

姫川電力株式会社納

## 姫川第七発電所用水車および発電機について

伴 文 雄\* 海老名敬吾\*\* 北 野 豊\*\*\*

23,000 kW Water Turbine and Generator for the Himekawa  
7th Power Plant, Himekawa Power CompanyBy Fumio Ban, Keigo Ebina and Yutaka Kitano  
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

## Abstract

The generating equipment comprising the 23,000 kW water turbine and coupled alternator designed and built by Hitachi are under installation at the Himekawa 7th Power Plant under Himekawa Power Co. Situated in Niigata Prefecture, on the River Himekawa, the plant is constructed in a typical water channel system.

Prior to the construction, the superiority of the design of these generating units was assured by visualizing their performance in a series of meticulous model tests. In the material test, wear and corrosion-resistance of the materials used was scrutinized and many new ideas were materialized in many phases of their construction by virtue of improvements introduced in the machining and other engineering techniques. Considerations were exercised especially in respect to the economy of erection cost, simplification of installation work, ease and positiveness of maintenance, inspection, disassembly, repair, etc.

After completion of the installation, these machines are expected to display the merits of the advanced design of Hitachi to its full value.

## 〔I〕 緒 言

姫川電力株式会社納姫川第七発電所用 23,000 kW 水車および発電機は中容量機であるが、その設計、製作に斬新な構想が多分に採用されたもので、最近日立製作所日立工場において仮組立も完了し、現地据付作業が進められている。

本水車の性能は模型試験によりその優秀性を確認するとともに、土砂の流入多き河川に使用されるので、ランナ、ガイドベーン、ライナ等には特に吟味された不銹鋼材を使用して耐磨耗性の向上をはかるとともに、耐蝕性についても十分な考慮がなされている。

据付床方式は単床式角型鉄骨併用パーレル構造とし、パーレルには大きな横穴が設けられ、水車部品の搬入搬

\* \* \* \* \* 日立製作所日立工場

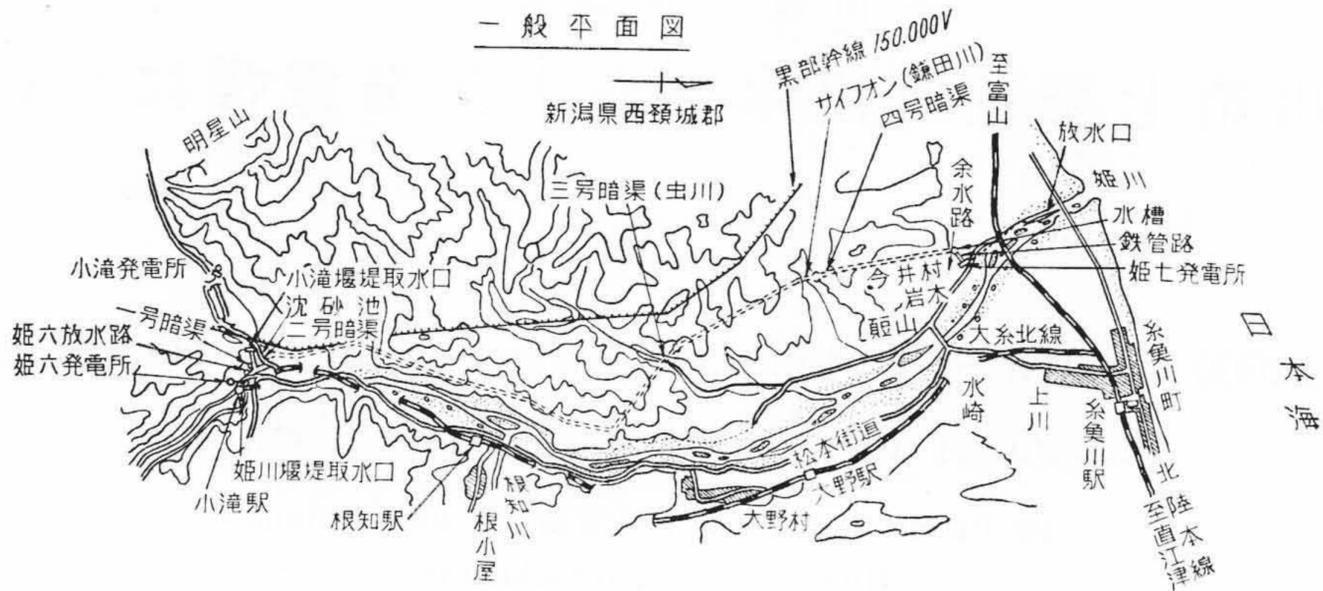
出用門型起重機が自由に入出りできる方式が採用された。このため水車の分解組立および点検修理等が確實容易かつ迅速にできるようになっている。

ここに本水車および発電機について概要を紹介する。

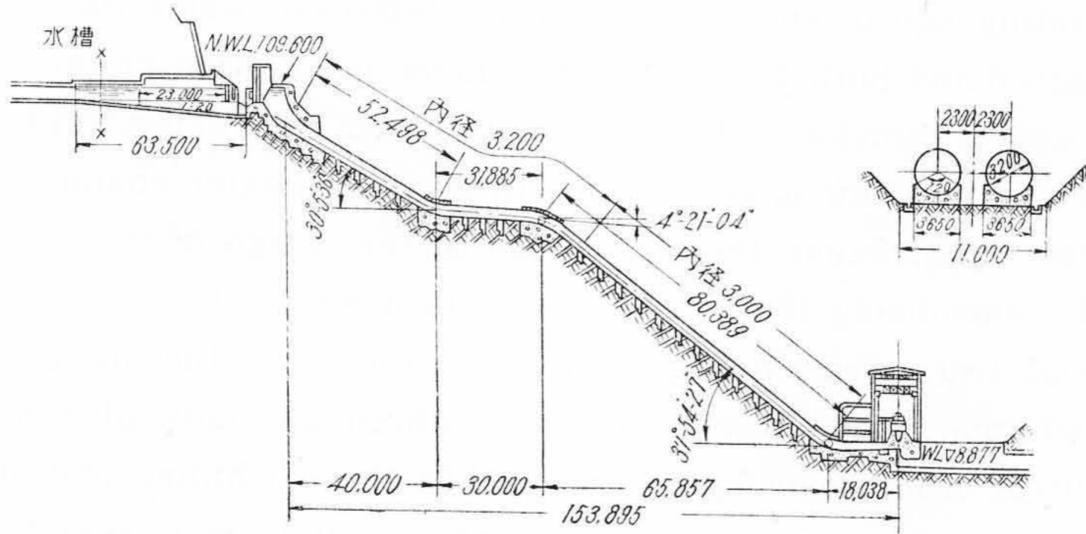
## 〔II〕 計 画 概 要

本発電所は新潟県西頸城郡今井村須沢に建設され、姫川河口より約 15 km の上流にある姫川第六発電所放水路に直結して取水するとともに同発電所余水路口下流の姫川本流に堰堤を築造して残水を取水し、これを沈砂池に導入する。

さらに小滝川に堰堤を設け取水して上記沈砂池に流入せしめ、これらを合流して小滝川を暗渠により横断し隧道（ほかに暗渠2箇所、サイフォン1箇所）により約 10 km 下流の水槽に導き水圧鉄管2条によつて発電所に導



第1図 発電所附近平面図  
Fig. 1. Map of the Himekawa Development Project



第2図 水路縦断面図  
Fig. 2. Longitudinal Section of the Power Plant

入し、発電後放水路から姫川河口直上流を還流するものである。第1図および第2図に本発電所の計画の概要を示す。

- 使用河川名... 姫川水系, 姫川, 小滝川
- 取水口位置... 新潟県西頸城郡小滝村尾巻 (姫川)
- 同村バンバ山 (小滝川)
- 同村 (姫川第六放水路)
- 放水口位置... 同県同郡今井村須沢字外川原
- 使用水量
- 最大..... 49.00 m<sup>3</sup>/s
- 常時..... 14.60 m<sup>3</sup>/s
- 有効落差..... 99.0425 m
- 発電力
- 最大..... 40,000 kW
- 常時..... 12,400 kW
- 年間発生電力量..... 258,000,000 kWh
- 姫川取水堰堤..... 79.90 m
- 小滝川取水堰堤..... 45.00 m

- 水路延長..... 11,941.08 m
- 隧道..... 9,962.72 m
- 暗渠..... 319.26 m
- サイフォン..... 92.50 m
- 放水路..... 968.05 m
- 隧道内径..... 5.25 m
- 水圧鉄管路 (内径) ..... 3.60 m
- 水圧鉄管路 (亘長) ..... 170.00 m
- 水路勾配..... 1,500分の1

### 〔III〕 水 車

#### (1) 水車仕様

本水車の仕様は次の通りである。

#### 出力

- 最大出力..... 23,000 kW
- 基準出力..... 21,000 kW
- 有効落差 (基準)..... 99.4 m

使用水量

最大水量..... 25.9 m<sup>3</sup>/s

基準水量..... 23.4 m<sup>3</sup>/s

回転数..... 300/360 rpm (50/60~)

比較回転度..... 138.5/166.2 m—kW

型式..... FSS-V

台数..... 2 台

運転方式..... 1 人制御式

回転方向..... 発電機側より見て時計回り

据付床方式..... 単床式鉄骨併用角型コンクリートバーレル

効 率

50~運転時..... 基準落差における最高 92.1%

60~運転時..... 基準落差における最高 88.0%

速度変動率

50~運転時..... 30%

60~運転時..... 22%

ただし発電機の回転部の  $GD^2$ ..... 500 t—m<sup>2</sup>

調速機閉鎖時間..... 3.0 s

調速機不動時間..... 0.3 s

水圧変動率..... 25%

無拘束速度..... 659 rpm (183%)

(2) 水車模型試験および材料試験

(A) 模型試験

本水車は 50, 60 両サイクルの運転がなされ、同一ランナの両サイクル運転に対し、極めて高性能の特性を有することが要望された。

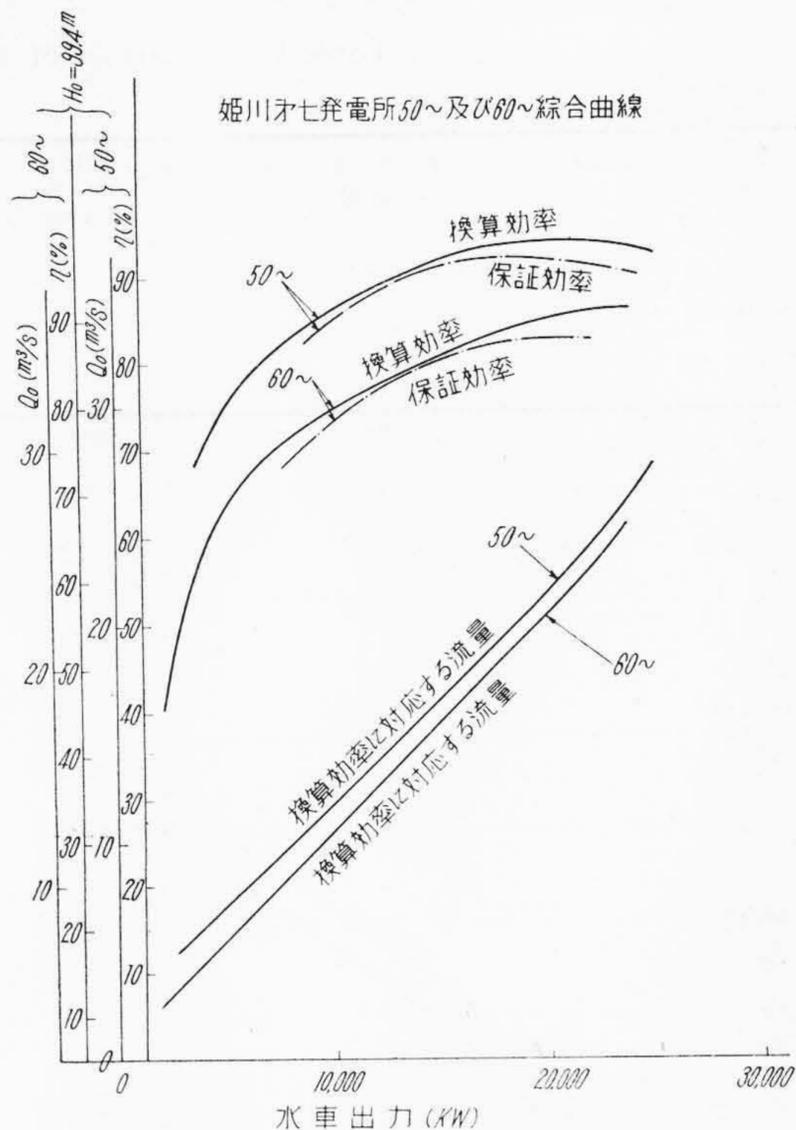
水車効率に関しては縮尺比 1/3.818 の模型水車を製作し、ランナについては性能を十分保証しうるよう、最高効率点の適正なる配置と基準落差のもと各流量について最良の効果を与える設計であることを確認した。試験の結果、模型水車最高効率は 50~ にて 92%, 60~ にて 88.5% を示し、ムーディの第一公式  $\{\eta_0 = 1 - (1 - \eta_m)(d/D)^{1/4}\}$  により模型水車効率を実物水車効率に換算すると 50~ では 94%, 60~ では 91.3% の高効率を与え、各流量についても高性能であることが確認された。

第3図は実物水車に換算せる場合の推定性能曲線である。なお性能試験に続き、ペック法による水量指示試験についても精密な試験を行い、実際上で最も適正な測圧孔の位置を求めることができた。

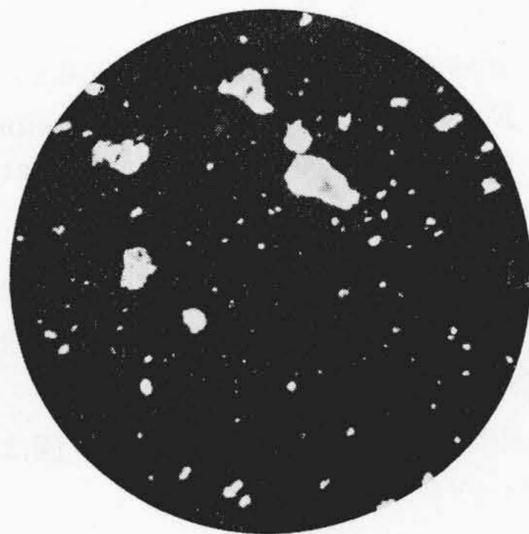
(B) 材料試験

水車の寿命を左右する材質に関してはその組織の分析、材料試験は勿論のこと、耐蝕、耐磨耗性の検討も十分に行い、長年の運転に対して性能低下を最小限にとどめるよう、優秀な材料が使用されなくてはならない。

姫川は上流の各所に山崩れを起しやすい箇所があり、



第3図 実物水車の推定性能曲線図  
Fig.3. Expected Efficiency of the Actual Turbine



第4図 姫川、砂粒顕微鏡写真 (×100)  
Fig.4. Sand Grains (×100)

流水中には土砂を多量に含む極めて悪い水質である。したがって材質決定にあたってはまず姫川の水および砂を採り、日立研究所においてそれぞれの分析試験を行った。第1表(次頁参照)は姫川の水および砂の分析結果を示し、第4図は砂粒の顕微鏡写真を示す。また成分、組織および熱処理過程を変えた各種材質別試験片を造り、日立研究所材料試験室に特別の試験装置を設け、土砂混入の流水に対する耐磨耗性、ならびにキャビテーションに

第 1 表 姫川水のおよび砂分析表

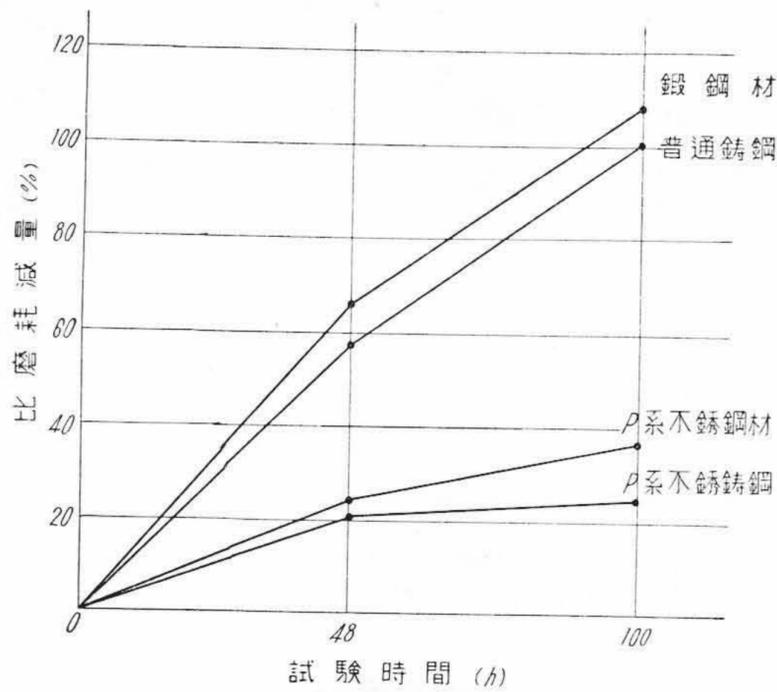
Table 1. Analysis of Water and Sand of Himekawa

1. 水分析表

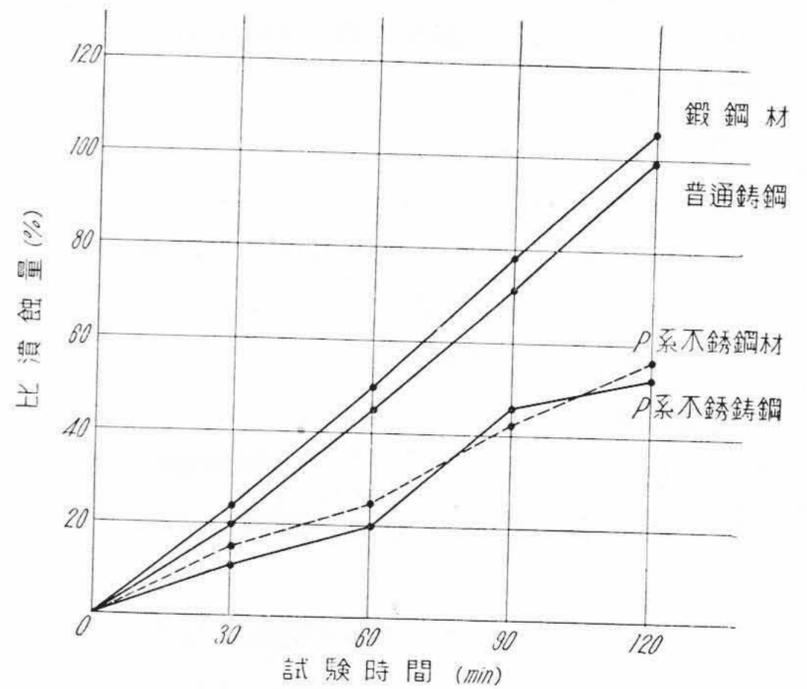
全固形物 (mg/l)	硅 酸 (mg/l)	酸化鉄 (mg/l)	石 灰 (mg/l)	酸化マグネシウム (mg/l)	塩 酸 (mg/l)	硫 酸 (mg/l)	硬 度	P.H.	沈 澱 物 (mg/l)
141.0	21.2	0.5	25.2	12.6	4.0	29.1	4.3	7.6	77,000

2. 砂分析表

硅 酸 (mg/l)	酸化鉄 (mg/l)	酸化アルミニウム (mg/l)	酸化カルシウム (mg/l)	酸化マグネシウム (mg/l)
60.42	0.67	23.33	2.4	2.92



第 5 図 含砂流水による磨耗減量と時間との関係図  
Fig.5. Experimental Result of Erosion Test of Various Metal by Sand-Water Jet



第 6 図 キャビテーションエロージョンによる潰蝕量と時間との関係図  
Fig.6. Experimental Results of Abrasive Erosion Test

よる耐蝕性の比較検討を行い、最良の材質を決定し、あわせて製品母材からも試験片を採取してその耐磨耗性、耐蝕性に対する確認をも行つた。

第 5 図は耐磨耗性比較試験結果を、第 6 図は耐蝕性比較試験結果を示す。

(3) 配置および構造

(A) 各機器の配置

第 7 図および第 8 図 (第 6 頁参照) に示すように鉄骨を使用した単床式角型コンクリートバーレルとし、床面積および建家高さを慎重に検討して極力資材の節減を計つた。

しかしこのために各機器の配置に狭苦しいところが生じないよう十分考慮され、圧油装置関係、空気圧縮機、給水装置関係等はべつの部屋に設置し、サーボモータは半埋込式とし入口弁、制圧機はともに床面下に設置されたので床面上にはキャビネット型調速機、水車制御盤の

みが配置されている。水車の分解ならびに組立は門型クレーンを利用する方式が採用されているが、不要時にはべつの部屋に取去り、その部には踏板を設置するため所内は広々とした感じであるかく、運転保守の面からも便利な配置と考えられる。

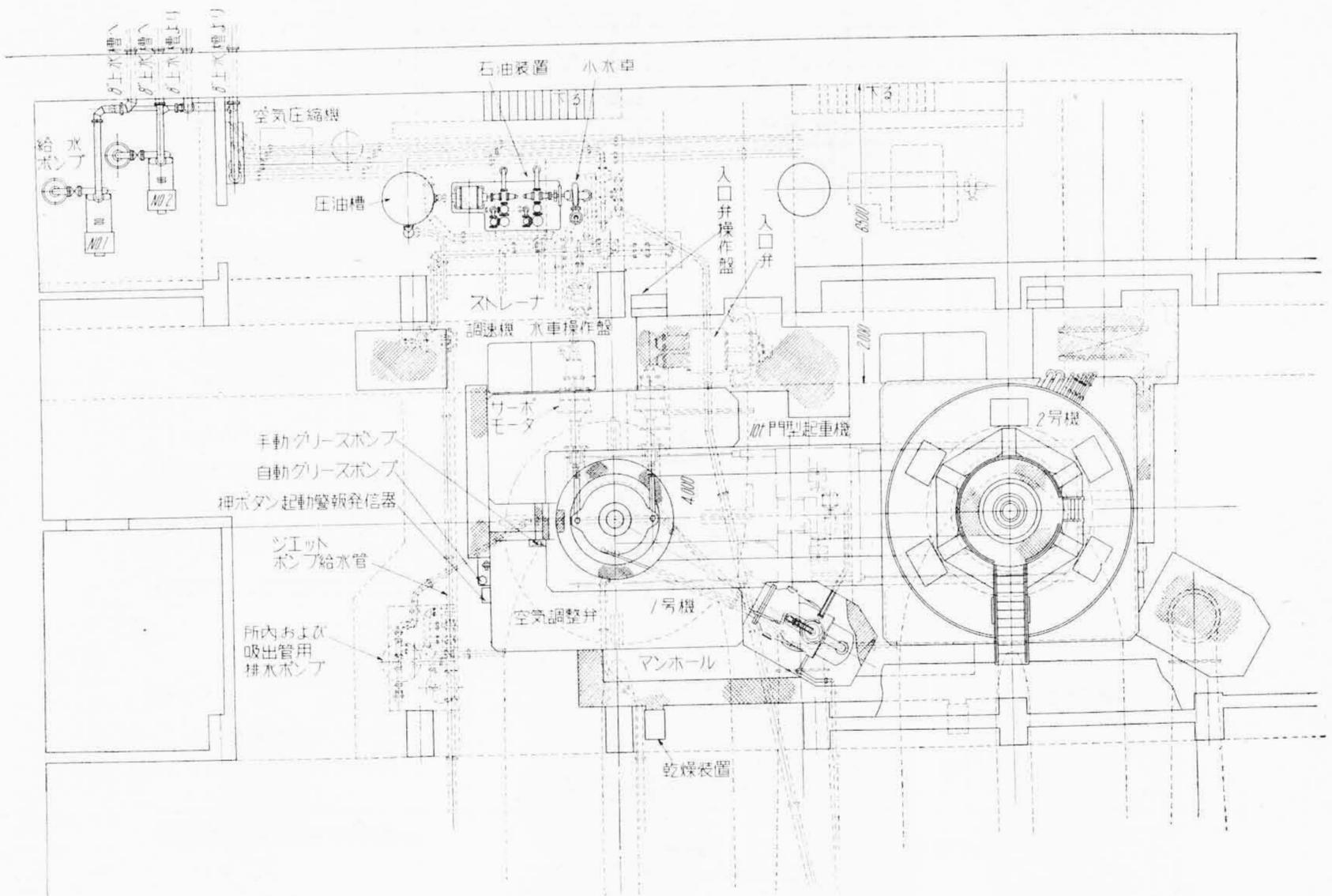
(B) 水車本体の構造

本水車の設計にあつては性能は勿論使用材料、構造等に関しても十分な考慮が払われた。

第 10 図 (第 7 頁参照) はその構造断面図、第 9 図 (第 6 頁参照) は工場仮組立の状態を示す。以下主要構造について記述する。

(a) ランナ

ランナは最も磨耗する部分であるから停電を極力少くするため、この設計製作には特に深い考慮を払い、土砂に対する耐磨耗性およびキャビテーションに依る潰蝕に対し、耐蝕性のすぐれた材料成分、熱処理方法が検討さ



第7図 据付平面図  
Fig.7. Plan of Power House

れた結果、実物ランナはP系不銹鋼(13%Cr)で製作され、慎重に熱処理を行つた上グラインダ仕上が施されている。第11図(第7頁参照)はランナを示す。

(b) ケーシング

ケーシングはスピードリングと一体の4つ割れ構造とし、鋳鋼製である。スピードリングのステーベンおよび上部胴板には8箇所の流量測定用の孔を設け、銅管により外部へ導き水銀マンメータに接続され、これより電氣的に水量記録指示計に表示される。

本ケーシングには現地据付時、発電機の静荷重を支えるバーレル受台用取付坐が設けてある。

なお工場において規定の水圧試験は立会のもとに行われ、強度の安全性が立証された。

(c) 水車カバー

水車の上カバーおよび下カバーは鋳鋼製で、上部カバーはさらに外側と内側に分割されている。外側カバーにはガイドベーンが取り付けられており、ケーシング上部フランジに締付けられる。内側カバーはランナ外径より大きく設計され、これを取外すことによりランナは容易に取出せるようになっていゝ。このためガイドベーン関係部品を分解する必要はない。

上部水車カバーを主軸が貫通する部の漏水防止は保守上最も問題となる点の一つであるが、保守点検が容易でかつほとんど調整する必要のない日立製作所独特のシーリングボックス構造を採用して漏水防止の完璧が期されている。

なおこの部主軸ライナは不銹鋼を使用し、シーリングボックス内面は高級砲金のブッシュを内張りして磨耗に対して十分考慮されている。

主軸受は日立セグメントメタルの構造が採用された。

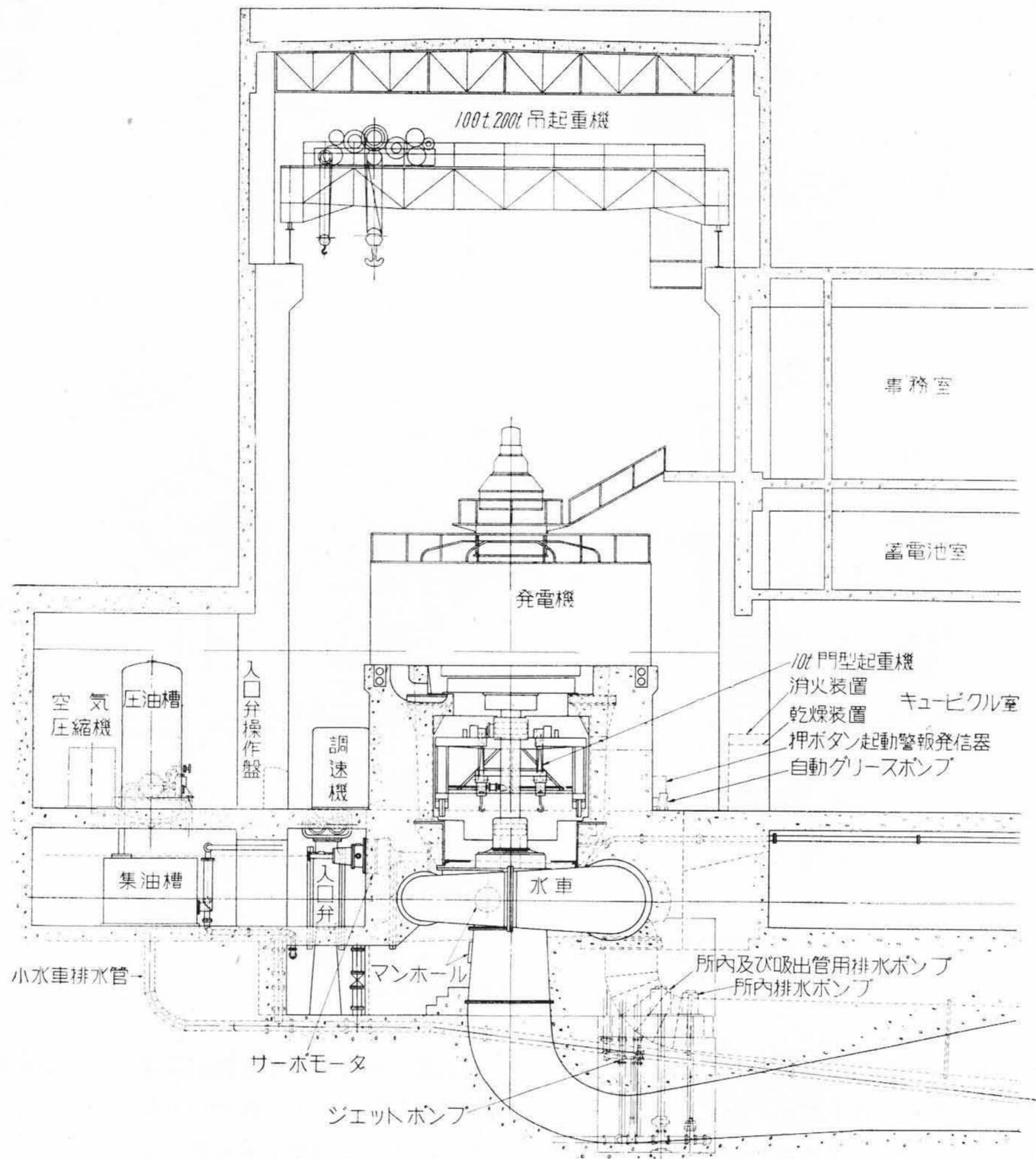
(d) ガイドベーンおよび主要ライナ

本河川は比較的土砂の流入が多いのでガイドベーンおよび主要ライナは耐磨耗性、耐蝕性の材質が採用された。ガイドベーンはP系不銹鋼製、主要ライナは全部P系不銹鋼板が使用されている。

材料は超音波探傷試験を行い、熔接作業後はその部をX線試験により欠陥なきことを確認した。

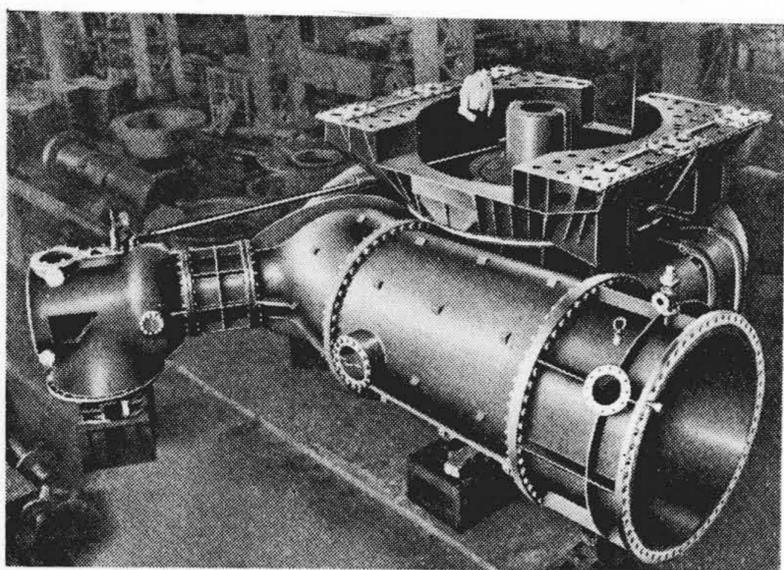
(e) 据付床方式および水車分解方法

本発電所の据付床方式は鉄骨使用の単床式角型コンクリートバーレル構造とし、鉄筋施行の簡略化のため特別な要求により鉄骨をケーシングの上に組立て発電機の静荷重を支えられるようになっていゝ。



第 8 図 据 付 断 面 図

Fig. 8. Longitudinal Section of the Power Plant

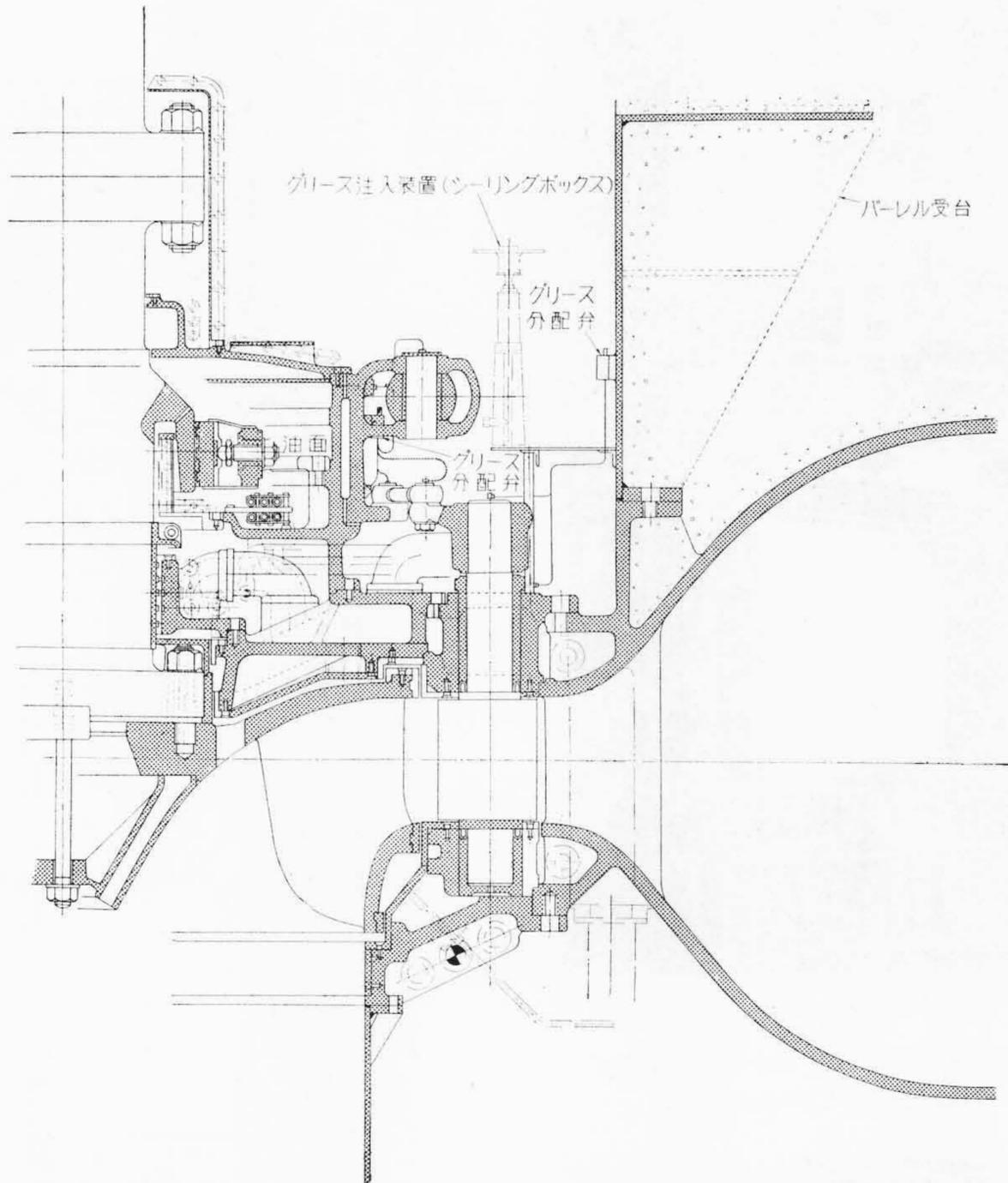


第 9 図 23,000 kW 水車工場仮組立  
Fig. 9. Shop Assembly of the 23,000kW Francis Turbine

バーレル内部全面には床面より発電機下部ブラケット下面の高さにわたり鋼板製ライナが内張りされ、点検用および水車分解組立用の操作に必要な通路が設けられている。第12図(第8頁参照)はバーレル鉄骨の工場内仮組立状況を示す。

水車分解方法には1台の移動式門型起重機を設け、1, 2号両バーレル内部間に通ずる軌条面を走らせ、両号機には天井起重機で吊上げ、方向を逆向きにして使用し、水車カバー、主軸とランナは組立てたままを始め水車部品の搬入、搬出を容易にしかも迅速確実に行うことができる方式を採用したことは大きな特長である。

なお門型起重機には大物品吊上げ用主フックのほかガイドペーン、レバー等の吊上げ用としてホイストが取り付けられている。第14図(第8頁参照)は門型起重機による分解装置を示す。



第10図 水車構造断面図  
Fig.10. Section of the 23,000 kW Francis Turbine

(4) 調整装置

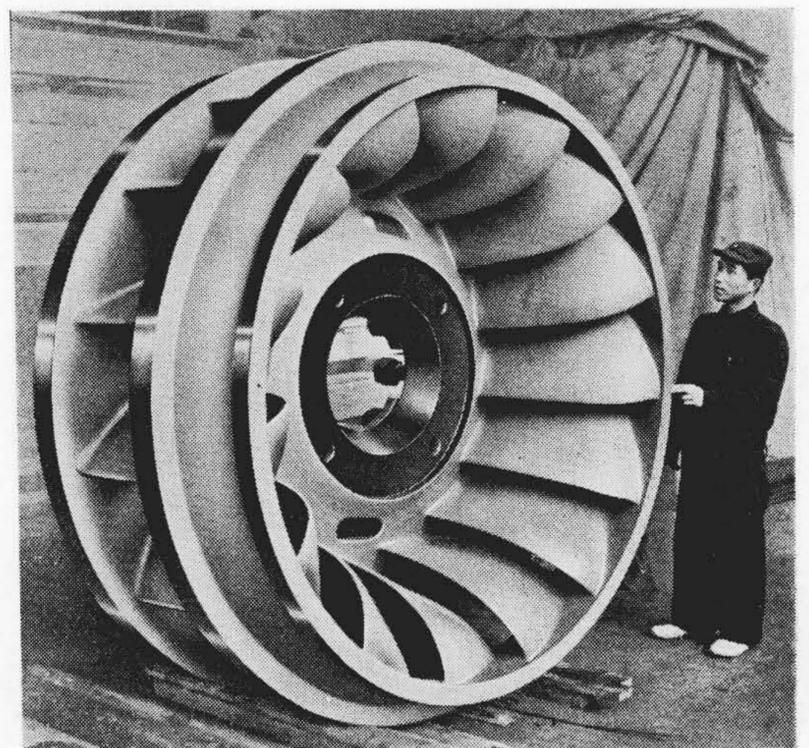
(A) 入口弁

入口弁は油圧式蝶型弁で主弁は口径 2,200 mm, 脇路弁は 300 mm であり, 自動, 手動いずれにも任意に操作しうる。入口弁操作に必要な配圧弁および水圧作用弁は, 美装せるキャビネットの中に納め, 最も操作しやすい場所に設置した。これがため入口弁周りが整然とし体裁が良くしかも操作に便利になった。

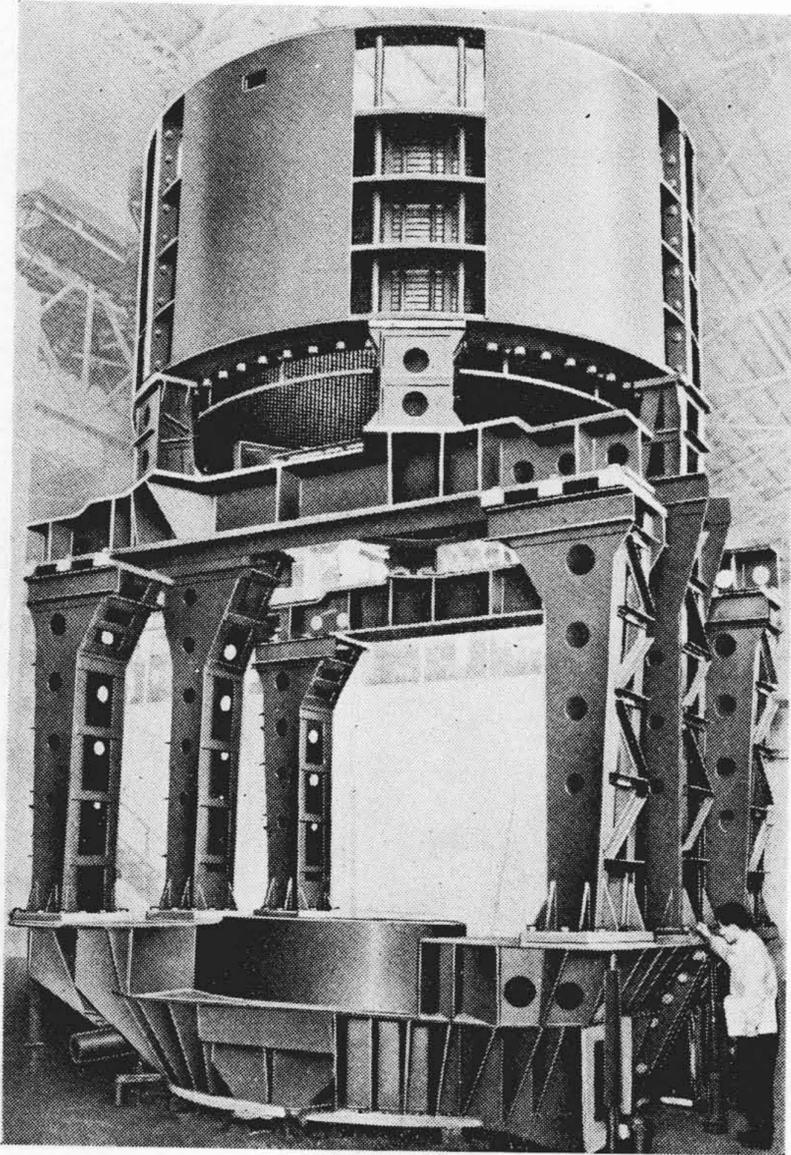
第13図(次頁参照)は入口弁操作盤の外観写真で, 表面には操作ハンドルおよびケーシング, 鉄管の水圧計を出し, さらに入口弁開閉の表示ランプを置き動作が表示される。(特許出願中)

(B) 圧油装置

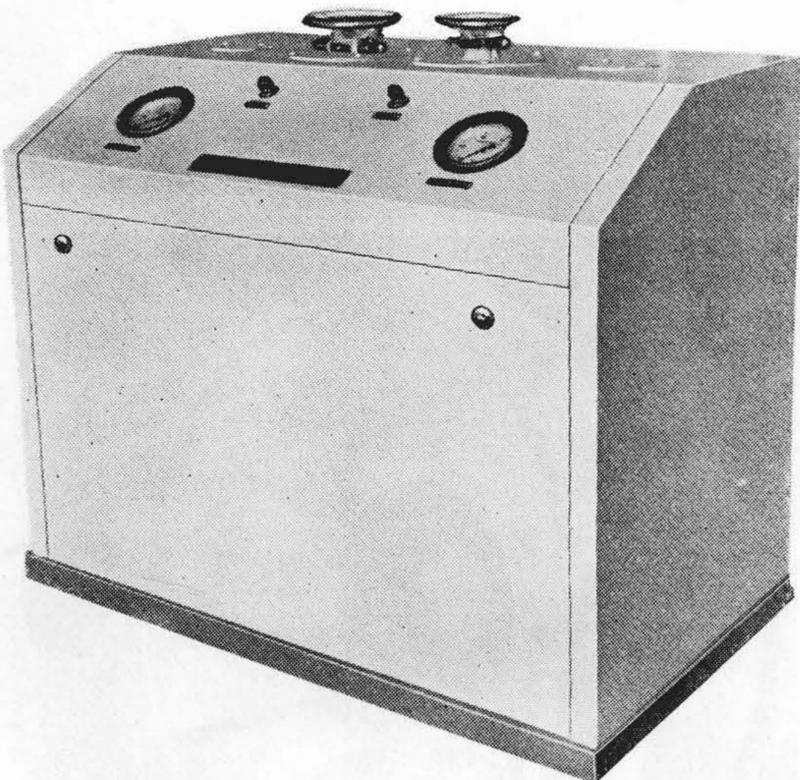
圧油装置方式は M-T 式とし, 常用は電動機駆動, 予備は小水車駆動圧油ポンプである。常用ポンプ運転用電動機の故障, または油ポンプの故障, その他によつて油



第11図 23,000 kW ランナ完成品  
Fig.11. Runner of the 23,000 kW Francis Turbine

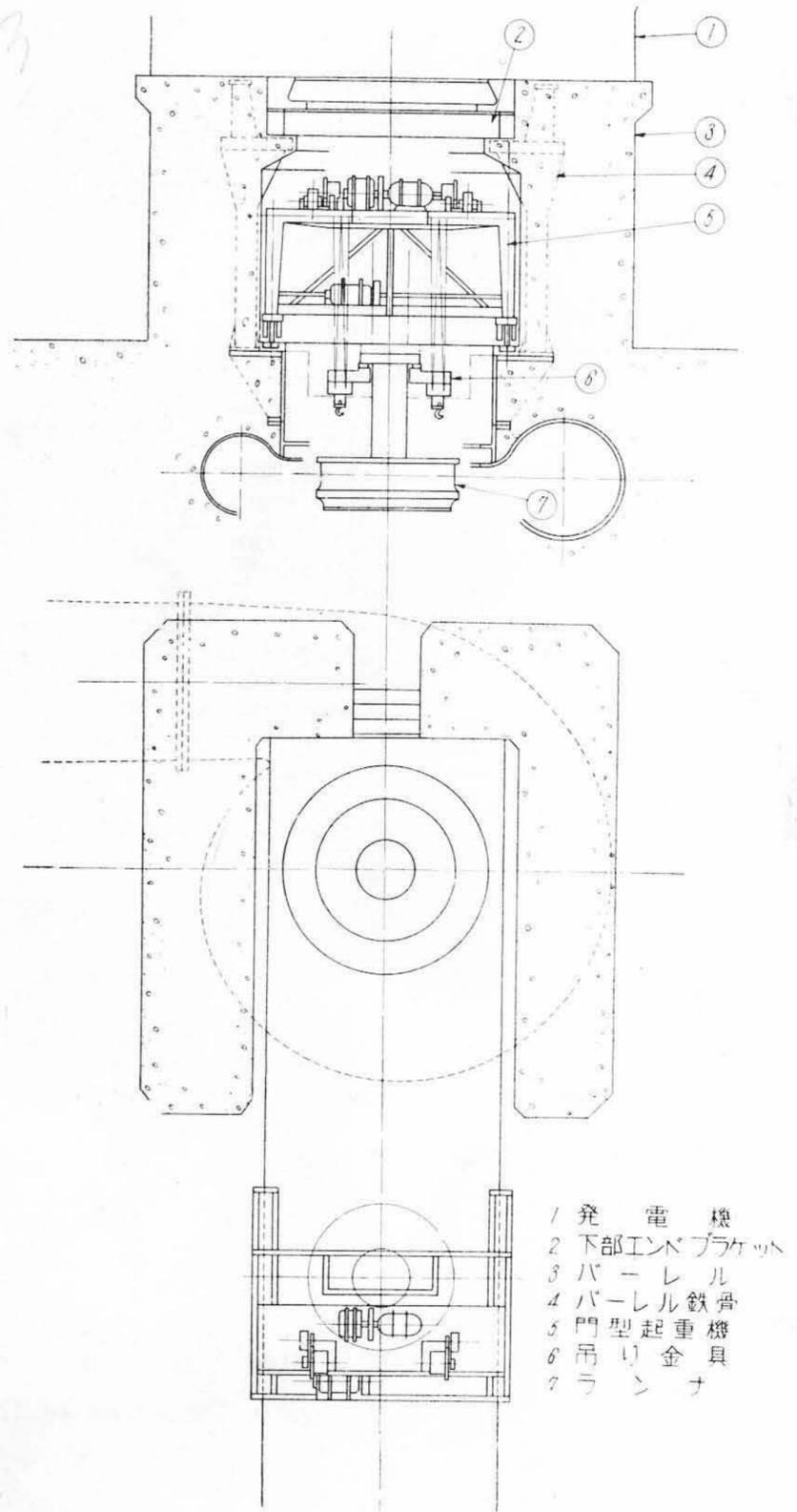


第 12 図 発電機据付用パーレル鉄骨  
Fig.12. Shop Assembly of the Generator Supporting Steel Construction



第 13 図 入口弁操作盤  
Fig.13. Control Panel for the Inlet Valve

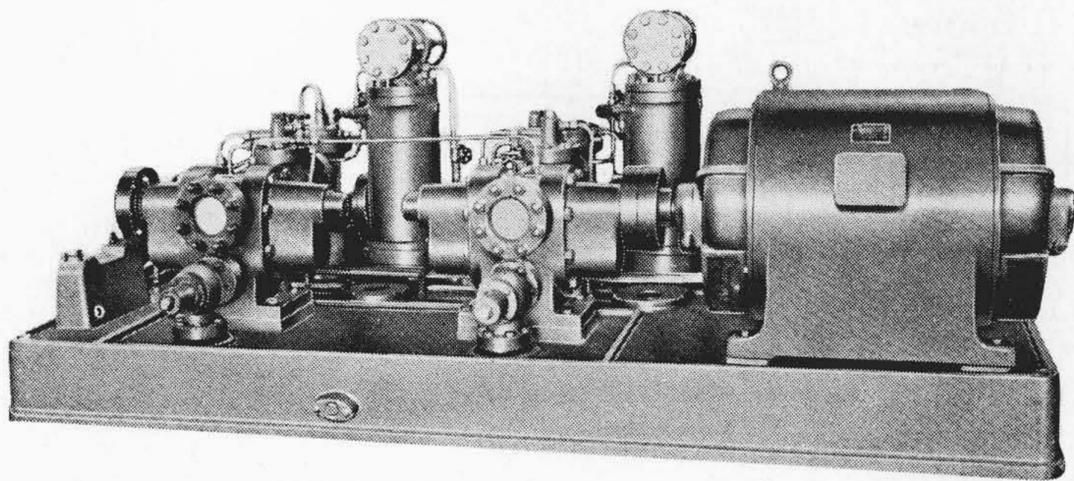
圧が規定以下に低下した場合には、予備ポンプが自動的に起動し、同時に配電盤に表示し、電源回復または油圧復帰の後に自動的に予備ポンプは停止する。第15図は圧油装置を示す。



第 14 図 門型起重機式水車分解装置  
Fig.14. Turbine Runner Dismantling Device

圧油ポンプは回転式ダブルヘリカルギヤー型で送油量 400/480 l/mn である。圧油筒は常用油圧、常規油面において圧油ポンプから油の補給のない場合に调速機サーボモータの全行程 3 回、および制圧機全行程 1 回を行つて、なお、油圧は停止油圧以上であり、また停止油圧においてサーボモータ 1 行程、制圧機サーボモータ 1 行程、入口弁サーボモータ 1 行程ならびに発電機制動の上停止する迄の動作を行つた後、油圧はなお各機器の許容最低油圧以上である。

グリース供給装置は集中方式を採用し常用機は電動、予備は手動ポンプが設置され、常用ポンプは押釦開閉器により任意起動され、各案内羽根ならびに操作機構に順



第15図 圧油ポンプ装置  
Fig. 15. Oil Pump Equipment

次グリースを注油し、完了すれば自動的にポンプは停止する。ポンプ故障の場合および電圧降下によりモータ過負荷の場合は警報を発する。

(C) 調速機

調速機は日立キャビネット型 70 号電動駆動式で、アクチュエータ部分とサーボモータ部分に別れ、アクチュエータ部分は水車操作盤と合わせて設置される。第16図(次頁参照)は外観図で表面には水車運転に必要な指示計および操作ハンドルのみを出し、他の機構は美装せるキ

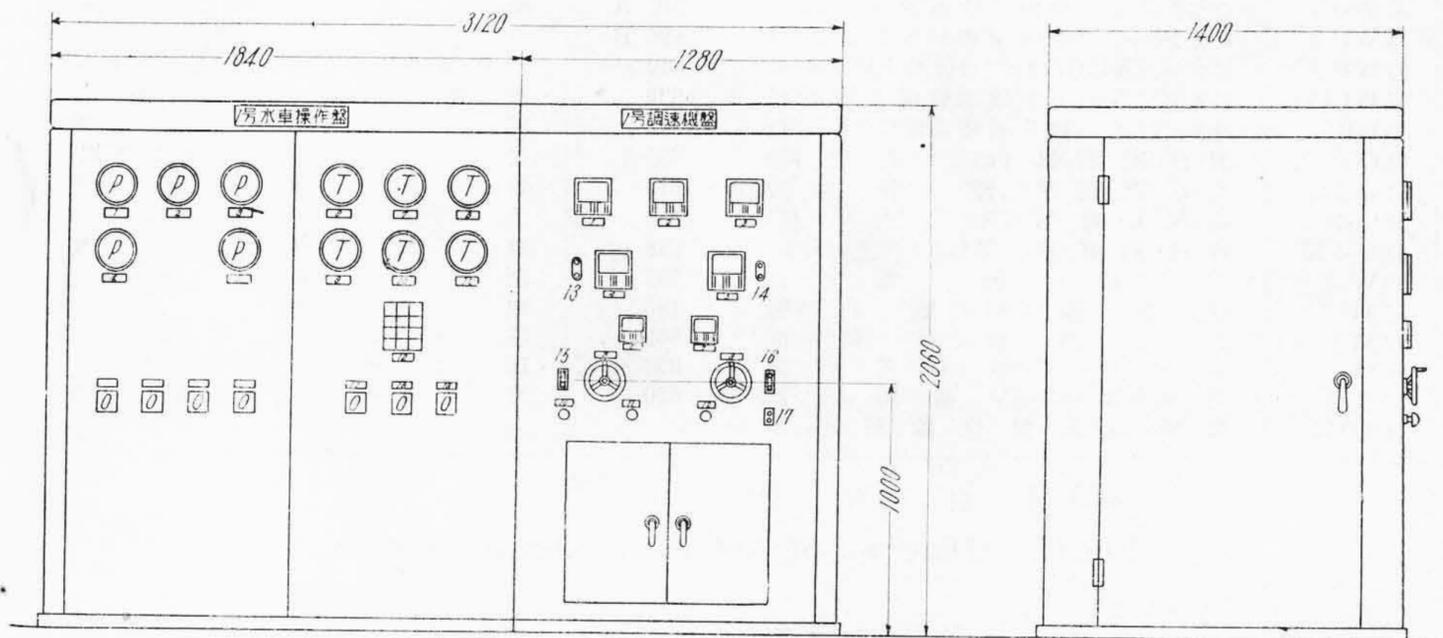
ャビネット内に納めてあり、非常に優美で取扱いが容易である。本構造のものはすでに北陸電力神通川第一発電所および関西電力丸山発電所に納められ、優秀な性能を発揮している。

水位調整器は電気式水位調整器で饋還部は調速機キャビネット内に取付け上水槽の水位を一定に調整する。操作は配電盤より遠方操作で水位調整器の使用または除外ができ、かつ使用中か、休止中かを判別できる表示灯を具えている。

(D) 運転制御装置

水車発電機の制御方式は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、入口弁開、起動、励磁、並列、負荷の6段階を有し、回転、引きの二段操作で1段毎にあるいは一挙に連続的にも任意に制御できる特長を有し、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確認される。

水車操作盤は第16図に示すごとくキャビネット型調速



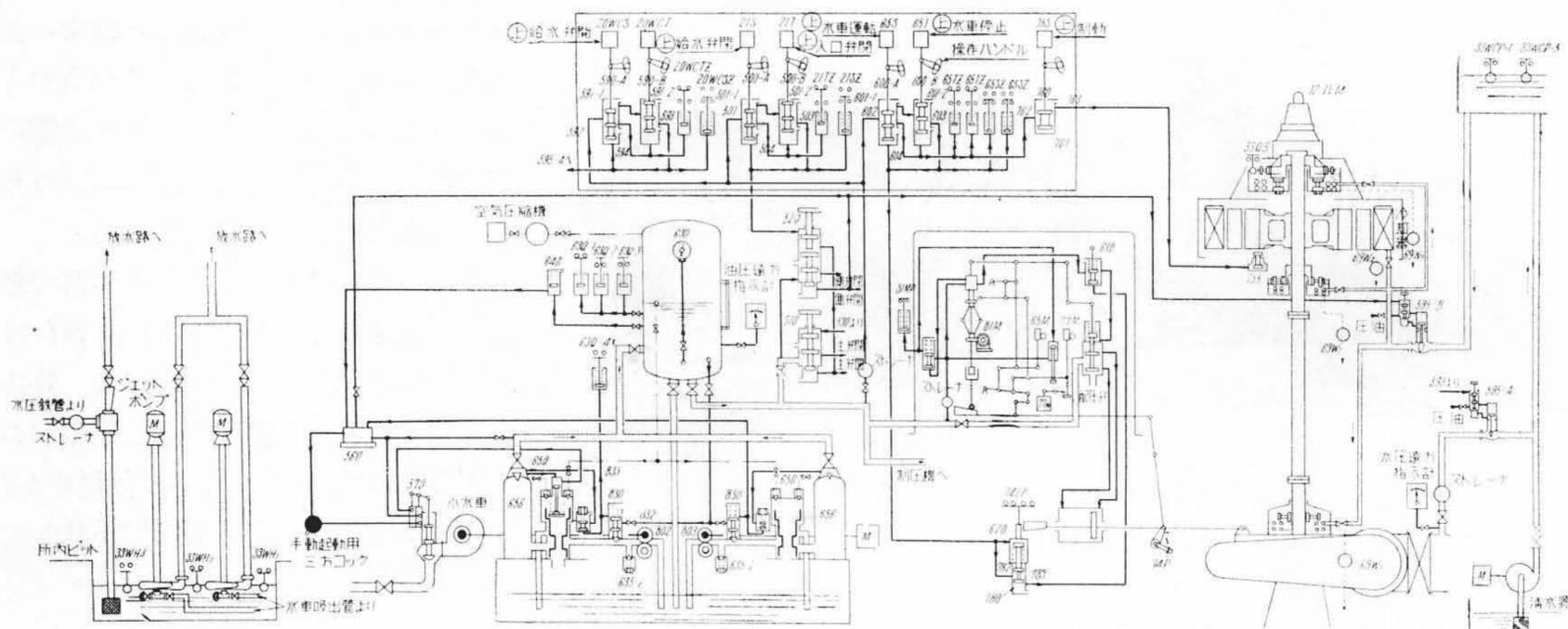
水車操作盤

- |                |                |
|----------------|----------------|
| 1. 鉄管水圧計       | 11. 発電機空気出口温度計 |
| 2. ケーシング水圧計    | 12. 順序表示器      |
| 3. ランナ背圧連成計    | 13. 予備給水弁開ハンドル |
| 4. ランナ側圧連成計    | 14. 予備給水弁閉ハンドル |
| 5. ドラフト真空計     | 15. 入口弁開ハンドル   |
| 6. 発電機上部軸受温度計  | 16. 入口弁閉ハンドル   |
| 7. 発電機スラスト温度計  | 17. 水車運転用ハンドル  |
| 8. 発電機下部軸受温度計  | 18. 水車停止用ハンドル  |
| 9. 水車軸受温度計     | 19. ブレーキハンドル   |
| 10. 発電機空気入口温度計 |                |

調速機盤

- |                  |                     |
|------------------|---------------------|
| 1. 油圧計           | 10. 急停止用ハンドル        |
| 2. 電力計           | 11. 周波数切換ハンドル       |
| 3. 回転計           | 12. 速度調定率ハンドル       |
| 4. 負荷制限案内羽根開度指示計 | 13. 負荷制限上下限表示器      |
| 5. 速度調整指示計       | 14. 速度調整上下限表示器      |
| 6. 周波数表示計        | 15. 負荷制限操作スイッチ      |
| 7. 速度調定率指示計      | 16. 速度調整操作スイッチ      |
| 8. 負荷制限用ハンドル     | 17. キャビネット内部電灯用スイッチ |
| 9. 速度調整用ハンドル     |                     |

第16図 キャビネット型調速機および水車操作盤外観図  
Fig. 16. Cabinet Type Governor and Turbine Control Instrument Panel



自 動 器 具 番 号 表					
12, 13, 14	遠 心 力	開 閉 器	81 MP	油 圧 開 閉 器 (調速機スピードア保護用)	
20 WCS	電 磁	石 (給水弁開用)	77 W	水 位 調 整 器	
20 WCT	電 磁	石 (給水弁閉用)	500-A	電 磁 弁 (入口弁開用)	
21 S	電 磁	石 (入口弁開用)	500-B	電 磁 弁 (入口弁閉用)	
21 T	電 磁	石 (入口弁閉用)	590-A	電 磁 弁 (給水弁開用)	
65 S	電 磁	石 (水車運転用)	590-B	電 磁 弁 (給水弁閉用)	
65 T	電 磁	石 (水車停止用)	600-A	電 磁 弁 (水車運転用)	
75 S	電 磁	石 (制 動 用)	600-B	電 磁 弁 (水車停止用)	
20 WCSZ	油 圧	開 閉 器 (20 WCS用)	760	電 磁 弁 (制 動 用)	
20 WCTZ	油 圧	開 閉 器 (20 WCT用)	510	入 口 弁 用 配 圧 弁	
21 SZ	油 圧	開 閉 器 (21 S 用)	520	側 弁 用 配 圧 弁	
21 TZ	油 圧	開 閉 器 (21 T 用)	560	小 水 車 運 転 弁	
65 SZ	油 圧	開 閉 器 (65 S 用)	570	小 水 車 入 口 弁 兼 制 速 機	
65 TZ	油 圧	開 閉 器 (65 T 用)	580	小 水 車 用 配 圧 弁	
33 WH 1	浮 動 開 閉 器 (常用 排水ポンプ 起 動 用)		595-A	給 水 弁 (予 備 用)	
33 WH 2	浮 動 開 閉 器 (予 備 排水ポンプ 起 動 用)		595-B	冷 却 水 弁	
33 WH 3	浮 動 開 閉 器 (所内ピット水位上昇警報用)		610	調 速 機 エ ア - ゼ ン シ ー マ ル ブ	
33 WCP-1	浮 動 開 閉 器 (上水槽水位低下警報用)		620	案 内 羽 根 鎖 定 装 置	
33 QB	浮 動 開 閉 器 (軸受油槽油面降下警報用)		630	油 槽	
63 Q-1	油 圧 繼 電 器 (起 動 用)		635-2	安 全 弁 (ポンプ用)	
63 Q-2	油 圧 繼 電 器 (警 報 用)		640	油 圧 補 償 弁	
63 Q-3	油 圧 繼 電 器 (停 止 用)		650	ア ン ク	
63 Q-4 X	油 圧 繼 電 器 (補助ポンプ運転表示)		656	空 制 給 槽	
69 W	水 流 繼 電 器		755	制 動 機	
65 M	速 度 調 整 電 動 機		780	切 換 弁	
77 M	負 荷 調 整 電 動 機		802	油 圧 補 助	
81 M	ス ピ ー ダ 駆 動 電 動 機		803	油 圧 補 助	
74 P	案 内 羽 根 位 置 開 閉 器		830	油 圧 切 換 弁	
74 LP	鎖 錠 装 置 用 位 置 開 閉 器				

第 17 図 自 動 操 作 説 明 図

Fig. 17. Diagram of Automatic Control System

機と合せて設置し、本盤中に電磁操作弁を取付け配電盤より遠隔制御する。なおこの電磁弁は圧油保持式となっており、制御電源を喪失してもそのまゝの状態を保持している。

本盤正面には運転上必要な諸計器および集合表示器が取付られているので水車発電機の監視、点検に便利であり、手動操作に際しては主機の状態を水車室において確認できる。保安装置に対しては十分なる考慮が払われ、故障の種類、軽重に応じて無負荷、無励磁運転、あるいは警報および急停止、非常停止をさせかつ盤上の集合故障表示器に表示警報される。

つぎに機械的故障の場合の保護方式を述べる。

(a) 警 報

下記の場合は警報用継電器 30-A が動作して警報を発する。

- (i) 油圧降下..... # 63 Q-2
- (ii) 冷却水断水または不足..... # 69 W
- (iii) 給水槽水位低下..... # 33 WCP-1
- (iv) 軸受温度上昇..... # 38 D
- (v) 発電機空気冷却器出口温度上昇.. # 49 D
- (vi) 発電機空気冷却器入口温度上昇.. # 49 D
- (vii) 軸受油槽油面低下..... # 33 QB
- (viii) 水槽水位低下..... # 33 H5
- (ix) 所内ピット水位上昇..... " 33 WH3

(b) 急停止

次記の場合には急停止用継電機が動作して急停止する。

- (i) 水車過速度..... #12
- (ii) 軸受温度継電器動作..... #38
- (iii) 圧油槽油圧低下..... #630-3
- (iv) ペンデュラム駆動装置..... #81 MP
- (v) 急停止用引鉤開閉器操作..... #5E

(c) 非常停止

電氣的故障の場合には非常停止用継電器 #86-1 が動作し非常停止する。急停止の場合と同じく案内羽根が鎖錠され、かつ水車回転が30%以下に低下すると75S電磁石が動作してただちに制動がかかる。

第17図は自動操作の系統を示す。

[IV] 発 電 機

(1) 発電機仕様

- (A) 主発電機 縦軸閉鎖風道循環型空気冷却器付  
凸極回転界磁式制動巻線付 2台  
出力..... 25,000 kVA  
電圧..... 11,000 V  
電流..... 1,313 A  
周波数..... 50/60~  
回転数..... 300/360 rpm  
力率..... 0.87 (遅れ)  
GD<sup>2</sup>..... 500 t-m<sup>2</sup>
- (B) 主励磁機..... 縦軸開放型他励磁式  
出力..... 160 kW  
電圧..... 220 V
- (C) 副励磁機..... 縦軸開放型複巻式  
出力..... 5 kW  
電圧..... 110 V

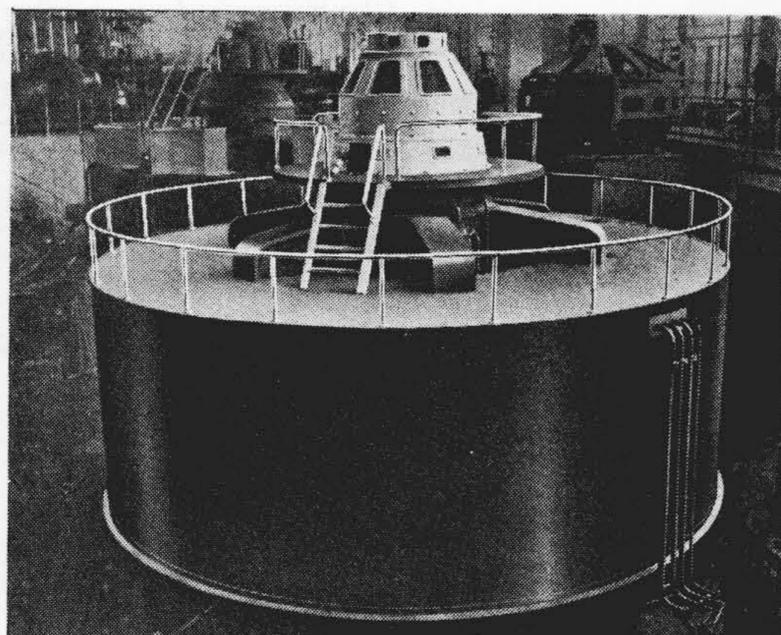
(2) 構造概要

仕様のところで記したように本発電機は50, 60~両用機であるが、50~運転を主とし、45~においても、温度上昇は80°Cを超えないで定格出力、定格力率で連続運転が可能であるごとく設計されている。

第18図は工場で組立てを完了した発電機の外観写真で第19図(第12頁参照)にその構造図を示した。

(A) 固定子

固定子枠は電気溶接鋼板製の堅固な函状構造とし、回転による振動力に対して十分な剛性をもたせ、固定子線輪はコンパウンドの真空注入および特殊ワニスの焼付により線輪内の空隙をなくし、湿気の侵入を防ぐは勿論、熱による変形に対しても安定なるごとくし、また線輪表面にはコロナ防止処理を行つている。結線は2重星形と



第18図 25,000 kVA 交流発電機

Fig. 18. 25,000 kVA Alternator

し、差働保護を施しうるよう線路側端子3本、中性点側端子6本、合わせて9本を外部に引出している。

固定子は輸送に便なるよう3つ割とした。

(B) 回転子その他

界磁継鉄は鍛鋼製とし、継鉄は第19図(次頁参照)に見るように鑄鉄製の輻鉄によつて支持され、主軸にとりつけられる。

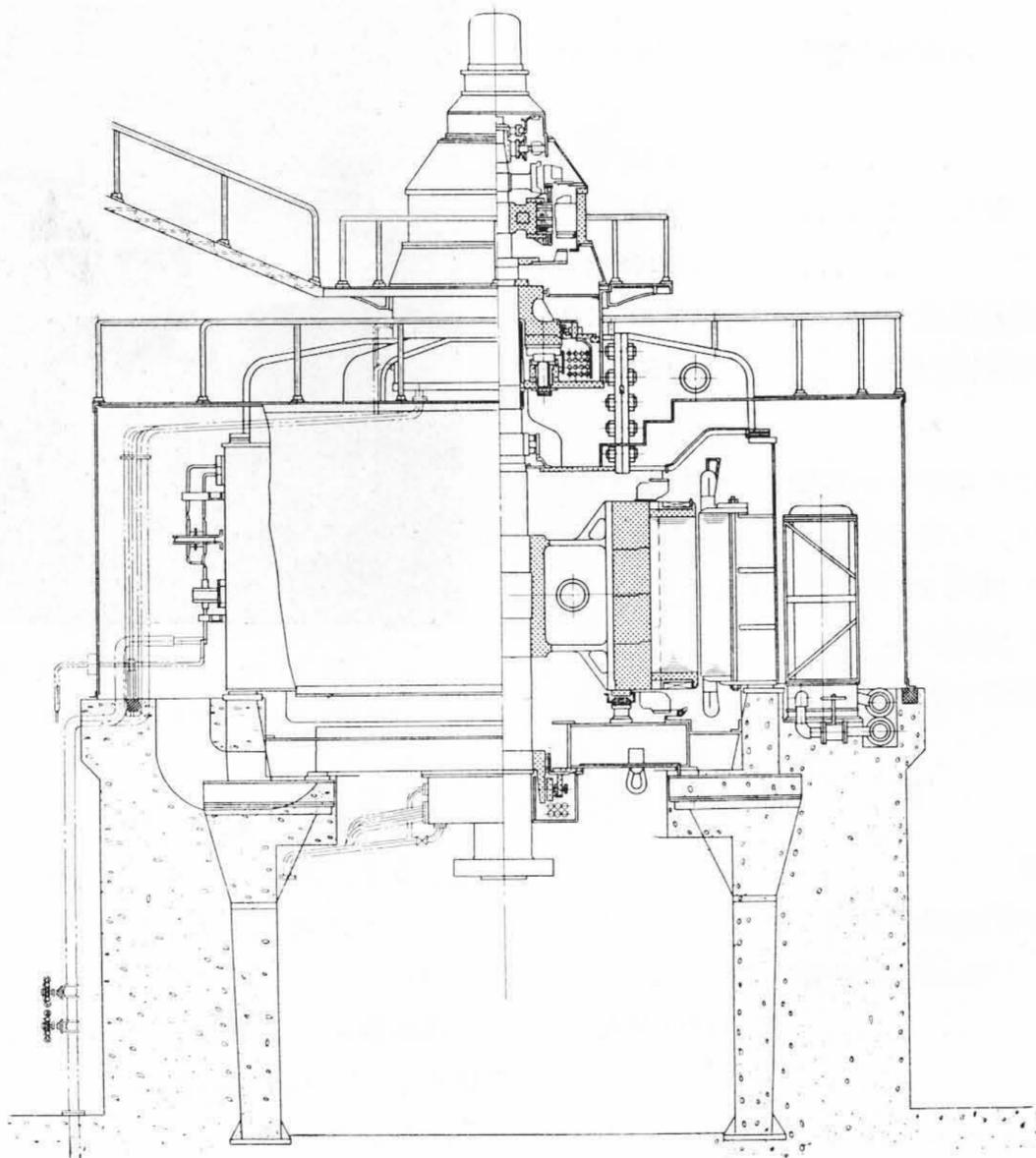
推力軸受タンクは第19図のように上部エンドブラケット中に落込み、界磁電流を導くスリップリングを、推力軸受タンク下の空所に配置して、ともに発電機全高を低くするよう留意した。

推力軸受は日立セグメント型推力軸受<sup>(1)</sup>(キングスベリー型)で外部からタンクの下に出ている調整ボルトを調節できる構造になつているため、保守の見地からは極めて便利である。

案内軸受はバビッドメタル裏張りの日立セグメント型案内軸受<sup>(2)</sup>である。潤滑油循環装置の不要、組立据付の簡易、互換性、資材の節約等のすぐれた長所をもつてことは衆知のことで、こゝに改めて詳記する必要はないと思う。

ブレーキリングおよびブレーキシューは取替容易な構造とし、ブレーキには防塵装置<sup>(3)</sup>を設けてある。防塵装置はブレーキシューの粉末が長時間の運転により飛散し運転上に悪影響をおよぼすのを防止するため鋼板にてブレーキリングおよびブレーキシューを囲むものである。

空気冷却器は風道内に6箇設置し、内1箇を停止しても支障のない容量を持たせてある。風道外には水滴防止装置として、シリカゲルを主体とする空気乾燥器を設置し、風道内の空気を引出し、乾燥させた後再び風道内に送り込む。発電機停止時に機内の温度が下り、固定子線輪に水滴のつくおそれがあるが、乾燥器を用いれば心配



第19図 25,000 kVA 発電機断面図  
Fig. 19. Section of 25,000 kVA Alternator

がない。本機ではさらに電熱器を併用して、その効果を挙げている。

消火装置には注水式と炭酸ガス式を併用して万全を期した。

起重機は発電機主軸をガーダーの中に抱き込む方法(山辺式,特許第185472号)<sup>(3)</sup>を用いたので、建家の高さを低くすることができた。

### (3) 特性

本発電機は工場で完全な組立を行って、各種特性について詳細な試験を行つたのであるが、その結果はいずれも保証値を上回る好成績を修めた。その主な点を挙げると能率は50～、60～ともに保証値より大幅に上回る値を示し、温度上昇は低く、45～においても十分の余裕をもつて連続運転可能であることが確認された。

また、振動も66～まで回転数を上げて測定したが、僅少なものであつた。

## [VI] 結 言

今回完成された姫川電力株式会社納姫川第七発電所用

23,000 kW フランス水車および発電機の仕様、構造および特性の概要についてのべた。設計製作にあつては本発電所の特殊性により十分なる材料試験により使用材料の耐摩耗性、耐蝕性を吟味し、現地の据付作業の簡易化、保守点検、分解修理の簡易確実化等に種々の考慮が払われた。

すでにこの水車および発電機の現地据付作業も順調に進んでおり、完成後の運転結果に期待するところ絶大である。

終りにのぞみ、本水車および発電機の製作に当り終始御指導を賜つた姫川電力株式会社の関係者各位に心からの感謝を捧げて擱筆する。

### 参 考 文 献

- (1) 菊地, 滝田: 日立評論 33 513 (昭26-8)
- (2) 菊地 : 日立評論 33 827 (昭26-10)
- (3) 高木, 菊地: 日立評論 33 445 (昭26-6)