

# 御母衣発電所の概要

Outline of the Miboro Power Station,  
Electric Power Development Co., Ltd.

桑原進\*  
Susumu Kuwabara

## 内容梗概

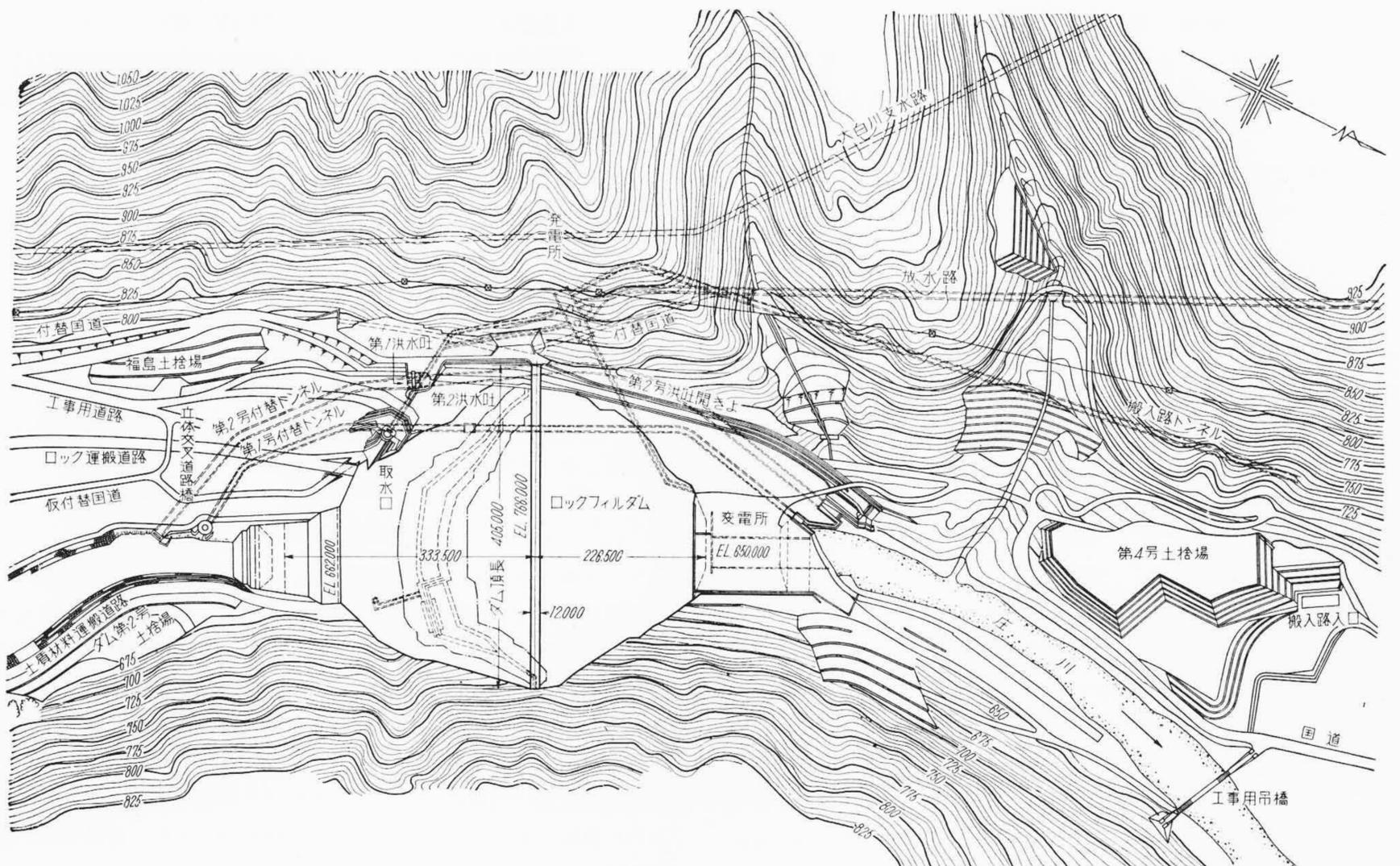
御母衣発電所は庄川の上流をせきとめて建設された地下発電所であって、下流に多くの既設発電所があるが、これらはいずれも御母衣発電所に大貯水池を持つことを前提として建設されたものである。したがって御母衣発電所の建設によって初めて庄川の水力が完全に発電に利用されることになったわけである。

本発電所は経済的出力 215 MW を実現するため、庄川の川底より約 90 m の地下に建設されたことで有名であるのみならず、工事の施行上にもほかの発電所と趣きを異とする点が多いので、計画および実施の概要について紹介する。

## 1. 緒言

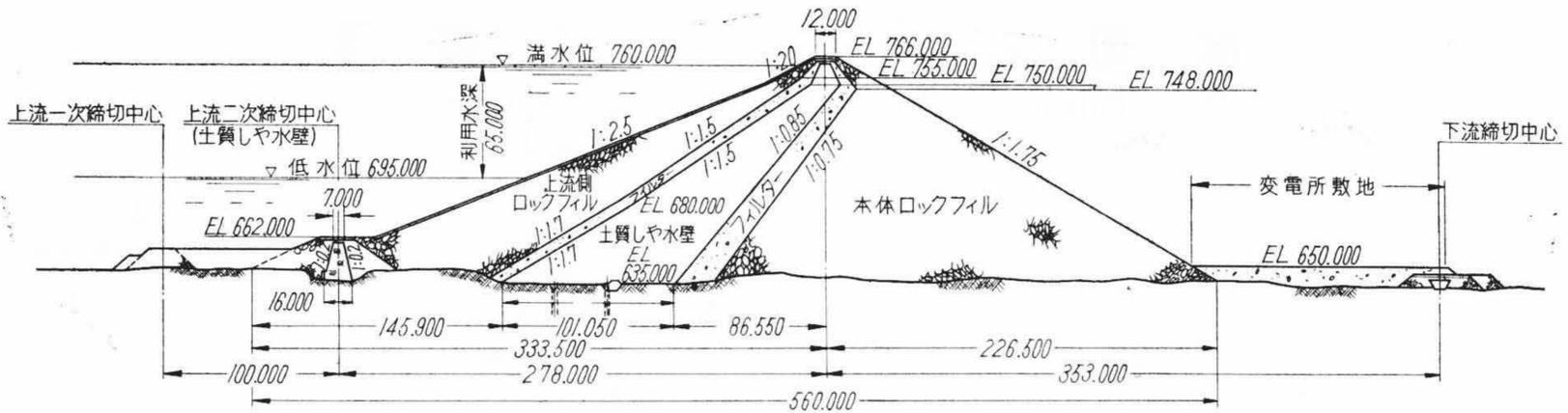
御母衣発電所は電源開発株式会社創立当初に関西電力株式会社が日本発送電株式会社より引継いだ地点をふたたび引継いで調査建設を開始した地点であって、この地点の開発計画は古くより現在までに幾多の変遷があった。この発電所のある庄川は岐阜県に源を発し富山県にはいり日本海にそそぐ北陸地方有数の大河で、大正時代より電源の開発が行われ上流部では支流の大日川に平瀬発電所、下流部では祖山、小牧の両大発電所が大きな困難を克服して建設された。その後昭和15年以降最近までに中流部上流部に小原、成出、椿原、鳩谷の各発電所が建設されたが、いずれも、最上流部である当御母衣発電所が大貯水池をもつことを前提として設計されていて、御母衣完成後一部に増設を考えた設計となっている。さて、御母衣発電

所であるが、この地点は白川郷といわれる交通不便な地方で平家の落人が集団的に大家族制度のもとに生活したといわれ、現在もそれらの家屋の典型的なものを数多く見ることができる。大貯水池式発電計画のもとであるダム地点は数度の変更があり発電地点名称も、福島、飯島、木谷、条木脇など転々とし、当社の調査時代に現在地点にダムが計画された。しかし発電所出力も 100 MW, 140 MW, または 100 MW と 40 MW の2地点など変遷があり、地質不良の点からコンクリート重力ダム、ロックフィルダムの比較、地下発電所の計画（2地点を2箇所にとめる）など種々検討の結果、現在の計画であるロックフィルダム、地下発電所、出力 215 MW というものが最も経済的であるとして、昭和32年の春より本格着工に入り36年春の発電開始を目標に現在施工が進んでいる。以下参考までに当所の概要を述べることにする。



第1図 ダムおよび発電所付近平面図

\* 電源開発株式会社 電気部電気第一課長



第2図 御母衣ロックフィルダム標準断面図

## 2. 計画の概要

発電所計画の変遷の要は前述したが地下発電所と決定したのは、昭和31年、ロックフィルダムと決定したのと同様であった。発電所の使用水量は下流各地点の計画においては御母衣は最大100 m<sup>3</sup>/sとして計画されていたが、当所は電力需要の負荷率の低下や大貯水池群との送電連けの強化など、これにより超高圧連けが計られ、貯水池群水力の火力連けによる最有効利用を計画し、またさらに経済性を十分考慮して最大使用水量は130 m<sup>3</sup>/sとし出力は215MWと増大した。主要機器は陸上車両により約40kmを運搬するが、運搬可能な最大限まで利用することとして機械は2台とし、大形のものとして発電所の計画を進めた。変圧器位置、開閉設備なども地下発電所をもととして計画設計を進めたが、これらの詳細は後で述べることとして発電所計画諸元を次に述べることとする。

発電所は庄川上流約100km付近の岐阜県大野郡白川村に、高さ131mのロックフィルダムを築造し、満水位EL.760mによって下流の関西電力鳩谷発電所調整池との間に静落差210mをえるものである。発電所はダムの左岸中心線下流約50m、ダム満水下206m、庄川の川底より約90mの地下に設けられている。

発電所の位置決定には十分な地質調査が行われたが、ダム直下流より調査斜坑を第一に設け、発電所発電機室、天井部と発電機室に達した。

この斜坑は本設備として後にはケーブルトンネルとして利用することとし別に機器搬入、掘さく用にアクセストンネルを設けた。

## 3. 計画諸元

### 3.1 土木関係

最大使用水量 130 m<sup>3</sup>/s 有効落差 最大 198 m  
 最大出力 215 MW  
 年間発生電力量 543,753 MWh (自己)  
 222,030 MWh (下流増)  
 流域面積 476 km<sup>2</sup>  
 貯水池 満水位 EL, 760 m  
 貯水面積 8.8 km<sup>2</sup>  
 利用水深 65 m  
 有効貯水量 330,000,000 m<sup>3</sup>

ダム形式 傾斜土質遮水壁形ロックフィルダム

高さ 131.0 m 体積 7,950,000 m<sup>3</sup>  
 (土質材料 1,630,000 m<sup>3</sup>, フィルタ 840,000 m<sup>3</sup>  
 ロック 5,480,000 m<sup>3</sup>)

左岸に主洪水吐、および非常洪水吐を設けさらにダム内に高圧放流路が設けられている。

取水口高さ 91m 幅 19.0m ゲート1門付属  
 放水路内径 7.2m無圧トンネル、標準馬蹄形、延長 8,898m

ほかに 85.3 m の放水口開渠

放水路サージタンク、幅 7.2m、高さ 26.9 m、長さ 51.8 m (放水路始点に付属)

地下発電所、幅 22.5 m、長さ 78 m、高さ 45.8 m (総掘さく量 58,650 m<sup>3</sup>、搬入路、ケーブルトンネルなどを入れると約 110,000 m<sup>3</sup>)

### 3.2 機器関係

主水車 基準出力 117,000 kW、最大出力 128,000 kW、基準落差 180m 71.9 m<sup>3</sup>/s 225 rpm、立軸フランシス形 2台 (設計上の全開出力は 200 m において 137,500 kW)

主発電機、出力 125,000 kVA、16.5 kV、三相交流同期発電機、225 rpm、60~

起重機 径間 18m、主 270 t、補 50/25 t 2台

所内水車および発電機 1,000 kW、1,500 kVA、1,200 rpm

所内変圧器 1,500 kVA、16.5/3.3 kV 不燃性油入密封水冷式 1台

配電盤、主機 2台、所内機、屋外開閉設備の制御用 1式

以上が地下に設備されており、地上の開閉所には、

主変圧器 125,000 kVA、16/275 kV、60~ 2台

287.5 kV 開閉設備、送電線 6 回線分 (内 5 回線関西電力分) が設けられ、いずれも地下発電所の配電盤で監視制御されるようになっている。

地下と地上を連絡するケーブルトンネルには、16.5 kV、5,000A 相分離密閉母線が 2 台分設けられている。

以上発電所の概要を記載したが発電所全搬および機器配置の概略は第1, 2, 3, 4, 5 図にその要を示し、第6 図に電線接続図を示した。

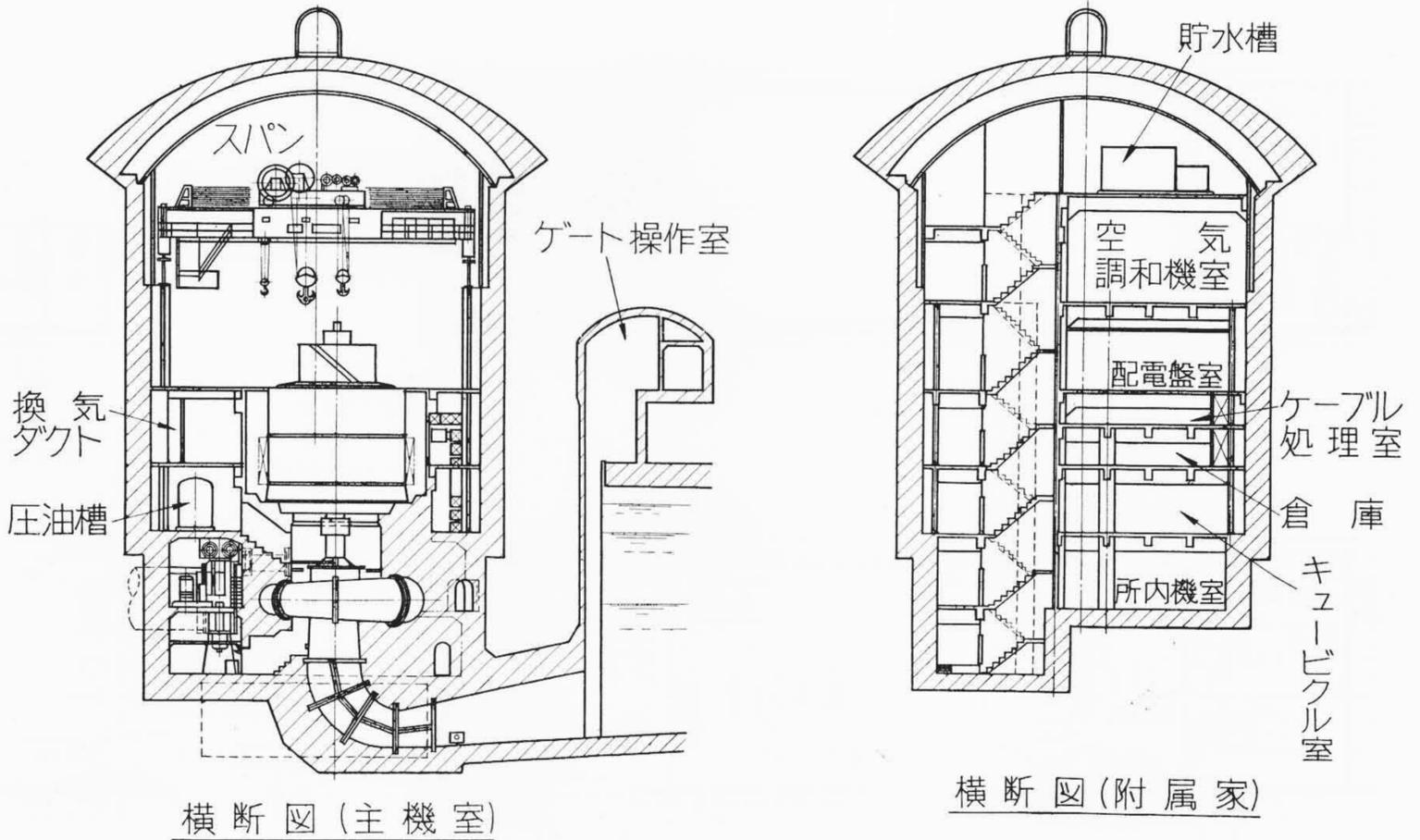
搬入路トンネルは約 1,200 m の長さで、機器の搬入を主目的としたが、放水路の掘さくずりの搬出にも使用する計画であった。

ケーブルトンネルは最もはじめに掘さくされ、地質調査用をかね、発電所と地上の開閉所の連絡用である。

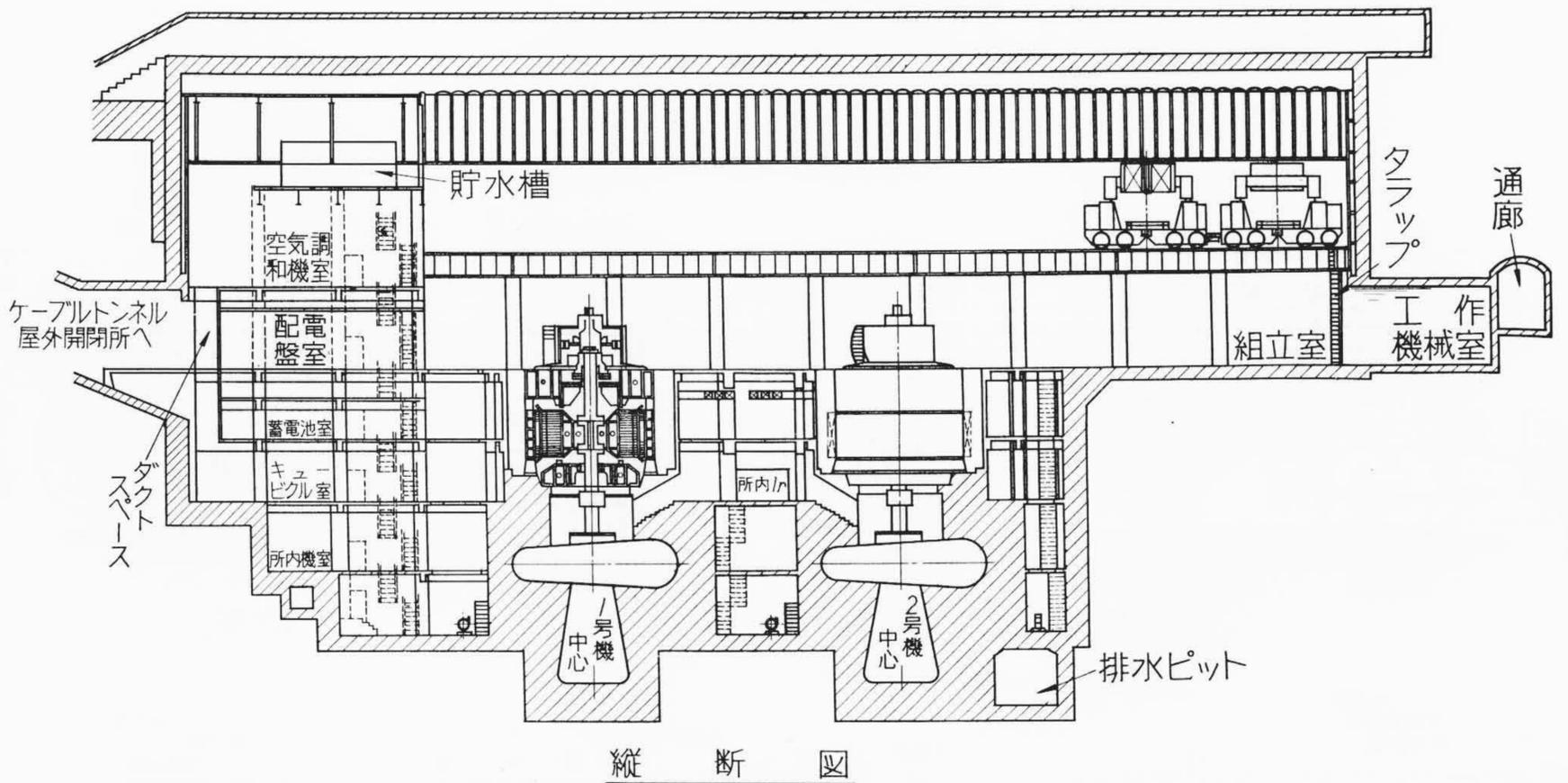
## 4. 発電所の設計

ケーブルトンネルは地質調査坑をかねて最初に設け、発電所位置を決定したが、工事の困難さを考え初めは入口弁室を別に設けられるだけ小容積の本館を考えた。しかし調査が進むにつれて地質もよいことがわかり、さらに工事に当たって十分グラウトを施して地質改良を施したので容積を大にし入口弁を同一室内に設けるよう変更し現在の計画になっている。

水車発電機は前述のようにできるだけ大容量のものを考えたが、さらに回転数も可能な限り高くとって機器の小形化、建物容積の縮小を計っている。地下発電所ですべてが掘さくにより作られるので吸出し高さを深くとる設計でも建物が全体として上下に移動するだけで全体的にあまり影響がないので水車はキャビテーションを考え



第 3 図 (a)



第 3 図 (b) 発 電 所 機 器 配 置 図

できるだけ深く設置し、放水路の損失が計算値よりも少なく放水水位が低くても十分であるようにした。建物はできるだけ凹凸部をなくし同一断面の簡単な掘さくの中で機器の配置を考え、地下発電所であるという不快感をできるだけなくするよう発電機の風道上面で床を作り、広いスペースを作って明るい感じをもたせ、これにより騒音防止もかねさせている(第3図参照)。組立室には搬入路より直接入れるが、大物をトレーラで搬入するときトレーラをけん引車からはずして中へ引きこみ荷卸しの後起重機で吊り、方向転換して引き出すよう計画した。したがって入口付近にけん引車のみの待避所を掘さくするだけですんでいる。

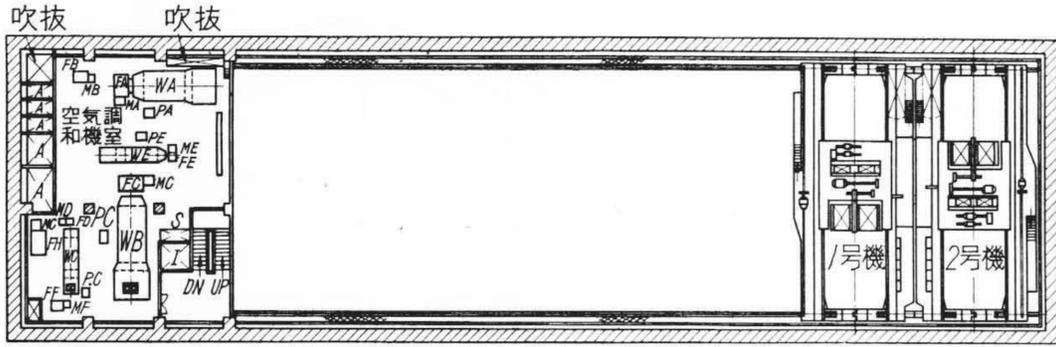
配電盤室は組立室と反対側にあり、地上開閉所に最も近くインクラインで地上に出やすいようにしてある。

変圧器は地上に設け発電機電圧で地上まで出すことにしたが、こ

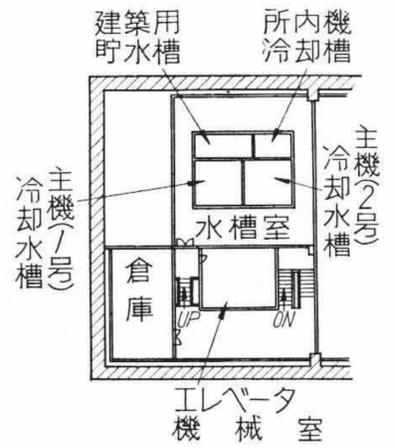
の場合、地下に高圧器室を設ける場合について経済比較を行った。発電機母線が約 270m になるので電圧はできるだけ高い値を採用し国内使用では当時最高であった 16.5kV としたが、絶縁材料、技術の進歩により十分安心できるものができたと考えている。

密閉母線は途中一度燃架しバランスをとり同一トンネルを通る制御電線に生ずる誘導を少なくするようにしてある。絶縁階級は15号H相当としたが、がいの汚損がないものと考えたこと、および移行電圧の大きさを検討して十分な値と推定したことによるものである。配電盤は発電所機器の運転制御、地上開閉設備の運転制御、動作監視がすべて行えるようになっており、テレメータ、テレコントロール(通信ケーブル使用)形式を採用したことのほか特に取たてて目新しい方式はとっていない。

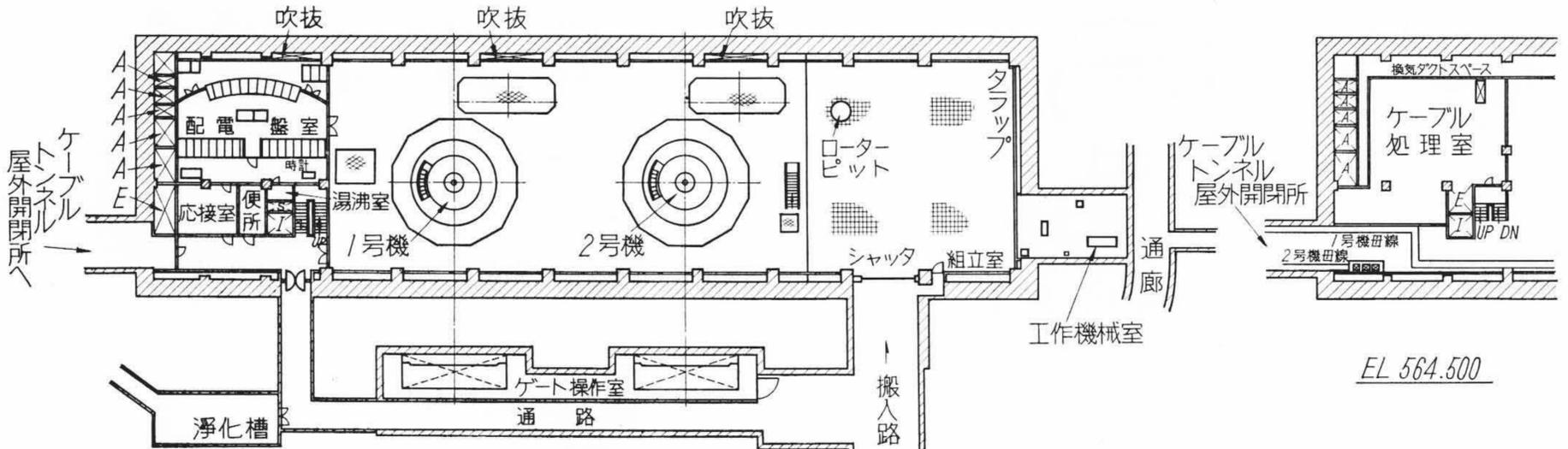
接地線は地上分は比抵抗が高いのでできるだけ面積を広くしたメ



EL 571.700

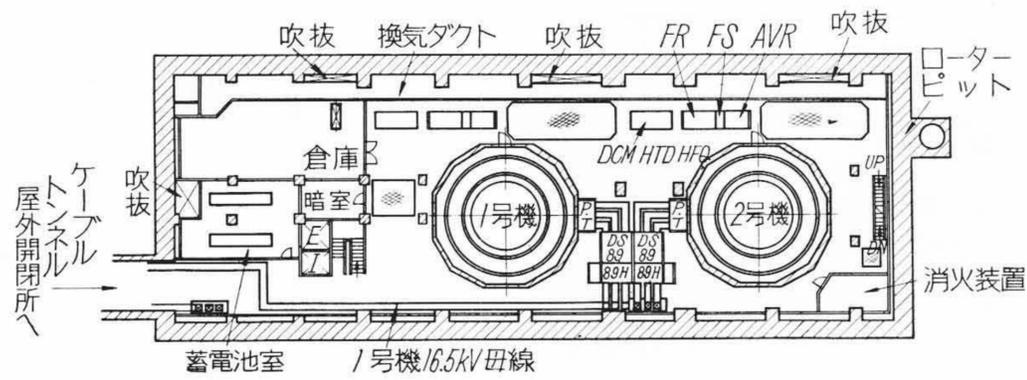


EL 578.200



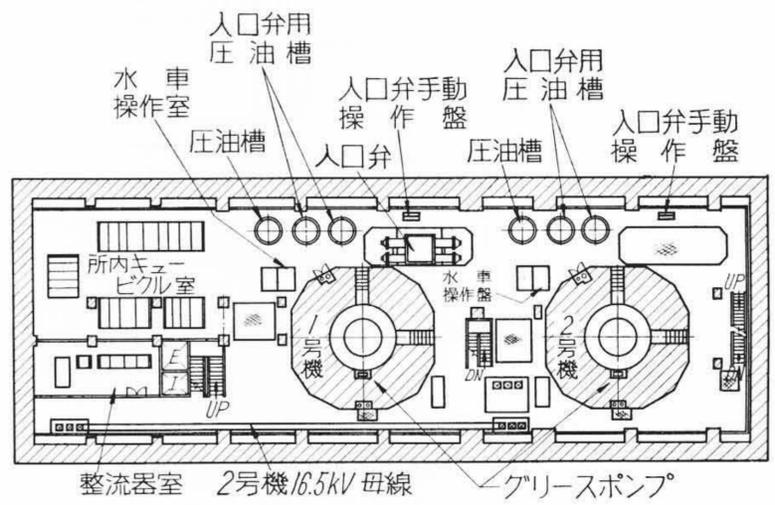
EL 566.500

第3図(c)

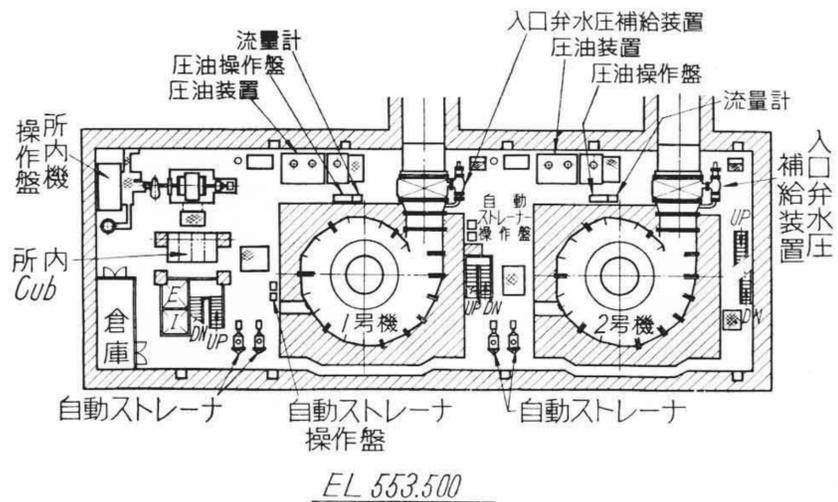


EL 562.000

第3図(d)

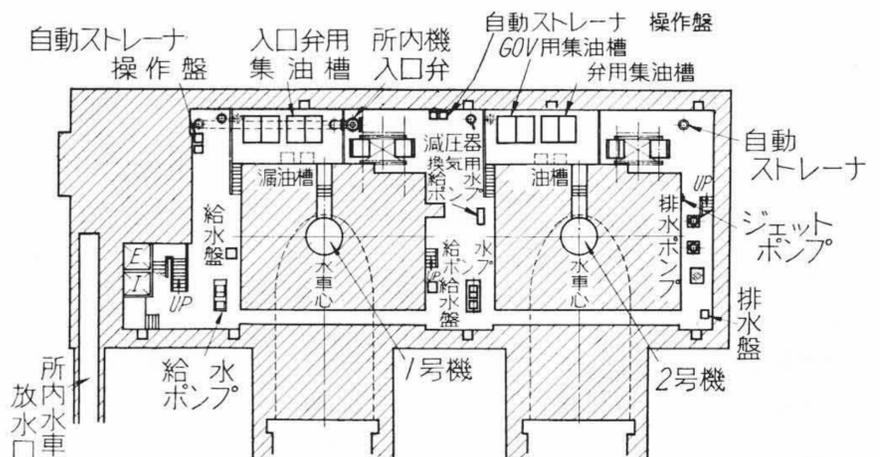


EL 558.000



EL 553.500

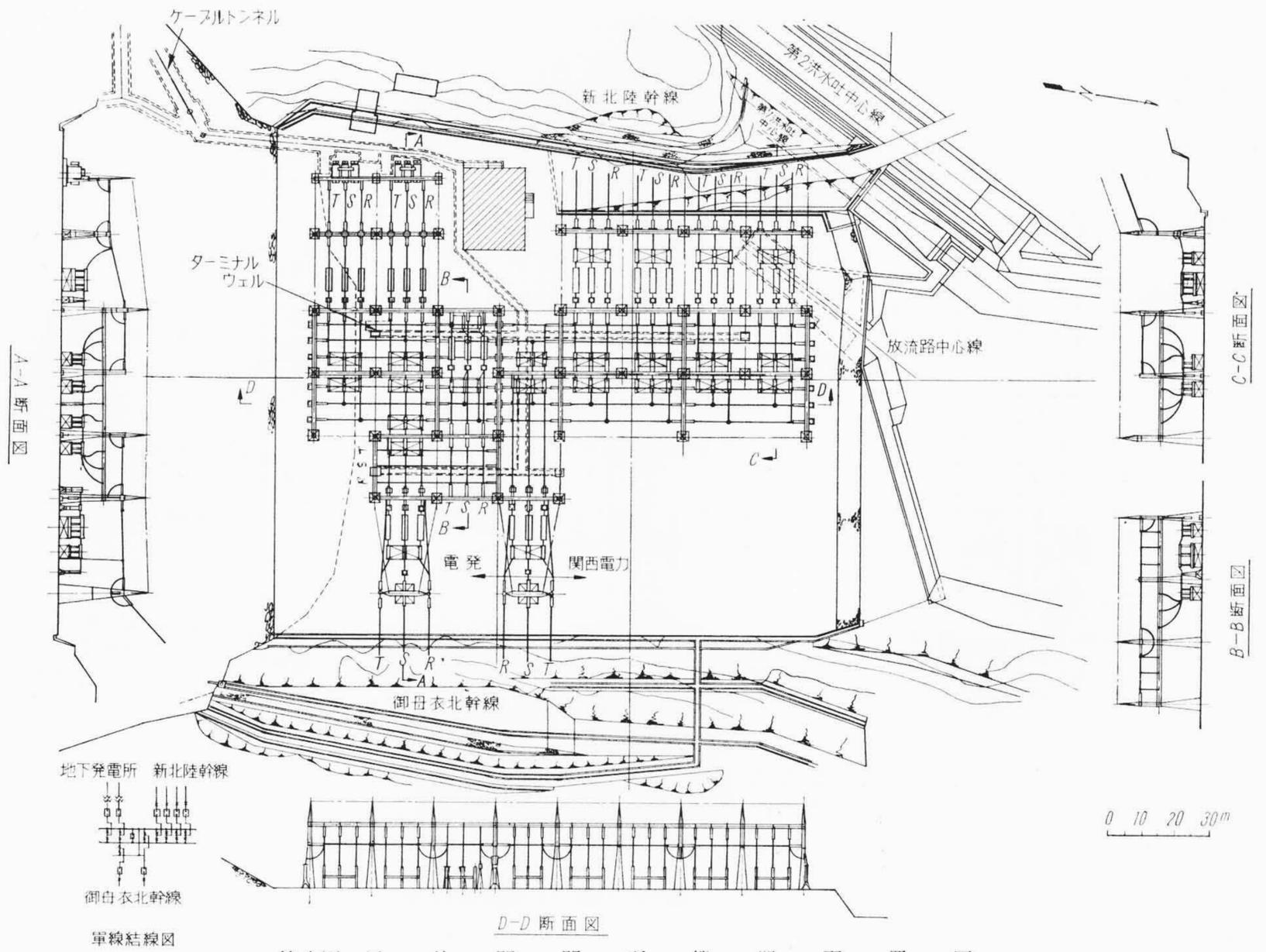
第3図(e) 発電所機器配置図



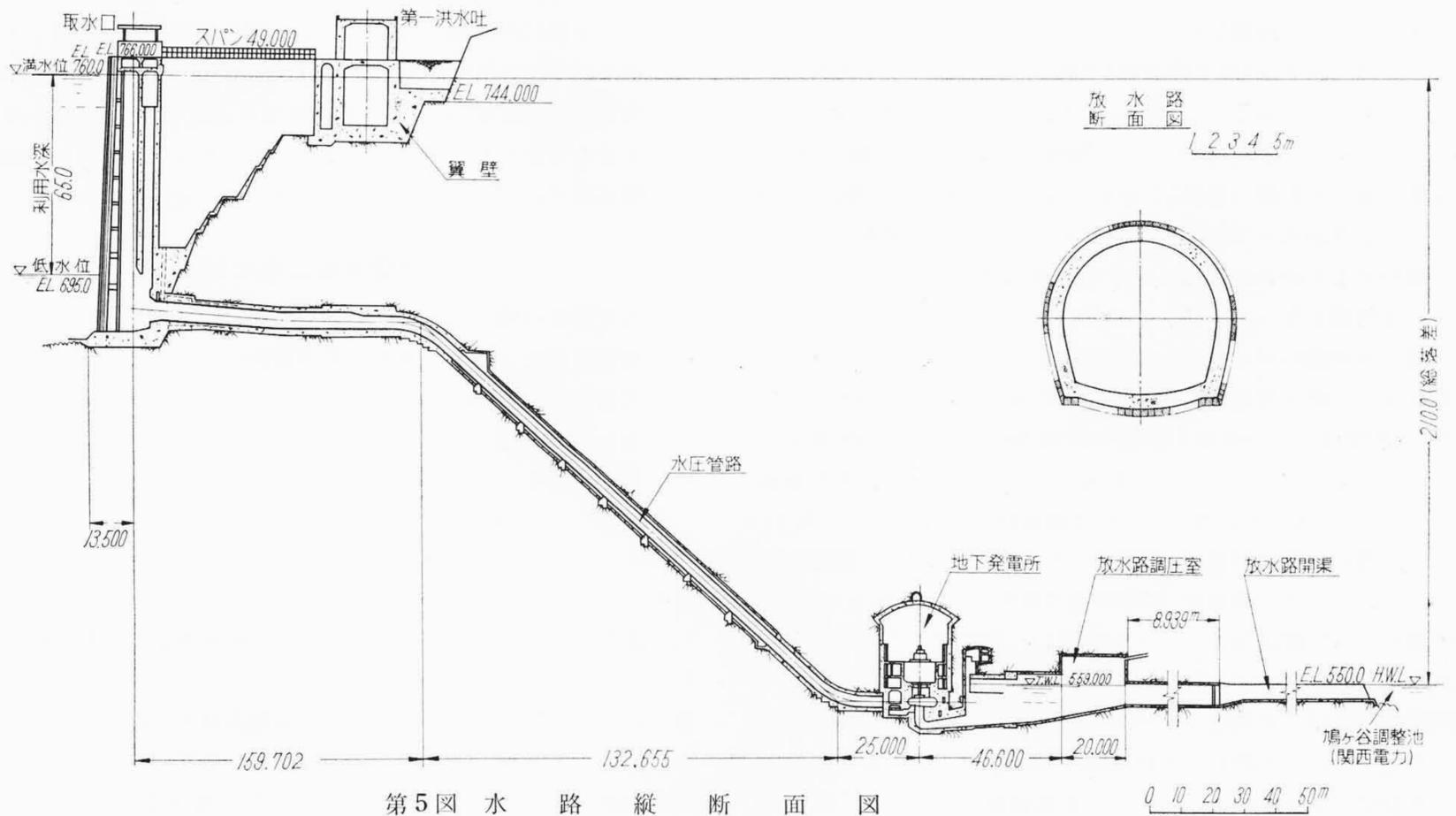
EL 549.500

ッシュとし、ダムのベースにまで広げ、また仮排水路にも設置し、つないである。地下部分は放水路へも一部設け水圧管路、ケーブルトンネルを通し地上と接続した。計算でも、実測の結果でも地下部分のほうが小抵抗なので、大きな故障電流が接続線を通じて地下へ流入しこれによりケーブルトンネル内の制御ケーブルに誘導電圧を生ず

ることが懸念されたが、検討の結果制御線のしゃへい層に分流した電流により生じた電圧降下分のみを考慮すればよいと考えられるに至ったので、大きな心配はないようである。したがって制御線はなるべくたくさんにわけ、おのおのにしゃへいを設け、たばにして設置する方針とした。なおテレメータ、テレコントロール形式なので、



第4図 屋外開閉所機器配置図



第5図 水路縦断面図

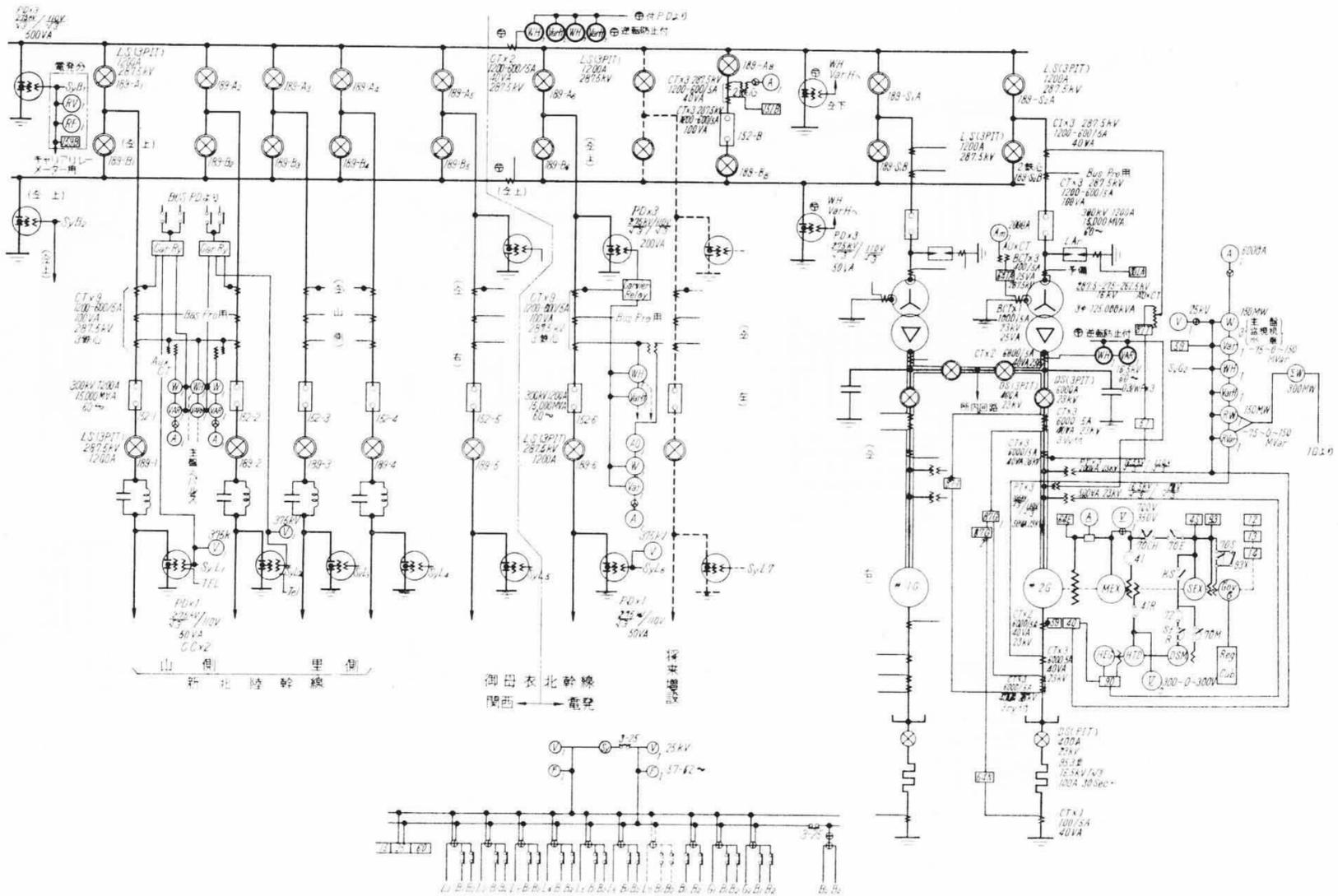
制御線は主として通信ケーブルとなっている。

地下発電所の換気は非常に重要であるので、搬入路より吸気し、ケーブルトンネルへ排気する方式とし送風機、調和機、ポンプなど約 100 kW の設備を設け、所内発生熱の冷却、換気、配電盤室暖房などを行ってある。なお所内の発熱量を小にする意味で発電機風道はコンクリートにし、励磁機も主機と一体の循環式とした。さらに所内の照明、色彩調節にも十分くふうをこらし最小の費用で快適な

保守運転ができるよう心がけ、主機室は水銀灯を主に蛍光灯を併用し、配電盤室は光天井、ほかは蛍光灯としてある。

### 5. 屋外開閉所の設計

屋外開閉所は前記のケーブルトンネルが地上の出たところ、すなわちダムのおすぐ下流の旧河川敷を埋めたてて敷地(第1図)に造成したもので、地下発電所との標高差約 100m、長さ約 300m である。



第6図 電線接続図

ここに発電機用相分離密閉母線を両側に設け、これらの間、トンネルのほぼ中間に上下の連絡用にインクラインを設けてある。当所のダムはロックフィルダム(第2図参照)であるので非溢流形であり、左岸に洪水吐を設けてある。したがってダム直下流部分はかなり広い敷地をうる事ができたので、ここに関西電力株式会社の開閉所(新北陸幹線と御母衣幹線の連絡用)をも併設して大開閉所を設けた。変圧器2台分を含めると287kV引出口8回線分に相当するので長さ方向を節約するためA母線はコの字形、B母線はコの字の中にはいる形の二重母線となっている。この形を採用したため現在のスペースでは更に5回線の引出設備を将来設けることができる。これら開閉設備はすべて地下発電所の配電盤室から制御、監視ができるようにしたが、配電盤までの距離が最長で約700mにも及ぶので、前述のとおり制御にはテレコントロール形式、計量にはテレメータの形式を採用している。送電線保護リレーには搬送保護方式を用いてあり、これらの伝送には電力線搬送(新北幹)マイクロウェーブ(御母衣幹線)を用いたので、通信機械室、継電器室は開閉所のある地上に設け、これに隣り合って搬送保護リレーを設置し、動作はすべて地下に表示されるようになっている。

開閉所建物にはこの送電リレー室、通信機室のほか、事務室を設け、この地下室にしゃ断器、断路器操作用の空気圧縮機室を設けてある。事務室は発電所の日中の中心で日常事務はここで取扱われる。ここから地下の配電盤へはインクラインを利用して約4分で行くことができる予定である。

開閉設備は300kV、15,000MVA空気しゃ断器送電線用再閉路形が6台、母線用同容量のもの(再閉路なし)1台、変圧器用同容量のもの2台を設けてあり、断路器は300kV用24台が設備されている。避雷器は変圧器用遮断器の変圧器側にあり、発電機停止中は母線には避雷器はない設計となっている。引出送電線が多く、耐雷設計上これで十分信頼できる見通しである。鉄構は雪の多い地方

であるので耐雪構造の普通の設計とし、積雪量は最大2.5mを考慮し、ビーム上にはその幅と同じ雪が1m積るものとして設計した。

母線には4mm 91本の硬アルミより線一径44mmを用い、1,200Aの電流容量をもたせ、片母線で約600MW通電可能とし、あわせてコロナ防止も考えてある。がい子はボールソケット形とし、電線クランプ類にはすべてシールドリングを設けることにしてある。

### 6. 発電所全工事の概要

当所の着工は昭和32年であるが、取水口付近、放水路、搬入路などの地質不良による難工事や台風の被害などかなりの困難があったが、現在その工事のほぼ70%を進捗し来春には予定どおり発電開始が行なわれる見通しとなっている。以下専門外のこともあるが簡単に工事の概要をのべる。

#### 6.1 ダム

当初の設計は粘土心壁形であったが、適当な土が付近上流右岸の秋町にあることがわかり、土質しゃ水壁形に変更された。フィルタは上流の河床より、ロックは上流左岸の福島谷よりそれぞれ運搬されている。大量の処理を行うためショベル、ダンプトラックとも大形のものが多数使用され、そのため運搬道路も、高速道路といわれる設備をしてある。降雨時、積雪時は土の盛立てができないので工期に制約があるが、32年に着工ダム基礎の処理を33年夏までに終りそれよりダム盛立てを開始し、33、34年で約5,000,000m<sup>3</sup>を盛立てた。土はシープスフートルローラ、タイヤドザーなどの大形機で締め固め比重約2.6になっている。ロックは高圧水を放水しながら積み沈下を防ぐよう施されている。左岸には取水塔および、第1、第2両洪水吐が設けられ、洪水吐は1本は仮排水路を一部利用し一方は開渠でいずれも開閉所の下流で河川に出ている。ダム、洪水吐、取水塔、水圧管路とも35年末にはすべて完成される見通しとなっている。

6.2 発 電 所

発電所工事はケーブルトンネルより着工され、最初に天井のアーチの掘さく、コンクリート打ちが行われ最下部に立坑を設けてこれへ、ずりを落しながら順次盤下げが行われた。四周の壁は垂直に切り下げられ、途中ロックボルト、アンカバーなどで面を固め吸出管まで40mを掘さくしたがこの間落石事故一つなく、完全な安全作業が実施された。ドラフトチューブ据付後四周のコンクリート打ちが終了し、着工より785日を要した。

コンクリート硬化後、ただちにクレーンの据付組立てが行われてのち、昭和34年10月より水車の組立てを開始する予定のところ、伊勢湾台風による鉄道被害のため水車運搬不可能となるなど重大な支障を生じたが、国鉄そのほか関係者のご努力により年末に国鉄の仮復旧が行われ、また工程の変更を行って建築工事の一部を先行して、機器の運搬を冬期に行うなどかなり無理な計画を立てたが幸いに雪が少なく重量物運搬に支障がなくこの計画も成功し現在の工程は初めの予定どおりに進んでいる。

6.3 放水路、搬入路

放水路は発電所、横坑2箇所、放水口4箇所から着工されたが地質不良のところが多く、かなり難工事であったが、昭和35年末には

完成する見通しである。

搬入路はほぼ中央で断層に行当たり、この突破に約6箇月を要するなど非常な難工事である。このため発電所の掘さくずりはすべてケーブルトンネルから搬出されることとなり工程にかなりの支障があった。しかし現在では関係者のご努力によりこれらの遅れはすべて取り返されて工事が順調に進んでいる。

7. 結 言

御母衣発電所は昭和32年より着工されたのであるが、その計画の歴史は古く、多くの先輩の努力の結果が現在の成果の根元であると考えられ、筆者らはその成果の一部を計画し、設計、施工しえたことは喜びにたえない。当発電所に設備される電気設備は世界的にも有数なものであり、これらのすべてを国内で製作しえたこともわが国の技術的水準の高いことを十分物語っているものであって関係各位のご努力に感謝してやまない次第である。なお自動電圧調整器の性能、発電所の耐雷設計、遮断器コンプレッサ、空気タンクの大きさ、再閉路回数、時間の関係など、技術的な検討事項も数々あるが、紙面の都合上別の機会にのべることにする。



新 案 の 紹 介



実用新案第504126号

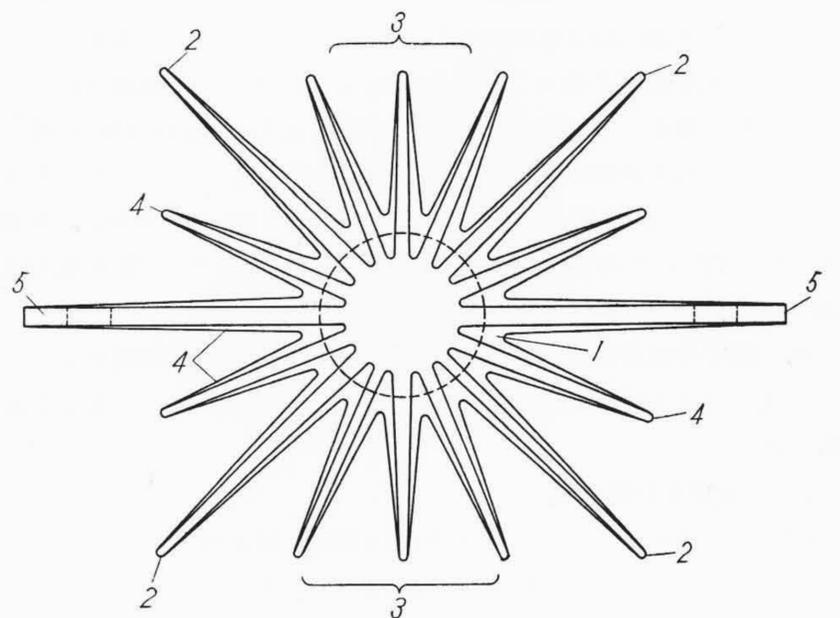
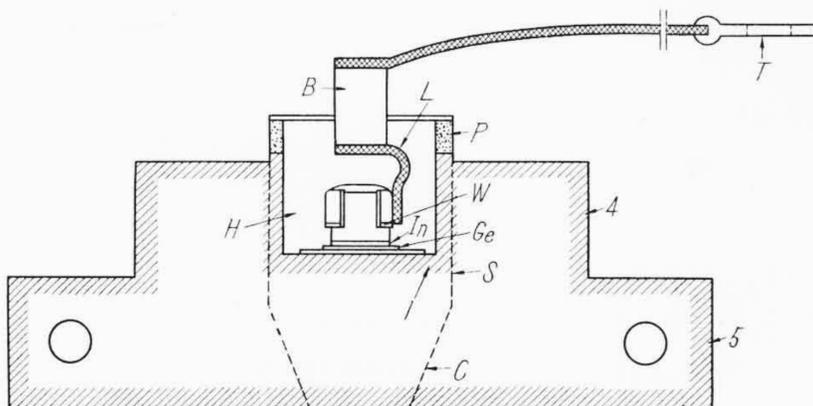
人 見 男 胤・中 戸 川 武

半 導 体 整 流 器 単 位 体

この考案はシリコン(ゲルマニウム)整流器単位体の風冷に好結果をもたらす新しい構造である。

図中1は素子収納基体で直柱状部Sと截頭錐柱部Cと収納孔Hとよりなり、放射状に多数の放熱ヒレ片2, 3, 4および端子座片5をその外周面から隆起せしめている。Geはゲルマニウム片、Inはインジウム、Wは導電ワッシャー、Lは編打リード線、Bは導電ブロック、Tは外部接続端子である。孔Hの口辺には絶縁環Pを継接しその口辺はBとともに任意にハーメチックシールする。これの特長の一つは、1に対する2, 3, 4, 5全部を鋳造で作ったことである。鋳造では任意の形状が容易に実現する利点があり、ヒレ片のはめ込みや、かしめつけや、ハンダ付けやまた1を継ぎ合わせるなどの工作によるものに比してはるかに工作が容易であり、かつ密実な構造が得られて放熱効果を増進する。次に2, 3, 4などのヒレ片の付け根の部分先端部に比して特に断面積大なる形としてあるが、

斯くすれば放熱作用はきわめて合理的となり、同一厚さのヒレ片を付けたものに比し放熱効果の著しい増進が得られるとともに鋳造作業をしやすくする利益がある。またヒレ片2, 3, 4の突出長さの相互関係であるが、図に見るように全体として矩形状のアウトラインをもつように形成されてあるので、多くの単位体を並設するのを常とするこの種の整流器組の構成に当って、隣接同志の単位体間に剝隙が生じないことから冷却風の通流に著しい不平衡を生じないという利益がある。(宮崎)



お わ び

第42巻6号(先々号)第95頁、「高濃度軸流パルプポンプ完成」の項、4行目、油潤滑の不完全なもの……とありますのを油潤滑の完全なもの……に訂正いたします。