電源開発株式会社納佐久間発電所用制御装置

Controlling Equipment for Sakuma Power Station

安藤卓郎* 広吉秀高* 森井 進*

内 容 梗 概

天龍水系佐久間ダムによる $350\,\mathrm{MW}$ の発生電力は $287.5\,\mathrm{kV}$ 超高圧送電線によって, 西は $60\sim$ 系の名古屋変電所へ, 東は $50\sim$ 系の西東京変電所へ送電される。

日立製作所はこの水車発電機4台中2台とその自動制御装置および発電所全体の配電盤,屋内開閉装置(メタルクラッドおよびキュービクル)ならびに密閉母線等1式を納入した。

- (1) 制御は中央総括制御方式で、主機の一人制御装置とともにすべての制御および開閉装置が合理的に配置、構成されている。
- (2) 110 mm 角の SR₃₅ 型指示計器と三相継電器により、配電盤の縮小化を図り記録計を多く採り入れ、監視装置および保護装置の完備により、保守、運転が簡便、確実となった。
- (3) 屋内の主回路,開閉装置等はすべて閉鎖型のメタルクラッド,キュービクル,密閉母線とし,発電所建屋に調和して整然と設置され優美で安全,確実となつている。

[I] 緒 言

佐久間発電所の発生電力は、287.5 kV 超高圧送電線によって、西は名古屋変電所へ、東は西東京変電所へ送電され、中部60~、関東50~の両系統の給電に重要な役割を持つており、それだけに制御、監視、保護装置などの責務も重く、これらは最新技術の粋を集めて日立製作所において完成したものである。そのおもなる特長を述べれば下記のごとくである。

- (1) 主配電盤は継電器盤などを別設置とした縮小型ベンチボードとし、常時運転のできる制御監視机を併置して、保守の簡便と制御の集中化を図つた。
- (2) 主機および所内機の制御は、日立独特の二段操作式主制御開閉器による完全な一人制御方式で、監視装置および保護装置にも特に留意して設計、製作された。
- (3) HTD 型自動電圧調整装置の特性を一段と向上 させ,速応度を高めた。
- (4) 計測は 110 mm 角の SR_{35} 型広角度計器とし、別に主要計測は Q_6 型電子管式記録計を設け、運転実績の分析に資するとともに折畳式記録紙により、保守の簡易化を図つた。
- (5) 保護継電器は新設計の三相継電器を採用し、保 護を万全ならしめ、あわせて盤所要面積の節減を図った。
- (6) ランプ式動作表示装置と故障表示装置により, 監視を容易にするとともに,故障記録計を設け事故の究 明に資している。
- (7) 屋内の13.2kV開閉器具,変成器,保安装置および主回路は,すべてキュービクルあるいは密閉型母線とし,露出部は皆無となり,据付の簡易化を図るととも

* 日立製作所日立国分分工場

に安全かつ優美にして主回路事故の絶無を期している。

(8) 所内 3.3kV および低圧回路も一部を除きすべてメタルクラッド開閉装置,キュービクルなど密閉型とし、制御機器に近接した地下4階に設置され,ケーブルの節減を図るとともに、配電盤室の所内盤から一括して制御,監視できる。

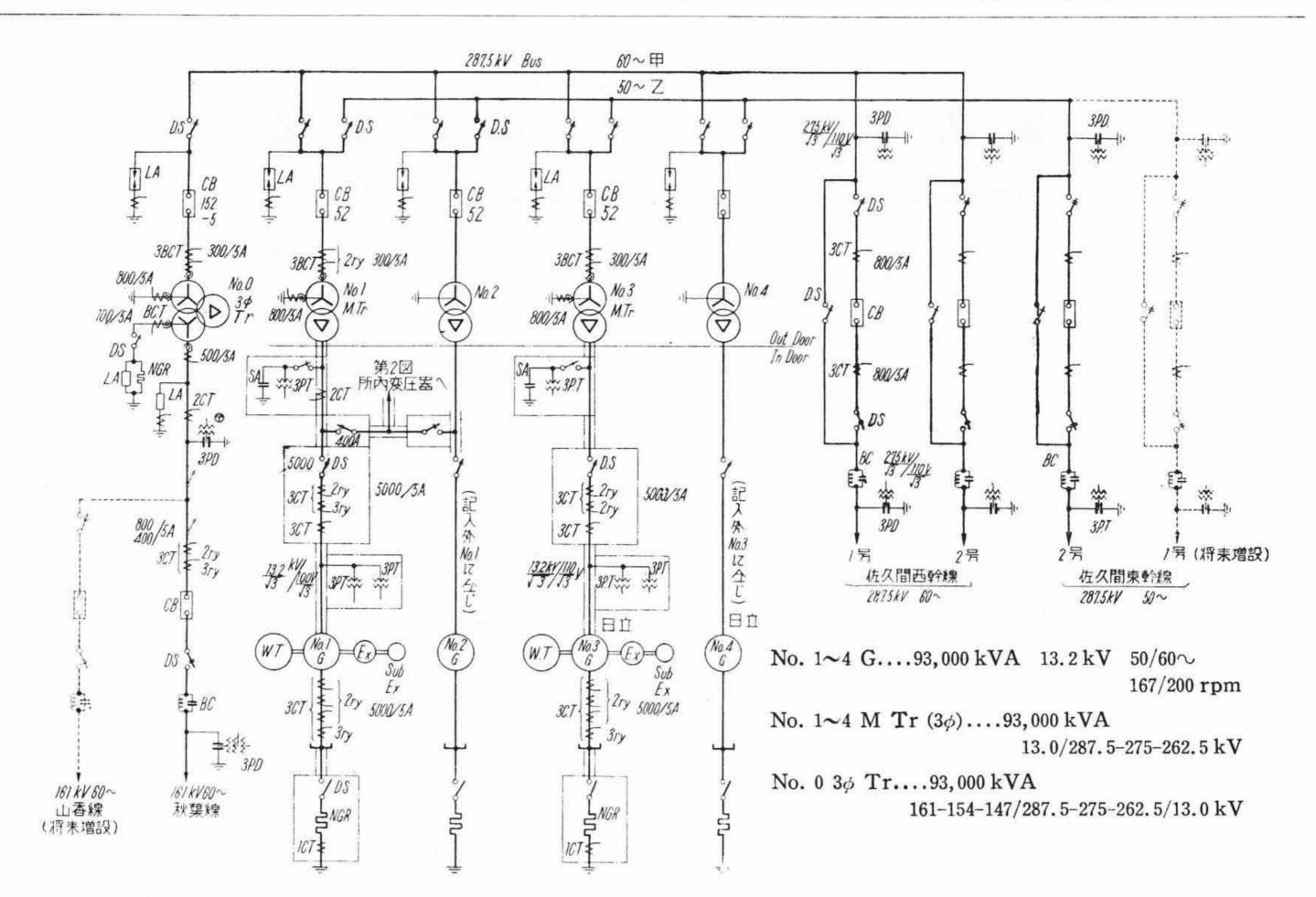
[II] 配 電 盤

第1図(次頁参照)は主機関係の単線接続図を,第2図 (次頁参照)に所内回路単線接続図を示す。主機は 50/60 ~ 両用であるが,所内電源は 60~ 専用である。したがって所内変圧器一次は 60~ 運転を主とする 1,2 号主発電機のいずれか一方に,60~ 運転を条件として接続される。また所内用水車発電機は圧力隧道2本のいずれからも取水できるように,2号および3号水車の水圧鉄管から分岐して,所内水車にそれぞれ入口弁を経て通水される。そして所内機盤の切換スイッチにより,任意の鉄管に切換えることができる。

所内 3.3 kV 母線 A および B はそれぞれ所内発電機 および所内変圧器から生かされ、いずれか一方が停電の ときは直ちに連絡用遮断器が自動投入されて、相互に予 備電源の役割を果している。

本発電所の配電盤は大容量水力発電所に最も適した, 中央総括制御方式が採用され,少数の運転員を以て集約 的に能率のよい制御,監視を行えるものである。すなわ ち配電盤室に設置する制御用配電盤は,直接監視,操作 に必要な計器,表示器,開閉器類のみを収納した縮小型 とし,保護継電器類を別設置として簡易化されているの で,監視,制御が容易,適確となつている。

さらに運転員の労力節減と, 運転実績の分析に資する



第1図 4×93,000 kVA 佐久間発電所の 単線接続図

Fig. 1. Skeleton Diagram for $4\times$ 93,000 kVA Sakuma Power Station

ため, 積極的に記録計器を採用して, これを一 括して別盤に収納し、監視に便利なように配置 されている。

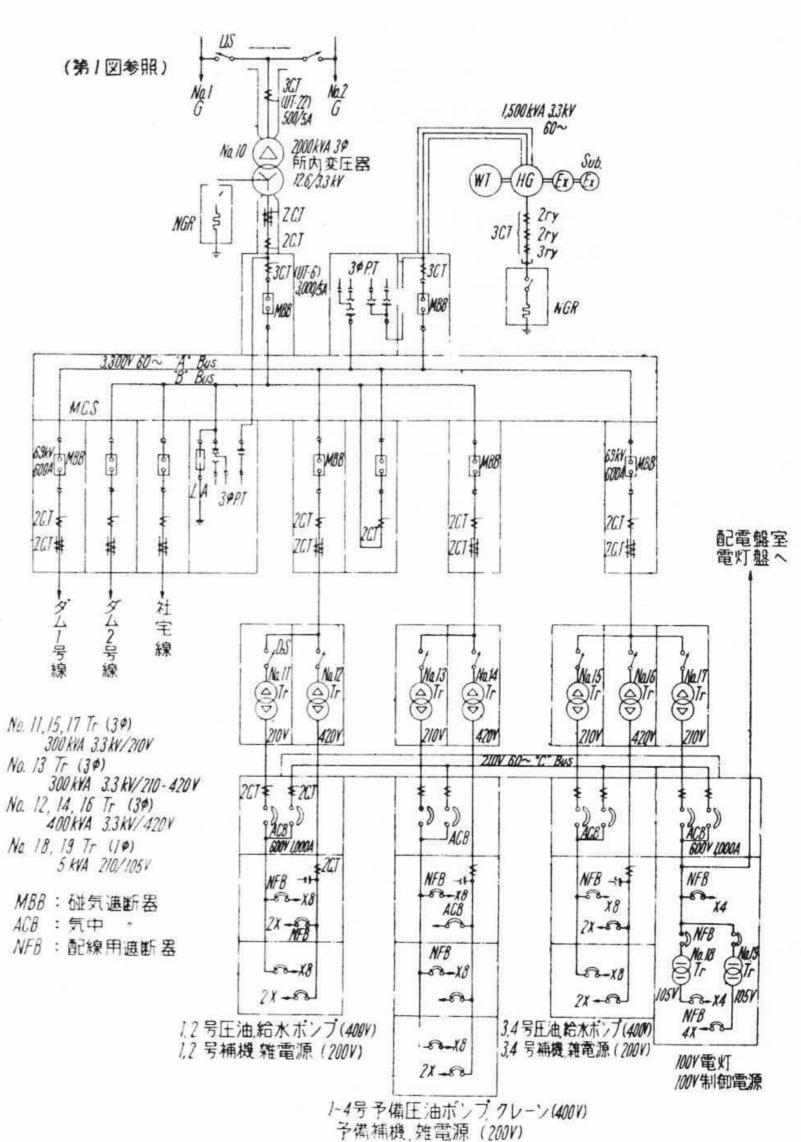
第3図はこれらの関係を示す配置図である。 保護継電器盤および自動制御継電器盤などは, 防塵装置付の継電器室に設置して配電盤の最も 枢要な部分の機能をいつそう完全に発揮でき る。一方自動電圧調整装置関係および所内回路 用保護継電器類は、機器に近接して設置された キュービクルあるいはメタルクラッド開閉装置 に取纏めて, ケーブルの節減と建屋面積の縮小 に寄与している。

縮小型主配電盤

発電所制御の中枢をしめる主配電盤は第4図 に示すように、BC 型縮小盤で総括制御に最適 な構造とし色彩調節を施している。主機4台, 287.5 kV 送電線および 161 kV 送電線を制御

> 第2図 佐久間発電所の所内回路 単線接続図

Fig. 2. Skeleton Diagram for Station Service Circuit of Sakuma Power Station



するとともに、温度、水位測定を一括して行うことができる。第5図に その構造図を示す。

盤の頂部には標準時計を中心とし てその左右に,50~ および60~ 系 統用同期検定器 (SR₁₁ 型 140 mm 角)などを取付け、その下に縮小盤 に適応した 110 mm 角の小型で, し かも 250°の広角度目盛のため読取 りが容易, 正確にできる SR₃₅ 型指 示計器(2)とランプ式運転動作表示お よび故障表示器が配置されている。 本盤の背面には積算計器が取付けら れているが、扉式となつており、デ スク部分の直立盤も可動盤となつて いるので, 内部点検が容易である。 ケーブル引込口の端子台は床下に取 付けられ, 配線処理室で, デスク部 分内部とともに容易に点検できる。

運転,動作および故障は 20 点式ランプ表示器に点灯或は日立独特の点滅方式(3)により表示され,表示文字は赤,緑,橙,白の4色に使い分けし,主盤と所内盤および故障の程度,種類により音色を変えた警報装置を附属し,判別が確実,容易である。また重要な故障は Q55 型故障記録計(4)にも表示記録される。

これらの表示装置に必要な補助継 電器は数量多く、接点容量も小さい もので足りるので、取付面積の小さい、特殊設計の双子接点付水平型継 電器を採用し、密閉埋込型の函に納 め、引出回転式で盤表面から内部点 検のできる構造とし、配電盤室床下 の配線処理室に設置して、立体的に 構成されている。

操作および切換スイッチは積重ね 式で他力接触付の新型スイッチを採 用し,透明カバを附し,内部点検も 容易となつている。(第6図)(次頁参 照)遮断器および断路器用操作スイッチは引出捻回型の三段操作とし, 電気的連動とともに誤操作を防止し ている。

各盤のケーブル引込口の端子台は

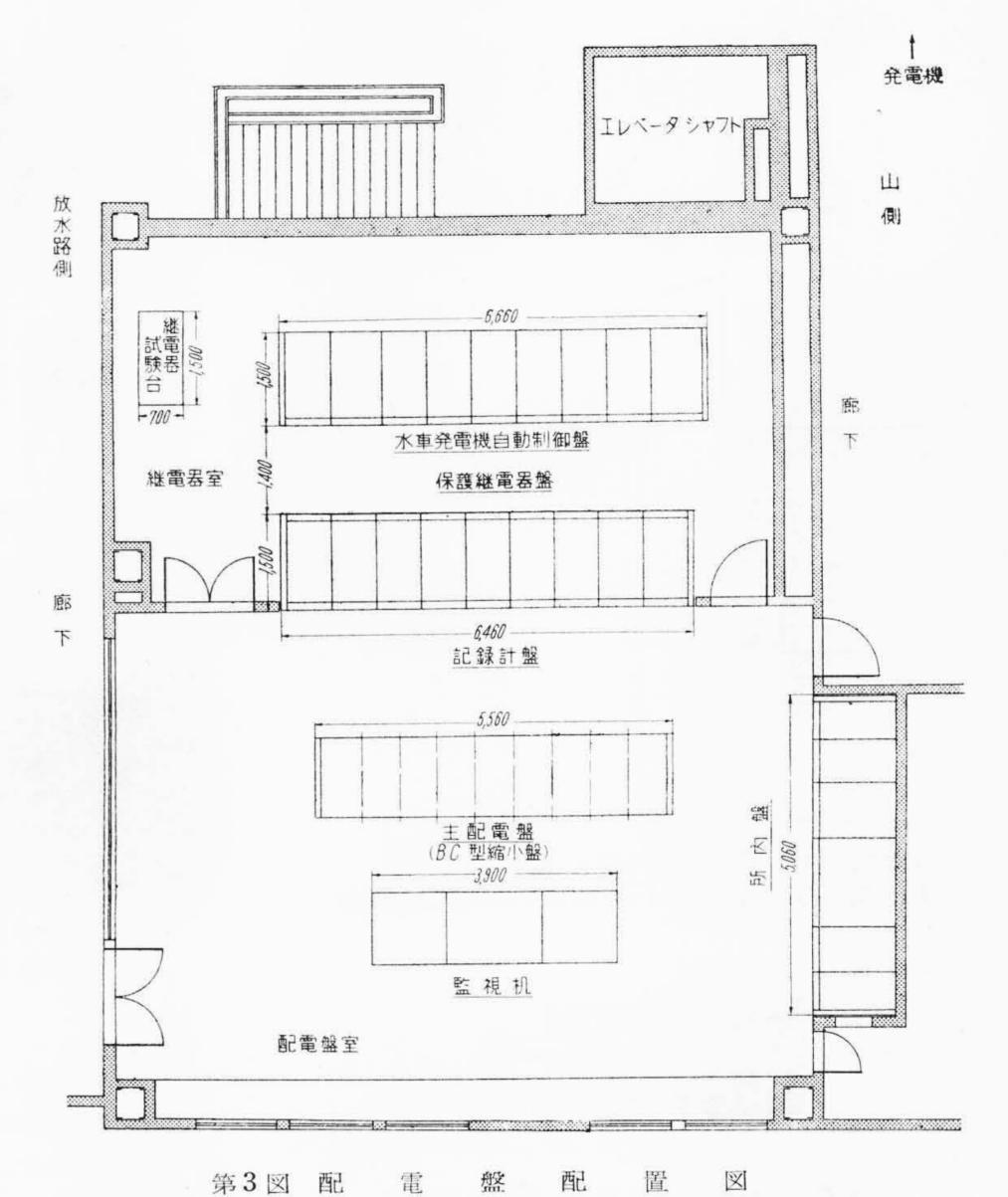
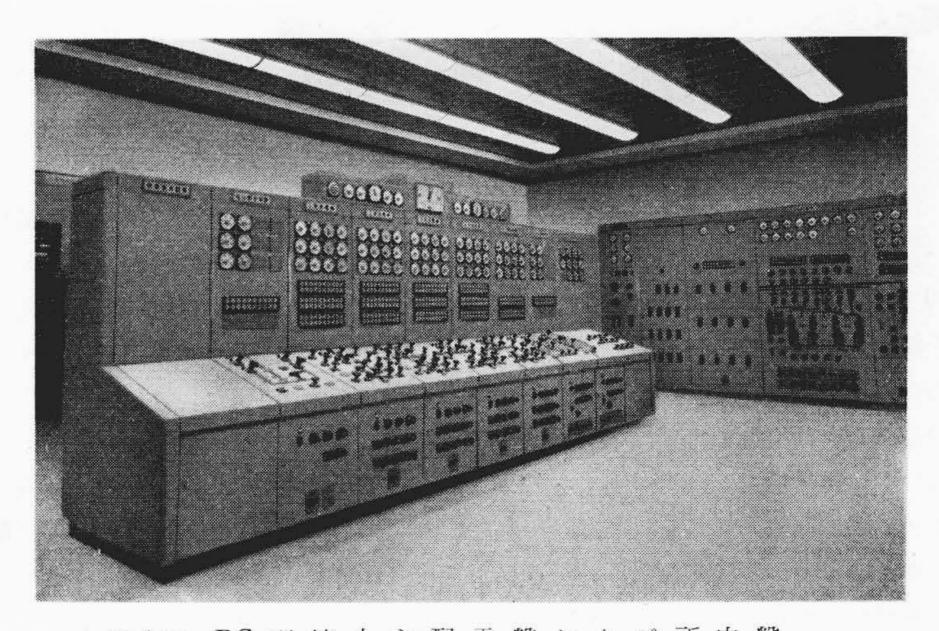
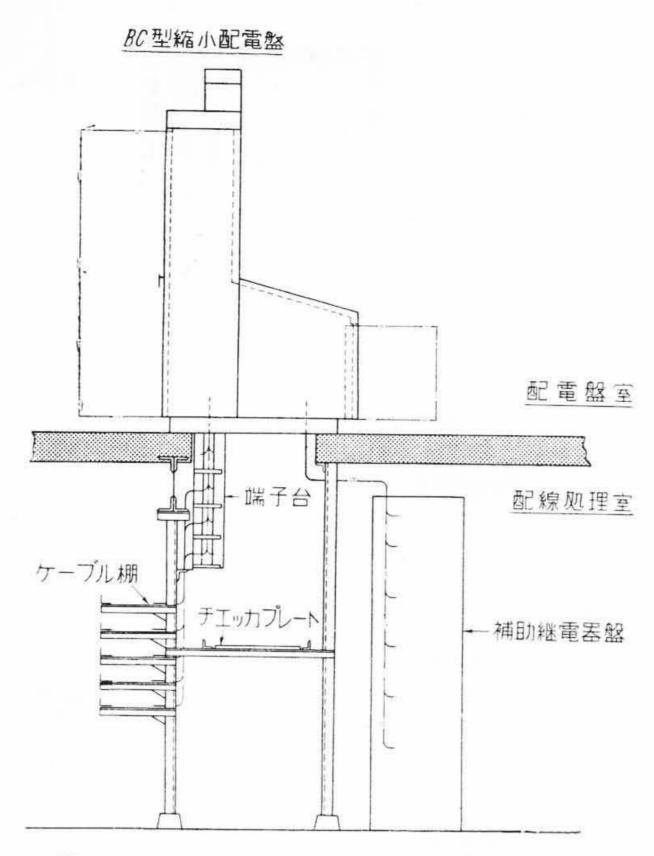


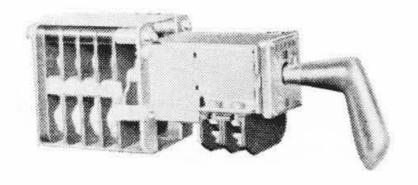
Fig. 3. Arrangement of the Switchboards



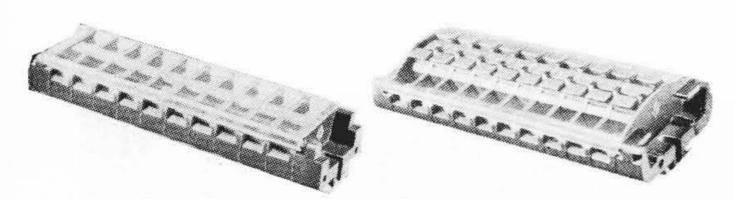
第4図 BC型縮小主配電盤および所内盤 Fig. 4. Type BC Miniature Type Main Switchboards and Station Service Panels



第5回 主 配 電 盤 の 構 成 Fig. 5. Construction of Main Switchboards



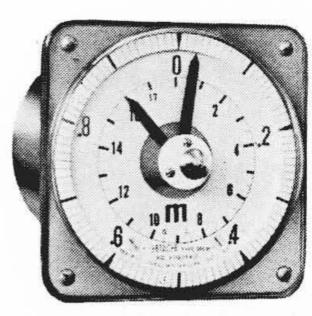
第6図 QX 型操作開閉器 Fig. 6. Type QX Control Switch



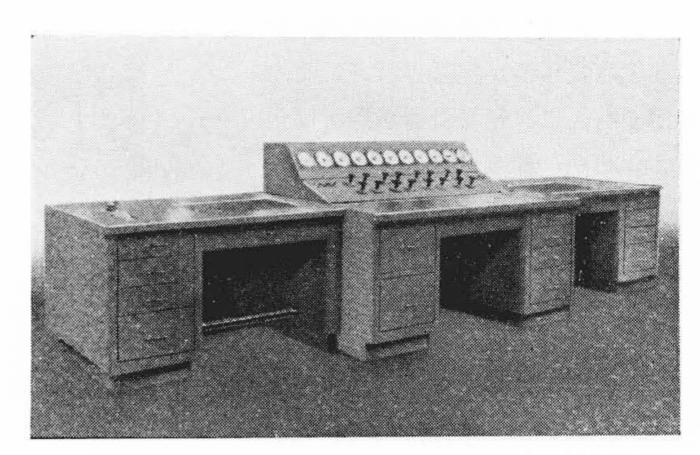
第7図 TM-10型(左)と TK-10型(右)端子台 Fig. 7. Type TM-10 (Left), TK-10 (Right) Terminal Blocks

10点,20点の2種で、積重ね式の新型端子台(第7図)を採用し、電線の心線を真直ぐのまゝ差込んでネジをしめれば、配線押え金具の凸部が心線に喰い込み、絶対にゆるまない構造となつているので、簡便、確実にして配線の引込作業能率を向上することができる。前記操作スイッチ類の端子もこれと同じ構造である。

また端子台の中直流制御回路の引込口用はTK型スイッチ付端子台を使用しているので、地気探索がきわめて容易である。この端子台はスイッチを入れてなければ、その透明カバーが取付かないようにして、スイッチを開



第8図 SRD₃₅ 型 複 針 型 水 位 計 Fig. 8. Type SRD₃₅ Double Pointer Type Water Level Indicator



第9図 監 視 机 Fig. 9. Dispatching Desk

いたまく入れ忘れることのないよう考慮されている。

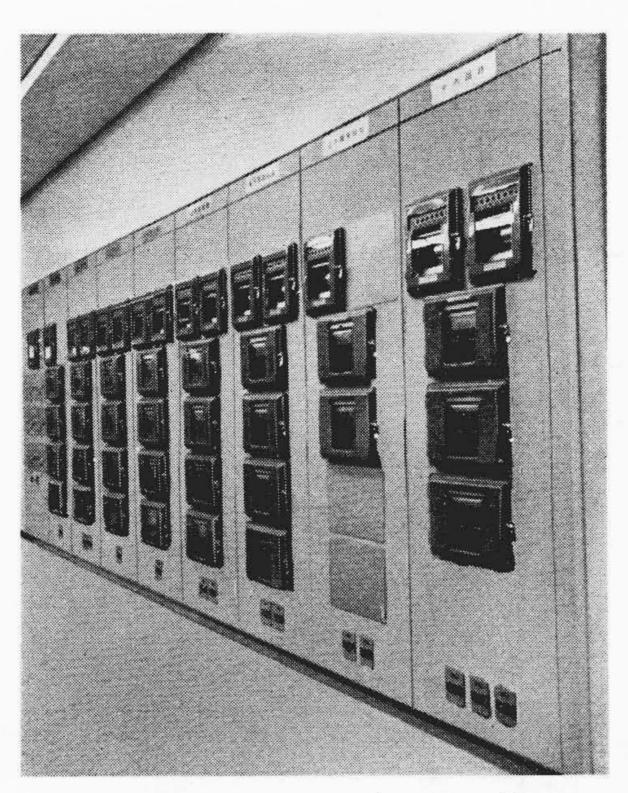
主盤には主機の回転計,位置指示計,主圧油槽の油圧計,鉄管の水圧計,温度計および水位計など機械的諸量の遠方指示装置を完備して,一人制御方式をいつそう完全ならしめている。調整池および放水路用水位計には $SR\ D_{35}$ 型複針型水位計(第8図)を使用して細かい指示を行い,調圧水槽用は SR_{35} 型ブルドン管式水位計によって,広範囲の変化を迅速に指示することができる。

監視机

主配電盤を縮小型としても常時運転状況を監視し,随時電圧,負荷,周波数の調整を速応して行うためにはさらに集約した監視机が必要となる。第9図は本発電所の監視机を示し,中央の主任机に各主機の電力計,系統の電圧計および周波数監視時計と各調整スイッチおよび急停止用スイッチを設けて,居ながらにして総括運転制御および監視ができる。

記録計器

8 点式 Q_{55} 型故障記録計と各種 Q_{6} 型記録計を設け、一括して列盤 (第10図) に取付けられている。これらの記録計はすべてパルス電磁時計式で、周波数監視用クロノメータにより、全記録計器が同期的に駆動されるので時差を生ずることなく、運転実績の検討分析が正確に行われる。



第10図 記 録 計 器 盤 Fig. 10. Recording Meter Panels

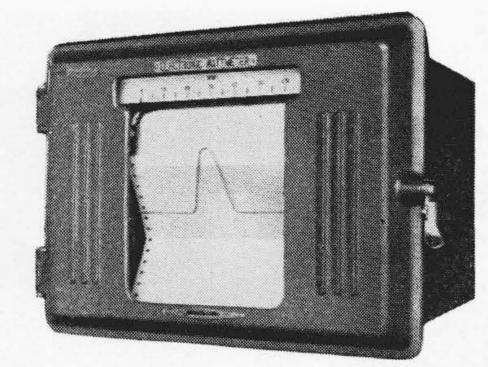
 Q_6 型電子管式記録計 $^{(4)}$ は点検および切取りに便利な 折畳み式記録紙を採用し、従来の Q_5 型記録計に代つて 登場した自動平衡式の新型記録計で、第11図にその外観 を示す。本盤には各発電機および送電線用電力計および 無効電力計と発電機用電圧計、 $287.5\,\mathrm{kV}$ $50/60\sim$ 母線 用各電圧計および周波計、さらに主機器用温度計および 調整池と放水路の水位計など多数の Q_6 型記録計が取付 られている。

Q₅₅ 型故障記録計はターゲット式表示器を併せ有するので,事故発生の際監視が容易であり,保護継電器の動作時刻および順序などを正確に記録し,事故の究明に資することができる。

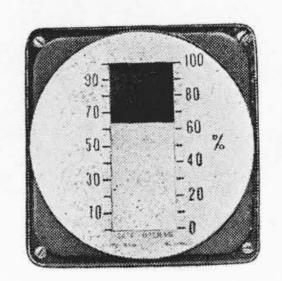
所 内 盤

所内機盤および所内回路盤は,前述のように保護継電器類をすべて現場に設置したので,盤には遠方制御,監視に必要なものだけ取付けて簡略化されている。したがって複雑な所内回路も1,300 mm幅の盤一面にその操作および切換スイッチ,計器類がまとめられた。

所内補機用分岐回路の配線用遮断器は機器に近接した 所内キュービクル(地下4階)に設け、その主回路のみ 前記所内回路盤から監視,制御できるようになつている。



第11回 Q₆型電子管式記録電力計 Fig. 11. Type Q₆ Electronic Recording Wattmeter



第 12 図 SS₂₅ 型門扉 開度指示計 Fig. 12. Type SS₂₅ Gate Opening Indicator

200 V 電灯回路および 105 V 直流制御回路は,配電盤室の所内盤から直接制御,監視する。また制御電源用および通信機用蓄電池はそれぞれキュービクル型セレン整流器により充電されるが,前者は浮動接続とし,整流器盤からそれぞれ制御される。

[III] 保護継電装置

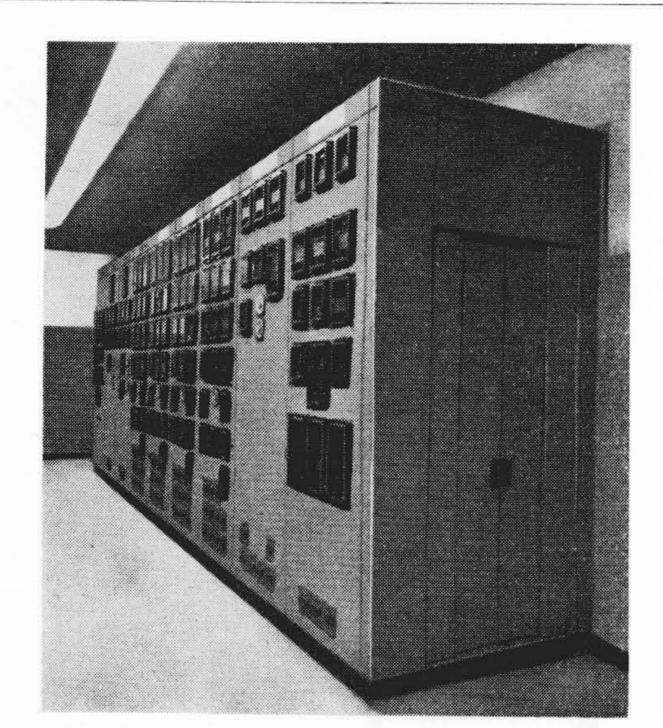
系統の主要発電所としてその故障発生に際しては,機 器の迅速なる保護と,系統に与える擾乱を局限するため 保護継電装置はすべて高速度動作のものとし,誤動作防 止を施しその全機能を常に発揮できるよう考慮されてい る。

さらに三相回路の保護は三相継電器を採用し、引出回転型構造として、合理的な保護動作をなさしめ、かつ第13図 (次頁参照) のように盤面の縮小を図つた。

主発電機保護

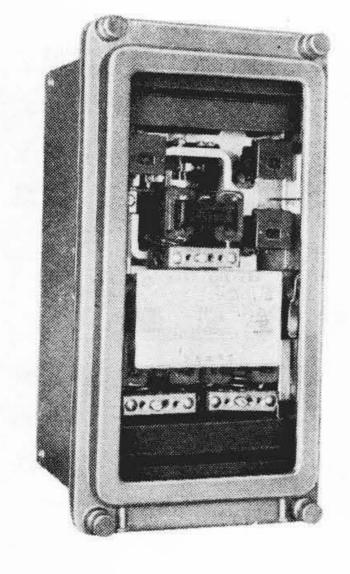
93,000 kVA 13.2 kV 主発電機は固定子巻線を,1 ターン線輪の構造としている。したがつて層間短絡はないので相間短絡保護として, KY3 型三相誘導環型高速度比率差動電流継電器(第14図)(次頁参照)を採用している。

固定子は人接続であり、中性点は 76 Ω の抵抗を通じ接地されるいわゆる 100 A 接地方式である。この接地保護は KYG 型誘導環型高速度接地継電器による差動零相電流継電方式を採用している。(第15図)(次頁参照) KY G 型継電器は主変流器三次零相差動電流と中性点接地電流との積により動作するが、外部接地に際し一次貫通電流による三次誤差電流に対してはかならず抑制トルクを発生し、また外部短絡などの過電流時の変流器三次誤差



昭和31年2月

第13 図 保 護 継 電 器 盤 Fig.13. Protective Relay Boards



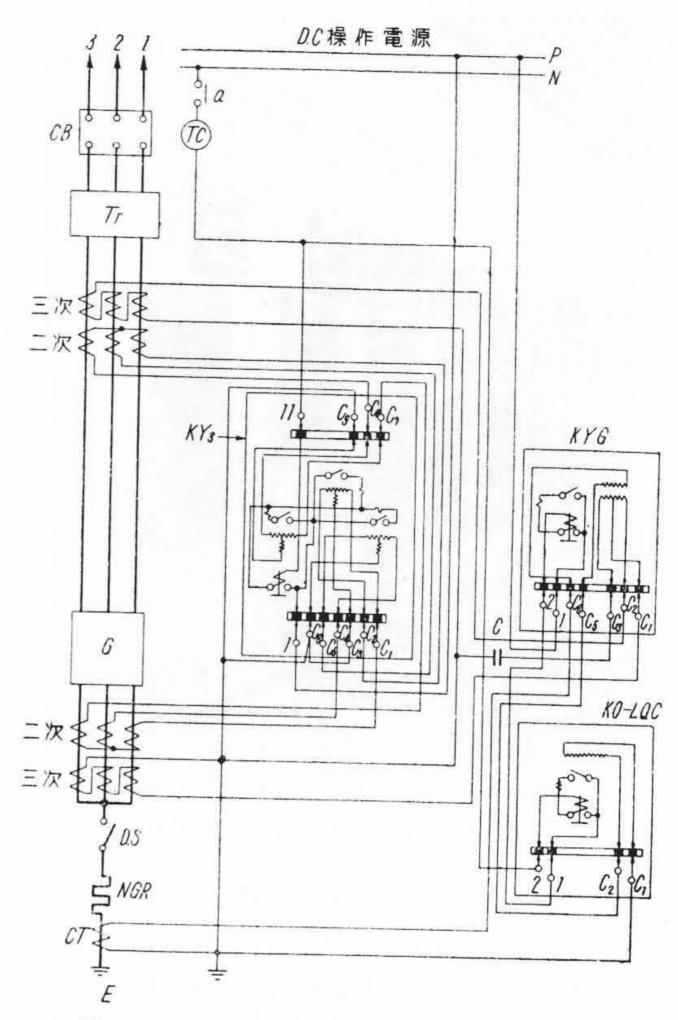
第14 図 KY3型三相 高速度比率差動電流 継電器

Fig. 14. Type KY 3 3-Phase High Speed Ratio Differential Current Relay

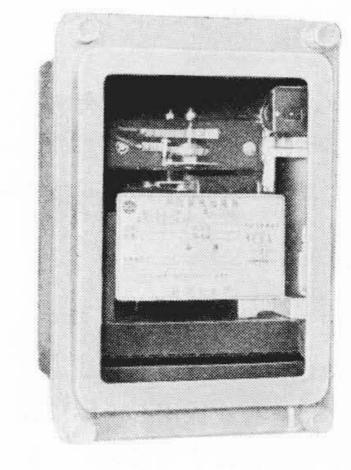
電流に対しては、本来不動作であるが、さらに中性点接地回路電流により動作する KO型 LQC 式接地継電器の同時動作を条件としているので、どのような外部故障時にも誤動作の心配なく、感度を十分高くとれる。本発電所用 5,000/5 A 変流器三次と組合せ試験の結果、96%の保護範囲を確認している。

また系統に対する容量が大きいため万一界磁喪失発生の場合,これを過電流継電器により保護することは,系統に対する優乱が大きいので特に界磁喪失保護を行つている。その動作原理はすべて交流側インピーダンス値により検出するので,速応励磁を実施してもなんら誤動作のおそれはない。使用継電器は誘導環型高速度動作のKE型(第16図)である。

発電機回路には後備保護用として,過電流継電器を設置しているが,その特性としては単なる過電流応動とせず,インピーダンス特性を加味して,動作時限を故障点



第15回 発電機巻線の保護継電器接続図 Fig. 15. Connection Diagram for Protective Relay Set of Generator Winding

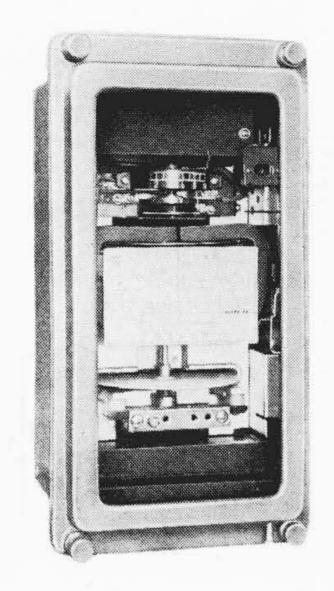


第 16 図 KE 型発電機界 磁衷失継電器 Fig. 16. Type KE Loss of Excitation Relay

までの距離に比例するようにしている。このため使用継電器は誘導円板型の三相継電器 IOV3型 C式 (第17図)とし、電流要素は正相網を経た単相正相分電流を以て附勢し、線間電圧三角形の面積に比例する抑制を加えている。なお短絡相の判定用として別に BOV3型 C₁ 式故障相検出表示器を使用する。(第18図)

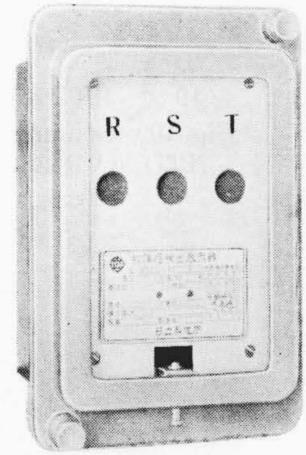
主変圧器保護

変圧器内部故障保護は三相誘導環型高速度動作の KY 3 型による比率差動電流方式としている。本継電器は高速度型なるため、変圧器無負荷附勢時には一時的に感度



第 17 図 IOV 3 型三相 誘導型過電流継電器 Fig. 17. Type IOV 3 3-Phase Induction Type Over Current Relay





を低下させ,突入電流による誤動作を防止し,定限時後本来の高感度に復帰させるように,内部故障時の高速動作に支障を来たさないよう考慮されている。

母線保護

287.5 kV 50~ および 60~ 母線には各 1 組の電圧対向式母線保護継電装置を採用している。この動作原理は変流器二次電流を, 三相分 1 台の綜合変圧器を介して二次終端抵抗両端の電圧に変え, 電圧を対向させる方式である。したがつて母線に流入する電流総和が零のときは, 二次回路に環流電流なく, この平衡が破れるときは環流電流がこの回路の KO型 LQC 式小勢力誘導環型高速度継電器を動作させる。

このように、装置はきわめて簡単であり、継電器動作電流値は 0.25~0.5 A の小勢力高感度とし、かつ綜合変流器二次抵抗に終端させているため、接続発電機の切換えに対し、継電器回路の切換、不使用線の抵抗の短絡は断路器と連動して簡単、安全に行うことができる利点がある。

上記の通り主保護継電器はすべて引出回転型構造であるため、継電器本体を盤上のケースから取外して、試験 盤により容易に試験することができる。

[IV] 主機制御装置

一人制御方式

主発電機4台とも,日立独特の二段操作可逆式順序制 御器を用いた一人制御方式によつている。大容量発電所 のため多少複雑となり、確実性を増大せしめているほかは、従来の一人制御方式と大差はないが、その二、三について述べる。

運転サイクルの切換は,発電機が無負荷,無励磁の状態にあれば,水車起動中でも配電盤上の操作スイッチにより,任意に自動的に行うことができる。この切換により調整器,継電器,計測装置および各制御連動回路など,必要なすべての回路が自動的に切換えられ,運転サイクルに適合した状態となる。

発電機主盤頂部の照光式大銘板は 50~ 運転のとき白色に,60~運転のときは緑色に照明され,さらに発電機並列運転中は照度を落しておき,遮断すれば明るく照明するなど,運転員の判別を容易にしている。

また配電盤における入口弁の開, 閉表示は, その開または閉の動作途中の状態をも点滅表示によって明示して, 操作者に安心感をもたせるようにした。なお AVR, 給水ポンプ, 変圧器冷却などの運転表示を故障のとき点滅することによって故障表示をも兼ねさせている。

本発電所の有効落差は季節的に大きく変動することがあるので、その落差に応じた位置に、水車サーボモータ開度を制限するため、配電盤上にこのサーボモータ制限位置指示計を設け、落差に応じた目盛としている。

入口弁の開閉,水車の起動,停止など従来と同様であるが,操作圧油切換用電磁弁は,従来の複電磁石式にさらに改良を加えて単電磁弁式となり,操作が簡易化された。

並列は同期検定切換器 (3-25) によって,自動,手動いずれにも切換えられ(6),自動同期は電子管式自動同期装置によって行われる。本装置は主発電機4台に共用のため、自動切換用継電器を設けている。また揃速および電圧平衡装置は速度差および電圧差に応じて,操作パルス回数を増減するほか,さらにその単位パルスの幅をも自動的に加減することにより,操作量の調整が合理化され,いつそう円滑で速やかな自動同期が可能となった。

本発電所のように系統の主要発電所においては、水車 発電機起動および停止時の負荷の挿脱を緩やかに行う必 要がある。これに対し無効電力制御装置を設け無効電力 制御を併せ行つている。

HTD型自動電圧調整装置

93,000 kVA 水車発電機 4 台は 50~ あるいは 60~ いずれに連繋しても、系統の電圧および周波数を支配するに十分な容量であって、系統の調整発電所としての使命を果さなければならない。

このためその電圧調整には,3,4号発電機用として精 度高く,速応性大なる,正相分電圧応動式 HTD 型自動 電圧調整装置が使用され,常時の精密な定電圧保持と, 系統擾乱時の過渡安定度の向上に資している。

HTD 型自動電圧調整器は第19図に示すように 15kW HTD 型発電機を主体とする閉調整系で,数多くの実績を基とし特に速応特性をいつそう向上させている。

被調整量は主機の正相分電圧であり、短絡故障時などのはなはだしい電圧不平衡時においても最も合理的な電圧調整を行うことができる。

検出装置,磁気増幅器などの交流電源は HTD と直結 駆動の 400~ 高周波発電機より,すべて供給しているので,主機の状態に影響されることなく常に一定に確保され,増幅器の時定数を短縮し,性能を著しく向上させている。

HTD は高周波発電機, HL 型定電圧発電機とともに 副励磁機を電源とし、速度変動率きわめて小さい直流電 動機をもつて駆動するので、安全な電源の確保ととも に、HTD を常に最良状態において使用しうる利点があ る。

工場試験の結果よりえた全系の綜合増幅度はきわめて 高く,したがつて電圧調整誤差は公称値 ±1% をはるか に凌ぐ高精度である。

なお本装置の最大の目的とするところは、精度とともに速応励磁である。このため全制御系の時定数と最大出力の決定には細心の注意を払い、過渡的な急峻かつ大幅の電圧変動を、急速に回復させる能力を持たせている。

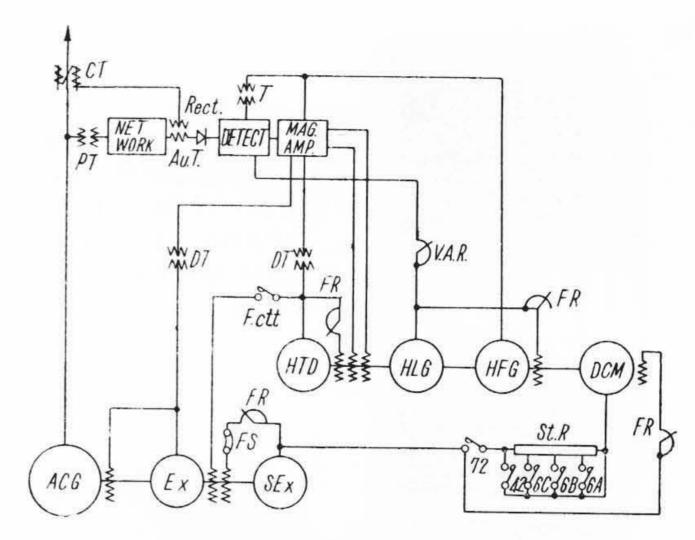
HTD 型自動電圧調整装置の運転制御は、主機の一人制御装置と完全に連動し、主機起動後引続きHTDも起動し、その整定点を整合させて、HTDの出力電圧を零とし、発電機並列後自動的に使用状態に入る。また主機停止時は無効電力制御装置により、整定点を調整し無効電力を零にして解列させ、また主機運転中AVR除外の要あるときは、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、HTDの出力を自動的に副励磁機に移し、

また並列運転中,負荷の喪失あるときは,一時的に整定点を下げ,線路充電による自己励磁を抑制するのに有効ならしめ,発電機内部故障時には,急速減磁を行って被害を局限するよう考慮されている。

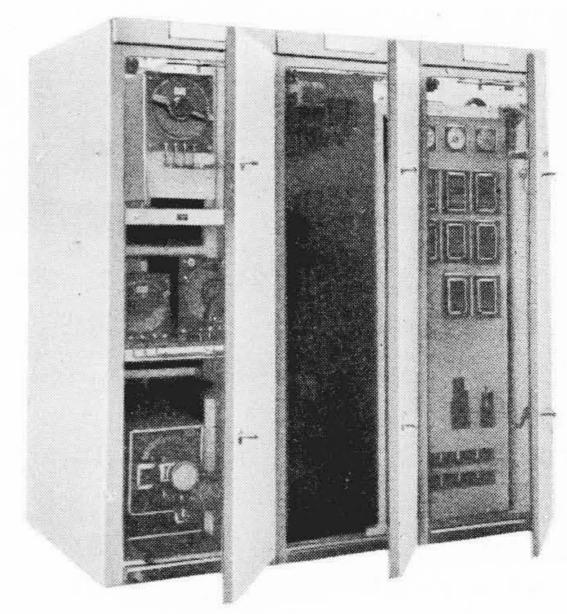
第20図にHTD型AVR制御キュービクルの外観を示す。

[V] 密閉母線と開閉装置

本発電所の主要部分は地面下に設置されるため、機器の容積の縮減、操作者の安全、火災の防止などが特に重視され、発電機主回路、所内電源主回路にはいつさいケーブルをやめて密閉母線が採用された。またこれらの開閉装置はすべてメタルクラッドあるいはスイッチキュー



第 19 図 HTD 型自動電圧調整装置接続図 Fig. 19. Schematic Diagram for Type HTD AVR Set



第20図 HTD型 AVR 制御キュビクル Fig. 20. Cubicle Type HTD Automatic Voltage Regulator

ビクルとし、これらに内蔵される遮断器、変圧器、コン デンサ類は乾式あるいは不燃性油のものを使用し、可燃 物が除去された。

このように発電所内部が全閉鎖型機器とされたため, 安全性の向上は勿論,所内が著しく簡潔となり,外観も よく,大発電所にふさわしい設備となつた。

機器配置の概要

主発電機の主回路は端子から密閉母線で地下三階に引き込まれ、地下一、二階を貫通して地上の主変圧器に接続される。その間地下三階には計器用変圧器、中性点接地抵抗、地下二階には主回路断路器、電圧調整装置、界磁抵抗器、界磁用遮断器を、地下一階にはサージアブソーバ、計器用変成器を、いずれもキュービクルに納めて配置されている。

所内変圧器一次側は地下三階で 1,2 号発電機の主回

路から開閉器を経て密閉母線で分岐し地上の所内変圧器に接続されている。所内電源開閉装置は地下四階に配置され、地下五階の所内用発電機および地上の所内変圧器二次側および開閉装置相互間をすべて密閉母線で連結されている。これらの機器は発電機室前面の部屋に立体的にコンパクトに配置されている。

密閉母線

上記の各密閉母線の仕様は下記の通りである。

		発電機 主回路	所内一 次回路	所内二 次回路
定格電	压(kV)	23	23	6.9
使用電	压(kV)	13.2	13.2	3
定格電	流(A)	4.50	100	400
試験電	圧(kV)	60	60	25
衝擊電	压(kV)	120	120	60
	流(A, 2s)	43,000	75,000	7,500
最大耐電	"(波局個/	110,000	190,000	20,000
温度上	昇(°C)	35以下	35以下	35以下

第21図は 4,500 A 密閉母線のユニットの外観を示すもので、導体は各相にチャンネル型導体 2 本を組合せて、アルミニューム板製のシースで遮蔽され、三相一体に組立てられている。据付はこれらユニットを直列に取付け、内部導体を可撓導帯で、外部シースをバンドで接続すれば足りるので工事はきわめて簡単である。導体は放熱しやすい配置とし、接続部はすべて銀メッキを施し接触面の劣化を防止した。温度上昇は密閉状態で 35°C 以下に止めることができた。この種母線の温度上昇限度は 50°C とされているが、その重要性にかんがみ特に顧客の要望により、35°C を限度とした設計がなされた。第22図は現地据付状態を示したものである。

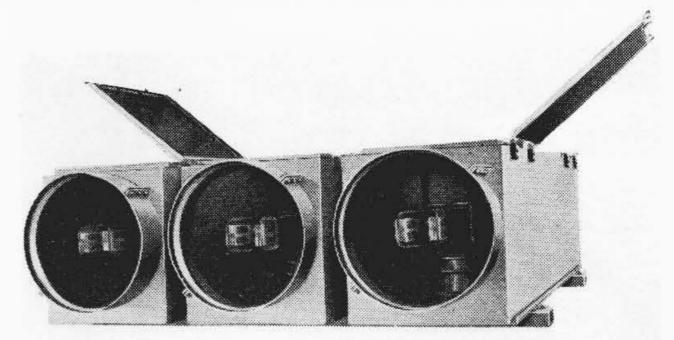
密閉母線は開放型母線に比して多くの利点を有しているが, それについて略述する。

(1) 短絡電流によつて生ずる線間の電磁力を小にすることができる。

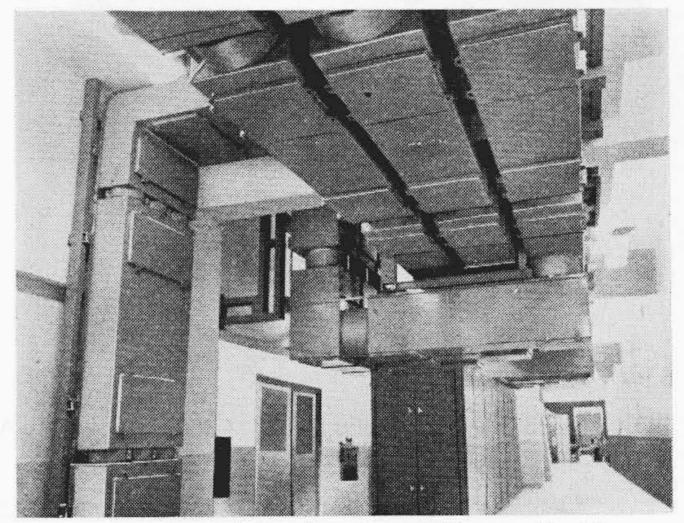
開放型母線においては3相の導体の電流と磁界との相互作用によって、短絡電流大なる場合は導体に強大な電磁力が働く。密閉母線においてはシース内の磁界強度はシースの遮蔽効果によって、著しく減少される。設計に当って綿密な基礎的研究がなされ、実測の結果アルミニームシースの場合、磁界強度は遮蔽なしの場合に比し約1/10に軽減されることを確認した。したがつて導体や支持碍子の機械的強度に対する安全率は著しく大となった。たぶしシースはこれに誘起される渦流によって機械力が働くため頑丈な構造になっている。

(2) 支持碍子の数の減少可能である。

上記の理由により開放型母線においては、機械力強大のため碍子に曲げ応力を受けないよう碍子を配置するため多数の碍子が必要となる。密閉型は碍子数を減じても



第21図 23 kV 4,500 A 密閉母線の1ユニット Fig. 21. An Unit of 23 kV 4,500 A Metal Enclosed Bus



第22図 23 kV 密 閉 母 線 の 外 観 Fig. 22. General View of 23 kV Metal Enclosed Bus Runs

なお高度の安全率を保ちうるので、接地事故の機会も減 少するわけである。

(3) 事故を局限することができる。

万一一線地絡が発生しても,これが相間短絡に発展するなどの事故の拡大がない。

(4) デットフロント (Dead Front)

全密閉のため鳥獣,汚損,誤触などによる事故の原因 となることがない。

(5) 建築,据付工事が簡単となる。

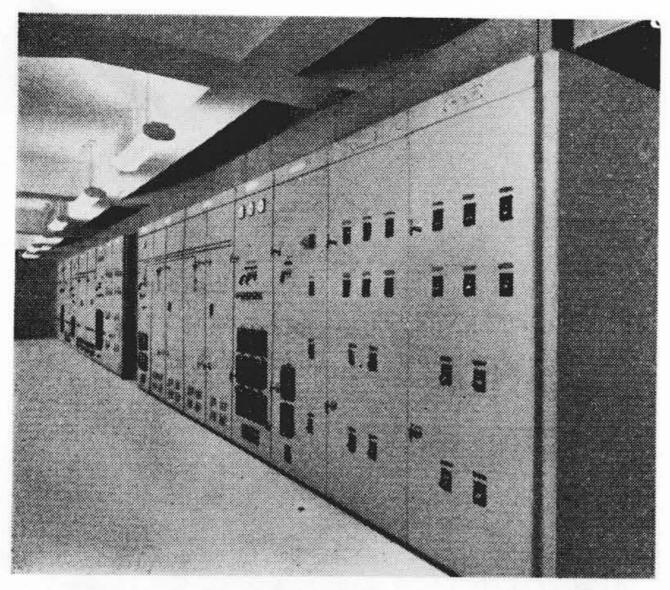
ユニットごとに工場組立試験の上発送されるので据付 容易であり、建屋の内部構造も簡素化され、大電流母線 では特に有利である。

主回路および分岐回路開閉装置

発電機主回路は遮断器を使用せず,23kV 4,500 A (13.2kV に使用)空気操作式断路器が使用されている。主回路から2,000 kVA 所内変圧器への密閉母線の一部に1,2号発電機回路からの切替用として断路器が使用されている。この断路器は変圧器の励磁電流を遮断するため自圧式消弧装置付のもので,実験の結果きわめて短時間に遮断しうることを確認した。

所内電源開閉装置

所内変圧器二次側および所内発電機から密閉母線で所 内用メタルクラッド開閉装置に引込まれる。遮断器は



第23 図 所内電源用メタルクラッド開閉 装置の一部

Fig. 23. A Part of Metal Clad Switch Gears for Station Service

6.9kV 100 MVA (3.3 kV に使用) とし, 所内低圧電源 用変圧器, 3,300/420 V 400 kVA, 3,300/210 300 kVA などすべて珪素樹脂処理の乾式のものを使用し、一切可 撚物を除去し、低圧側遮断器を含めてすべてキュービク ルに収められている。第23図はこれらの開閉装置の一部 を示すものである。

〔VI〕結 言

93,000 kVA 主機の記録的製品と相まつて,発電所建屋に調和してコンパクトに設置された。全閉鎖型設備方式による主回路,開閉装置などは配電盤および制御装置とともに,画期的記録製品であつて,今後のこの種主要発電所の設計上の規準となるものと考える。

これら製品の設計製作に当り,電源開発株式会社の関係者各位より与えられたる御指導に対し深く謝意を表する。

参考文献

- (1) 新原, 桑原: 日立評論 別冊 5 8 (1953)
- (2) 井沢: 日立評論 別冊 10 85 (1955)
- (3) 実用新案 第393953号
- (4) 伊藤, 河井: 日立評論 別冊 10 93 (1955)
- (5) 川井: 日立評論 別冊 5 83 (1953)
- (6) 実用新案 第417715号

日立製作所社員社外講演一覧(昭和30年10月受付分)

THE THE PARTY OF T

講演月日	主	催		演		題		所	属	講	演	者	i
9/28	電 写 研	究 会	1,500 c	/s 同 期	系に・	o 10	7	多賀	工場	Ŀ	村	民	夫
10/15	絶縁材料	研究会	絶 縁	油安定	度 研 究	の現	状	日立和	开究所	高	橋	治	男
10/30	電子顕微	鏡学会	生 物	微粒体の	乾燥によ	る変	形	中央码	开究所	土.	倉	秀	次
10/9	九州炭鉱	支術連盟	防爆	型ディーゼ	ル機関車	につい	て	笠戸	工場	浜	原		_
10/19	富山県化	学工業所	ダ ク	タイル	鋳鉄に	2 V	て	戸畑	工場	塩	谷	勝	喜
10/11	高圧が	ス協会	最 近	のガス圧	縮機に	5 W	て	川崎	工場	伊	藤		茂
10/21	労働科学	研究所	運	般 合 理	化と	実	際	亀有	工場	吉	田	武	俊
12/3	日本鋳り日本機材		脱范	湿 送 風	にっ	Ų.v	て	日立	工場	池	田		滋
11/28	日本機材	戒学会	油冷:	式多翼型回	転圧縮機	につい	て	川崎	工場	大	谷		巖
11/11~12	日本学術	振興会	鋼 種	簡易鑑別	法の研究	2 (第13 幹	是)	中央研	开究所	栗	田	常	雄
11/10	火力発電技	支術協会	最 近	0 - 9 -	ピンに	2 V	て	日 立	工場	加	藤	Œ	敏
11/10	火力発電技	支術協会	最近に	おける海外	の火力発電	iについ	-	日 立	工場	柴田		ラ寿フ	
11/1	色彩科学	学協 会	分光尽	え射率による	色管理法	につい	て	中央研	开究所	角	野	正	夫
$11/9 \sim 10$	燃料	協会	サイ	クロンファ	- ネスに	つい	7	日立和	开究所	河	原	誠	=
11/10	日刊工	業 新 聞	9 -	ビン潤滑油	に関する	諸問	題	日立和	开究所	高	橋	治	男
11/24	合成樹脂二 高 分 子			ノ - ル 樹 有機溶剤に対す 媒レゾールの溶		およびア		日立和	开究所	山高鶴	西野田	敬憲四	二三郎
10/16	日本機材	戒学会	各国	の原子	炉 研 究	の 現 :	伏	中央研	开究所	神	原	194271	
11/16	電力気象	連絡会	中部電	直力洞戸発電	所におけ	る雷実	測	日立石	开究所	笈]][俊	雄
11/9	日本鉄銀	岡協 会	質 量	分析計の金	属工業	への応	用	中央研	开究所	岡	本	潤	
11/12	京都府X紅	泉技師会	日 立	X線装置	の特長に	2 W	7	亀戸	工場	和	田	Œ	脩