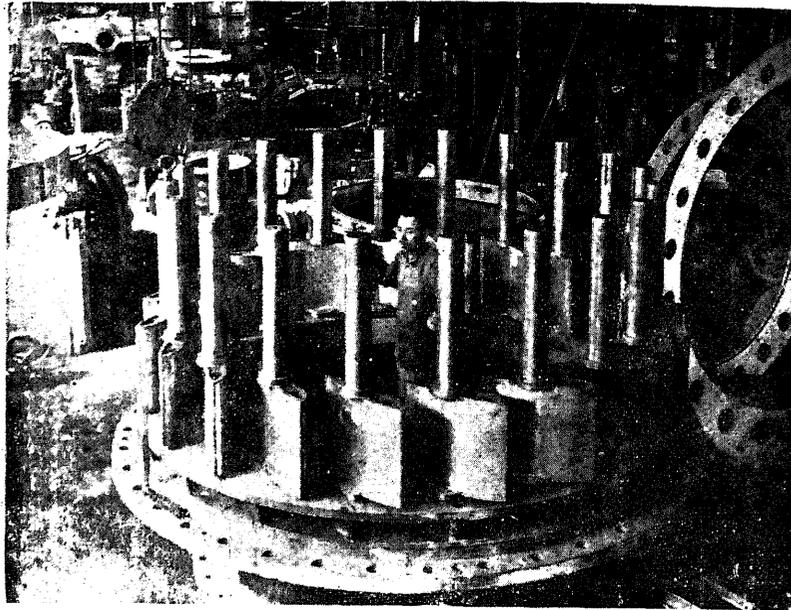
同 D 同 水車ランナー(組付工事中)



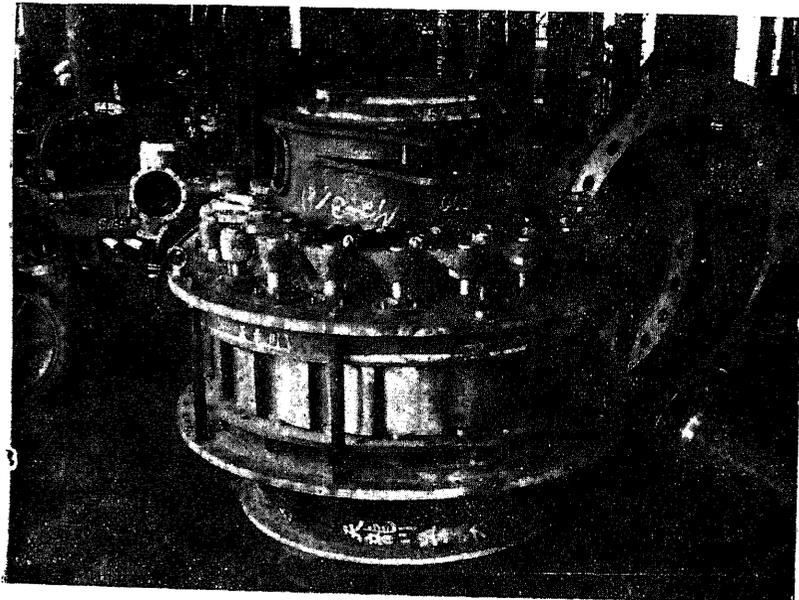
同 O 同 渦巻外函(スピードリング取付工事中)

a スピードリング

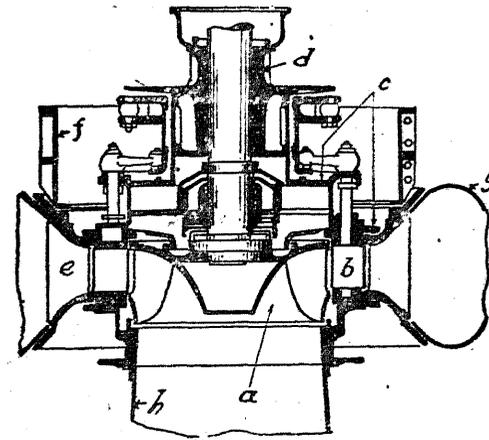
説明 スピードリングの内側にガイドペーンを装置し次にランナーを嵌め込むのである。



268 圖 A ガイドベーン (組立中)



同 B 同 (組立後)

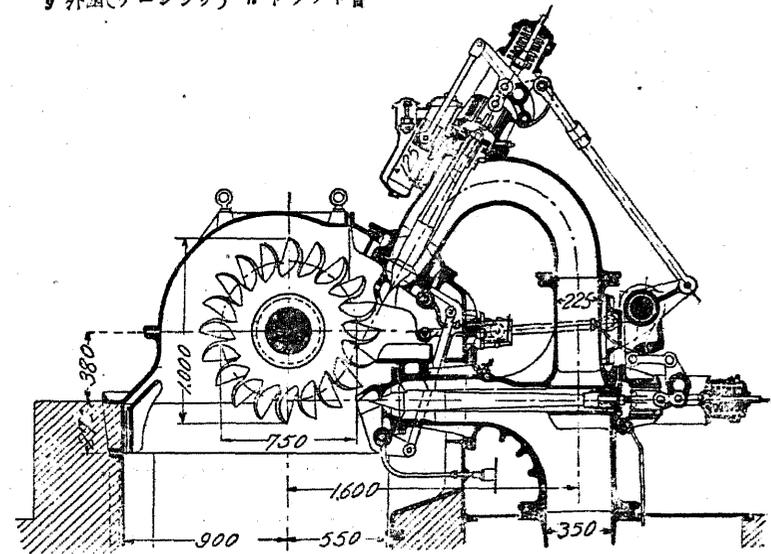


263 圖 縦軸フランシス水車の断面

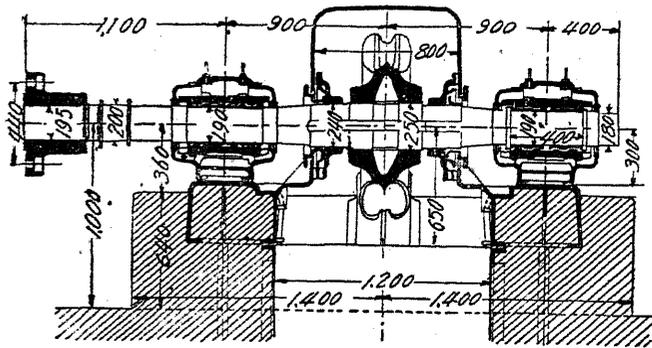
a ランナー b ガイドベーン c 蓋板 d 軸承
 e スピードリング(ガイドベーンの外部に在り蓋板と外函とを連結しピットライナーを支へる)
 f ピットライナー(発電機の支持架となる)
 g 外函(ケーシング) h ドラフト管

(3) 衝動水車 水の速度のみを利用する水車で、現今實用されて居るのはベルトン水車と稱する種類である。ベルトン水車の主要部分はベケットで之にノズル(射水管)よりの射水を噴き衝けて水車を廻轉せしむるものである。

以上三種の水車に付て言へば、同一落差及同一出力のものでは、ベルトン水車の廻轉數が最も低く、プロペラー水車の廻轉數が最も高く採られ



270 圖 A ベルトン水車 ノズル 2箇



同 B 同

る。此の結果
水量に比し落
差の大なる場
合には、ベル
トン水車を用
ひ、落差が減
ずるに従つて
フランシス水

車が適し、更に落差の小なる場合にはプロペラー水車が採用されることになる。

此の水車の特性を表はす方法として水車の特有速度(又は比廻轉數)を以てする。特有速度とは其の水車と相似の型で 1m の落差の下に 1 馬力を出す様にした場合の廻轉數(最大能率の點に相當する)を云ひ、各種の水車の許し得る特有速度の範圍は次の様になつて居る。

ベルトン水車の特有速度	8.9 ~ 33.4	廻轉 / 分
フランシス水車	53.4 ~ 445.0	"
プロペラー水車	422.8 ~ 934.5	"

特有速度 N_s の算式は

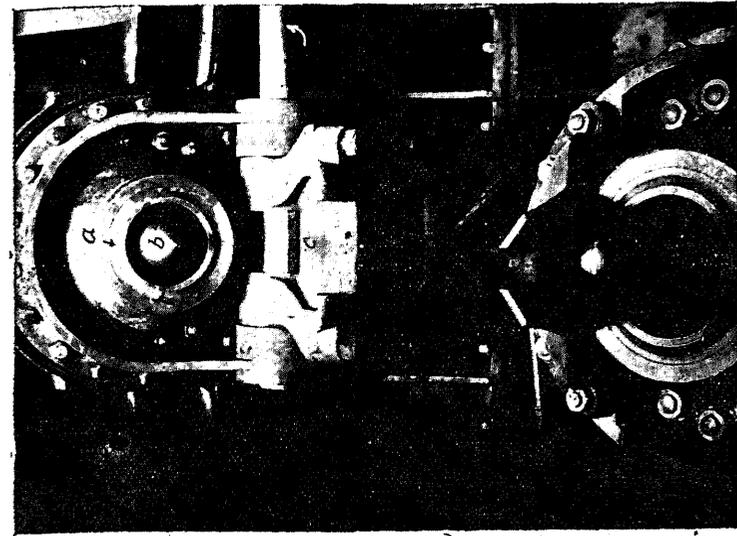
$$N_s = \frac{N}{H} \sqrt{\frac{P}{\sqrt{H}}} = NP^{\frac{1}{2}} H^{-\frac{5}{4}}$$

茲に N = 水車の毎分の廻轉數

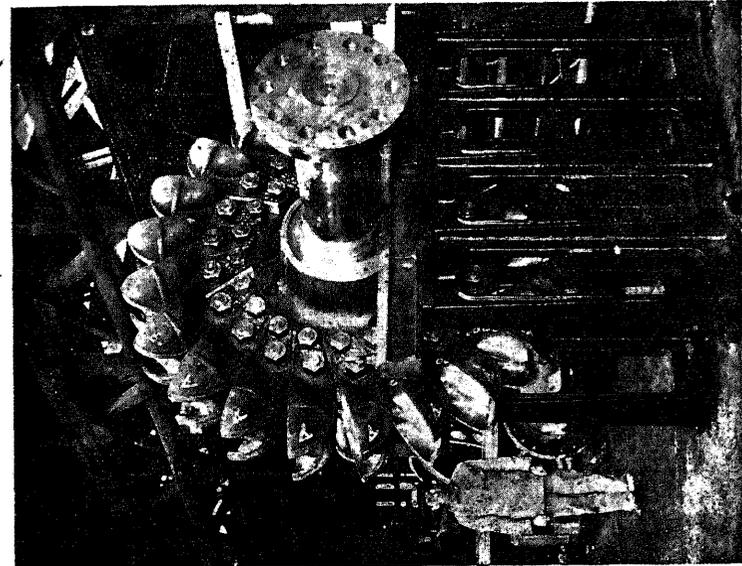
P = 出力 (馬力)

H = 有効落差 (m)

即ち落差が大となれば特有速度を小さく、落差が小となれば反對に大きく採らねばならない。特有速度を餘り大きく採ると放水速度が速過ぎるから、ドラフト管の水柱が途切れ、真空を作つてフンナー翼の腐蝕を招くに至る。



272 圖 ベルトン水車のノズル, ユーデルバルブ
及デフレクタ
a ノズル b ユーデルバルブ c デフレクタ
(矢の方向に c が動くとき明水を遮る)



271 圖 小口川第三發電所ベルトン水車のバケツ
ホイール A バケツ

又特有速度の大きいランナーは、高落差に對して機械的に弱い。然し特有速度が小さ過ぎると廻轉數低く、發電機の重量大となり従て高價となり不利益である。

67 水車の能率

各種水車の部分負荷に對する能率は各々異なつて居る。ベルトン水車は其の最高能率は他に比して低いが、部分負荷に對しては能率が良い。フランス水車は最高能率は前者に優るが部分負荷に對しては劣り、負荷に應じランナー翼の角度を調整し得る。プロペラー水車は最高能率が前二者の中間に在るが、部分負荷に對しては著しく劣つて来る。然しランナー翼の角度を負荷に應じて變更することに依り、此の缺點を著しく改善し得られる。

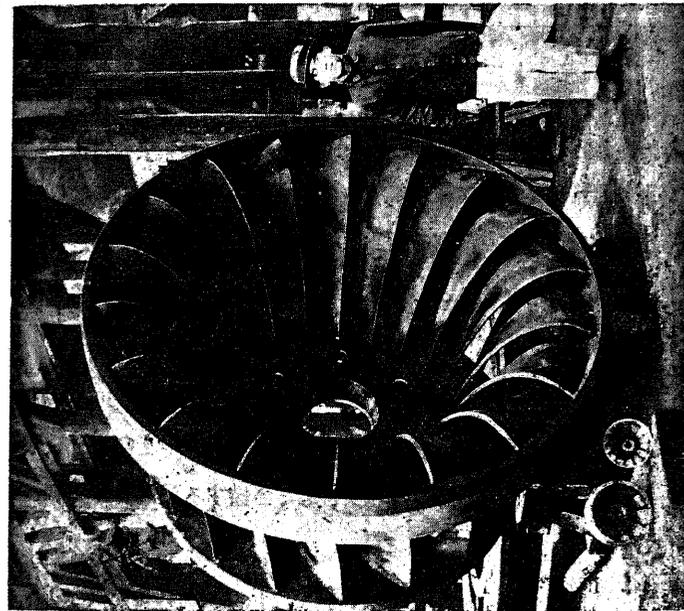
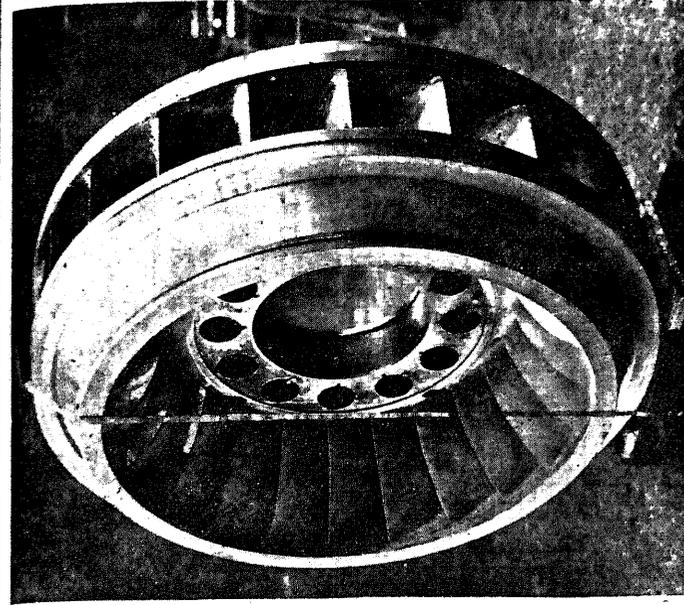
次の表は4種類の異つた特有速度を有する水車の能率を示すもので、 $N_s = 15$ はベルトン水車、 $N_s = 200$ 及 400 はフランス水車、 $N_s = 600$ はプロペラー水車である。19表に見る如く、特有速度の相違は最大負荷(最大速度)能率には餘り差を生ぜぬが、輕負荷能率に於て非常な相違を生ずる。現今の適當に設計されたる水車の能率は、大體次の表の如き値を探るものと見て差支へない。

19 表

負 荷(%)	能 率 (%)			
	$N_s = 15$	$N_s = 200$	$N_s = 400$	$N_s = 600$
100	86.0	86.0	85.5	84.0
95	87.0	90.5	91.0	90.0
90	87.5	92.0	92.5	89.5
85	88.0	92.5	91.5	88.0
75	89.0	91.5	89.0	82.5
50	87.0	87.5	78.0	66.0
25	82.0	70.0	60.0	48.0

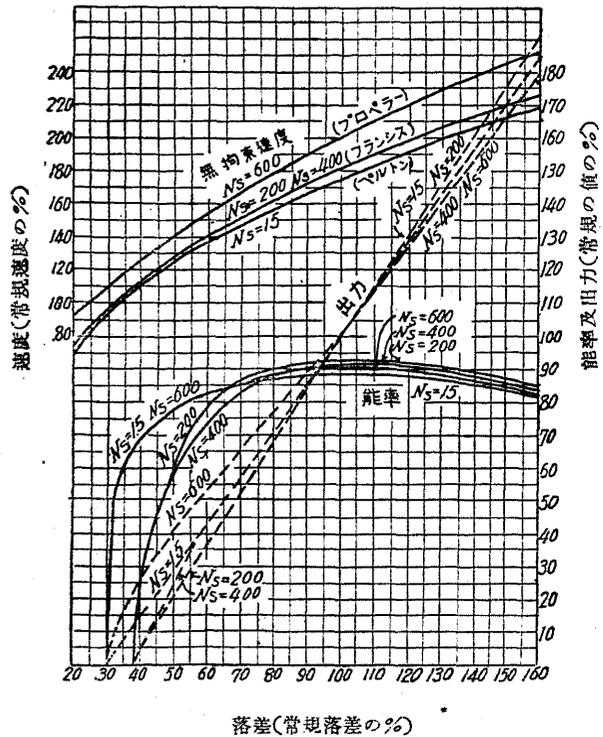
68 落差變化の影響

水車を實際に運轉する場合には、落差の變化に對しランナーの速度を一定に保たしめねばならない。其の場合の特性の變化は 274 圖に示す様に變化する。



273 圖 A 豎軸フランス水車のランナー
 Q 47.35 m^3/sec H 30.1 m $H.P.$ 8,700
 廻轉數 212 r.p.m. N_s 63.2

274 圖 B 同
 Q 14.32 m^3/sec H 202.4 m $H.P.$ 13,700
 廻轉數 600 r.p.m. N_s 20.7
 説明 此の程度の落差の水車としては、普通ベルトン水車を採用するが、ベルトン水車では廻轉數が小さく従つて發電機の型が大きくなるから、價格が高くなる。そこでフランス水車と感ずるのであるが、廻轉數が大きくなるから、發電機の型が小さく即價格が安くなるが一面水車の壽命が短くなると云ふ缺點がある。



274 圖 落差の變化と最大出力及び其對する能率との關係。落差の變化と無拘束速度との關係

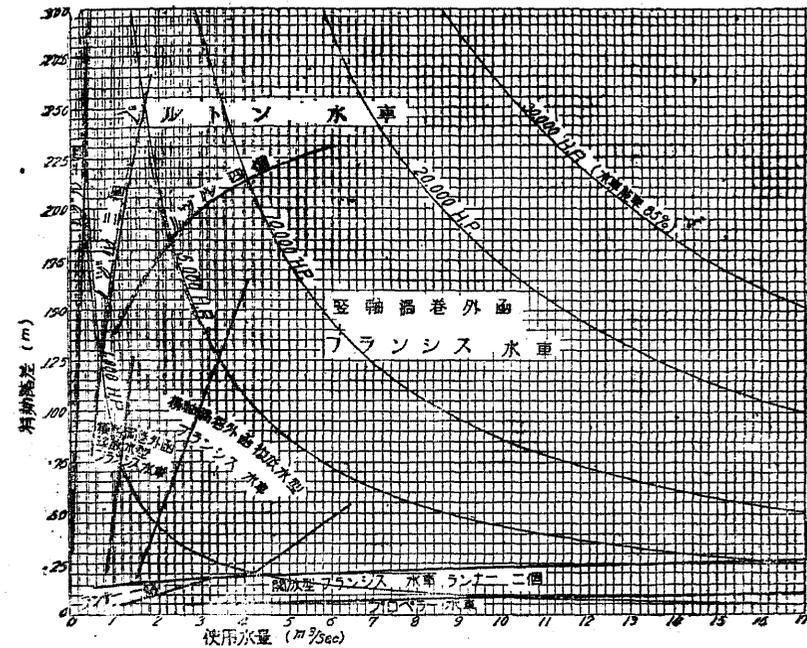
洪水時には放水位が上昇し落差を多大に減損するから發電能率が殆ど皆無になることがある。又中落差發電所で調整池の有る場合、調整池の水深低下に因る落差の減少の爲、水車能率の激減を來たすことがある。斯かる場合は豫め之を考慮して水車の特有速度及寸數を定め、此の缺陷を補足する必要がある。

68 水車軸の豎型及横型

ベルトン水車は横軸型を普通とする。フランス水車では小出力のものは一般に横軸とする方が水車自身の價格が安いのみならず、之と直結する發電機の價格も亦安いから經濟的である。

大出力のものは豎軸型を普通とする。豎軸型の横軸型に比べて優れる點は a)

圖に示す如くベルトン水車及プロペラー水車は落差の變化に對し能率を良く保ち、常規落差の40%に降るも尙能率は70%位保つに反しフランス水車では落差の影響甚だしくして計畫落差の40%にもなれば殆ど出力は零となるのみならず廻轉數を保つことも覺束ない。故にフランス水車を使用する低落差發電所では



275 圖 使用水量及有効落差より水車の型式を定むる圖表

能率よく b) 建物の面積少くて済み c) 機械の振動輕微で d) 軸承の問題が簡單であり e) 發電所敷地の掘鑿量を節減し得られ f) 洪水位の高き處でも發電機を夫れ以上に据付けても洪水に因る落差損失を免れ得る等の利點がある。

プロペラー水車ではドラフト管での勢力回收作用が重要であり、又ドラフト管を高く採ることが困難であるから豎軸とすべきである。

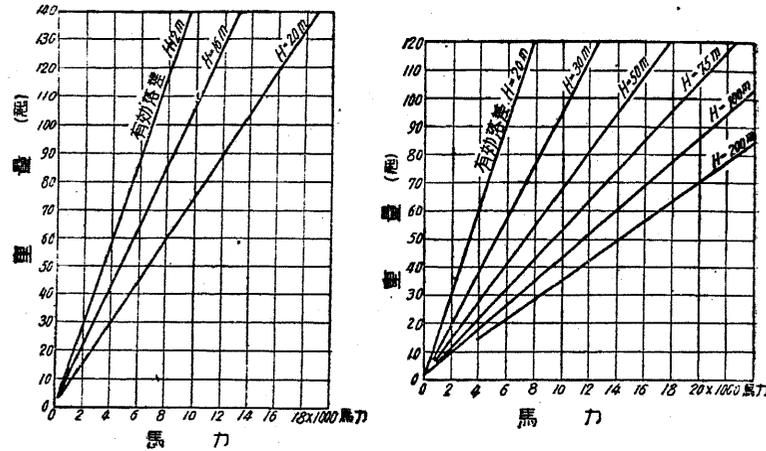
70 ノズル及ランナーの數

ベルトン水車では廻轉數を増加する爲にランナー1箇に對しノズル2箇を附し又はランナーを2箇としノズルを各ランナーに1箇とすることがある。

後者の方は水車價格は大となるが損失水頭を少なくすることが出來、且つ部分負荷に對し兩方のランナーを同時に運轉し若は1箇のみを運轉することに依り部分負荷に對する能率を増進せしめることが出来る。

フランスス水車も廻轉數を増加する目的でランナーを2箇又は2箇以上使用する
場合があるが、之はドラフト管の能率を悪くする。

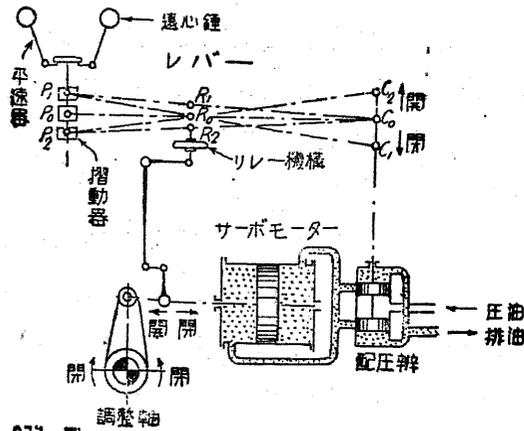
プロペラー水車は勿論ランナー1箇のみに限られて居る。



276 圖 フランスス水車の重量(调速機其の他附属品を含む)

71 调速機

發電機運轉中、負荷の變動に應じて水車への供給水量も増減する必要が起り、



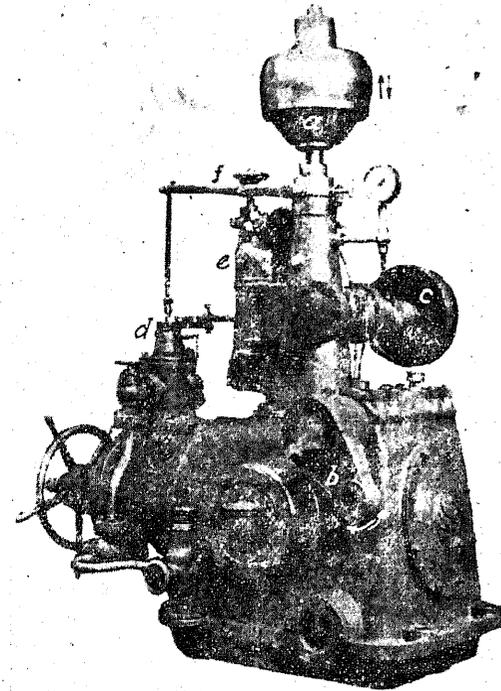
277 圖

此の操作を機械的且自動的に爲さしめる装置として调速機が使用される。即ち调速機は負荷の變動に應じてガイドベーン(フランスス水車の場合)又はニードルバルブ(ペルトン水車の場合)を開閉し

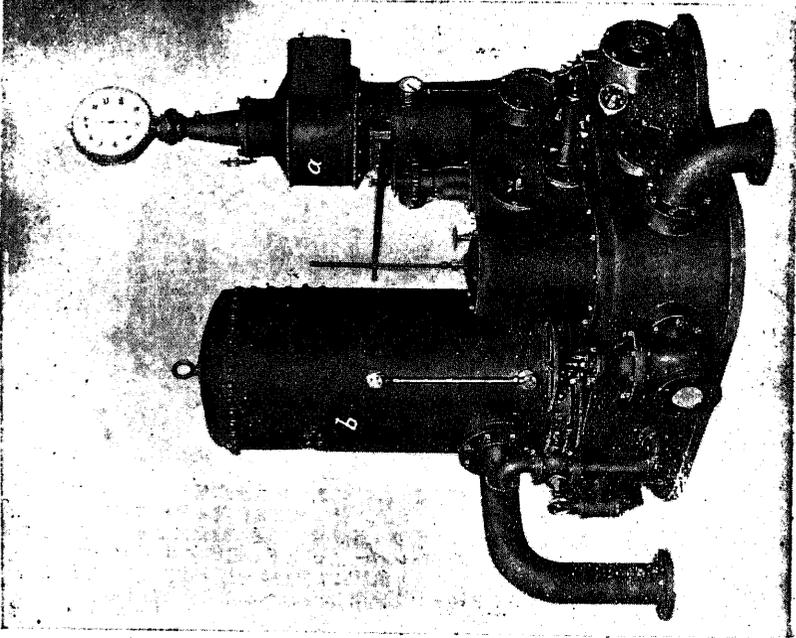
て水壓管よりの給水の加減を爲すのである。

(1) 構造 277 圖の如く平速器(内部に遠心錘及摺動環を有し、水車軸より調帯其の他で遠心錘を廻轉せしめ、錘の上下動に従つて摺動環は上下に動く)、配壓弁、サーボモーター(壓油筒)、リレー機構(復原機構)、及給油装置(油壓ポンプ、空氣室及油槽より成り、油槽中の油を油壓ポンプで空氣室に送り此處に壓力油として貯へて居る)から成つて居る。

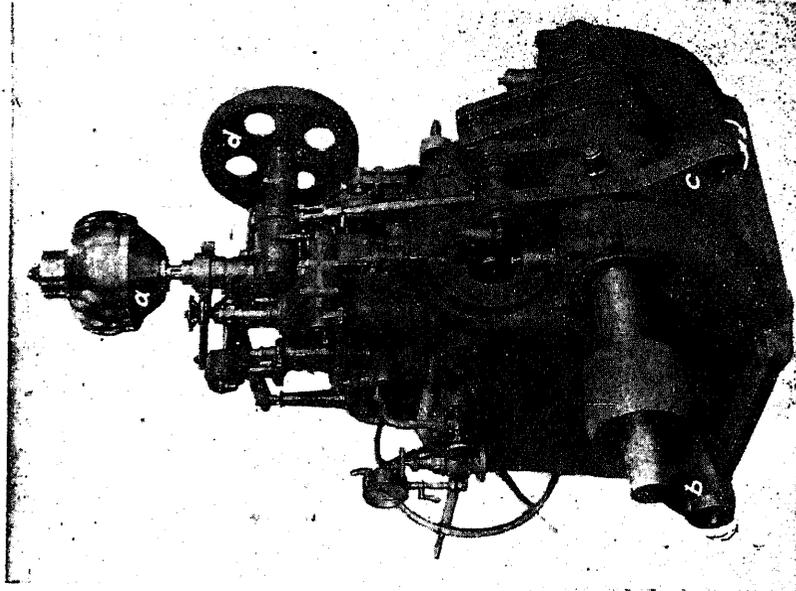
(2) 作用 或る負荷で平靜状態に在る時は、277 圖の水平レバーは P_0 、 R_0 、 C_0 の水平位置を取り配壓弁内のピストンは一定の位置に靜止して居つて油の運行は遮斷されて居る。此の時負荷が急減したとすると、水車の廻轉速度は上昇し、従つて平速器の遠心錘は開いて、摺動環は P_1 の位置に上る。 R_0 はリレーで固定されて居るから動かず、従つて配壓弁のピストン軸



278 圖 A 调速機 横軸フランスス水車用
説明 cはベルトにて水車の軸に連結され其の廻轉に伴ひ廻轉す。eの廻轉に因りaが廻轉し速度の變化により上下する。aの上下に伴ひレバーfが上下し起動弁dダッシュポットeの作用に依り油壓にて曲柄bを動かす。bは接線針に依りガイドベーンを開閉し、水車への水量を加減する。



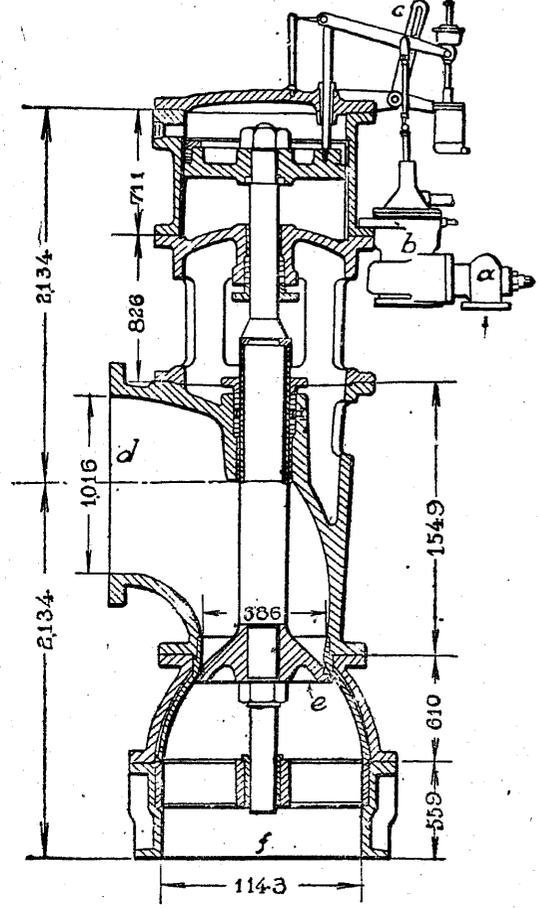
同 同 駆軸フランシス水車用
 説明 α の中には278同 α と同様のもがある。油飛槽
 β を備へ α の上下に依り壓油を予予ターに送つて、
 之に依りカイトベントンの開閉を加減せしめる。



同 C 同 ベルトン水車用
 説明 α の上下に依り β が動きノズルのモーメントを加減する。
 c は同時にフランシス水車の加減をする。

C_0 は C_1 に動き、ピストンは下つて壓油はサーボモーターの左側に入り、右側の油は排出されて、其のピストンは右方に移動してランナーへの水量調節装置の開度を減ずる。

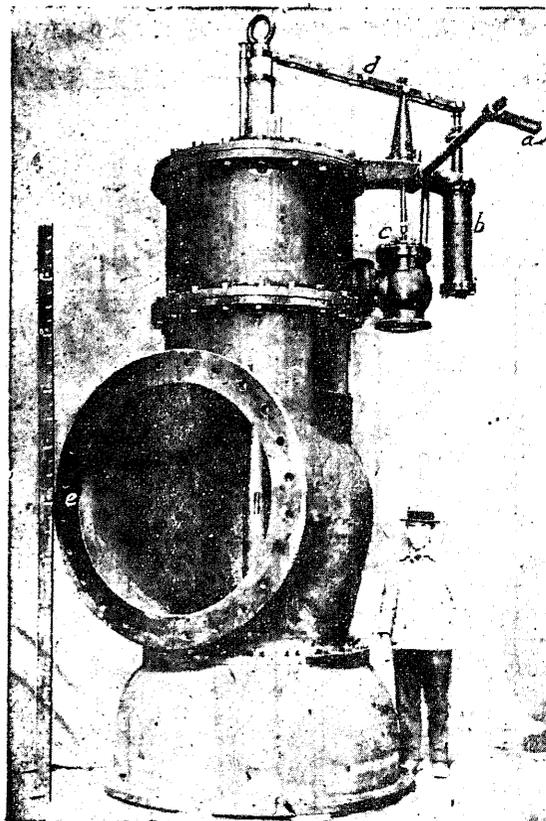
廻轉して居る水車は惰性の爲其の速度の遅下は、上記の給水減量働作よりも遅れるから、若し R_0 の位置が動かぬときは給水量を減じ過ぎることとなり、速度が一旦遅下し過ぎた後調速機は又加速作用を爲し、之を繰り返して行く。此の作用を防ぐ爲にリレー機構が設けてあつて、給水減量働作と共に R_0 は一旦 R_1 に上つて、水量調節装置の開度が適當の位置に來れば C_1 を C_0 に戻して配壓弁を遮斷して減水の過大に失することなからしめ、速度が徐々に降つて P_1 が P_0 に戻るときは、 R_1 は徐々に R_0 に戻り得る様な仕掛になつて居



279 ■ 制壓機の断面

α 壓力油箱又は水壓管に接続す β 起動弁 e 調速機に連結す d 水壓管又は水車外面に接続す e 緩急弁 f ドラフト管又は放水路に開口。

説明 調速機の閉扉運動に依り e が左に動くとき起動弁が起動し e を下に押し下げ d の水を f より放水路に排出する。



280 圖 制 壓 機

a 調速機に接続す b ダッシュポット c 起動弁 d レバ水車では其の外函に設けら
 - e 水圧管又は水車外函に接続す f 放水路に開口す

れ、普通は調速機に連結せられる。負荷が急減し水車の水扉が急激に閉じた場合調速機の働きに依り制壓機内の弁が同時に開かれて管内の水を排出し、水扉の動作が終つた後又徐々に弁を閉ぢる。斯くして水圧管内の水壓の急増を防ぎ水衝作用を軽減する。

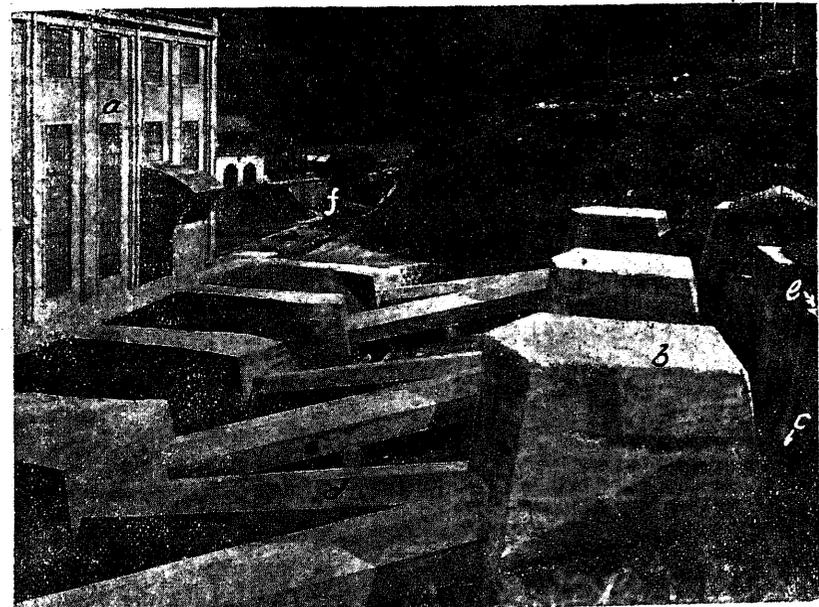
通常此の弁を働かす力として油壓又は水圧管よりの水壓を用ふるが、水圧使用の場合には管内の水には泥、芥等があつて弁を動作せしむる爲の起動弁を塞ぎ其の用を爲さしめなくなる虞があるから、水を濾過する装置を付けなければならぬ。

て、最初と同様の速度で落付くことになる。負荷の増した場の働も上記と同様である。

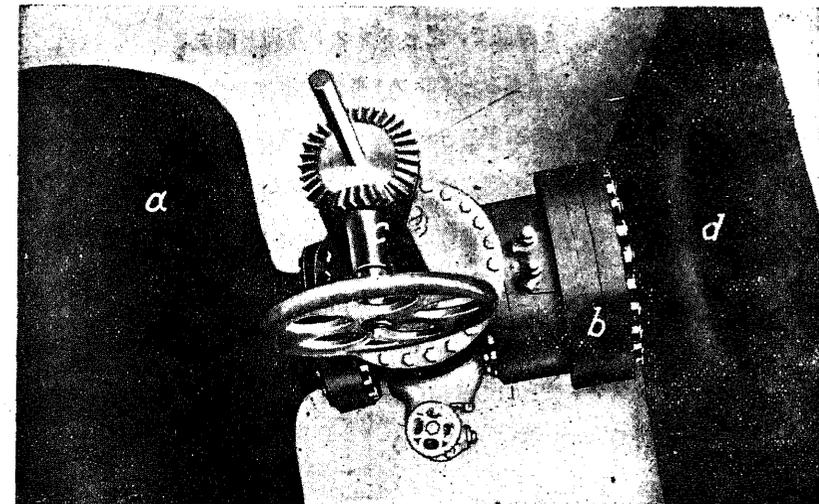
72 水壓急増に對する 輕減設備

調速機が働いてガイドベーン又はニードルバルブを急速に閉ぢると水壓管内の壓力が急増して水衝作用を起すから、之を輕減する爲種々の制壓装置が施されるが次に示すのは其の主なるものである。

(1) 制壓機 之は一種の緩急弁(レリーフバルブ)で、水壓管の終端又は反動



281 圖 A 東京電燈會社 中津川第一發電所 水壓管の末端
 a 發電所 b アンカーブロック c 水壓管 d Y管 e パーステングプレート設置個所 f 下流發電所の取水口(本發電所の放水量を併せ引用)



同 B 同 水壓管のパーステングプレート
 a 水壓管(Kellogg 會社製造銲接鋼管) b パーステングプレート
 c スルースバルブ d 放水孔

説明 b は血形の鋼板である。一定の高水壓を受けると破れて水壓管内に起つた壓力の急増を輕減する。b が破れた場合には c のバルブを閉め水車への送水を續け、b を豫備の新品と取換へるのである。

(2) デフレクター ベルトン水車のみに用ひられる装置で、負荷急減の際調速機は先づデフレクターを動かし、之に依つて射水を遮ぎつて其の方向を放水路に轉ぜしめた後、徐々にニードルを動かして射水管を適宜に閉ぢる、

(3) バースティングプレート (Bursting Plate) 水壓管路の下部適當の所に支管を設け、其の尖端を鋼釰即ちバースティングプレートで塞いだものである。萬一壓力軽減装置の故障其の他の爲に水壓の異常な上昇が起つた場合には、バースティングプレートが先づ破裂して管内の水を放出し管の破裂を防ぐのである(281圖)

73. ドラフト管(又は吸出管)

(1) ドラフト管高 ベルトン水車では普通ドラフト管を使用しない。従つてノズル中心高さより放水面迄の落差は利用されないが、此の水車は一般に高落差に使用されるから、其の損失割合は極めて小さくなる。

而し中、低落差では此の損失は可なりの割合となるから、フランシス水車及プロペラー水車では、ドラフト管を使用して水槽水面から放水面迄の落差を利用する様にする。此のドラフト管に依つて利用される落差は水車出口(横軸型水車では水車の中心)より放水面との高で、之をドラフト管高と稱する。

ドラフト管高は之が大き過ぎるとドラフト管頭に真空を生じてランナーの腐蝕や振動を惹起し易く、又小に過ぎると水車据付の位置が低くなつて水車坑の掘鑿費が餘分に要するから、高さの選定は極めて注意を要する。

ドラフト管高は Bernoulli 氏の定理に依り次の式で表はされる。

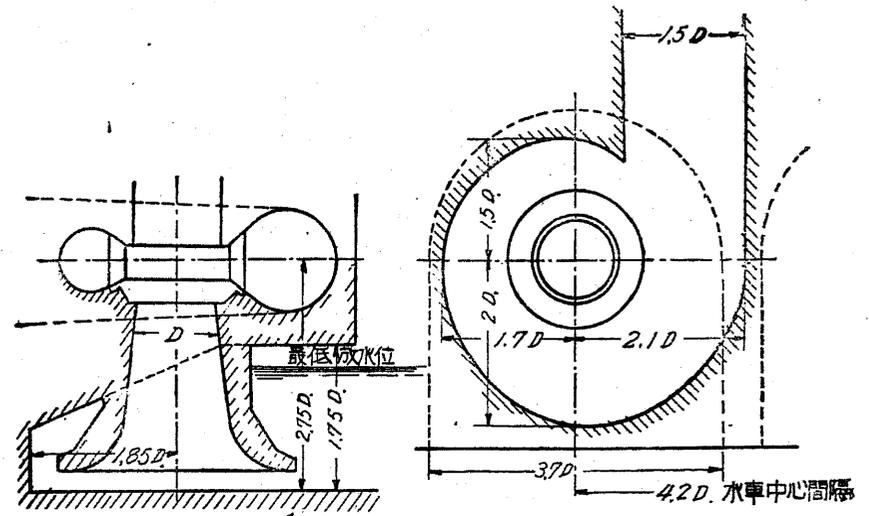
$$h_D = -\frac{P_1}{w} - \frac{V_1^2}{2g} + h_f + \frac{V_2^2}{2g}$$

茲に h_D = ドラフト管高 (m) V_1 = 水車出口の流速 (m/sec)

V_2 = ドラフト管出口の流速 (m/sec) h_f = 摩擦に因る損失水頭 (m)

$\frac{P_1}{w}$ = 水車出口の壓力水頭 (m)

$\frac{P_1}{w}$ は真空を生ぜざる限度としては、理論上 $-10.35m$ 迄取り得るも、實際に於ては最高 $-7.5m$ 迄に止めなければ危険である。

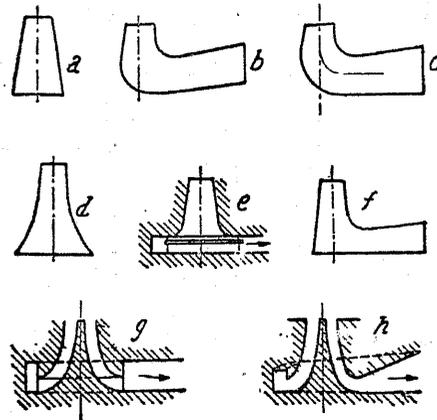


282 圖 ランナーの徑を基としたる水車坑及ドラフト管坑の寸法

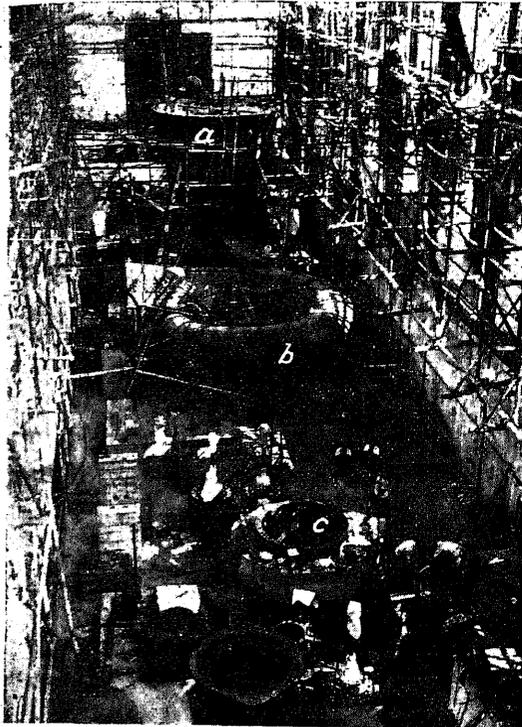
V_1 は $0.4\sqrt{2gH}$ (低落差の場合) ~ $0.15\sqrt{2gH}$ (高落差の場合) で、 V_2 は $0.10\sqrt{2gH}$ (低落差の場合) ~ $0.02\sqrt{2gH}$ (高落差の場合) である。但し H は落差 (m) を表はす。

一般に落差大なる程ドラフト管高は低くするもので、ドラフト管高の實例は、2~6m の範圍である。管の断面は V_1 と V_2 とに依つて定まる。

(2) ドラフト管の型式 種々あるが通常知られて居るのは a) 喇叭型

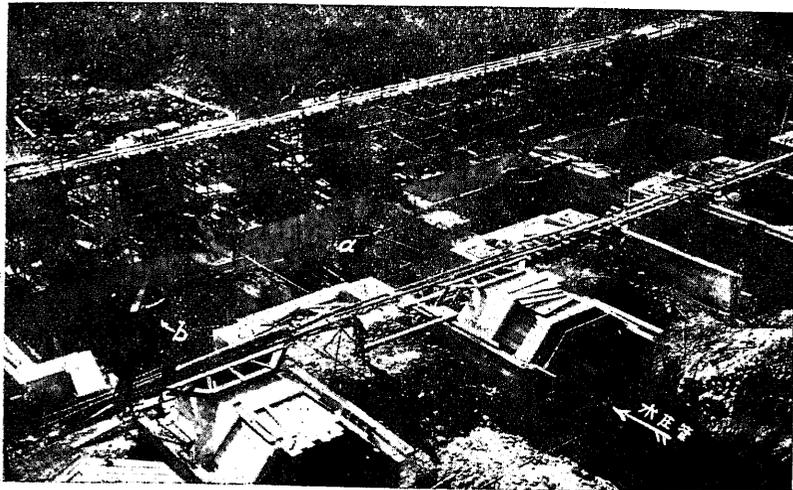


283 圖 ドラフト管型
a 直管型 b 曲管型 c Voith 型
d Prasil 型 e White 型 f Kaplan 型
g, h Moody 型(ヘイドロコーン型)



234 圖 A
 關東水力電気會社
 佐久發電所渦卷外
 函及發電機臺
 a 發電機臺り外
 函 c ドラフト管
 (呑口)

圖 B 同ドラフト管(据
 付工事中)
 ドラフト管り人孔



曲管型c)ハイドロコーン型である。ハイドロコーン型は喇叭型の改良せられたもので、短い管長で勢力の回収作用を完全にす様考案された特許品である。

ドラフト管及水車坑を一體の堅牢なる混凝土造りとする場合の外、何れの型式でも鋼製のドラフト管を使用する場合には、運轉中に起る負荷の急變又は急に運轉を開始し若は水車の廻轉數を變ずる際に常に管内壓力の激變を生じ、管は非常なる振動を受けるから其の据付は充分堅固ならしめる必要がある。

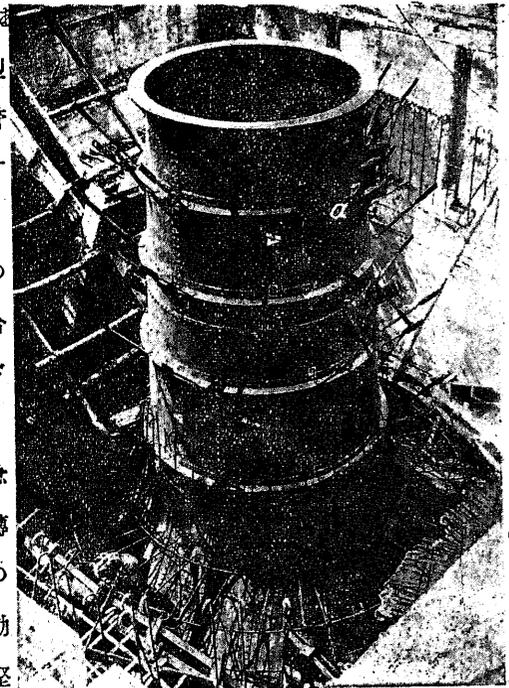


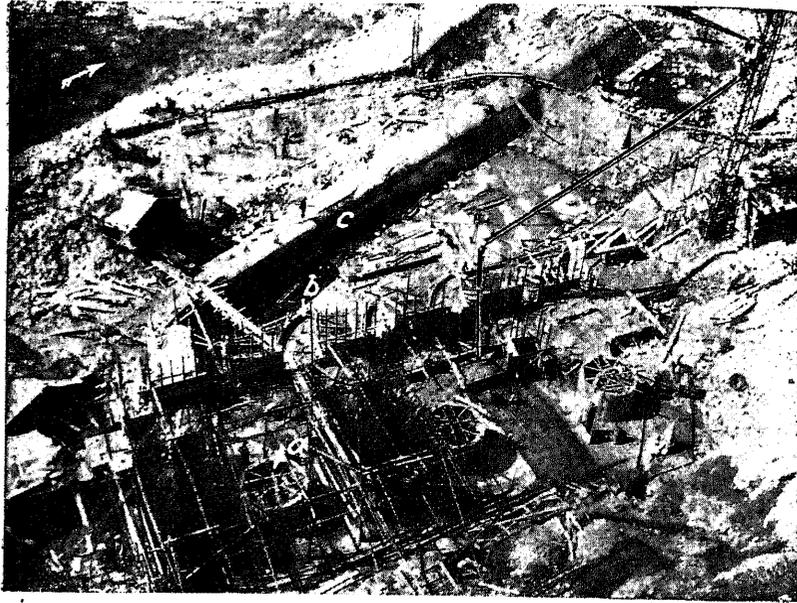
圖 C 同ドラフト管 a 人孔

又管内は眞空に近い状態に在るから、管は最大氣壓の外力に充分抵抗し得る程度の厚いものを使用するか、若は補剛材を以て豫め補強して置くことが望ましい。

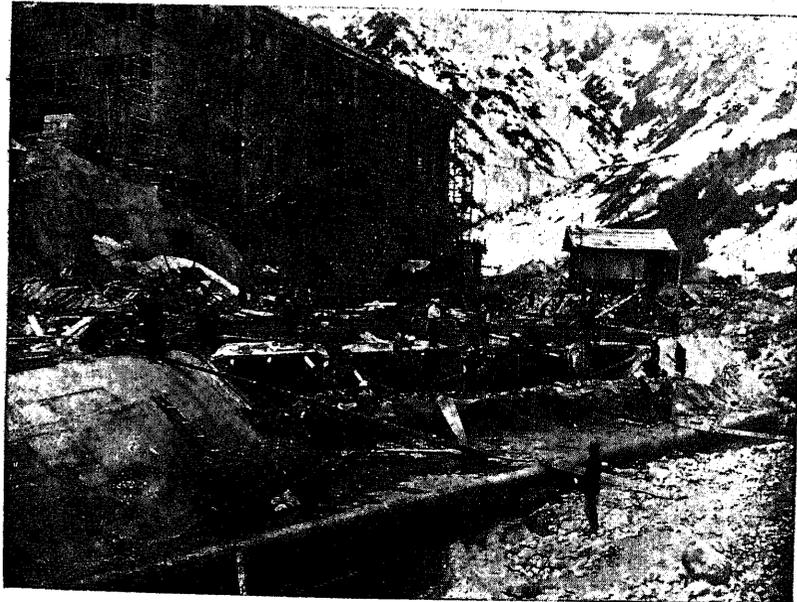
XIII 放水路

74 放水路

放水路とはドラフト管から出た水を原河川に放流する水路を云ふので、ベルトン水車では普通ドラフト管を使用しない(特に之を設備せんとすれば眞空ポンプを附設しノズルよりの射水に對する空氣の背壓を零にするのであるが實際斯の如きものを設備した例は我國にはない)から、此の場合はベケツトから放出される水を何等邪魔を受けずに放水路に落ちる様にすれば宜しいので、洪水時に於ける



285 圖 A 日本電力會社 柳河原發電所の放水路
 a 水車坑 b 導流壁 c 放水路側壁



同 B 同 (水路の覆蓋工事中)

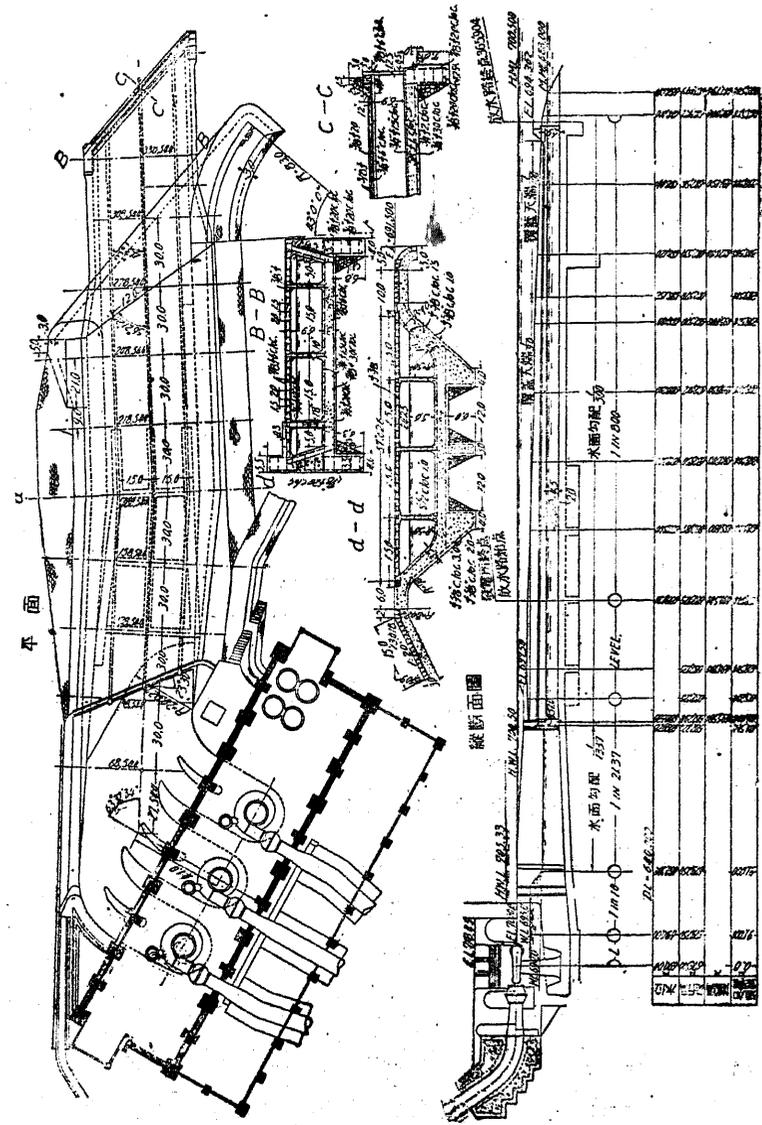
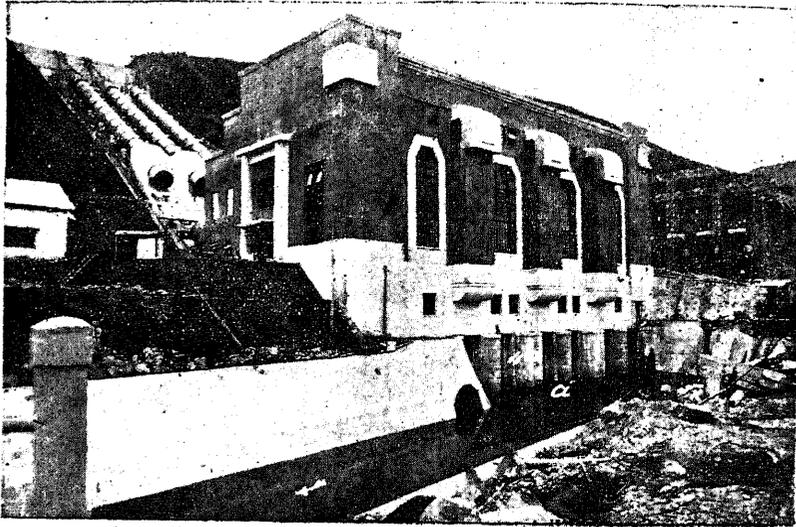


圖 C 同 構造圖



286 図 東京電燈會社 猪苗代第四發電所の放水路

a 放水路 b 角落溝(漏水時放水路の水位異常に低下しドラフト管口露出する場合には、此處に角落を入れて放水水位を適當に保たせる)

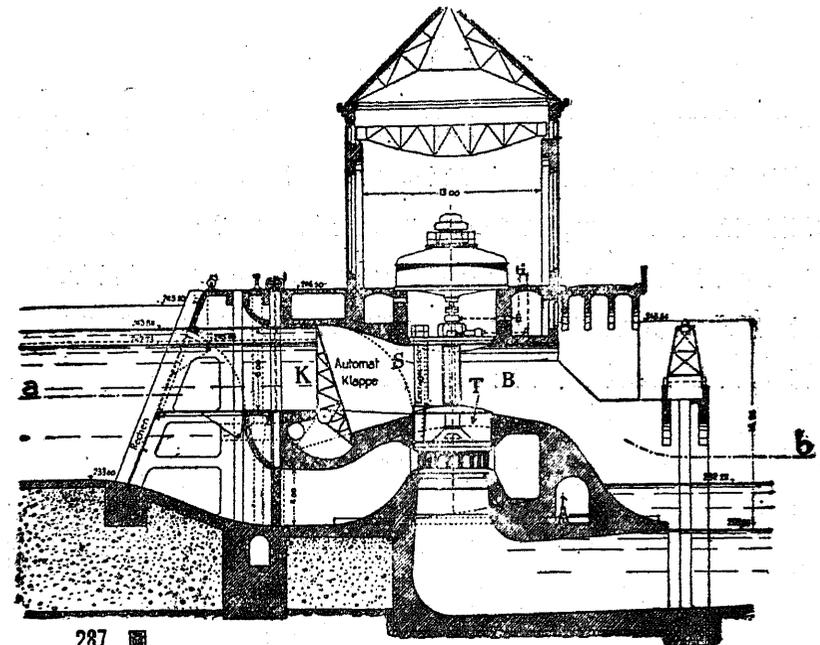
放水路水面をノズル(ノズル2箇あれば其の下方に在るもの)の中心から 30 cm 以上に在らしめる様にすればよい。

フランスス及プロペラー水車では、ドラフト管を利用するから、其の許容ドラフト管高に依つて放水路水位が限定され、此の高は水車の全負荷の場合でも軽負荷の場合でも、此の限度を超えしめないことを必要とする。

此の目的の爲に放水路の始點に瀾堤を設け、之に角落しを入れて放水水位を、負荷の變動若は河川水位の大變動に對して適當に保たしめる。ドラフト管から放出された水は圓滑に放水路に導くことが必要で、流速は 1~2m 程度とする。

水槽よりの餘水を放水路に合流せしむるが如き場合は、餘水に依り放水面を攪亂せしめざるは勿論、餘水路の流向と放水路の夫れとをよく合致せしめ放水を却て巧に誘導流出せしめる様に工夫することを要する。

洪水時に河川より砂礫其の他の流漂物を放水路に流し込む虞ある所では、放水



287 図

K 自動廻轉扉(或る水位以上に達すると扉が倒れ水はドラフト管口に落下して其處の水位を低下せしめる) T 水車

路全部を蓋渠として之を保護する必要がある。

放水路には、水車使用の水量を測定し得る爲、測堰を取付け得る様な構造が望ましい。

低落差發電所では、洪水時放水路の水位が上昇し、水車の出力を減少せしめることがある。此の缺陷を補ふ爲 237 圖の如く餘水をドラフト管の出口に溢流せしめて其の部分の水位を下降し落差の損失を取返へすことがある。

75 放水口

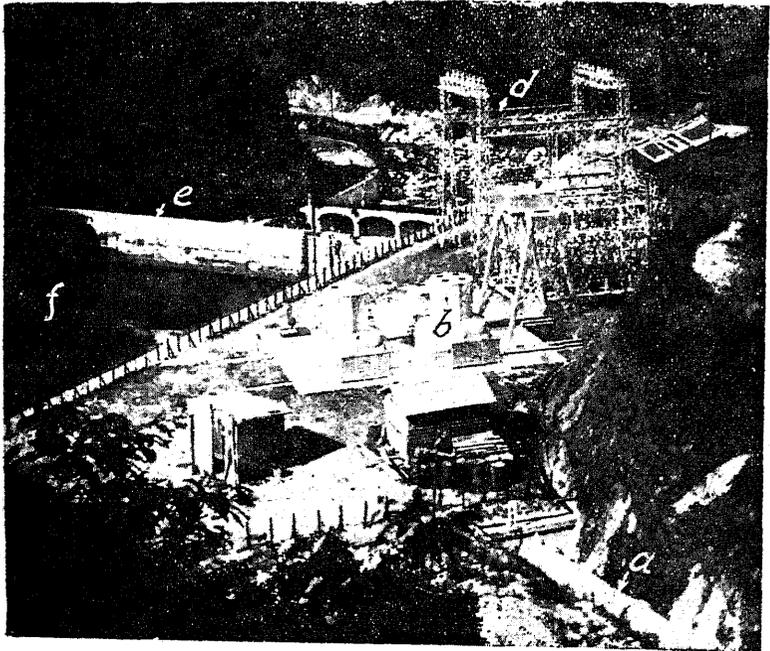
放水路の出口を放水口と稱する。河川に放水口を設くる場合には其の位置が、

a) 洪水時に於ても安全なる場所たること b) 土砂の堆積に依り口を塞がる虞なき場所たること c) 其の河川又は支流等の河流が放水口に激突せざる場所たることに注意を要する。

XIV 自動發電所

一般水力發電所の運轉は、發電所に従業員を常置して之に當らせて居るが、山間僻地の小發電所又は主要發電所の近くに在る發電所では、人力を省く爲電氣的に運轉を行ふ方法を探つて居るものがある。之を自動發電所と稱する。

自動發電所の方式には全自動式と半自動式との二種類あつて、全自動式では、起動、停止、負荷の調節等一切が自動的に行はれ、半自動式では之等の全部又は一部が母發電所たる主要發電所より制御せられる。



233 圖 東邦電力會社 嚴木川自動發電所

Q 最大 3,345 m³/sec 内 常時 0.557 特殊 2.783 H 193.54 m 出力 900~5,230 kW

a 水壓管 b 發電機 c 門型移動起重機 d 屋外變電所 e 堰堤 f 逆調整池

説明 屋外全自動式尖頭發電所で、發電所建物が省かれた外他は一般の水力發電設備と同様である。約 6 km 離れた東多久變電所の遠方監視制御裝置並に遠方測定裝置に依り操作され尖頭負荷時 4 時間 5,000 kW の發電を爲す。f は調整に因る下流への水量變動の影響を除く爲に設けられた逆調整池である。