# 東北電力株式会社納

# 片門発電所用水車及び発電機

高月正行\* 岸 主 馬\*\* 高橋昭吉\*\*\*

# Water Turbines and Alternators for the Katakado Power Station, Tohoku Electric Power Company

By Masayuki Takatsuki, Shume Kishi and Shokichi Takahashi Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

## **Abstract**

Two sets of Hitachi's 22,500 kW Kaplan turbines and 24,000 kVA alternators will shortly be installed at the Katakado Power Station which is under construction as a part of the hydro-electric development programme carried out by Tohoku Electric Power Company along the river Tadami. This project includes an extension set to be installed in future.

It should deserve mentioning that the turbines completed this time are the largest Kaplan type ever built in Japan, and in spite of their size, they were designed and constructed in a very short span of time to meet the urgent need.

#### [I] 緒

東北電力片門発電所は、只見川電源開発計画の一環を(1)位 なすものであつて福島、群馬両県境にある標高 1,165 m の尾瀬沼を水源とする阿賀野川水系、只見川の水を利用 して建設されるが、将来上流貯水池の計画が完成後増設 し得るよう考慮し、今回の工事には主機3台の中2台が 据付けられるものである。

本発電所は純堰堤式で然も堰堤、発電所を一直線上に 配置し最も経済的に開発しようとするものである。

本発電所の上流には日立製作所に於て昨年製作完成を 見た東洋に於ける最大の揚水式発電所である沼沢沼発電 所があり、今又こゝに大容量カプラン水車として戦後最 大の記錄品が製作され、既に水車及び発電機共に優秀な 成績をもつて工場の立会試験を完了し、本年6月の送電 開始を目標に昼夜兼行で目下据付中である。

こゝにその水車及び発電機に就いて概要を紹介する。

## \* \*\* \*\*\* 日立製作所日立工場

### [II] 発 電 所 概 要

取水口 福島県河沼郡八幡村大字坂本字大川 放水口 福島県河沼郡八幡村大字坂本字大川

(2) 河川流量

流域面積 2,765 km²

片門地点 豊水量 平水量 低水量 渴水量  $(m^3/sec)$ 224 107 64.743.4

使用水量、有効落差及び発電力

使用水量 有効落差 発電力  $230 \,\mathrm{m}^3/\mathrm{sec}$ 最大 19.34 m  $38,000 \,\mathrm{kW}$ 43 m<sup>3</sup>/sec 常時 19.27 m  $6,500 \,\mathrm{kW}$ 年間発生電力量 189,100,000 kWH

(4) 調整地

満水位標高 EL189.5 m
湛水面積1,656 km²
最大水深22.0 m

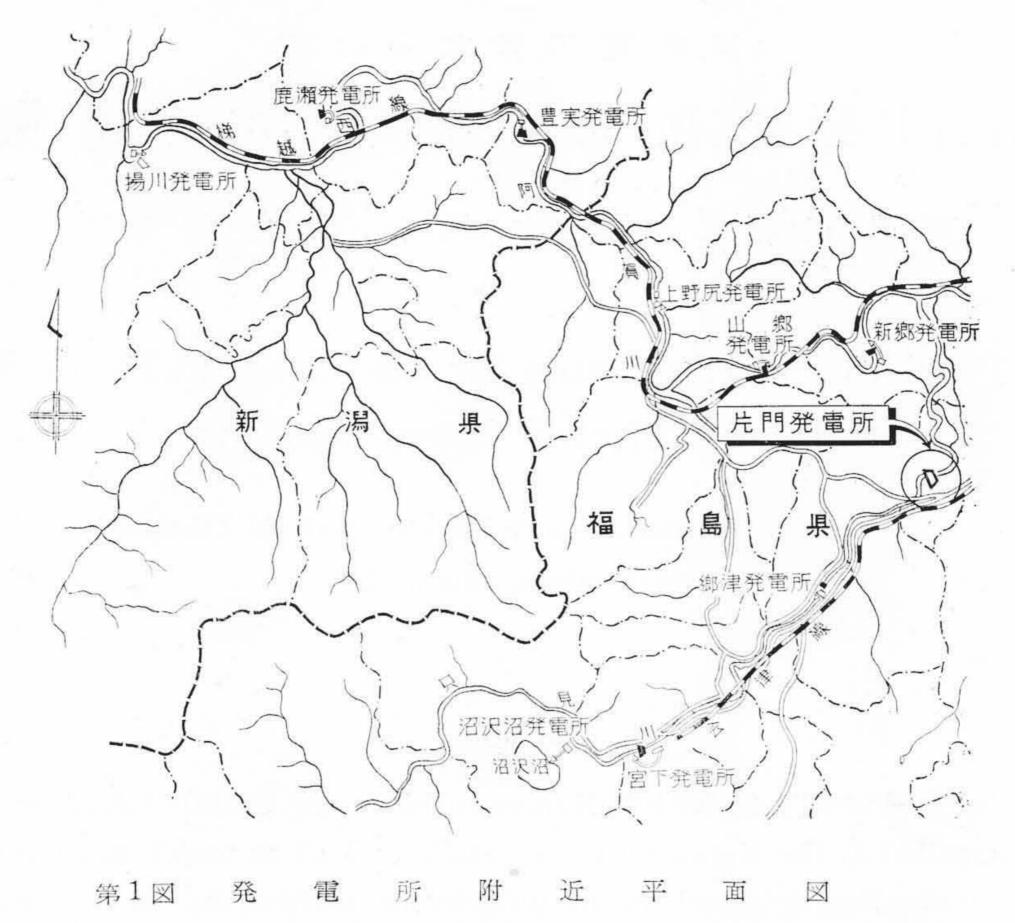


Fig. 1. Map Showing the Location of Katakado Power Plant

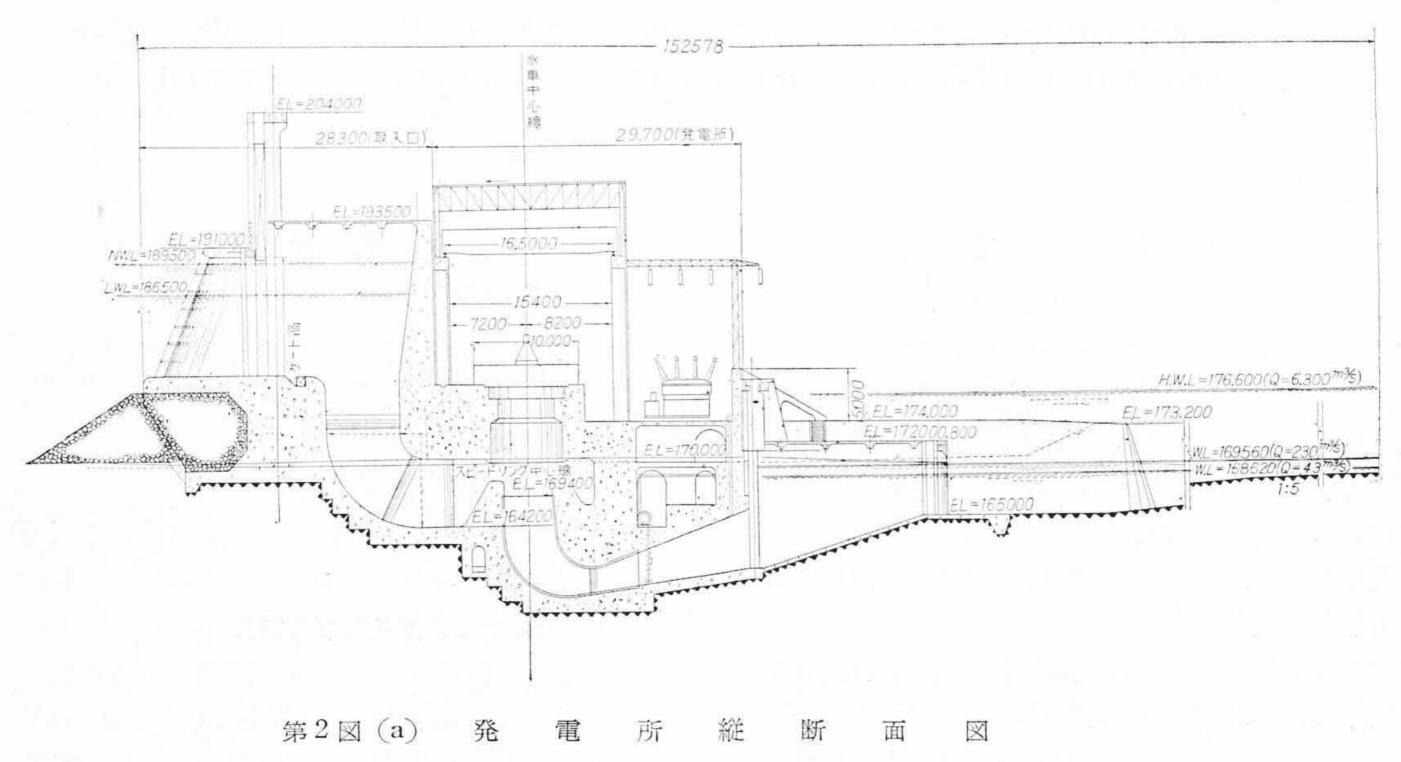


Fig. 2. (a) Sectional Drawing Showing Power House Foundations

利用水深 ...... 3.0 m 平水時....(柳津発電所迄) 9,215 m 有効容量 ...... 4,618,000 m³ (以上の記錄は東北電力株式会社調査に依る) 背水距離 洪水時 ...... 5,240 m

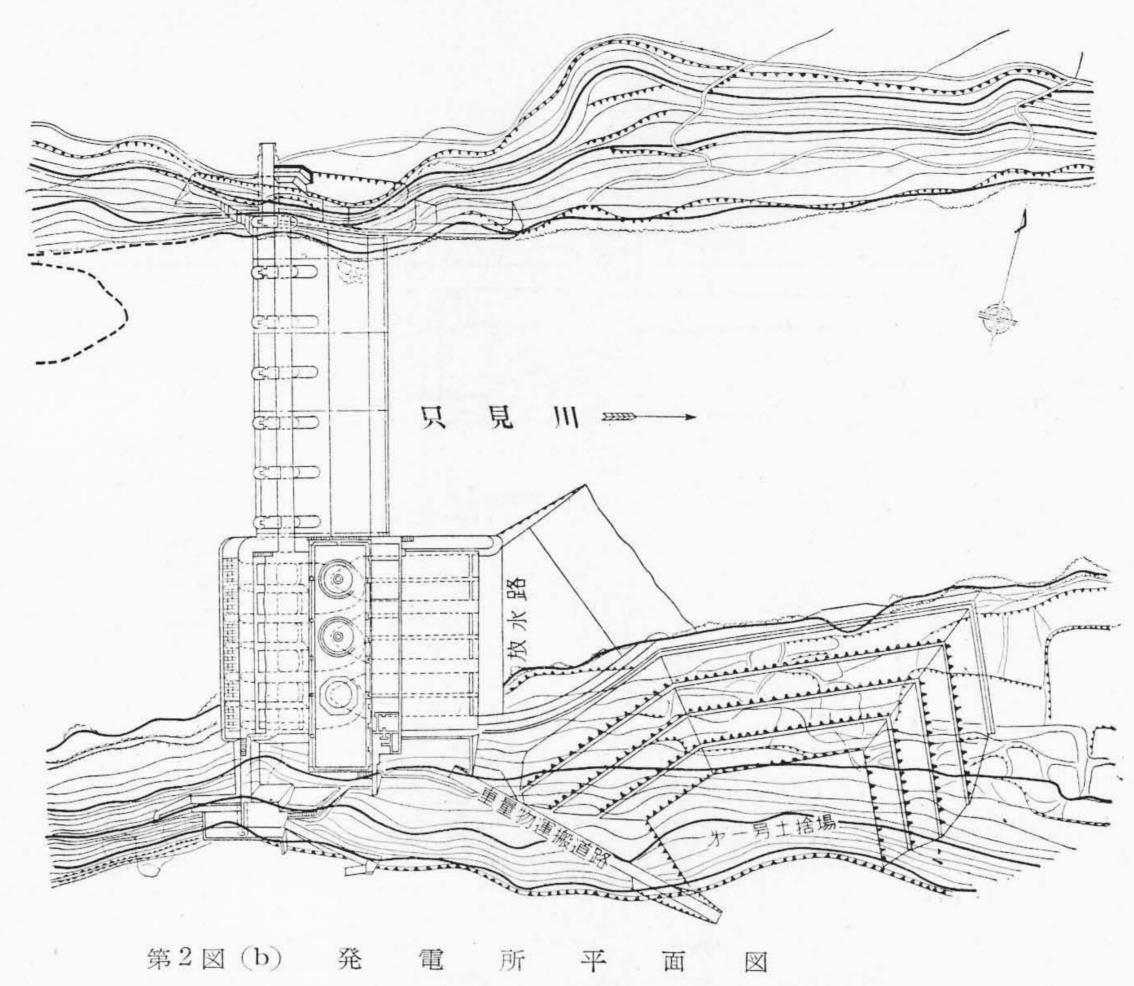


Fig. 2. (b) General Plan of Power Plant and its Neighborhood

## [III] 水 車 仕 様

(1)	主水車
	型 式竪軸半渦卷型カプラン水車
	最大出力22,500 kW
	最高20.0 m
	有効落差 ⟨基準18.5 m
	最低
	最大水量120 m³/sec (基準落差に於て)
	回 転 数125 r.p.m. 50~
	台 数2台
	保証事項 水圧上昇率50%
	回転上昇率30%
<b>(2</b> )	吸 出 管
	型 式エルボー型
	屈曲端迄 9 m 鋼板裏張
(3)	調速機
	型 式日立 VDMS # 90 号電動機運転式
	容 量34,500 kg-cm
	調速機閉鎖時間3.5 sec
	調速機不動時間0.3 sec
	ブレード閉鎖時間30 sec
	速度調定率0~6%

## (4) 圧油装置

方	式 单位方式 補助小水車運転一組
油	E18 kg/cm <sup>2</sup> ~16.5 kg/cm <sup>2</sup>
油	量1,000 l/min
容	量75kW 雷動繼乃バ小水車直結駆動

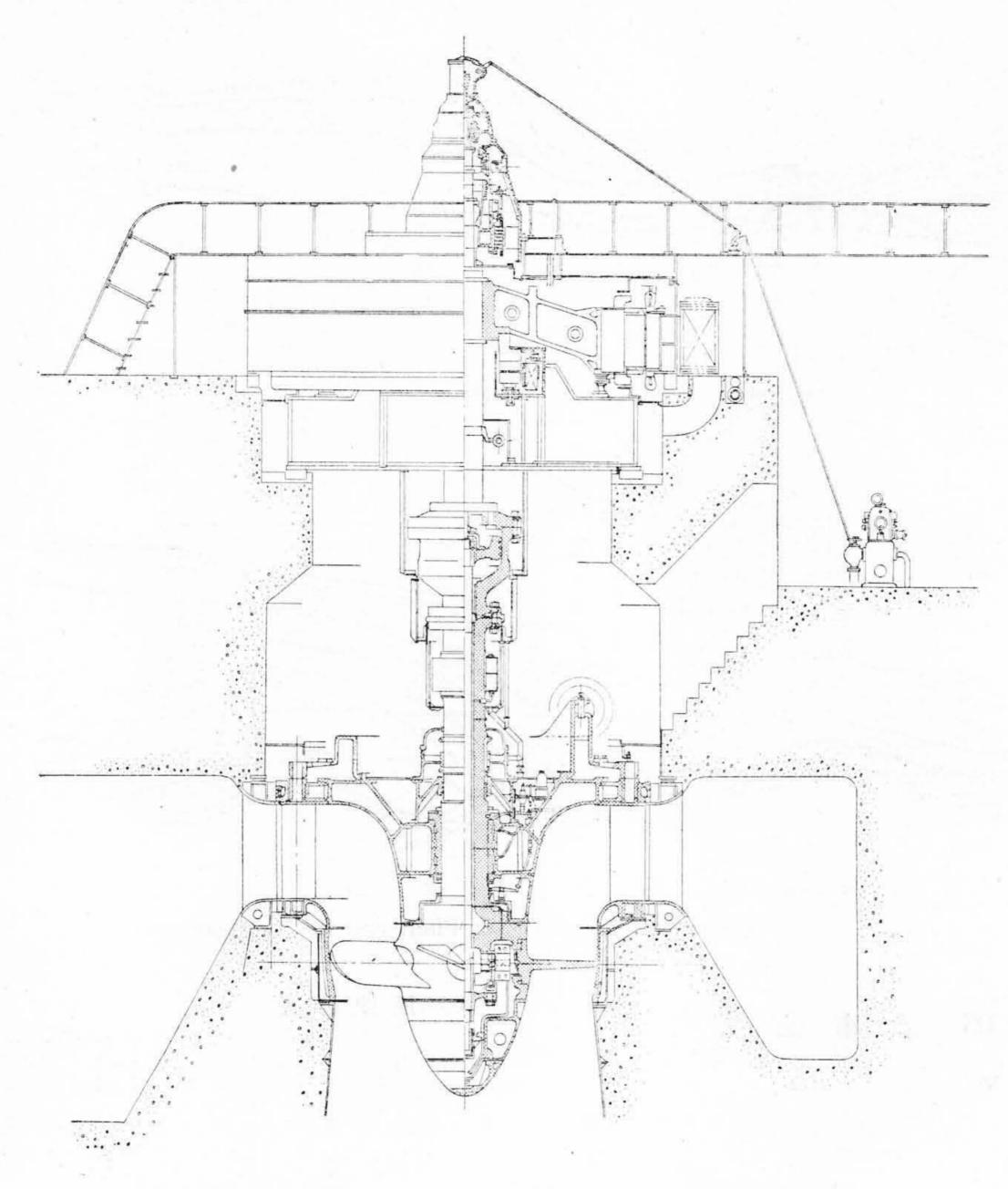
## n (5) 自仂制御装置

- (A) 方 式 一人制御方式
- (B) 制御盤 配電盤並びに機械室操作盤から起動 停止操作可能
- (C) 制 動 自仂及び手仂操作
- (D) 同期化装置 電子管式小勢力自動同期化装置

# [IV] 水車主機及び附属装置

## (1) 配置計画

据付方式は第3図及び第4図(次頁参照)に示すように単床式コンクリートバーレルとし、床面積を節減し機器の塗装を特に吟味したので室内は非常に明るくなつている。又建屋面積を縮少して極力資材の節減を計るため最少限までに建家巾及び各主機間隔をつめた結果吸出管のセンターピヤーも主機中心へよせざるを得なくなりこれは吸出管の効率に影響するので特に模型水車に依つて



第3図 水 車 及 び 発 電 機 据 付 断 面 図 Fig. 3. Longitudinal Section through Turbine and Alternator

センターピヤーの比較試験を行い確認の上決定した。

機器の配置としては建家巾をつめた結果調速機、圧油 槽、電磁弁等の配置はやゝ接近したものとなつたが運転 保守の面からは便利と思われる。

圧油装置及び小水車、空気圧縮機は放水路側の階下に 納められ、最下部は貯油槽、ストレーナー及び吸出管用 排水ポンプ、所内用排水ポンプ室となつている。

コンクリートケーシングの周囲はなるべく掘鑿を避け、ケーシング用排水弁、吸出管用マンホールへの通路 だけが堀鑿されてあるので、ケーシングとしては非常に 安全性が保たれた上に土木の施行上も有利となつた。

#### (2) 模型試験

#### (A) 効率試験

水車効率に就いては従来より最も力を注いで来たので

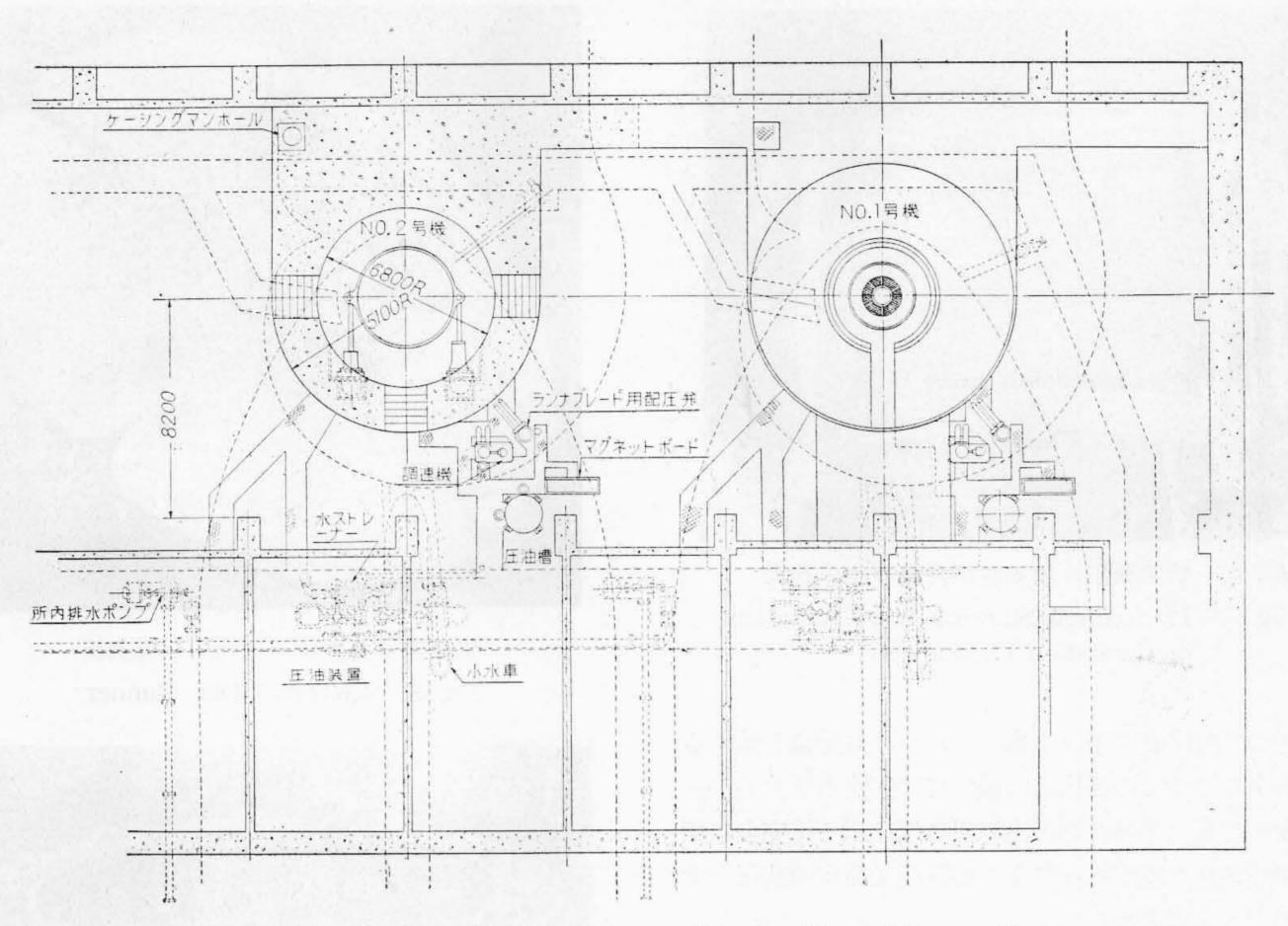
あるが、日立製作所日立工場の水力実験室に於ては十数年に亘る試験結果から自家模型試験に対する信頼度を増し設計上の指標が確立されて来た。第5図は模型試験結果よりムーディの換算式を用いて得られた実物水車の推定性能曲線であるが、図に見られるように保証値を上廻る結果を得た。

尚本模型は実物水車の<u>1</u>の尺度比で案内羽根から吸出管出口端に至る迄完全に相似に製作された。

#### (B) 空洞現象

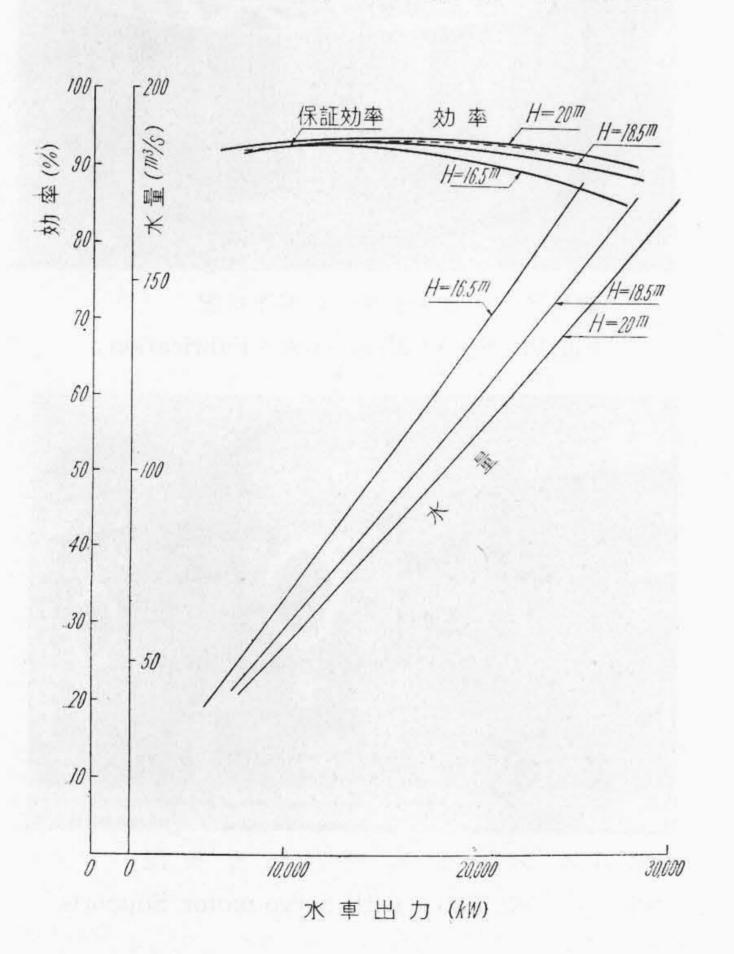
水車の設計に当つては効率と共に空洞現象の点に就いて最も研究がなされて来たのであるが、日立工場の水力 実験室に於てはあらゆる機器設備を完備し努力研究が続けられている。

発電所の建設に当つては土木費の占める割合は相当大



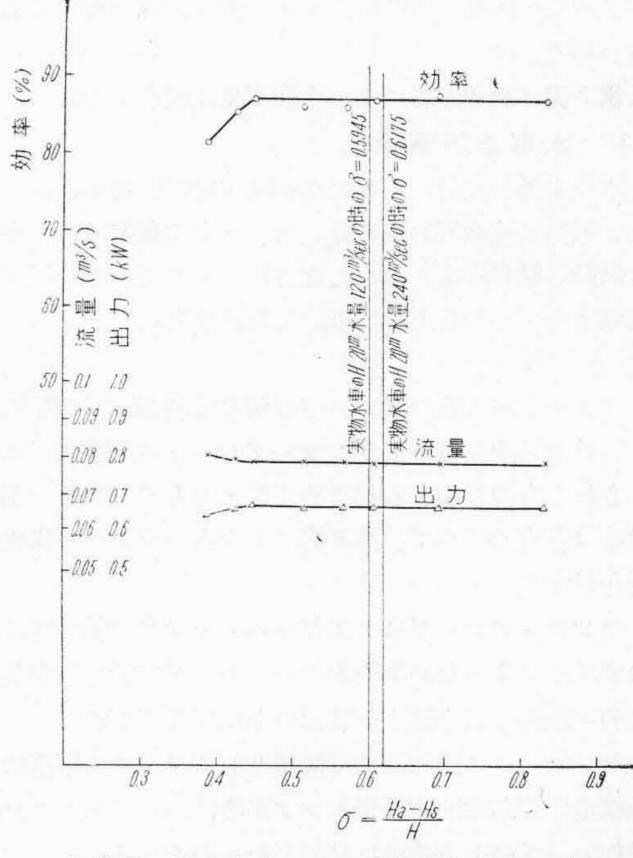
第4図 据 付 平 面 図

Fig. 4. Plan of Power House



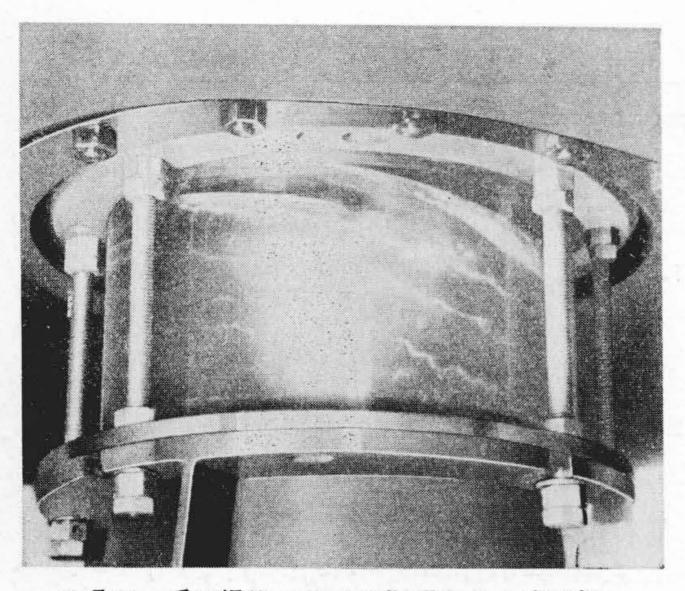
第5図 推 定 性 能 曲 線 結 果 保証効率は20m に於ける場合を示す。

Fig. 5. Guaranteed Turbine Performance Curves



第6図 模型水車による空洞現象試験結果 ランナーベン角度 25° ガイドベーン開度 9.5 10

Fig. 6. Critical Sigma Values Obtained in Cavitation Test



第7図 瞬間撮影に依る空洞現象の生成状況 Fig. 7. Photograph Showing the Generation of Cavitation Phenomenon

きく従つて吸出高を下げる事はそれだけ掘鑿量を減ずる事が出来るのでこの吸出高に就いては実物水車の 1 18.4 の尺度比で案内羽根から吸出管出口端に至る迄完全に相似に製作された模型水車により空洞現象発生の狀況を十分検討の上決定された。

第6図は試験結果の $\sigma$ 曲線である。図に見るように決定された吸出高の点に於ける $\sigma$ の値は可成り安全である事が解る。

第7図は瞬間撮影による空洞現象生成狀況である。

#### (3) 水車主機構造

水車主機の設計に当つては前述の如く効率、空洞現象、無拘束速度等の点に就いて、水力実験室に於て完全 な試験の結果にもとづいてなされたものである。以下主 機構造の主だつたものに就いて記述する。

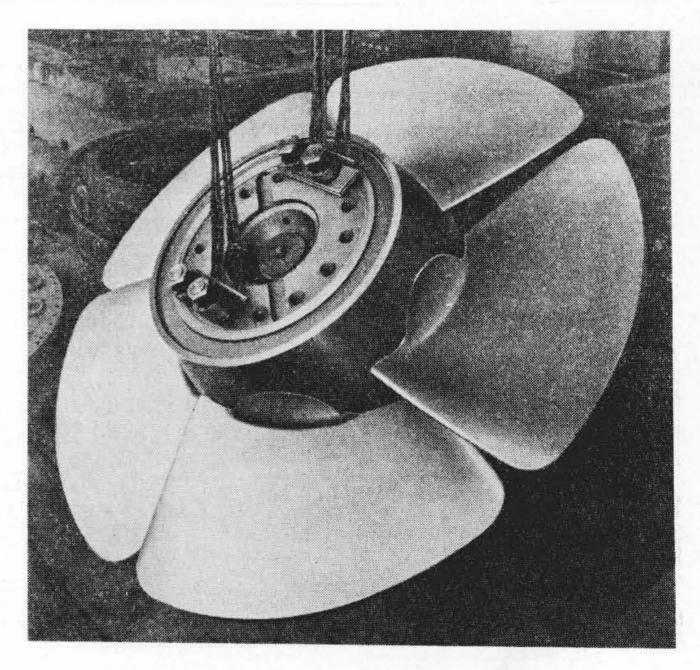
#### (A) ランナー

ランナーボス及びブレードは何れも特殊鋳鋼製であり、外径 4,600 mm のランナーブレードは現在までに製作されたものム中、本邦に於て最大のものである。羽根枚数は5枚であつて、第8図に工場内のランナー組立狀況を示す。

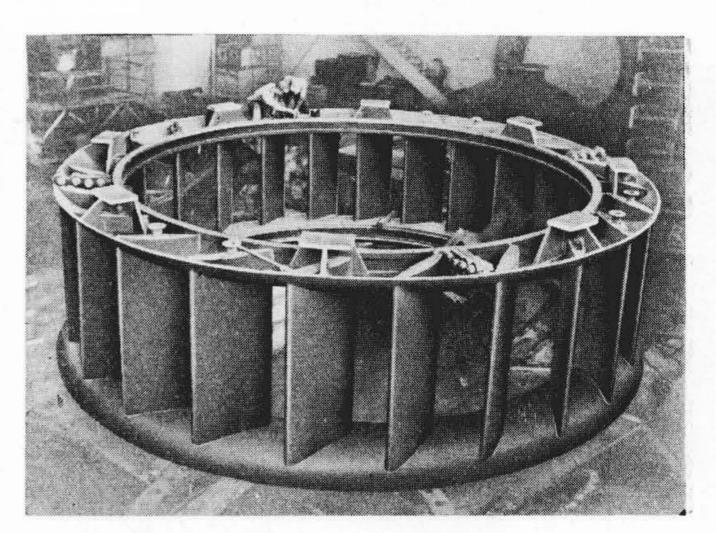
ランナーブレードステム部分パッキングに就いては特に慎重を期するため実物大のパッキング試験装置を使用し油の漏洩の完全防止を確認の上使用する事にした。

ーランナーボス内部油潤滑機構としてランナー下部に特殊構造の強制注油式循環ポンプが設けられてありこれは操作ロッドの上下運動を利用したものである。

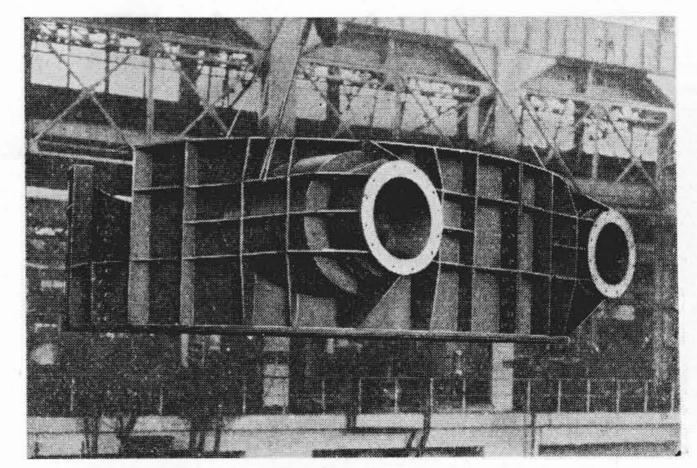
又ランナーボス内部への流水の浸入を完全に防止する ために主軸外周に空気室を設け運転中常時約4 kg/cm² の圧力を保たせ外部水圧に打勝つようにしてある。万一 ランナー内に漏水があつた場合は内部より銅管を導き停



第8図 ランナー工場內組立状況 Fig. 8. 4,600 mm Dia. Runner



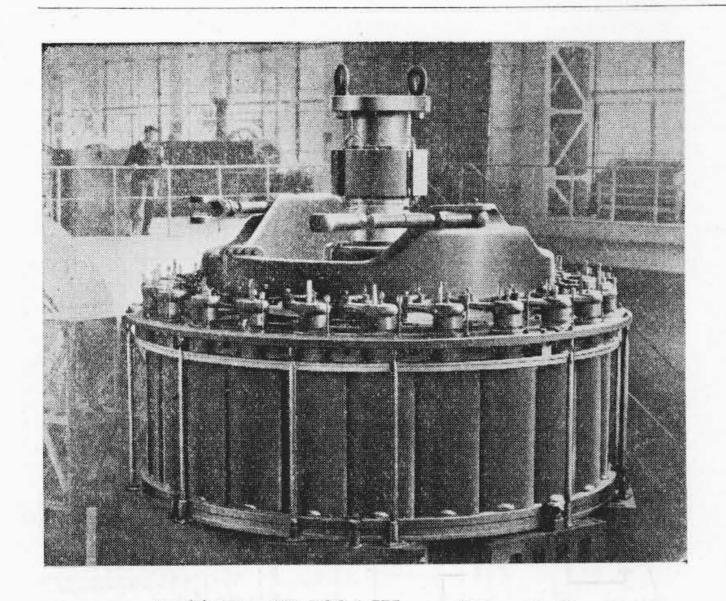
第9図 スピードリング製作状況 Fig. 9. Speed Ring under Fabrication



第10図 バーレル 受 台 組 立 状 況 Fig. 10. Pit Liner with Servo-motor Supports

止時主軸の途中より排水出来る構造となつている。

(B) スピードリング及びケーシング スピードリングは全熔接鋼板製構造の4つ割れで最大



第 11 図 22,500 kW カプラン水車 工場內組立状況

Fig. 11. Shop Assembly of Turbine

径 7,700 mm 高さ約 2,600 mm の大型のものであるが、 近年の異常なる熔接技術の進歩と施設の拡充により極め て短日時の間に製作され、据付工程の短縮を計る事が出 来た。

又ステーベンには 6 箇所に流量測定用の孔を設け銅管 にてバーレル内へ導かれるようになつている。

ケーシングは半渦卷型コンクリート製でセンターピヤー及び卷終部分には鋼板製ライナーが附してある。

ケーシングのコンクリート施行を便ならしめるため木 型模型のケーシングを製作して納入した。

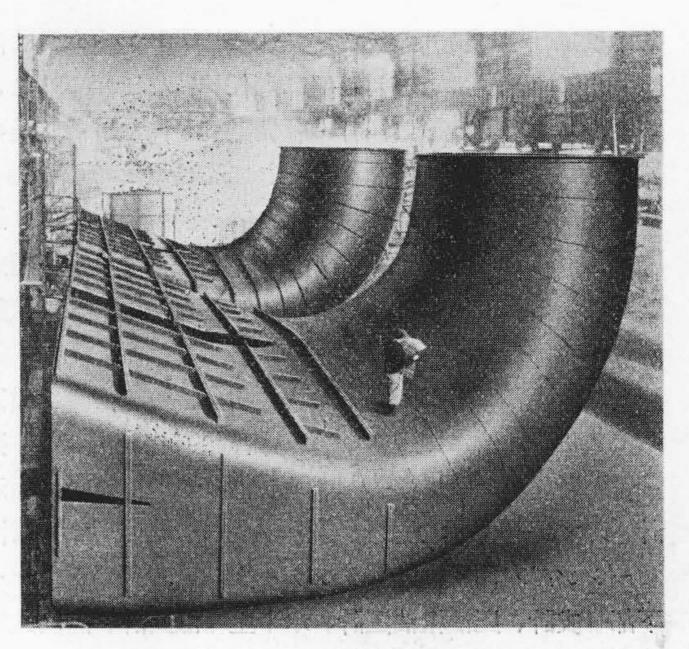
## (C) 水車カバー

水車カバーは外側と内側とに分れており内側カバーは バーレル内部で分解する事なくランナーと共にバーレル 外部へ吊上げられ、一定の場所まで運搬された後容易に 分解する事が出来る構造となつている。従つて外側カバーの方はガイドベーンの分解又はプロテクトライナー等 の修理の時のみ取外せば良いのである。

内側カバーには主軸受台を設け水車軸と発電機軸とを 切り離した場合に水車回転部を支えられる構造となつて いる。又ダシュポット付の自仂空気弁を設け負荷の急激 な変動の場合にランナー上部に自仂的に空気を吸入し真 空の発生を防止するようにしてある。

主軸メタルの上下部には特殊パッキングを入れて、グ リース消費量を極力軽減を計ると共に土砂の混入を防止 し得る構造となつている。

主軸メタルの点検には吸出管の水を排水する事なく上 カバー内側に設けてあるハンドルを操作する事に依つて 漏水を防止し得るようになつている。尙この際圧縮空気 を送つて水面を押下げる構造とし万全が期されている。



第 12 図 ドラフトチューブ工場内組立状況
Fig. 12. Shop Assembly of Draft-Tube
Liners

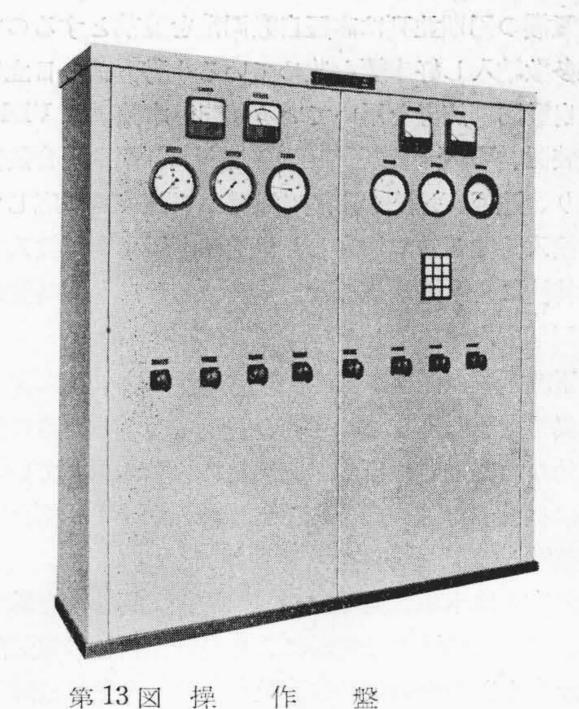


Fig. 13. Turbine Control and Instrument Board

#### (D) 吸出管

吸出管はエルボー型で彎曲部分よりセンターピャー3 mまでの間は鋼板製ライナーを附し、これより先はコンクリートだけで作られてある。第12図は工場内吸出管の組立狀況を示す。

#### (4) 制御装置

水車発電機の制御方式は単純化と確実性を確保出来る 二段操作式順序制御器による日立標準可逆式順序制御方 式である。この順序制御器は停止、準備、起動、励磁、 並列、負荷の6段を有し、回転、引きの二段操作で一段 毎に或は一挙に目的の位置まで進めれば起動方向又は停止方向に階段的にも亦連続的にも任意に制御出来ることが特長である。主機の動作は各段階終了毎に計器盤上の照明式集合動作表示器に表示されて確認される。

水車発電機の制御は電磁操作弁により配電盤上より遠隔制御する。この電磁操作弁は複式電磁弁で圧油保持式としているので、制御電源を喪失してもそのまゝの狀態を保持できる。

なお水車室には第13図に示す閉鎖型水車操作盤を設置している。本盤には電磁弁手動操作用ハンドルの外、発電電力計、回転計、負荷制限及びカイドベーン開度指示計、ランナーベーン開度指示計、ケーシング外側圧力計、ケーシング内側圧力計、ランナー上部聯成計、ランナー下部聯成計、圧油槽油圧計、水車主軸温度計、照明式集合動作表示器を取付けているので監視、点検に便利であるばかりでなく、手動操作に際しては主機の狀態を水車室に於ても確認出来る。

発電機の同期並列は高圧自動同期を建前とするので、 従来多数納入し好成績を收めている小勢力式の日立電子 管式自動同期装置を用いている。即ち本装置は VDF 型 揃速装置、VRV 型電圧平衡装置、VS 型同期閉合装置よ り成り、速度、電圧を迅速に調整し、速度差に応じて遮 断器投入時間と常に適合した漸進角を以て同期投入させ る諸特性により系統周波数が変動する際にも短時間に円 滑に同期投入することができる。

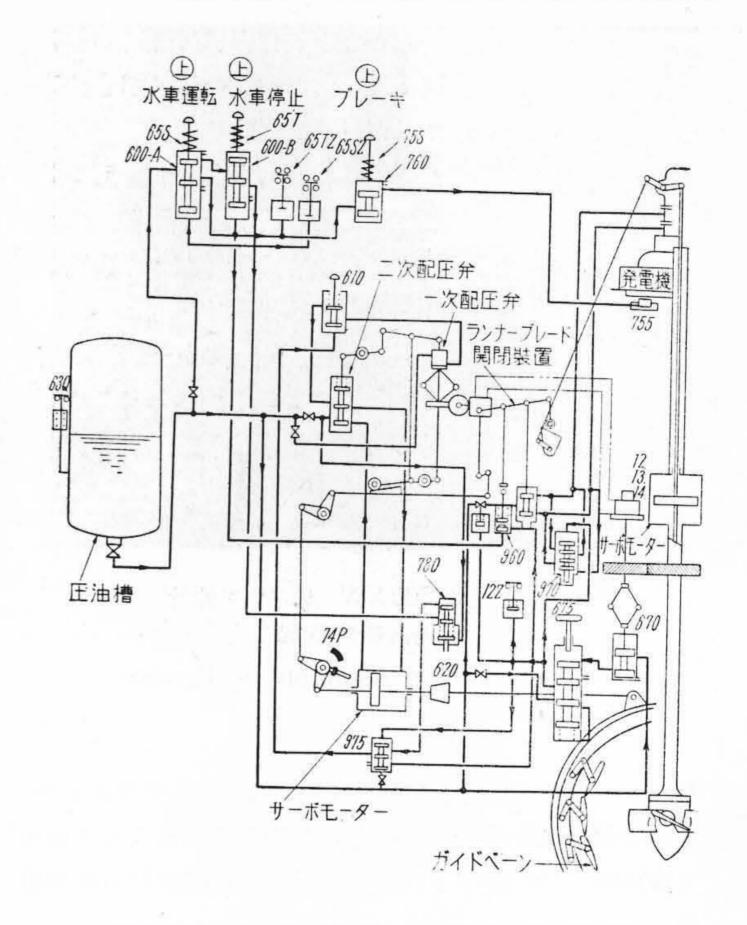
発電機電圧の調整は常時の受電端電圧を一定に保ち、 且、異常狀態に際しては系統の安定度向上と機器の保護 に有効な速応励磁式自動電圧調整方式を採用している。 これは抵抗型の線路降下補償装置付日立 RTA 型自動電 圧調整機と FV 型電圧継電器を以て行つている。

保護方式は水車、発電機の機械的電気的特性を綜合統一し、優れた特性の継電器により発電機自体の電気的故障、水車発電機の機械的故障及び系統の電気的故障等の種類軽重に応じて、非常停止或は急停止するもの、遮断器、界磁開閉器を開き無負荷無励磁運転をするもの或は単に警報に止めて保守員の処置を待つもの等、それぞれ適時適当な処置が講ぜられるようになつておる。

これ等発生故障は計器盤上の集合故障表示器に表示、 警報されるが、特に警報表示用は二重ダーケット型とし 第二ダーケットを以て故障の継続を表示させる。以上で 水車、発電機制御の概要を述べたが、下記に水車起動装 置及び過速度防止装置に就いて概略を述べる。

#### (A) 変落差用起動装置

本発電所は洪水位が高いため、変落差用水車起動装置を附し、水車起動時に落差に対して適切なるガイドベーンの開度となるようにしている。



## (B) 過速度防止装置

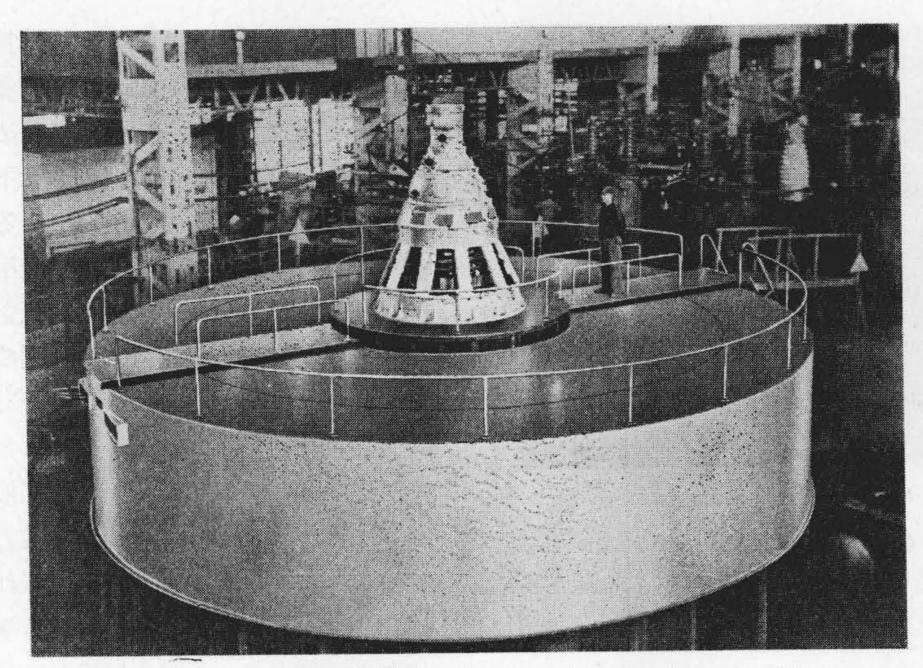
カプラン水車に於ては無拘束速度に対する保護方式に 特別の考慮がなされているが、本水車に於ては次の方法 によることにした。

即ち第14図に於て従来の如く #12 遠心力開閉器を電気的接続により電磁弁に連絡し、それ以後は油圧系統によりガイドベーン及びランナーベーンの両サーボモーターに接続する過速度防止装置を備える他、更に安全のため調速機スピーダーと同一機構の #670 過速度防止装置を設け、直接圧油系統を操作させることにした。

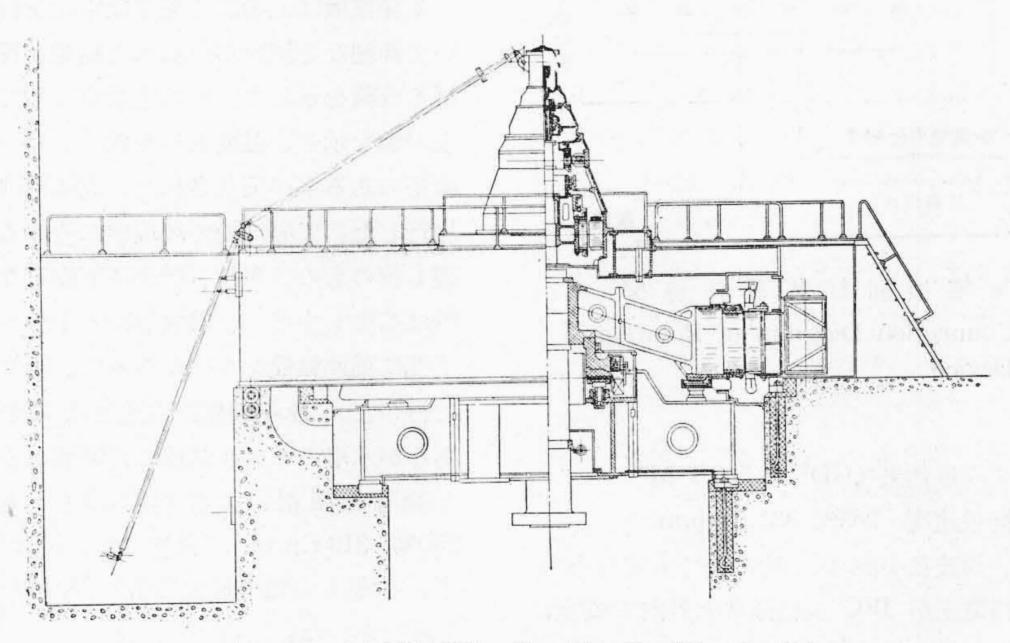
この機械的過速度防止装置の動作した場合は、#975 過速時油圧切換弁により、#610 調速機急停止弁に通じ ていた圧油が排油されて、調速機を急停止し、且、#960 起動用補助ピストンに圧油を通じて、ランナーブレード を全開し、速度の上昇を抑える。この方法は事故により ガイドベーンが万一閉鎖不能となつた場合に於ても、速 度上昇の限度を最少範囲に止めることが出来る。

通常運転時に於てはブレード開閉時間は凡そ 30~40 秒であるが、上述の機械的過速度防止装置の動作した場合は #970 油量調整弁を開いて 15~20 秒で羽根を全開させることができる。

このように調速錘の外に2段の保護装置を備えている



第 15 図 24,000 kVA 傘 型 交 流 発 電 機 Fig. 15. 24,000 kVA Umbrella Type Alternator



第 16 図 24,000 kVA 発電機断面図 Fig. 16. Section of 24,000 kVA Alternator

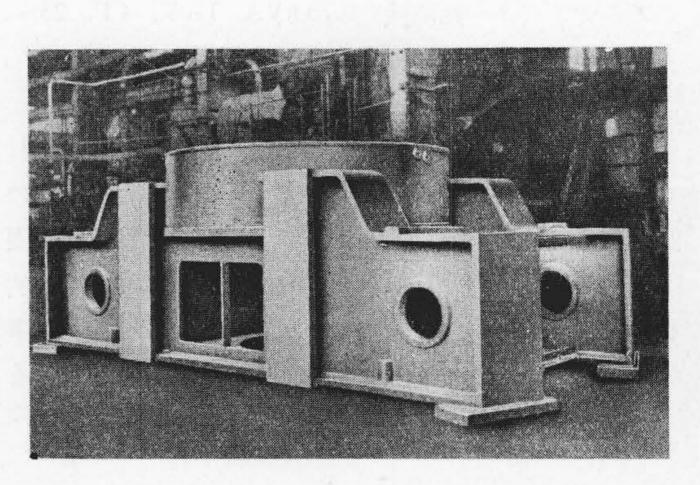
が、これは速度上昇の防止に関し万全をつくしたものということができる。。

## [V] 発 電 機

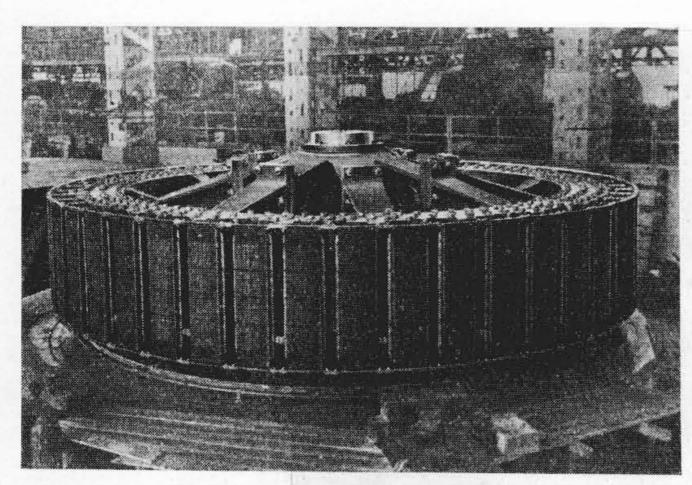
本発電機は先に北海道電力蘭越発電所に納入、好成績を以て運転中の 7,000 kVA 傘型発電機製作の経験を生かし、更に幾多の斬新な設計を加えた大容量傘型発電機である。

## (1) 本機の仕様

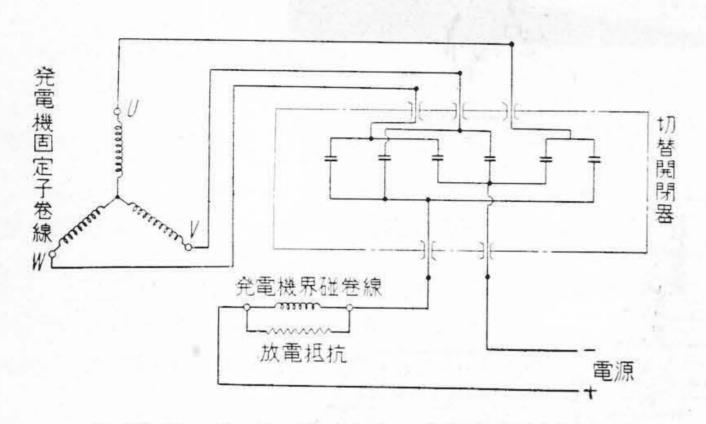
発電機: 24,000 kVA, 11,000 V, P.F. 90%, 50~ 48 P, 125 r.p.m. 堅軸傘型閉鎖風道循環型 (空気冷却器付)



第17図 下部ブラケット Fig. 17. Lower End Bracket



第18図 完成せる回転子 Fig. 18. Completed Rotor



第 19 図 発電機回転装置結線図 Fig. 19. Connection Diagram of Rotating Device

はずみ車効果 (GD<sup>2</sup>) 3,500 T-M<sup>2</sup> 無拘束速度 265% 331.5 r.p.m. 尙、周波数 10% 低下時に於ても定格出力、 定格電圧が JEC 規格温度上昇内で安全に 発生し得る如く製作されている。

主励磁機: 200 kW, 220 V, 125 r.p.m. 副励磁機: 15 kW, 110 V, 125 r.p.m.

アクチエーター発電機: 0.75 kVA, 110V, 4 P, 25~, 750 r.p.m. 永久磁石発電機

#### (2) 構造

本機は傘型構造であり、その特長は既に種々発表されている通りである。特に下部ブラケットを推力軸受槽の側面をも支持するものとし、セグメント案内軸受を強固にした構造を採用した。日立の傘型構造の特長は一般的利点の他に、軸受を分解する事なく回転子を分解する事が可能である事、キングス調整が外部から容易に出来る

事等の利点がある事である。本特長のため取扱は非常に 楽なものとなつている。(第16図参照)

又冷却効果を有効ならしめるために、独特の積層式継 鉄に通風孔を設け、温度上昇の低下が計られている。

尚発電所起重機容量を軽減させるために振れ見の際の回転方法には、電気的方法が採用されている。これはM-G セット及び相電流切替装置を使用するもので、発電機固定子及び界磁線輪を第19図の如く結線し、切替装置のドラムの回転によつて接触子を開閉し、固定子に低速度の回転磁界を生ぜしめ、これと界磁との電磁力を利用して回転子を振れ見に必要な回転で廻すものである。工場で行つた結果によると、電磁力回転の場合と、励磁を切つて自由回転させた時とで振れの変化は殆どなく、電磁力回転のまゝ十分ふれを見る事が出来ることが確認された。従つてふれ見も短時間で行い得る事となつた。

#### (3) 特 性

本発電機は工場にて完全な組立を行い、各種特性に就いて詳細なる試験が行われた結果、各特性共保証値を上廻る成績を示した。即ち主な点として、能率は保証値以上の値を示し、温度上昇も低く、45~運転に於ても十分余裕のある事が実証された。尚本機は無拘束速度試験を施行した。工場に於ては現地に於ける据付に比すれば基礎も仮のものであり、極めて不安定な狀態にあるが、本機は振動も少なく、機械的にも十分の確信があつたので下部に補助軸受をつけたのみで、組立試験のまゝの狀態で行つた。 水車の無拘束速度は 265% 331.5 r.p.m. であるが水車のモデル試験にて実測せる無拘束速度の結果と発電機風損による速度減少とを考えに入れて補正し250%, 313 r.p.m. で実施した。試験中何等異常を認めず、振動も発電機最大箇所で 5/100 mm という僅少なものであつた。

### [VI] 結 言

以上述べた如く、本水車発電機は戦後最大の大容量カプラン水車及び発電機であり、水車に於ては、世界に誇る水力実験室の設備を駆使しての試験結果に基いて設計製作され、発電機に於ては、蘭越発電所納の傘型発電機製作の経験を生かして、振動、通風等に新らしい考察がなされたものである。又水車発電機全体として発電所建設費の低減、保守の容易等に種々の努力が払われている。現地に於ける据付も近く完成するので、その綜合試験結果、運転結果も遠からず発表出来る予定である。

## 新製品ニュース

# 東北電力株式会社納片門発電所用 24,000 kVA 水車発電機用配電盤

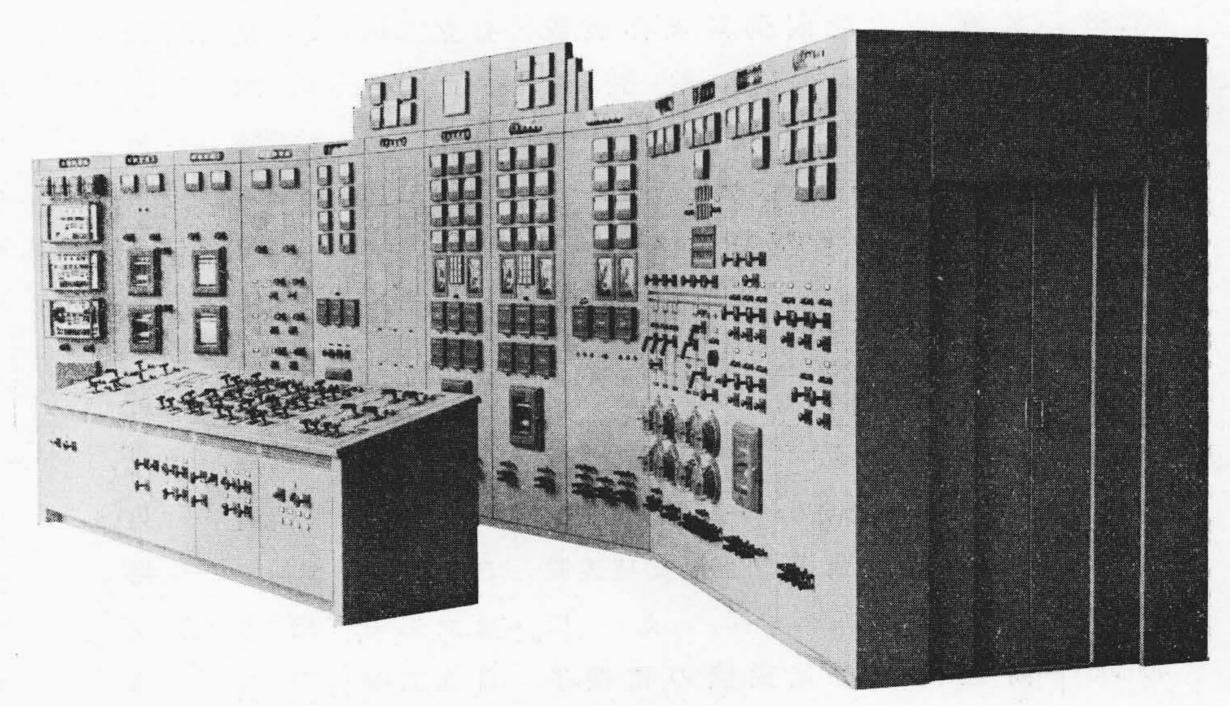
# Switchboards for Katakado Hydro-Electric Power Station of Tohoka Electric Power Co., Ltd.

只見川電源開発計画の一環を成す東北電力、片門発電 所用配電盤がこの程日立製作所に於て完成した。本発電 所は 22,500 kW (最大落差 20 m) 竪軸カプラン水車直 結の 24,000 kVA, 11,000 V, 50~, 125 r.p.m. 傘型交流 発電機及び 24,000 kVA 三相主変圧器のユニット式 2 組 (将来 3 組)を有し、154 kV 送電線 2 回線により系統に 接続される。而して水車発電機の制御は日立式二段操作 の順序制御器による所謂一人制御方式で、その自動制御 装置を完備している。

制御用配電盤は第1図の如く中央の発電機盤、送電盤 及び所内変圧器盤を分離机型鋼板盤とし、その左右に直 立盤のみの補助盤を設け扇形に配置して監視を容易にし ている。その左右の補助盤はそれぞれ自動同期盤、記錄 計盤、温度測定盤並に高圧盤、予備電源盤、門扉操作盤 を正面に配列し、その背面に自動制御盤、自動電圧調整 器盤、所内電灯及び直流盤を設けている。本配電盤は下 記の如き特長を有している。

- (1) 上記の如く合理的でまとまりよく配置し、直立 盤の背面及び側面に扉付出入口4箇所を設け、保守点検 が極めて簡便となつている。
- (2) 盤及び計器類の塗装は色彩調節を施し、調和を 計ると同時に制御を容易にした。
- (3) 自動電圧調整装置は定位型無接点連続調整式の HTD 型を採用した。
- (4) 落差変動による水車の起動開き自動調整装置を設けて起動を確実にしている。
- (5) 総括監視制御の一環として圧油槽の油面を配電 盤で監視出来るようにした。

上述の如く片門発電所納としては、水車、発電機、制御装置関係のみならず、本誌既報 (Vol. 35 No. 1 P. 362 参照)の通り、水車、発電機の組立及び分解、点検用として、単クラブ型 400/40 t 天井走行起重機も併せ日立 製作所に於て製作納入したものである。



第1図 3×24,000 kVA 片門発電所用配電盤

Fig. 1. Switchboards for Katakado Hydro-Electric Power Station



# 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	登錄番号	名	工場別	氏 名	登錄年月日
特 許	198255	昇降機扉液圧駆動装置	日立工場	神峰次郎	28. 2. 16
実用新案	400251	水電解槽補給水裝置	日立工場	滑川清	28. 2. 23
"	400252	多管式電弧分解器	日立工場	辻 三郎	",
"	400253	竪軸可動翼軸流水車	日立工場	滑川清	"
"	400254	端 子 套 管	日立工場	室 星 務	"
"	400261	プロペラ水車漏水浸入防止装置	日立工場	高橋春夫照沼美知夫	"
"	400262	水力機械用速度環	日立工場	深栖俊一三 出鳥山忠次	"
"	400267	卷上機標示回路切換装置	日立工場	豊田隆太郎	m
"	400270	竪型純風冷水銀ポンプ	日立工場	宮 崎 徳太郎豊 田 宏	"
"	400271	防 爆 型 電 気 車	日立工場	滑 川 清	<i>n</i>
"	400278	非常制動付主幹制御器	日立工場	菊 地 広 守	U
"	400282	母線連絡用断路器鎖錠装置	日立工場	加藤清次	"
11	400283	引出し型高圧電気器具箱	日立工場	安藤卓郎	"
"	400287	電 圧 変 化 検 出 装 置	日立工場	今 尾 隆	11
"	400288	車輌用主幹制御器操作装置	日立工場	小 泉 富士夫	"
11	400289	車輌の急制動装置	日立工場	坂 本 繁 三	"
"	400297	回転子中性線取付装置	日立工場	小野崎 一 男	n n
11	400298	電機子線輪用袴	日立工場	小野崎 一 男	"
11	400299	高 速 度 回 転 子	日立工場	小野崎 一 男	"
11-	400300	二重卷線型回転子	日立工場	小野崎 一 男滑 川 清	"
11	400301	高速度回転子線輪冷却装置	日立工場	滑 川 清小野崎 一 男	"
"	400302	回転子バインド線抑え装置	日立工場	小野崎 一 男	11
"	400303	短絡装置に於けるリード線支持装置	日立工場	小野崎 一 男	"
"	400304	三相交流電動機中性線支持装置	日立工場	小野崎 一 男	11
"	400305	固 定 子 抑 え 板	日立工場	鈴木正城	"
"	400306	高速度直流電動機の電機子	日立工場	田 附 修 佐 藤 実	"
"	400307	直流增幅発電機	日立工場	水野緑鳥居昭一	*
実用新案	400308	整流子冷却装置	日立工場	田附序	28. 2. 23