

東京電力株式会社 納

## 白根発電所用 12,000kW 縦軸ペルトン水車

田中重三\* 鯨沢秀夫\*\*

## 12,000 kW Vertical Shaft Pelton Wheel for the Shirane Power Station, Tokyo Electric Power Company

By Juzō Tanaka and Hideo Ebisawa  
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

## Abstract

In almost all cases, Pelton wheels have been designed and built in horizontal type while vertical type, having a few examples of its adoption in Europe, has been utterly disregarded in this country.

However, in the interest of the floor space economy the vertical type retains some advantage not to be slighted. Standing on that fact, Hitachi has led forward the adoption of the vertical type and got consent of the Tokyo Electric Power Co. to build 12,000 kW Pelton wheel for their Shirane Power Station in the vertical type for the first time in this country.

As this type of water wheel occupies only 65 to 75% floor space as compared with horizontal type it can reduce considerably the volume of digging for installation. Also, in the vertical type a runner receives, in case of large-sized machine, six streams of water jet at maximum, hence the number of runner can be reduced with a resultant decrease in wind loss. The larger the capacity, in addition, the lighter the weight of the vertical type in comparison with the horizontal machine.

After a model test which was ended with great success, the comparative test for six types of upper covers was effected to know the effect of cover shape on the machine efficiency and as a result the effect is found noticeable in part loading.

Since the Power Station is designed for high efficiency operation by means of the change-over among 1, 2 and 4 nozzles according to available water quantity, the machine is capable of keeping the efficiency extremely high at any size of load, which makes one of noteworthy features of this water wheel.

## 〔I〕 緒 言

昭和 24 年を初年度とする電源開発 5 箇年計画の実施に伴い日立製作所は引続く大容量機の受注と共に幾多記録的製品を産み出し、輝かしい成果を収めつゝあり、ペルトン水車に於ても戦後水力実験室の設備拡充に伴い、横

\* \*\* 日立製作所日立工場

軸及び縦軸の模型水車を増設し、新設計の各種バケットの比較試験を行い、その効率の向上は著しいものがある。

我国に於てはペルトン水車は専ら横軸案のみが採用せられ、単位容量が増せば発電機の両側に水車を配置する型式となり龐大な床面積を要したが、これを縦軸型とすれば土木建築方面に著しく利益をもたらすことが出来る。

日立製作所に於ては堅軸案の国内に於ける実現を計るため逸早く模型試験に着手したが、先般東京電力株式会社白根発電所 12,000 kW 水車の受註に際してその優秀性が認められ本邦で初めての堅軸ペルトン水車が実現された。受註後更に試験装置に改良を加え、模型試験を実施し好成績を収めた。水車の工場組立試験も先般終了し目下鋭意現地据付中である。本機の完成は国内に於ける堅軸ペルトン水車の先駆として斯界の注目する所であり、今後堅軸ペルトン水車の計画に資する所大であると信ずる。以下その仕様構造の特異点に就き概要を説明する。

## 〔II〕 計 画 の 概 要

### (1) 発電所の計画

白根発電所は利根川の支流片品川の上流に位置する既設一の瀬発電所の放水を直接取水すると共に、その支流小川、仁加又沢、清水沢、赤沢等の溪流をも取入れている水路式発電所である。

又一の瀬発電所は菅沼、丸沼、大尻沼の貯水を利用する渇水時運転の発電所であるから、豊水期及び非尖頭負荷時は運転しない。従つてこの場合白根発電所は小川の残水及びその溪流の水によつて運転することになるので比較的軽負荷運転時間が長い故、部分負荷に於ても高効率であることが望ましい。この点より本発電所は軽負荷で効率のよいペルトン水車が選定されたわけである。尙本発電所は目下建設中の鎌田発電所を親発電所とする全自動方式の発電所である。

### (2) 型式の選定

上記の如く本発電所は非尖頭負荷時にあつては、最大出力の 1/2~1/3 負荷で運転するのであるから、各負荷に於て常に高効率で運転されるのが望ましい。従つて水車型の選定に当つてはこの点を考慮して、部分負荷に於て高効率の得られるペルトン水車が選定せられたのであるが、更に部分負荷に於ての効率を高めるためには、水車を 4 ノズルとし水量に応じて、1, 2, 4 ノズルの組合せで所謂高能率運転を行えばよい。従つてペルトン水車として堅軸単輪四射型、及び横軸二輪四射型の二型式が考えられるが次に述べる如くその利害特質を比較検討の結果前者が採用されたものである。今堅軸型を横軸型に比較した場合次の如く有利な点が挙げられる。

即ち横軸型は容量の増大に伴い水車を発電機の両側に配置する方式とするため大きな床面積を占めることになるが、これを堅軸にすることにより床面積は 65~75% に縮小される。水車据付位置が地表面より下にある場合には掘鑿量が少なく済む。従つて工期も短縮され、特に地下式発電所に於ては堅軸は有利となる。本発電所の場合には掘鑿量が約 30% 減ずる。バケットランナー一輪

に 4 本、大容量機には最大 6 本の噴射を当てる事が出来るので、ランナの数が増つただけ風損が少ない。又バーレル型として軸長を極力つめて軸受の数も減ずることが出来るので、本発電所の場合に於ては 0.5% 程度効率が高くなる。製品重量は大容量機にあつては、堅軸型が軽くなるが本発電所の場合はバーレルを鋼板製としたため横軸に比し幾分重くなつてゐる。従つて大容量機になる程堅軸にしたために僅か建家が高くなつたとしてもこれを償つて余り有る結果となる。水車ランナを分解交換する場合には、発電機、水車軸、軸受等を分解することなく、ランナのみを下方に抜出し、ランナ搬出用台車(特許出願中)に乗せ簡単に取出すことが出来る。又前述の如く 1, 2, 4 ノズル組合せの高能率運転装置(特許出願中)を容易に行うことが出来る。

以上の如く堅軸ペルトン水車の多くの利点が認められ比較検討の結果、使用者側の積極的意向によつて本型式の採用となつたものである。

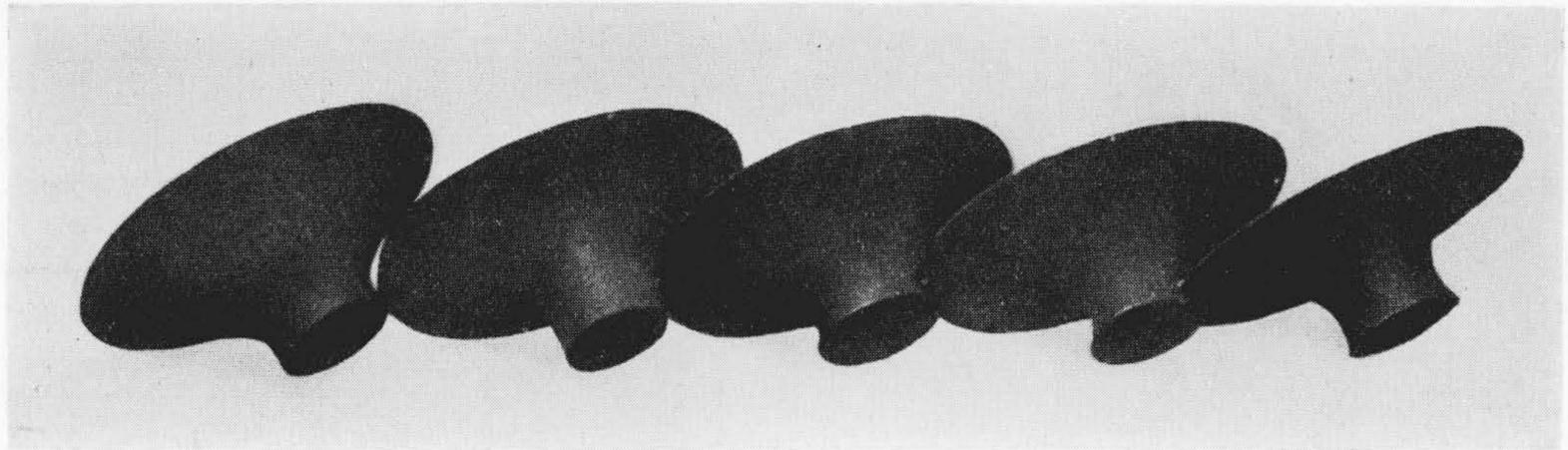
### (3) 水車の仕様

水車は最大出力 12,000 kW であつて、入口弁 1 箇の完全円形ケーシングを有する単輪 4 射型堅軸ペルトン水車である。その仕様は次の通りである。

最大出力.....	12,000 kW
有効落差.....	203.7 m
水量.....	6.675 m <sup>3</sup> /sec
回転数.....	300 r.p.m. (50~)
比較回転度.....	21.4 m-kW
型式.....	P <sub>1</sub> N <sub>4</sub> -V 1 台
運転方式.....	全自動方式
回転方向.....	発電機側より見て時計式
効 率	水車の最高効率は 90.3% を保証している。2 ノズル運転の時の最高効率は 89.7% である。
速度変動率.....	30%
発電機回転部の GD <sup>2</sup> .....	160 T-m <sup>2</sup>
デフレクター閉鎖時間.....	2.0 sec
デフレクター不動時間.....	0.25 sec
ハードル閉鎖時間.....	15 sec
水圧変動率.....	10%
無拘束速度.....	191%

## 〔III〕 模 型 試 験

堅軸ペルトン水車は横軸型に比較し前述の如く多くの利点を有しており、構造的には何等問題ないのであるが、横軸型に比し特に考慮を要する点は、バケットより上方に排出された水がランナの上に落下して幾分でも効率を低下せしめることなく、如何にして放水路に流下せしめ



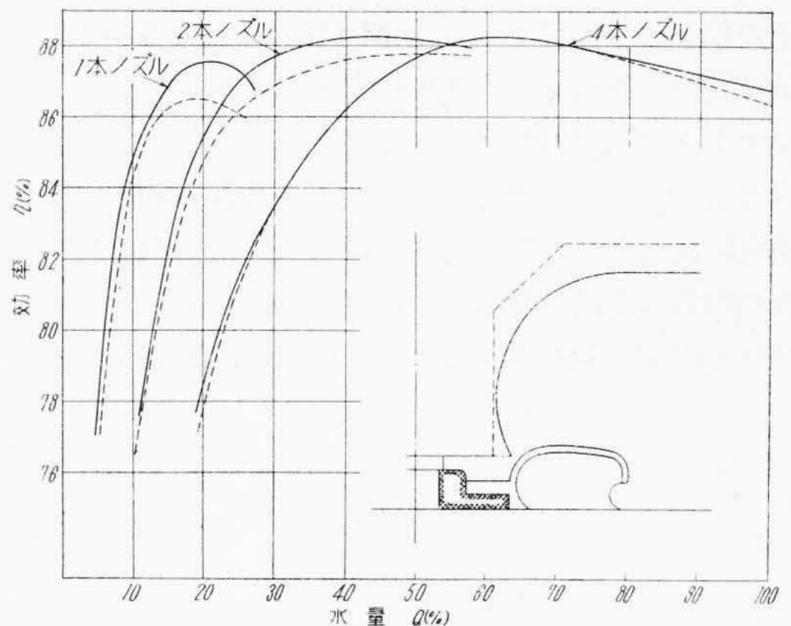
第1図 模型試験用水車上カバー  
Fig. 1. Model Covers Used for the Test

るかである。模型試験に使用せるバケツは既に横軸型ペルトン水車にて各種実験を行い優秀な結果を得た新設計のバケツを基とし本発電所に適用されるものを設計した。縦軸模型水車に就いては本発電所計画以前に既に縦軸としての特性の研究に着手し、横軸型模型水車に使用せるバケツランナを用い実験を行つた結果、最高効率の点に於て横軸の場合に比し僅か上廻つた値が得られた。これにより縦軸水車の場合に於ても上カバー及びケーシングを適当な形状にすることにより、横軸水車より良い効率が得られることが分つた。白根発電所用模型水車の製作に当つては、上方カバーの種々な形状によつてその効率特性が如何に影響されるかを比較するために、6種類の種々な形状の上カバーを試作し、各々を順次取付けて効率比較試験を行つた。第1図は比較試験に用いられた種々なカバーを示す。この中直線型の比較的高い形状のカバーは米国に於て採用され、曲線形の低い形状のものは歐洲に於て多く見られるものである。第2図はこれ等カバーの効率比較試験の一部を示す。本図に示す如く直線型の上カバーは最高効率点は殆ど差を認められないが最大水量附近及び水量の少ない場合に於て効率の低下が認められる。即ち上カバーの形状は部分負荷に於て特にその形状が効率に影響することが分る。白根発電用水車にはこれら比較試験したもののうち最良の形状のもの、即ち第2図実線の如き曲線形を有する上カバーを採用した。

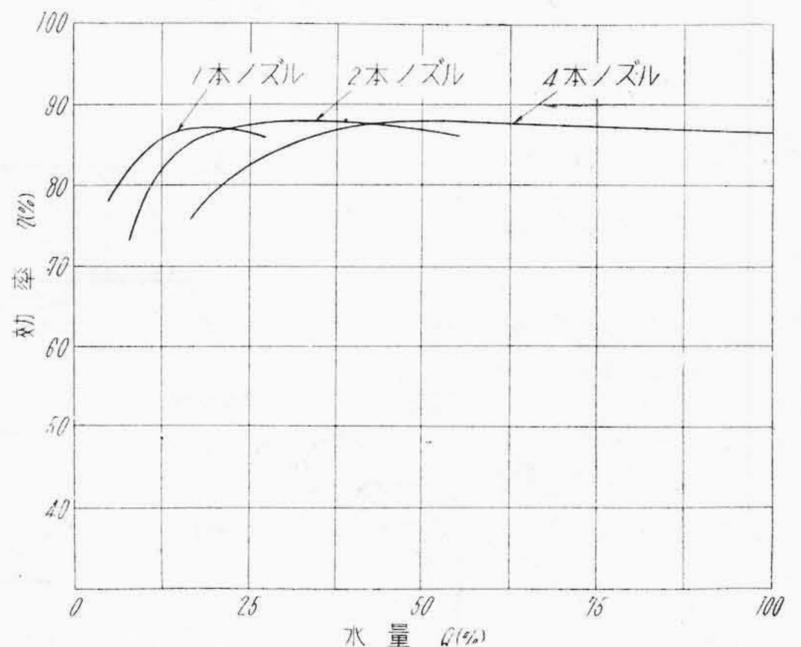
模型立会試験は上記のカバーの中最良の形状のカバーに就き行つた。その結果を第3図に示す。負荷に応じて1, 2, 4本ノズルをそれぞれ開くことによつて部分負荷に於ても非常に高い効率を保持することが模型試験によつて確認された訳で、この運転方法は縦軸ペルトン水車として劃期的なものである。

模型水車の仕様は次の如くである。

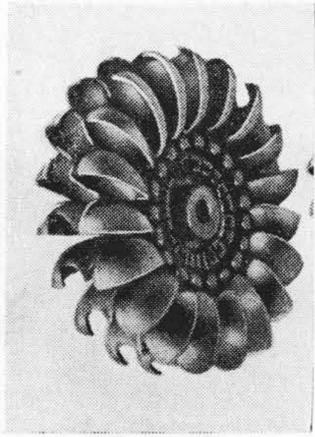
型	式.....	$P_1N_4-V$	水	量.....	0.0787 m <sup>3</sup> /sec	
出	力.....	13,35 kW	回	転	数.....	485 r.p.m.
落	差.....	20 m	縮	尺	比.....	1/5.16



第2図 水車上カバーによる効率比較曲線  
Fig. 2. Comparison of Efficiency for Various Model Covers

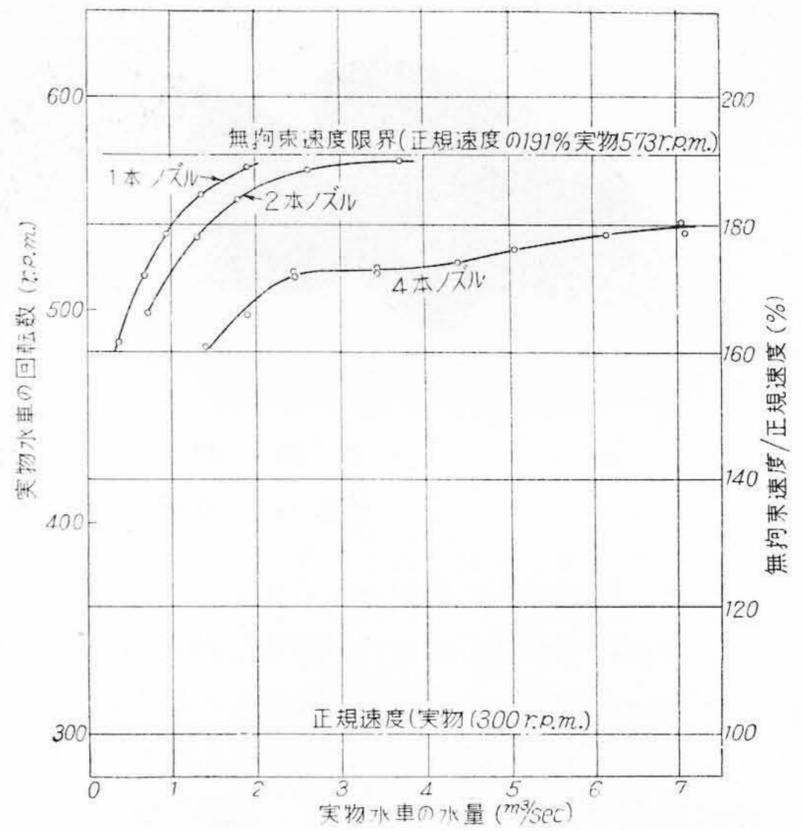


第3図 模型水車効率曲線  
Fig. 3. Model Efficiency Curve

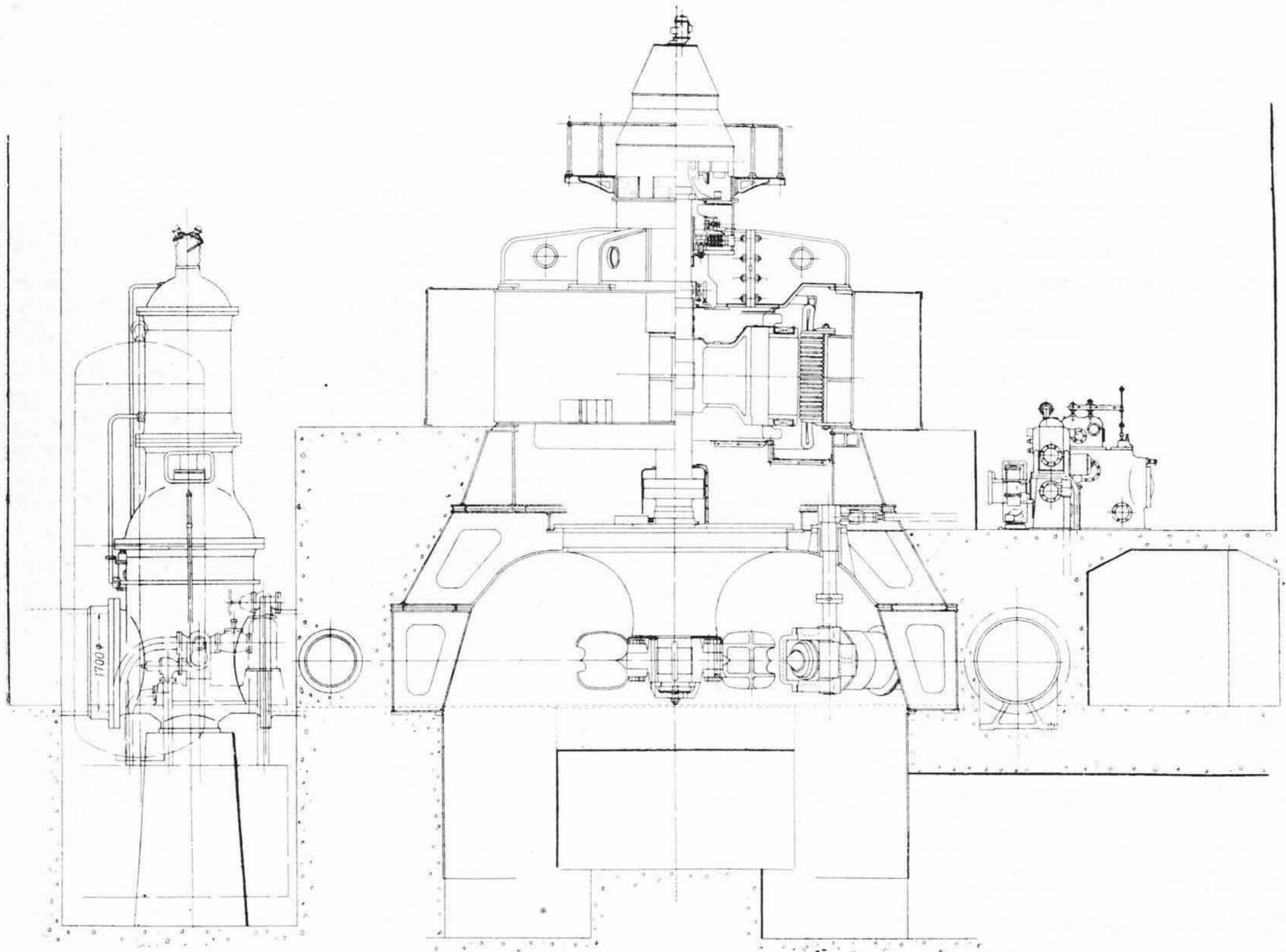


第4図 模型水車ランナ  
Fig. 4. Model Runners

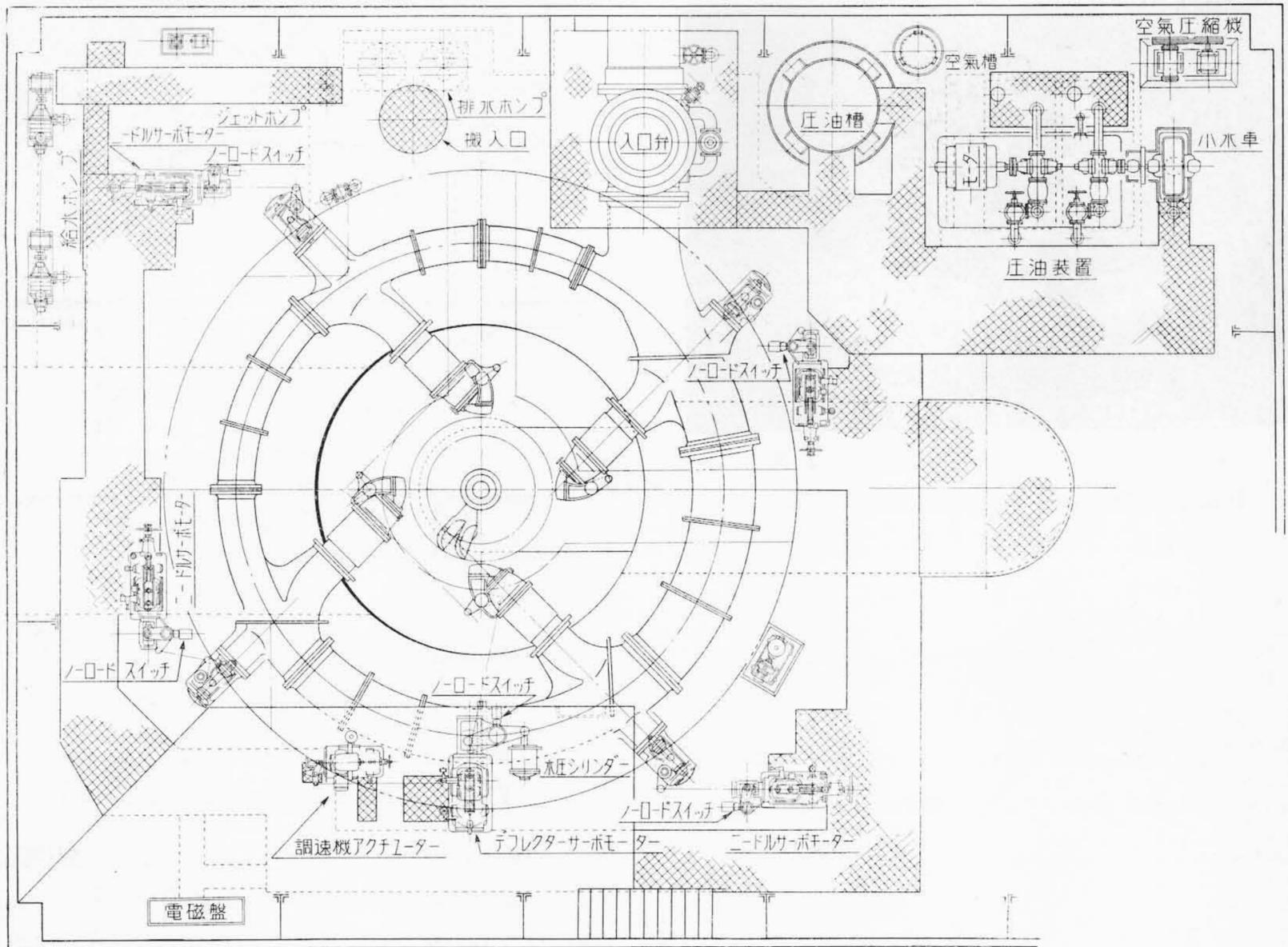
模型水車は尺度比 1/5.16 とし、ケーシング、ランナ  
その他を完全相似に作った。第4図は模型ランナを示す。  
試験装置は外周をアクリル樹脂製透明板を以て囲い、ラン  
ナよりの流出水がカバーより跳返る状態を十分観察し  
得るようにし、設計上より行つた流出水の解析との比較  
検討に便ならしめた。効率試験測定に当つてはこの透明  
板の内側に更に実物水車のカバー及びピットライナに相  
当する円筒を置き実物と相似の状態で行つた。



第5図 無拘束速度  
Fig. 5. Runaway Speed



第6図 水車発電機組立断面図  
Fig. 6. Sectional Elevation of Pelton Wheel and A.C. Generator



第7図 据付平面図

Fig. 7. Plan View of 12,000 kW Pelton Wheel

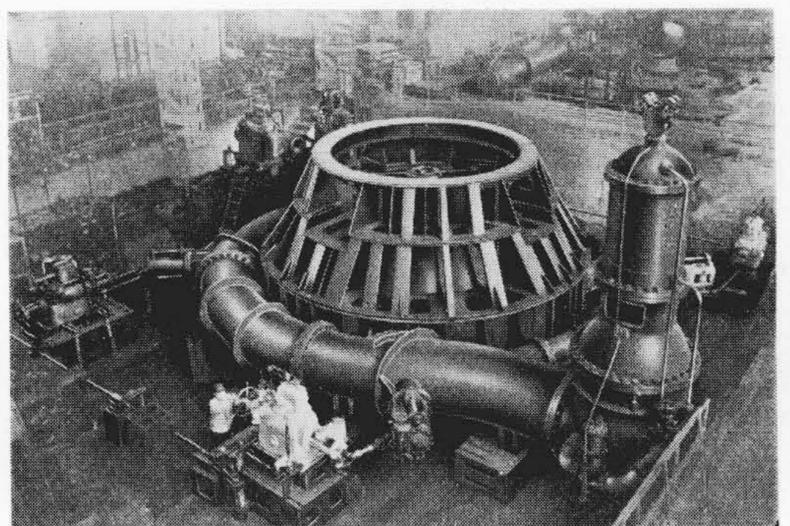
ノズル数 1, 2, 4 に就いて、水量と無拘束速度との関係を第5図に示す。図に明かな如く 1, 2 ノズル運転の場合には横軸型に比較し無拘束速度は少しく高い。これはケーシングの形状による跳返り水及び相互のジェットの干渉が縦軸の方が少ないためである。

#### 〔IV〕 水車の構造

##### (1) 水車本体

水車は完全輪を形成するノズルパイプと、その内側にあつて水車上カバーの一部を形成し、発電機を支持するバーレル、回転部分を支持する主軸受を有する上カバー及び主軸、ランナの回転部分より成つている。

第6図はその構造断面を示す。第7図は機器の配置平面を示す。バーレルは更に補強のため鉄筋コンクリートを以て包んだ単床式であつて、機械全体の高さを極力つめて発電機下部エンドブラケット及び軸受を省略した構造である。従つて軸受としては水車軸受及び発電機上部軸受各1箇と回転部分の重量を支持する推力軸受のみである。ノズルは等間隔に4本あり、各ニードルにサーボモータを置き1台の調速機により制御する。デフレクタ



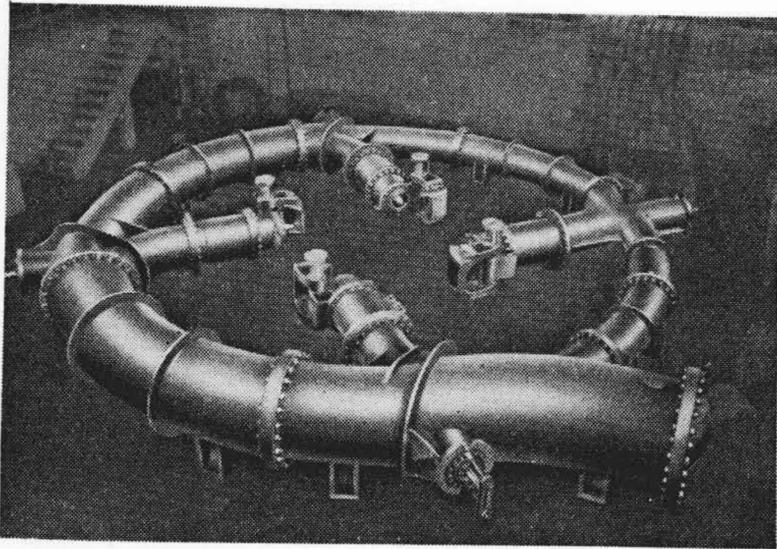
第8図 工場仮組立

Fig. 8. Shop Assembly of 12,000 kW Pelton Wheel

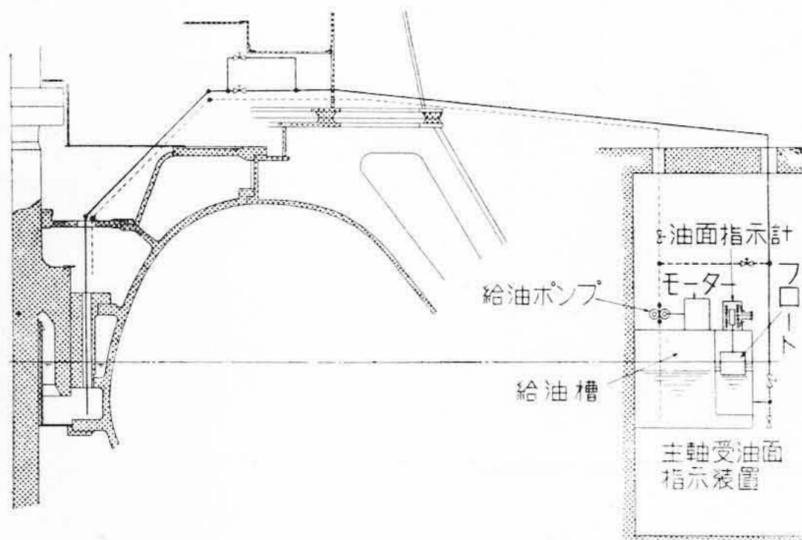
は1台のサーボモータにより4箇を同時に操作せしめる。第8図は工場仮組立の偉観を示す。

##### (A) ランナ

縦軸ペルトン水車に於てはランナ1箇に対し噴射するジェットの数が多し。即ち衝撃回数は倍加する故、その材質、取付方法に対しては特に注意を払う必要がある。バケットは前述の模型試験結果により非常に良好な結果



第9図 ノズルパイプ水圧試験  
Fig. 9. Pressure Test of Nozzle Pipe



第10図 主軸受油指示装置  
Fig. 10. Oil Surface Indicating Device for Guide Metal

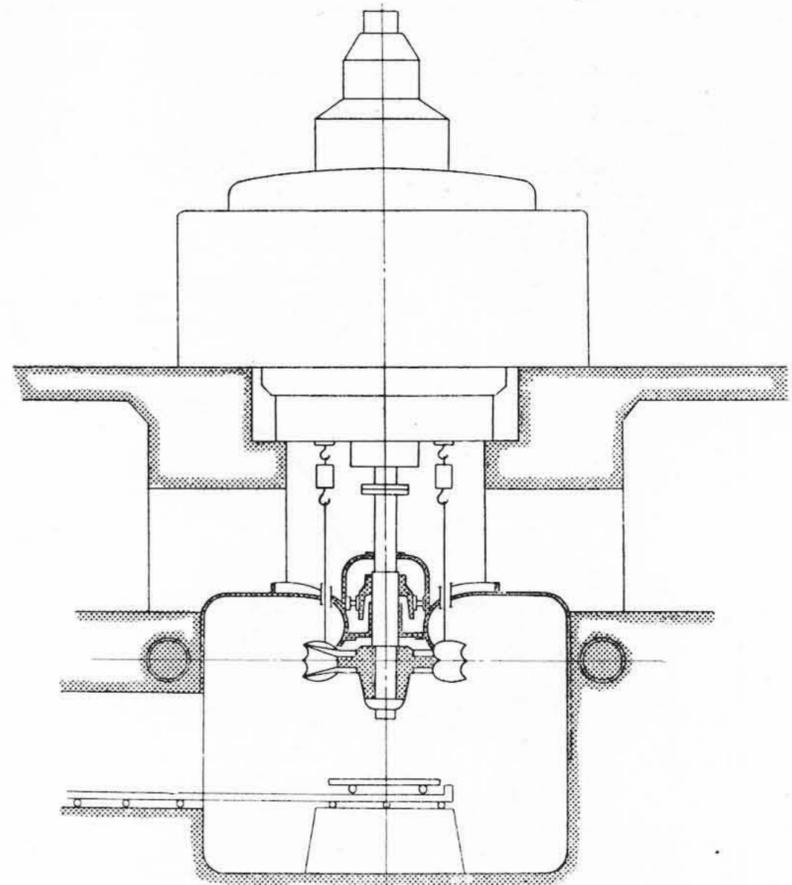
が得られた新設計のものを採用した。材質はパーライト系不銹鉄鋼 (Cr-13%) とし、バケット 2 箇を 1 体鑄造とした。このパーライト系不銹鉄鋼は以前より自家工場に於て、フランシス水車、カプラン水車の幾多の大型ランナを製作しており、その優秀性は一般の認める所である。バケット取付ボルトはニッケルクローム鋼製でその仕上には特に留意し、衝撃荷重に対して安全のため圧入してある。

#### (B) ノズルパイプ

4 箇のノズルに導水するノズルパイプは鑄鋼製であつて入口径 1,100 mm, 外径 9,000 mm に及ぶ完全輪で 8 分割されている。各ノズルの分岐部の形状は流水による損失を少なくするよう考慮した。各ノズルのランナに対する中心合せは工場組立の際に正確に決定しロックを打つて据付現場の組立を容易にし、各ノズルのバーレル貫通部は強固にボルト締めでバーレルと結合されている。第 9 図は工場に於ける水圧水密試験中の状況を示す。

#### (C) 主軸受

主軸受は油中円筒軸受で、バビット裏金内に銅管を鑄



第11図 ランナ搬出装置  
Fig. 11. Runner Overhauling Device

込みこれに水を通して冷却する方式である。第10図は主軸受の油面指示及び油補給装置の機構を示す。油面指示発信器により配管盤に表示することが出来る。保護装置としては混水検出装置、丸型温度計、温度継電器等が取付けてある。本軸受に関しては実物同様の模型を作り各種の実験を行つた。

#### (D) バーレル

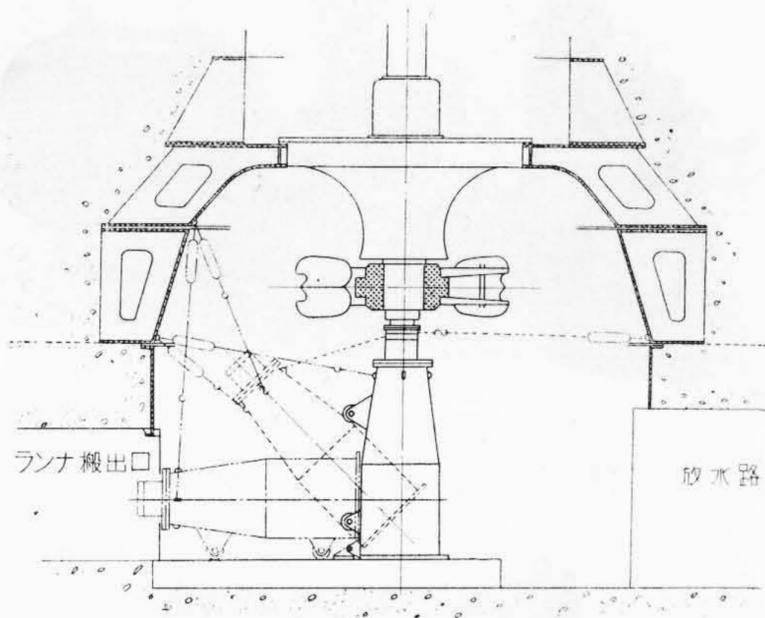
第 8 図に示す如く全溶接鉄板製バーレルは上中下三段階に分れ、上段は直接発電機を支持し中、下段はその内側はピットライナと共にランナに対するケーシングを構成し、その形状は前述の模型試験結果より選定された最良効率のものを採用した。バーレルはその外周を鉄筋コンクリートで巻立て、負荷時の振動に対して安全ならしめてある。

バーレルの高さを極力切詰めたため、発電機下部エンドブラケットは省略され、軸受も水車軸受、発電機上部軸受及び推力軸受のみで非常に簡略化されている。バーレル内側には主軸受を包蔵する鑄鋼製水車カバーが取付けられている。

#### (E) ランナ分解搬出装置

ランナの分解は発電機ロータ及び水車カバーを分解することにより上方に取出すことも出来るが、下方のセグメントリングを取外すことによりランナを拔出し、予めランナ搬出口に敷設せる軌条上の台車に乗せ簡単に搬出することが出来る。(特許出願中) 搬出口のピットライナ部分は台車が自由に出入り出来る如く扉を設けた。

かくの如き分解方法を採用すれば、主軸、軸受等上部



第12図 回転部支持台  
Fig. 12. Rotor Resting Device

を全然分解することなくランナを取出すことが出来る。

第11図はこの一般要領を示す、又発電機を分解する時に回転部分の重量を支持するため、ランナ搬出用軌条を利用して、動輪の付いた主軸支え台を搬入し、ランナ直下にてこれを直立して予め設けてある下部定盤に固定して回転部の全重量を支えることが出来る。第12図はこの要領図である。

## (2) 制御装置

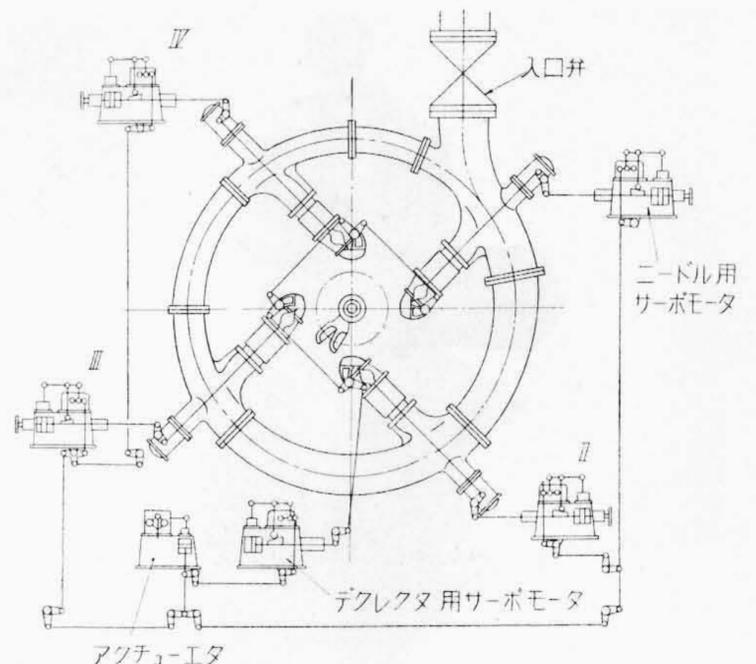
本発電所は前述のように、当分は配電盤から順逆式順序制御器によつて操作するが、鎌田発電所が完成すると鎌田発電所から遠方監視制御を行うことになるので、水車の起動停止、並列、負荷調整、及び圧油装置、給油装置、給排水装置などの補機類の保安装置に就いても種々の考慮が払われている。水車自動操作の電磁弁は、入口弁開閉用、水車運転停止用、水位調整機使用除外用を設けてあり、これ等の制御順序は日立標準方式であるから、詳細な説明は省略するが、以下箇々に就いての特異点を述べると次のようである。

### (A) 入口弁

主弁（口径 1,100φ）側弁共に油圧式スルースバルブで開くときには電磁弁（#21S）の附勢によつて先づ側弁を開き、ノズルパイプが満水してから主弁を開き、閉じるときには電磁弁（#21T）が附勢されて、主弁を閉じてから側弁を閉じるようにしてあり、配電盤からの自動操作が出来るほかに、側弁と主弁は別箇にも開閉操作が出来るように各々に、手動操作ハンドル付きの配圧弁を設けてある。

### (B) 调速機

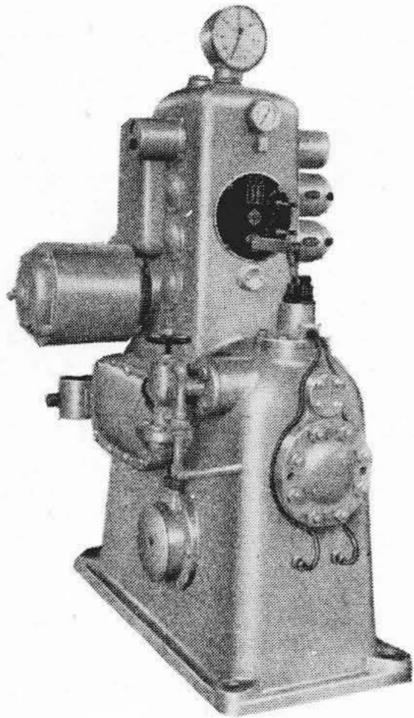
调速機は第13図のようにアクチュエータ1台、デフレクタ用サーボモータ1台、ニードル用サーボモータ4台とから成つている。アクチュエータは発電機軸に直結さ



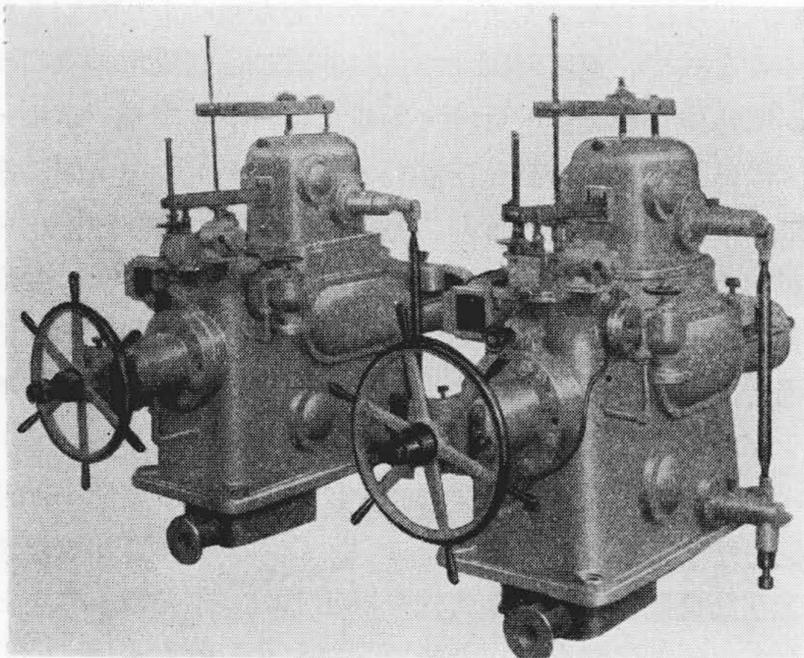
第13図 调速機配置系統図  
Fig. 13. Arrangement of Actuator and Servo Motor

れた永久磁石式アクチュエータ用発電機により駆動される電動式で、速度制御及び負荷制限の各直流電動機のほかに水位調整機が取付けてある。ニードル用サーボモータには配圧弁と電動負荷制限装置（ニードルを全閉に制限するか、全閉位置として制限をはずす）及び急停止弁がある。またデフレクタは速度上昇の大なるときに動作するほかに、急停止の場合及び圧油槽の油圧が低下せる場合には、水圧によつてジェットを切るような水圧シリンダを設けて速度上昇を防止するようにしてある。

即ち前項のように負荷の変化に対して常に高能率な運転をなすように、ノズルを1, 2, 4本と切換運転をなすような自動制御を行う方法を採用した。本発電所は主として水位調整機を使用して取入口よりの流入水量に応じた負荷をとるが、負荷制限装置によつても任意の負荷をとり得る。何れの場合もニードル1箇分の負荷以上となれば、ニードル位置制限開閉器（#74PN）によつて自動的に対称位置にあるニードル用サーボモータの電動負荷制限装置が上限に上つてI, IIIのニードルがアクチュエータによつて制御され、2箇のノズルが全開となればII, IVの制限がはずれて、4箇のノズルが同時にアクチュエータによつて制御されるようにした。逆に負荷が約40%に減じたときには、II, IVのノズルはそのサーボモータの電動制限装置によつて全閉して2箇のノズルで負荷を分担し、更に負荷が減じて約20%になればIIIのノズルが閉じてIのノズル1箇で負荷をとる。先行機をIとするときはI, III, II, IVの順で制限がはずれ、先行機をIIとするときはII, IV, I, IIIの順で制限がはずれるようにし、先行機を何れとするかは配電盤の切換開閉器によつて撰択するのである。アクチュエータからニードル用配圧弁を操作する機構は可成り長くなるので、遊び動作を起さぬように種々考慮してある。



第 14 図 調速機アクチュエータ  
Fig. 14. Hitachi #60 Governor Actuator



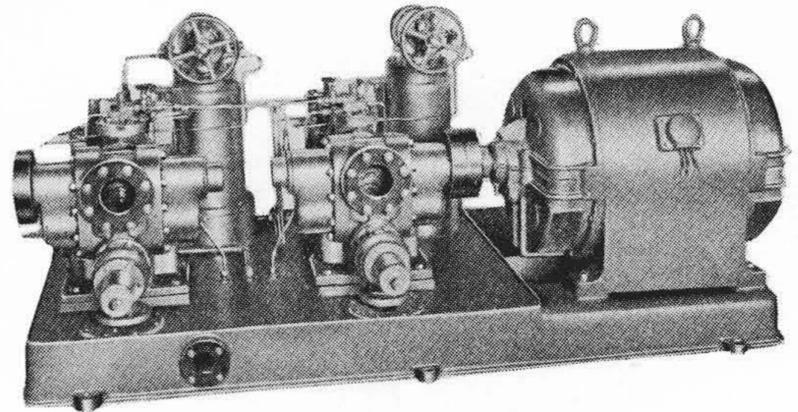
第 15 図 ニードル用サーボモータ  
Fig. 15. Needle Servo Motor

第 14 図は調速機アクチュエータ、第 15 図はニードル用サーボモータの外観写真である。

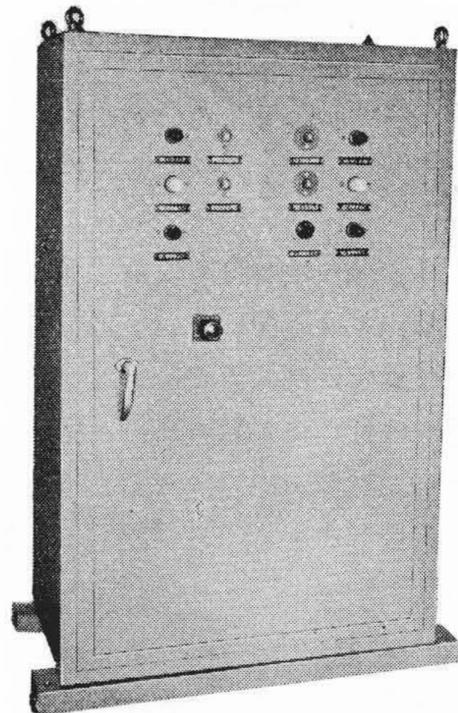
#### (C) 圧油装置

圧油ポンプは M-T 式とし、常用ポンプは 50 kW, 600 r.p.m. 三相誘導電動機直結駆動のものであり、予備ポンプは横軸ペルトン水車によつて駆動される。何れもダブルヘリカルギヤ型である。圧油槽の容量は常用油圧、規定油面に於て油ポンプからの補給を受けない場合でも、調速機ニードル及びデフレクタの全行程を各々 3 回行つても停止継電器の動作油圧以上であり、油圧が降下して停止継電器が動作してからニードル 4 箇、デフレクタ 1 箇及び入口弁を閉鎖するに十分な容量を有している。

第 16 図は圧油ポンプの工場組立状況であるが、このように油ポンプベース上にはアンローダ、小水車運転弁などを取付け、細かい配管類も工場に於て取付けるので現地の据付けも容易になり手数も省けるようにした。



第 16 図 圧油ポンプ装置  
Fig. 16. Oil Pump Equipment



第 17 図 グリースポンプ用自動制御盤  
Fig. 17. Automatic Control Board for Grease Pump

集油槽は誤つて水車室床面上 1 m 程度浸水せるような場合にも油が流出したり、油槽が外圧のために歪んだりしないような特殊構造を採用し、また運転中に排油管に水が混入したり、凝固水が集油槽に混じつたようなときには、混水検出継電器によつて警報するようにした。

#### (D) 自動グリース給油装置

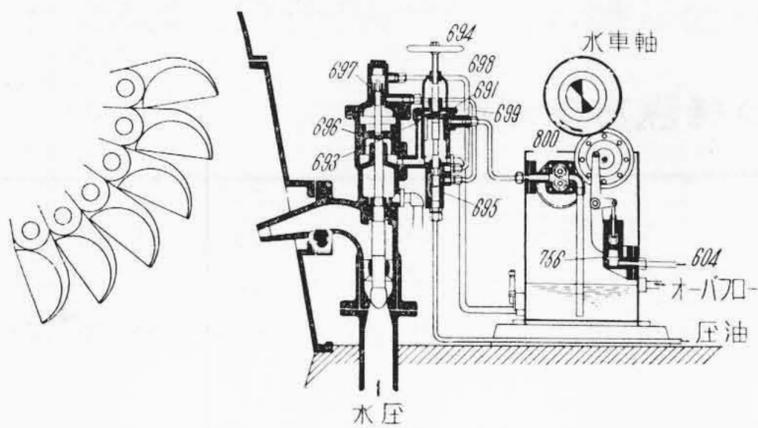
ニードル及びデフレクタ廻りの主要な軸受類には、集中遠隔自動グリース給油方式を採用し、一日 1 回または 2 回程度定期的に給油するようにした。

本装置によれば、ある時限になると各軸受に順次給油を行ない、ポンプ運転中は操作盤に白色ランプ表示をなしている。全部の給油を完了したならば表示は青ランプに戻り、万一途中で給油が渋滞したときは警報を発するとともに自動停止し、予備機に切換わる。

第 17 図は本装置の自動制御盤である。

#### (E) ジェットブレーキ

水車停止の際水車停止用電磁弁 (#65 T) が附勢されるとニードルを閉じ始め同時にジェットブレーキを掛けるがこの方式を第 18 図に示した。



第18図 ジェットブレーキ操作装置  
Fig. 18. Schematic Diagram of Jet Brake Operating Device

即ち電磁弁(#65T)の附勢によつて本図の604に油圧を通じて800ブレーキ用油ポンプを水車軸に噛み合せて連動する如くなし、この油ポンプの吐出油圧によつて691ピストンを押下げ、695油圧切換弁によつて696ピストン上部の油圧を排油となし、水圧によつてバルブを開いてジェットブレーキを掛けるのである。水車が低速になつて800油ポンプの吐出油圧が少なくなると、691ピストンは下部からの油圧によつて押し上げられ、従つて695の油圧が切替つて696ピストンが徐々に下がりバルブを閉じる。水車の回転が丁度静止した時にジェットが閉じるように、693調整弁によつて加減調整出来るようにしてある。

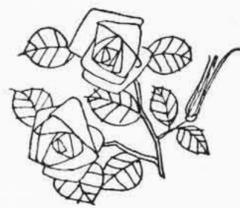
このように水車停止の際はジェットブレーキによつて完全に静止させ、しかも逆転しないような方法を採用することによつて発電機の下部ブラケットも省略し得る特長がある。

## 〔V〕 結 言

我国で最初の12,000 kW 縦軸ペルトン水車に就いて、その仕様、模型試験、構造の特異点等に就き述べた。模型試験の結果は予期以上の好成績を収め、各種資料を得ることが出来たのは、今後開発を予想される高落差大容量縦軸ペルトン水車の設計製作に大いに寄与する所あるものと信ずる。我国の河川は豊水期及び渇水期間の水量の変化が激しく、従つて一般には運転条件として各負荷に於て出来るだけ高い効率を得ることが望ましい。かかる場合比較的容易に高能率運転方式の採用出来るしかめ高い効率の得られる縦軸ペルトン水車は今後大いに採用されるものと思われる。

かかる機運にある時、今回最初の12,000 kW 縦軸ペルトン水車が工場完成したことはこの型式の水車の発達に資する所大なるものと信ずる。本機は目下現地据付中であり間もなく運転の運びとなるが本稿が多少なりとも御参考になれば幸甚である。

終りに本水車の計画に御尽力下された東京電力株式会社の関係各位に厚く御礼を申し上げ擱筆する。



# 特許月報

## 最近登録された日立製作所の特許及び実用新案

(その1)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
特 許	201462	絶 縁 電 線	日立工場	間 瀬 喜 好 鶴 田 四 郎 高 野 憲 三 小 林 清 三	28. 9. 17
"	201466	デ ュ ボ ス ク 型 比 色 計	日立工場	古 渡 賢 助	"
"	201468	普通高圧級直流回路用可熔遮断器	日立工場	中 野 義 映 藤 田 二 三 郎	"
"	201470	遮 断 器 消 弧 室	日立工場	桑 山 正 俊 山 田 勇 飛	"
"	201474	水 車 駆 動 揚 水 装 置	日立工場	紛 沢 秀 夫	"
"	201465	高速造管機の定寸切断自動装置	笠戸工場	青 木 喜 六 浜 原 風 一 石 武 喜 一 青 木 喜 一	"
"	201467	造 管 機 の 端 縁 剪 断 装 置	笠戸工場	青 木 喜 一 浜 原 風 一	"
"	201473	可動翼軸流ポンプの自動制御装置	亀有工場	矢 島 光 吉	"
"	201463	交 流 熔 接 装 置	亀戸工場	田 沢 卓	"
"	201464	タ ッ プ 切 換 装 置	亀戸工場	鬼 頭 国 忠	"
"	201471	金属薄膜蓄電器用金属化紙の処理方法	戸塚工場	田 山 辰 三 山 辺 知 定 桜 井 清	"
"	201472	金属薄膜蓄電器用電極被膜の処理方法	戸塚工場	山 辺 知 定	"
"	201469	酸 化 物 陰 極	中央研究所	高 田 昇 平 藤 野 清 一	28. 9. 17
特 許	201475	空 洞 共 振 器	中央研究所	宇佐美 襄	28. 9. 18
実用新案	405911	自 動 電 圧 調 整 装 置	日立工場	今 尾 隆	"
"	405912	防 滴 型 配 電 函 カ バ ー	日立工場	加 藤 清 次 永 田 充	"
"	405913	被 調 整 電 圧 の 変 化 検 出 装 置	日立工場	今 尾 隆 宮 崎 徳 太 郎	"
"	405916	油 入 緩 衝 器	日立工場	天 野 保	"
"	405923	電 気 車 輜 用 自 動 電 圧 調 整 装 置	日立工場	合 田 勇	"
"	405928	耐 水 型 配 電 函 カ バ ー 窓 硝 子 締 付 装 置	日立工場	滑 川 清	"
"	405929	直 流 饋 電 線 選 扱 遮 断 装 置	日立工場	森 山 一 夫 三 田 勝 茂	"
"	405930	避 雷 器 動 作 記 録 装 置	日立工場	桑 山 正 俊 落 清	"
"	405931	並 設 装 甲 配 電 盤	日立工場	丹 下 音 行 酒 井 真 平	"
"	405933	基 準 電 圧 附 与 装 置	日立工場	小 林 栄 二 竹 村 克 巳	"
実用新案	405942	小 型 車 輜 用 非 常 制 動 装 置	日立工場	高 橋 健 造	28. 9. 18