

最近の調相機器ならびに制御装置

佐藤文雄* 川口彌二郎** 池田正一郎***

The Recent Phase Modifier Equipment and Controlling Equipment

By Fumio Satō and Yajirō Kawaguchi
Hitachi Works, Hitachi, Ltd.,
Shōichirō Ikeda

Kokubu Branch Works of Hitachi Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Noticeable improvement has been brought about in the demand and supply relation in power industry by the progressing exploitation of hydroelectric power almost on a nation-wide scale, and following it the problem concerning the reduction of power loss in distribution and transmission system has been coming to the fore, drawing the renewed attention to the employment of phase modifying equipment for the purpose.

Some time ago, Hitachi completed the Japan's first hydrogen-cooled synchronous phase modifier. It is now a remarkable trend in Japan that the synchronous phase modifier is built outdoors, exposed to weather, and uses hydrogen cooling system, since to this type of cooling are credited very low power loss, large durability and the higher cooling rate than air-cooled type and enables to build the machine in much reduced size.

The power condenser is another equipment that is contributing much to the power factor improvement, and such contribution is being strengthened by the use of better quality material, improved ventilation system and the larger feeding tank.

The control of synchronous phase modifier is done in one-man controlling system by means of sequence switches, while the automatic control of power condensers is by leading or logging reactive power relays. A rational operation is being realized for the power condenser by combining it with synchronous phase modifier in service.

In phases of protection and supervision for these equipments a radical improvement has been substantiated recently by the adoption of high sensitivity, high speed swing out relays and circular scale switchboard instruments.

〔I〕 緒 言

我国の電力事情は電源開発の進展につれて著るしく改善されて来た。これにしたがつて線路損失を減らして電力を有効に利用するために調相設備の問題が最近大きく浮び上つて来た。調相設備として終戦後新設された同期

調相機は同じ期間中に建設された水力および火力発電所用発電機総容量の僅か0.5%にも満たぬ容量であり、また電力用蓄電器も全体として必要容量から見れば問題にならぬ程度といわねばならない。

このことはせつかく発電された電力のうちおびただしい量が無為に消費されていることを示しており、ここに調相設備の重要性が改めて認識されその拡充が取上げられようとしている。

* ** 日立製作所日立工場

*** 日立製作所日立国分分工場

調相設備としての同期調相機は電力用蓄電器とはまた自から異つた特性を有している。冷却媒体として水素を使用することは相当古くから実施され多くの利点が上げられており、日立製作所においては戦前よりあらゆる面に対する積極的な研究を続けて来たが、東京電力花畑変電所の調相機に対し我国最初の水素冷却方式を実施した。大容量主要幹線の同期調相機は、水素冷却とすることが最も妥当でありかつこのことは常識化されるようになって来た。したがって本稿においては、水素冷却同期調相機についてその概要を説明したいと思う。さらに電力用蓄電器も多年の経験に基き幾多の改良が施され面目を一新するに至り、配電線における単独使用にあるいは大容量系統における同期調相機との協調にその需要を増大しつつある。

また一方制御装置も構造、外観、色彩などに多くの新設計が実施されると同時に計器、継電器の改良進歩と相俟つて制御方式、保護方式にも幾多の改良が施されている。以下本稿においてはこれらに対する概要を紹介し御参考に供したいと思う。

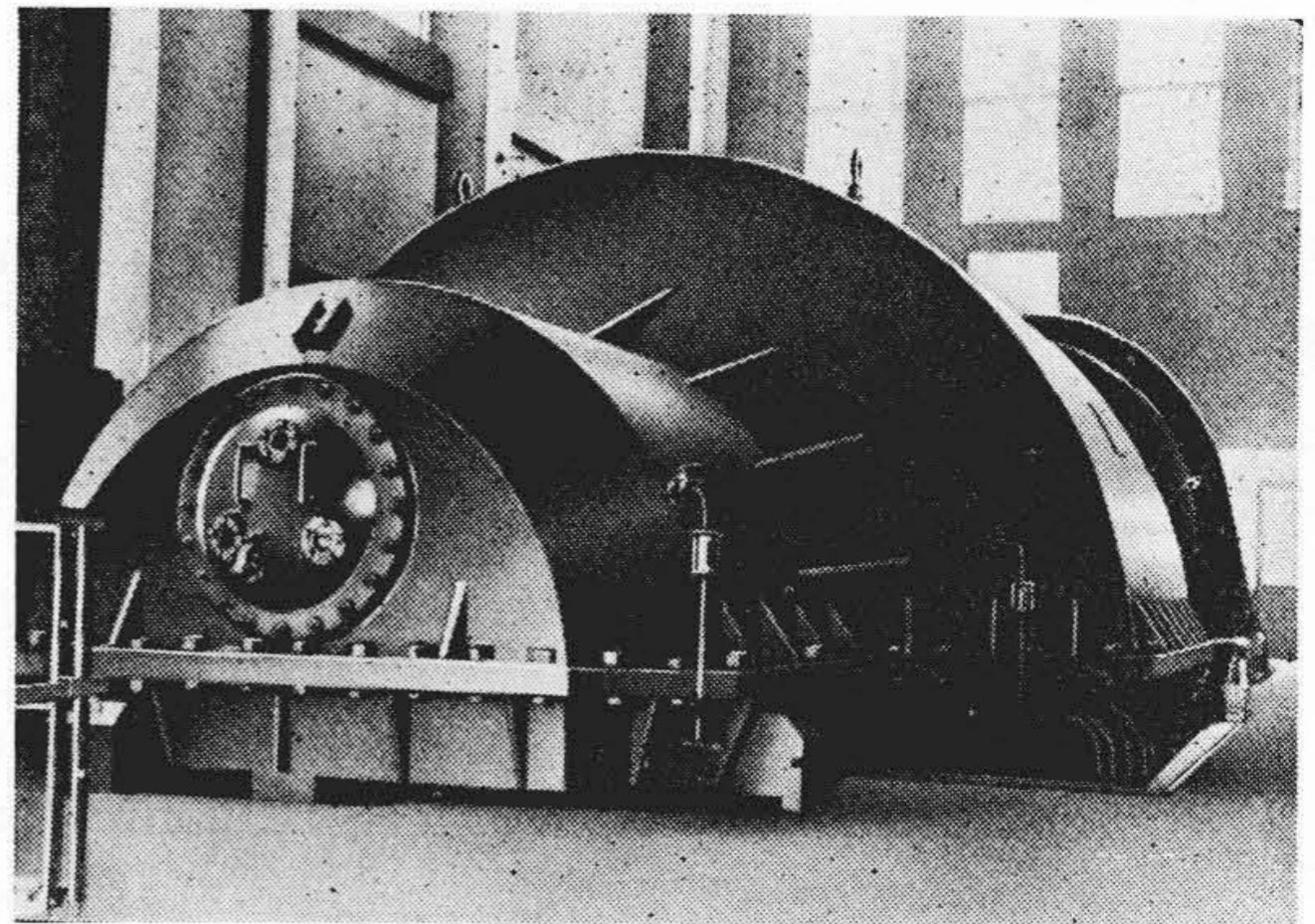
〔II〕 水素冷却同期調相機

回転電気機械の冷却媒体として水素を利用することは1921年にドイツで提案され、翌1922年 AEG 社の論文が発表されたことに始まる。さらにアメリカにわたつて1926年および1928年に GE 社および WH 社がそれぞれターボ発電機で試作を行つておる⁽¹⁾。試作時代を過ぎたこの方式は、気密ケーシングを軸が貫通する部分のない全密閉型の同期調相機にまず用いられ、1928年にはじめて 12,500 kVA 同期調相機が商用運転に入った。爾來欧米諸国では調相機およびターボ発電機に積極的に水素冷却方式を採用して来ておる。

日立製作所でもこの傾向に刺戟され 1943年、2,500 kVA 水素冷却ターボ発電機を試作し、一応の成果を収めたが⁽²⁾、戦争の苛烈のため研究の継続を中止するの止むなきに至つた。戦後再び本格的にこの問題を取上げ日立製作所の手により、東京電力花畑変電所の 15,000 kVA 同期調相機を水素冷却によつて 20,000 kVA 同期調相機に改造することに成功した。これが水素冷却機として商用運転に入った我国で最初のものであり、現在好調裡に運転を続けておる。

第1図は花畑変電所の 20,000 kVA 水素冷却同期調相機の外観を示す。

我国では前述のごとく同期調相機を製作する機会に恵まれないが、東京電力潮田⁽³⁾および第二鶴見の両発電所用ターボ発電機に用いて来た最もすぐれた水素冷却方式と、数多くの記録的水車発電機の製作経験はいかなる容



第1図 東京電力花畑変電所 20,000 kVA 水素冷却同期調相機

Fig. 1. 20,000 kVA H₂ Cooling Synchronous Phase Modifier

量のものでも十分満足に行く同期調相機を製作しうるものである。

(1) 利 点

同期調相機の冷却媒体として水素を使用した場合の利点はすでに幾多の紹介がなされており、今更うんぬんする必要もないがおもなるものを列記すれば、

- (i) 比重の小さい水素中で回転するため風損が少く、空冷の場合に比し損失を減少せしめうる。
- (ii) 熱伝導率が良好なるため、各部より持ち去る熱量が大きく、機械の温度上昇を低下せしめうる。したがつて同じ大きさの同期調相機では

水素大気圧の場合

空冷の場合の 125~130%

水素1気圧の場合

空冷の場合の 約 145%

水素2気圧の場合

空冷の場合の 155~160%

程度の出力を増加しうる。

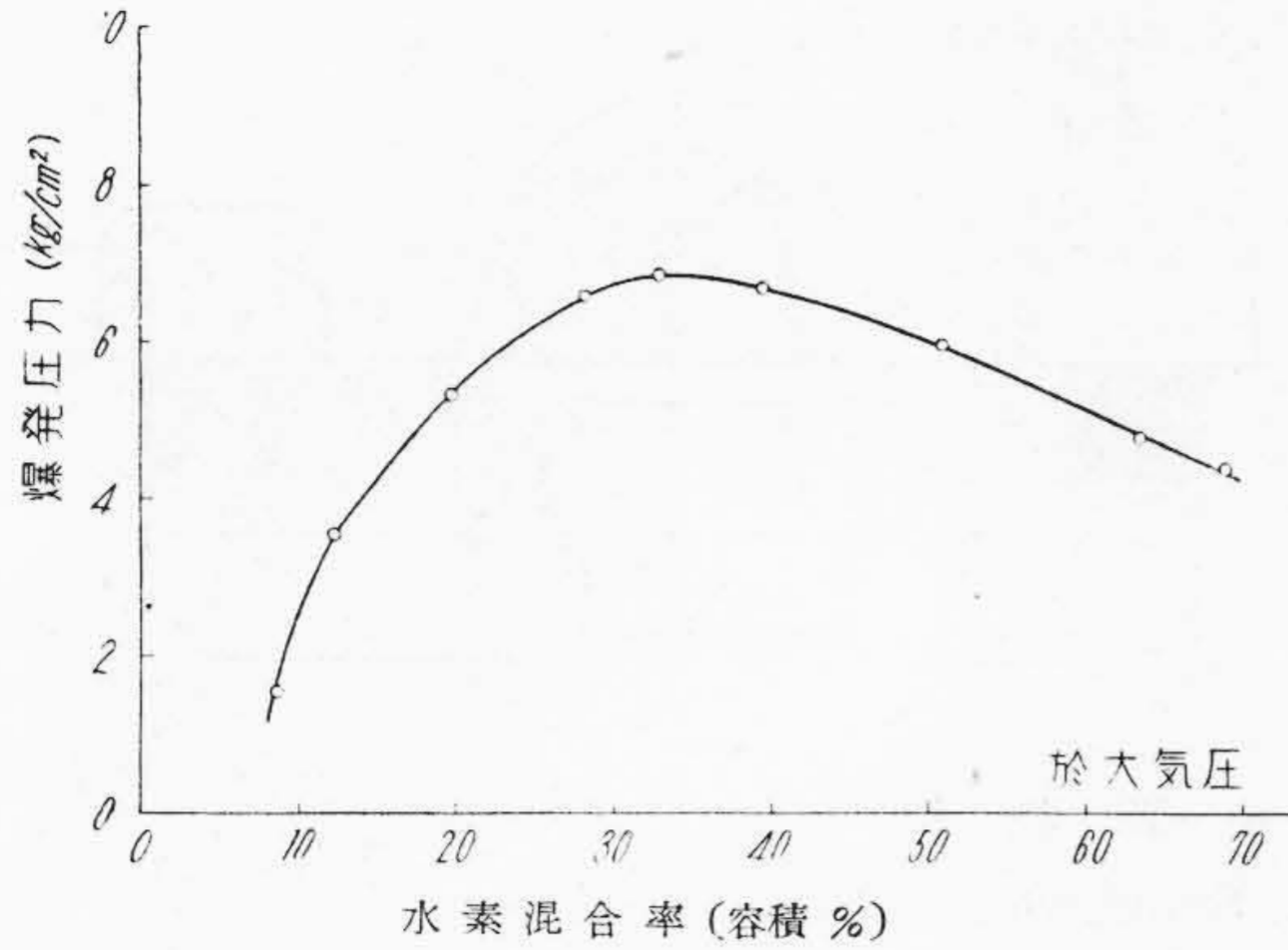
- (iii) 乾燥した水素を密閉しておるため、酸素および湿気が無く、コロナによる絶縁物の損傷も少く、絶縁物の寿命が長くなりまた機内に消火装置も不要である。

などである。

(2) 構 造

従来の空気冷却式同期調相機に比し水素冷却であるために特に構造上大きく変つて来る点はないが強いてその差を挙げれば、

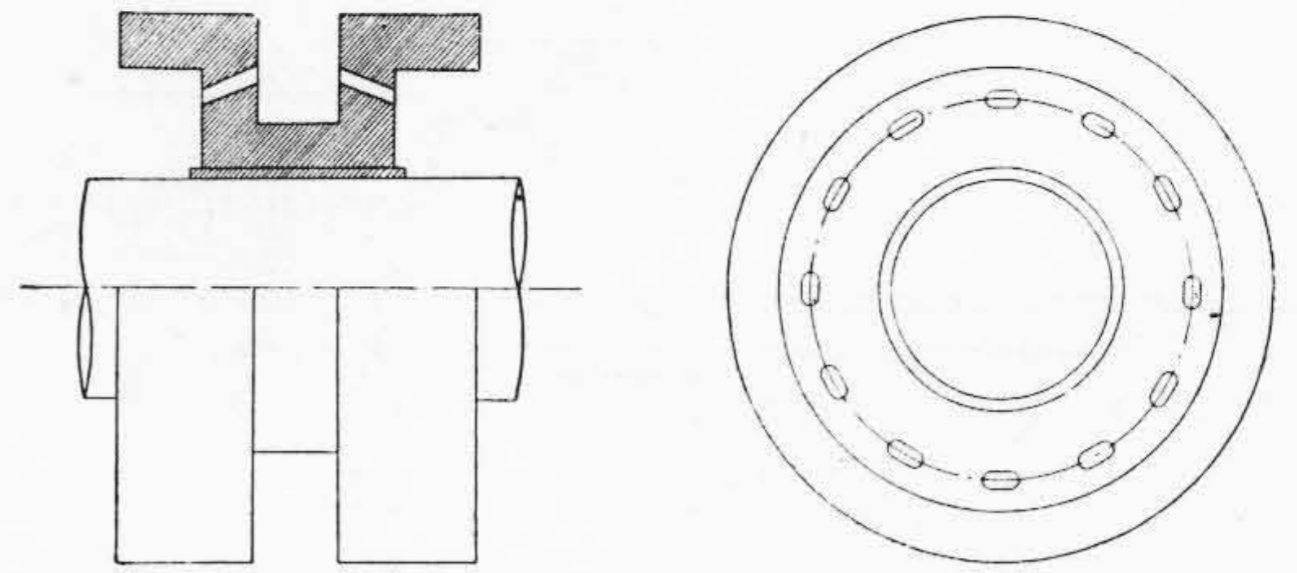
- (i) 水素を密閉する気密ケーシングを設ける。
- (ii) スリップリングおよび刷子を点検に便なるようケーシング端部に持つて来る。
- (iii) 完全密閉とする関係で、かならずガス冷却器を必要とする。



第2図 水素-空気混合ガス爆発圧力曲線
Fig. 2. Explosion Pressure Curve for Hydrogen-Air-Mixed Gas

の程度である。この中 (i) の気密ケーシングは絶対に水素の漏洩の無いよう合せ面を十分気密にし、特殊ガスを用いて工場で厳重な気密試験をなす。水素ガスは第2図に示すごとく純度 70% 以下にならねば爆発しえぬものであるため、常時 95% 以上の純度を保ち規定以下に下つた場合には警報するようになっており、また必要時には手動により随時補給しうる構造となつておる。同期調相機は最初懸念されたような爆発の危険は絶対がないが、万一爆発しても絶対安全な耐爆構造としての強度を持たせてある。

(ii) の刷子およびスリップリングは、点検に便なるよう端部に持つて来る外、運転中および停止中のいつでも本体の気密を破ることなく手入れおよび刷子の交換のできるよう油圧もしくは機械的な方法で本体と隔離された



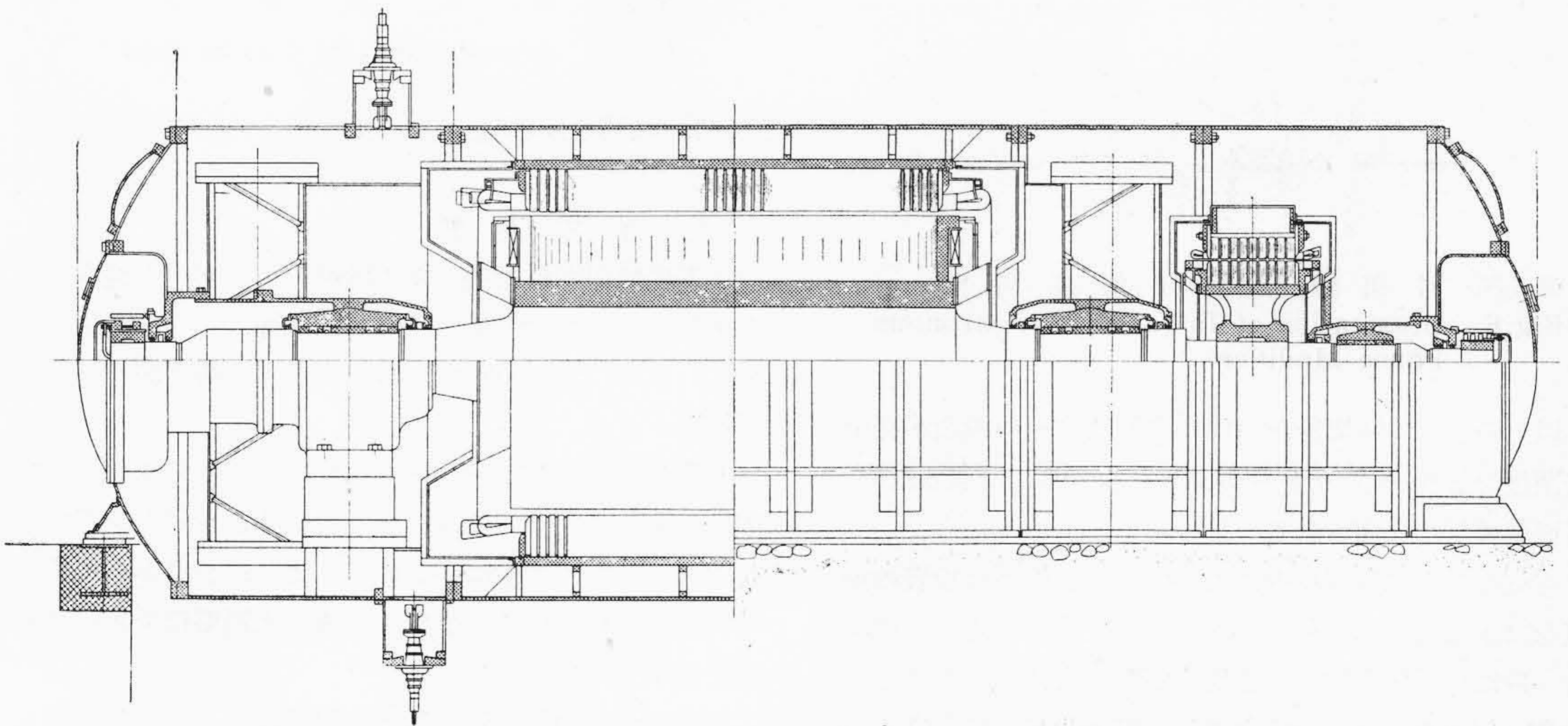
第3図 スリップリング Fig. 3. Slip Ring

別室を設けその中に配置される。またスリップリングの材質は水素ガスのために空気中では見られない異常磨耗を起さないものを選び、また第3図のごとく通風孔を設け、スリップリングおよび刷子の過熱することの無いようにしてある。

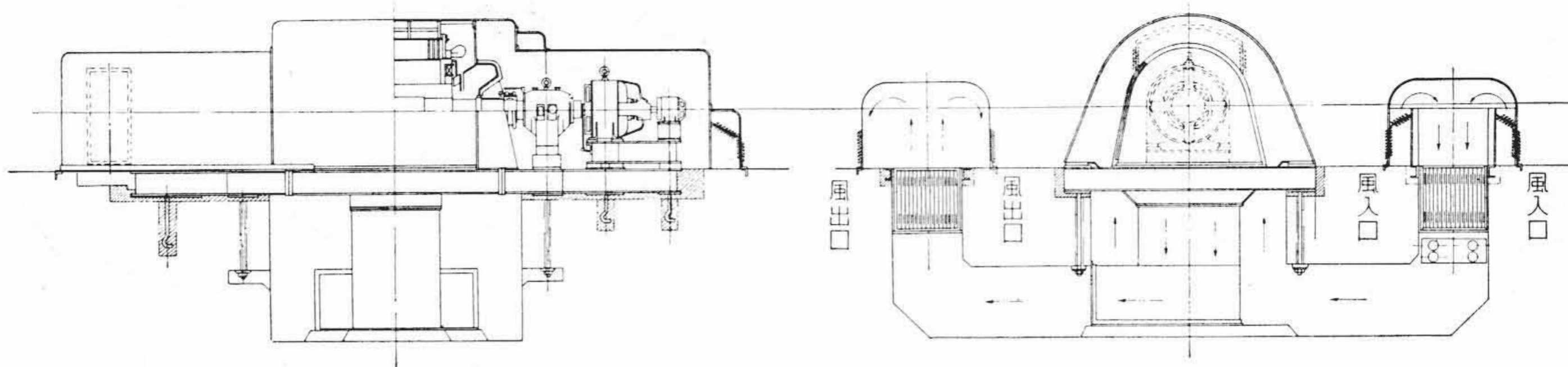
(iii) の冷却器の問題は、特に水素冷却機に限つたことではなく、従来も水素冷却を採用する程度の容量のものでは空気冷却器を設けるのが普通であるが、かならずしも空気冷却機が必要でないのに対して水素冷却機では密閉しておくためにならざる必要である。

また水素冷却の場合励磁機の駆動方法に問題がある。励磁機を別置の電動直流発電機とし本体の気密ケーシングを貫通する軸を無くし、完全気密ケーシングとするものと、調相機に直結するものがある。前者は励磁機駆動用電動機を必要とするが、励磁機および電動機を経済的な回転数に選ぶことが可能であり、また軸貫通部の気密装置および気密に使用した油の真空処理装置などが不要となり設備が簡単である。

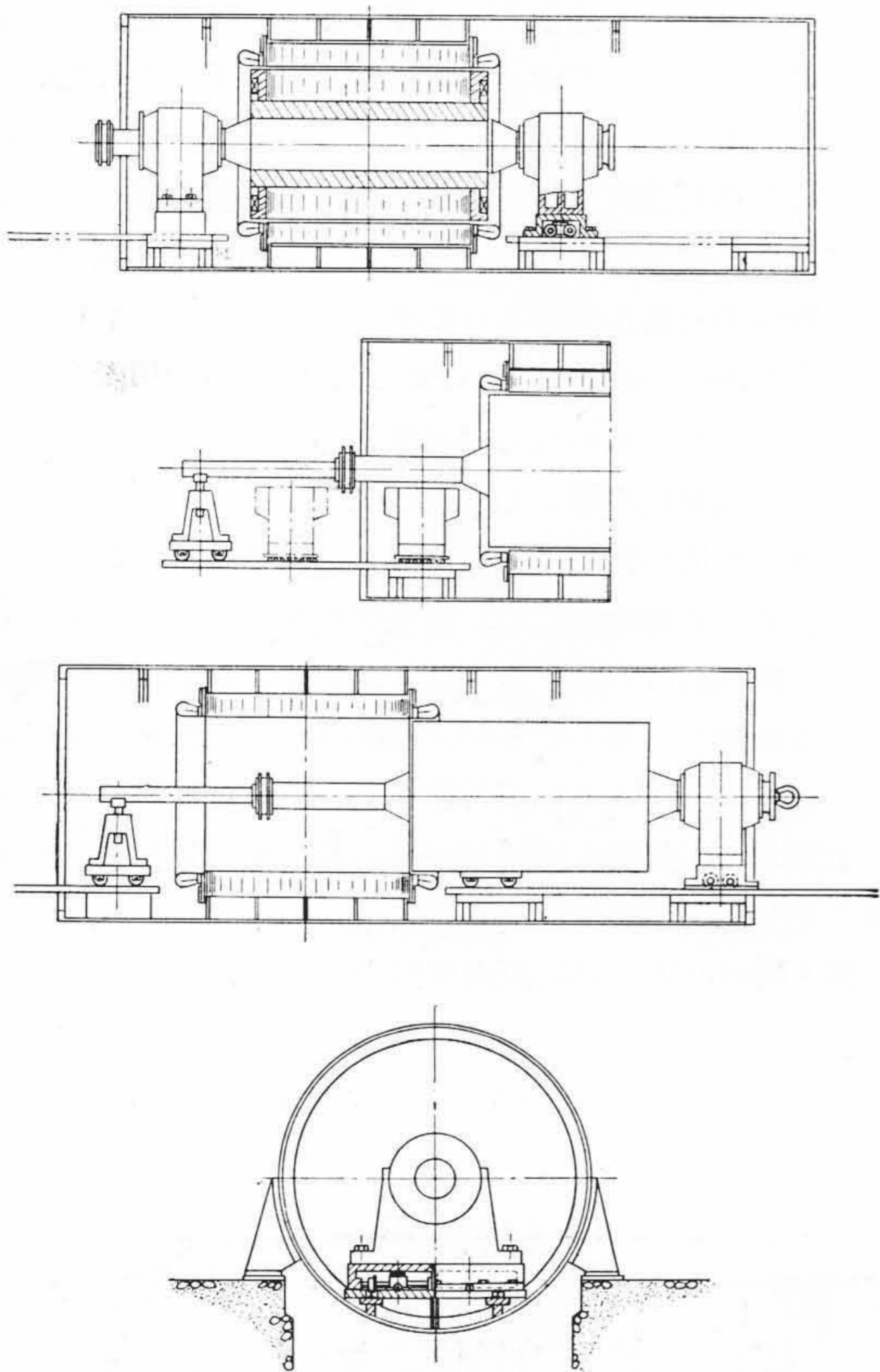
第4図は水素冷却同期調相機の一例である。



第4図 水素冷却同期調相機断面図
Fig. 4. H₂ Cooling Synchronous Phase Modifier



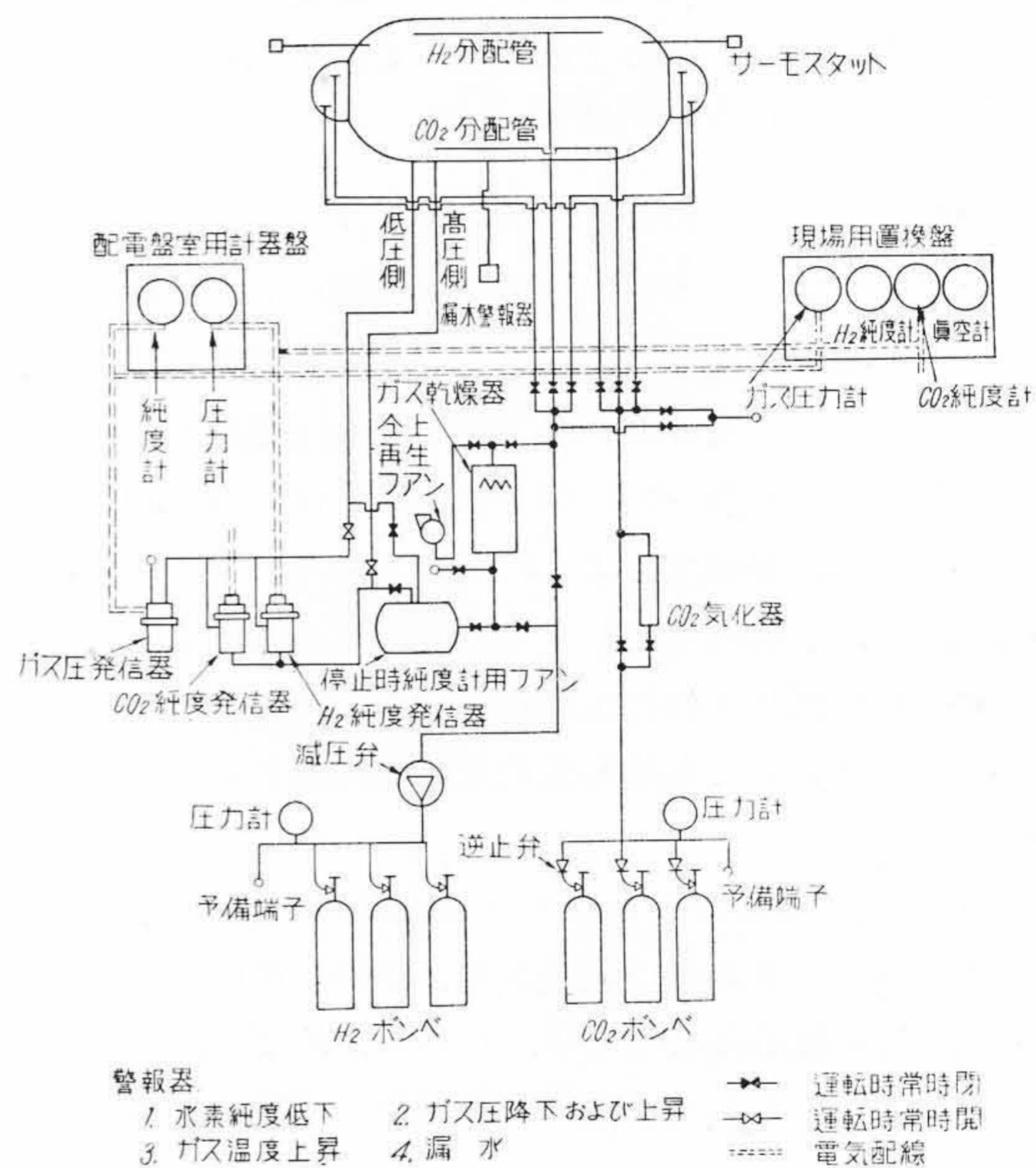
第5図 空冷式屋外型同期調相機
Fig. 5. Out Door Type Air Cooling Synchronous Phase Modifier



第6図 同期調相機分解説明図
Fig. 6. Illustration of Installing Synchronous Phase Modifier

以上のごとく水素冷却の同期調相機はその構造が完全密閉型であり、強固なケーシングでおおわれているため、普通屋外型を採用される。

空気冷却の同期調相機においても、最近では建設費の節減をはかる目的で屋外型が多くなって来ている。この場合一般に分解組立用の起重機も省略されることが多く、作業は起重機によつた場合に比し若干複雑とはなるが、簡単な組立用工具の使用によつて比較的容易に行いうる。第5図は空気冷却屋外型同期調相機、第6図は水素



第7図 ガス系統図
Fig. 7. Arrangement of Gas System

冷却同期調相機の回転子を引出す場合の一例を示したものである。

(3) ガス系統

水素冷却同期調相機のガス置換および機内の純度、圧力保持のための水素補充に対しては種々の方法が用いられているが、最も一般的なものを示すと第7図のごとき系統図となる。

気密ケーシングは完全密閉されておるため水素の必要補給量も極く僅かで済み、また比較的ポンベの入手は容易であるので、簡単に手動操作によりポンベから補給する方式となつている。またこの外に水電解槽を用いて水素を補給する方法もある。

空気と水素の置換には機内を真空にして、直接置換を行う方法もあるが、不燃性の炭酸ガスを媒介とする方法が最も普通の方法である。炭酸ガスは入手も容易であり

かつ空気および水素に比し比重大でこれらガスへの拡散率も低く、置換に要する時間が短く、最も爆発に対する安全度が高いなどの利点を持つ。

炭酸ガスによる置換の場合空気を水素に置換するには、最初炭酸ガスを機内空間容積の約 1.5 倍程入れ、中の空気を放出せしめれば炭酸ガスの純度は約 77% となる。次いで水素を容積の 2.5~3.0 倍程度入れれば機内水素純度は約 95% 程度となる。完全に所要の純度に達した後は水素圧力を目的とする圧力まで入れれば良い。水素を空気に置換する場合は上記の逆を行えば良く、この場合には機内容積の 2.5 倍程度の炭酸ガスを必要とする。

水素および炭酸ガスの純度計には種々あるが、最も信頼度の高いものは風圧式純度計および光学式純度計の両者⁽³⁾であつて、普通前者は指示、記録用とし後者は前者の補正用として用いられている。

(4) 経済性

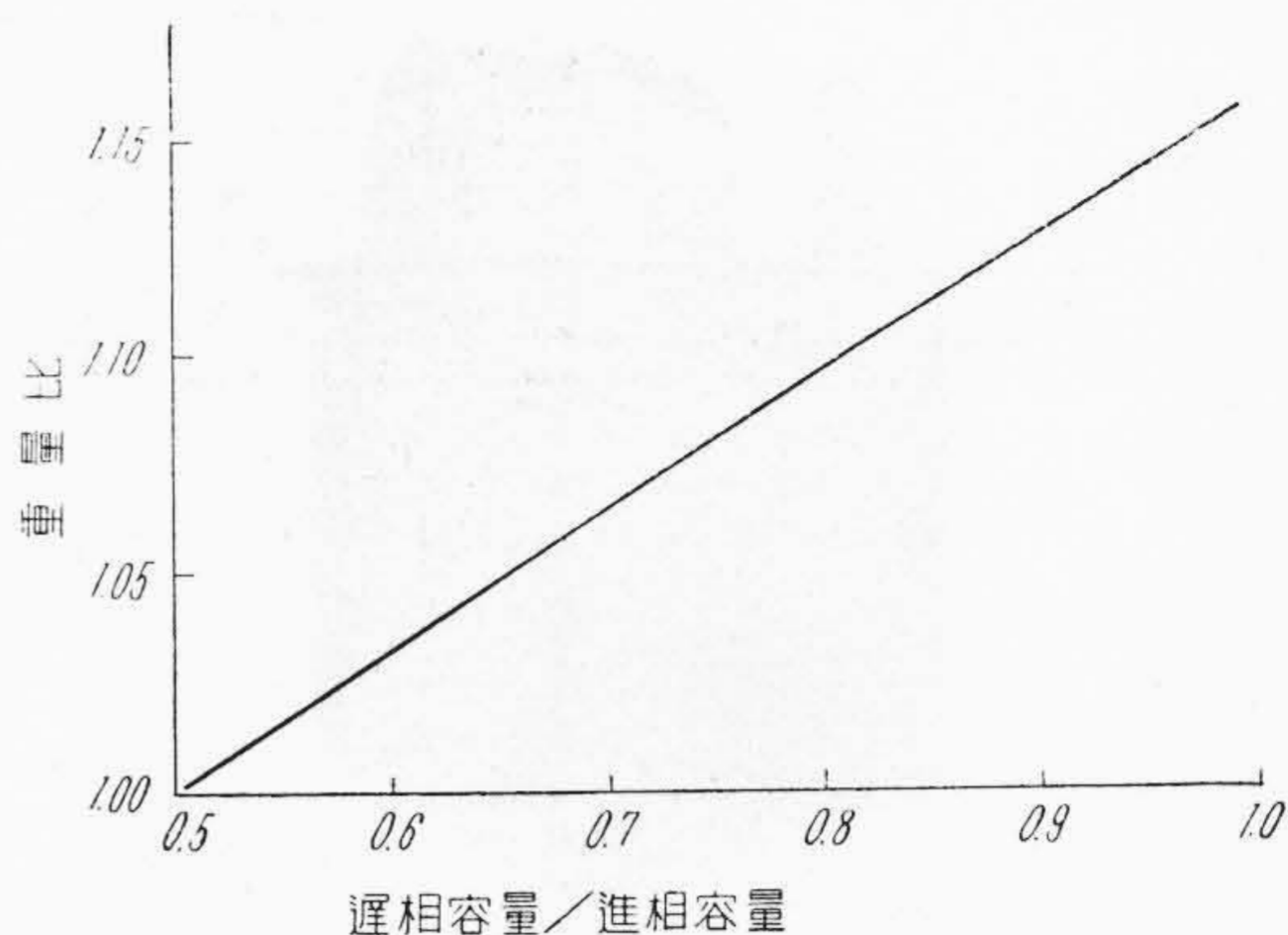
水素冷却とすれば運転損失が減少し、かつ機械本体を小さくすることができるが、その反面気密カバーおよび水素装置などの設備が増加するので、その経済比較は機器単独の価格、建設費および運転損失などを加味して比較せねばならず、結論的にいうには無理があるが、おおよそ 20,000 kVA 前後を境とし、それ以上の容量のものでは水素冷却方式が有利と考えられる。

また遅相容量による機器の経済性も調相機容量および遅相容量によつて異なり、複雑な問題であるが、30,000 kVA 前後ではおおよそ第 8 図のごとくなるものと思われる。50,000 kVA 前後でも若干数値的に差はあるがほぼ同じような傾向をたどるものと思われる。

(5) 起動および制動

起動方法には、自己起動および起動電動機による方法の二つがあり、起動電動機も誘導電動機によるものと、誘導同期電動機によるものとの二つの方法がある。それぞれ特長を持つておるが、一般には小容量の同期調相機を除いては起動 kVA、試送電および制動の点より考慮して誘導同期電動機による方法が普通である。この際の起動電動機の容量決定の要素としては、

- (i) 停止している同期調相機を起動せしめうる起動回転力を持つこと。
 - (ii) 同期調相機の風損、機械損に打勝つて、ある値の GD^2 を持つ調相機回転子を速度上昇せしめ同期に入れうること。
 - (iii) 同期電動機として調相機が線路に投入されるまでの間調相機損失を担いうること。
 - (iv) 試送電(線路充電)を行う場合は、そのときの調相機および線路損失を担いうること。
- などが挙げられる。



第 8 図 遅相容量と調相機重量との関係

Fig. 8. Relation between Lagging Capacity and Weight of Synchronous Phase Modifier

(i) に対しては同期調相機の所要起動回転力を小さくするよう油圧によつて調相機回転子を押し上げる方法を採用する場合がある。また起動時間が 3 分とか 5 分とかの場合は (i) によつて決定された容量で十分 (ii) の条件を満足する場合が多い。

(iv) の試送電を行う場合、そのときの線路損失および調相機損失の和は当然 (iii) の調相機無負荷損失より大なるため、試送電を行う場合は (iii) は十分満足される筈である。

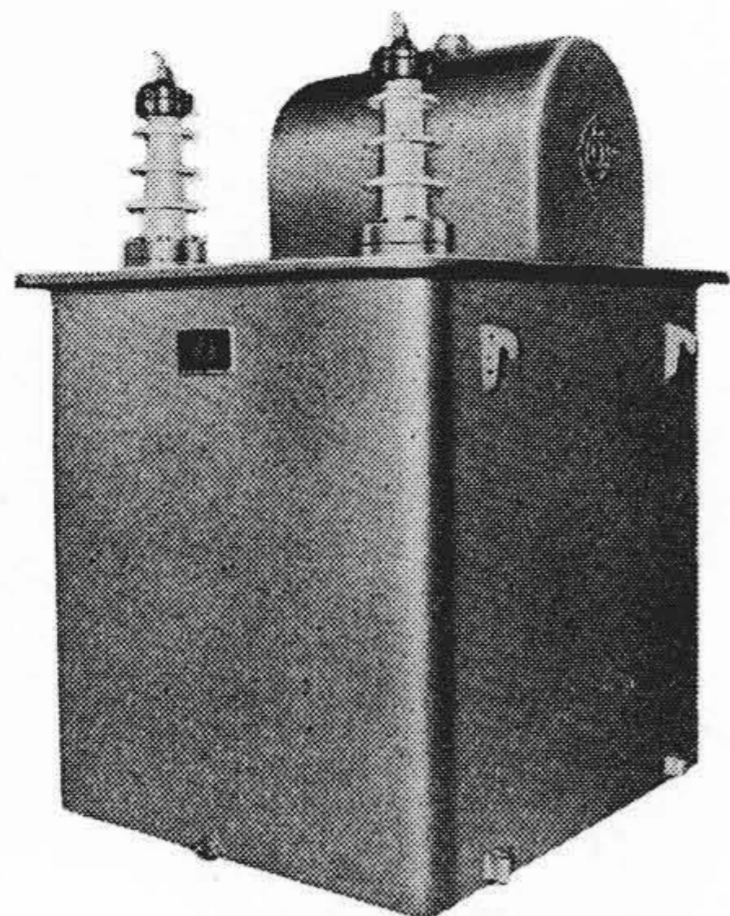
同期調相機と起動電動機の直結の際には、あらかじめ両機の内部相差角の差に相当する角度だけずらして直結されるが、その外に起動電動機界磁巻線を二相巻として各相の界磁電流を調整することにより調相機の位相を調整しうるようにする。

制動方法は起動電動機による発電制動を標準とし、そのときの負荷抵抗は起動抵抗を使用するを原則とする。

起動および制動の場合の起動電動機の励磁方式は、起動電動機の励磁電圧あるいは励磁機整流子、調相機スリップリングなどにより制約されるので、主励磁機から求めるか、あるいはべつに専用の励磁機を設けるかは、各々特長があり、いずれを可とするかは、その仕様により検討の上決定すべき問題と思う。

[III] 電力用蓄電器

電力用蓄電器の誘電体にかかる電位傾度は他の電気機器におけるとは大いに趣を異にしはなはだしく高い値に設計されているので、内部絶縁が外界気象の影響を極度に嫌うのは当然であり、完全密閉型にすることが最近の顕著な傾向の一つである。在来のものとても完全密閉には相異なるないが、パッキングによる油密構造部分を極力減少する方策が望まれている。そのためタンクとカバー

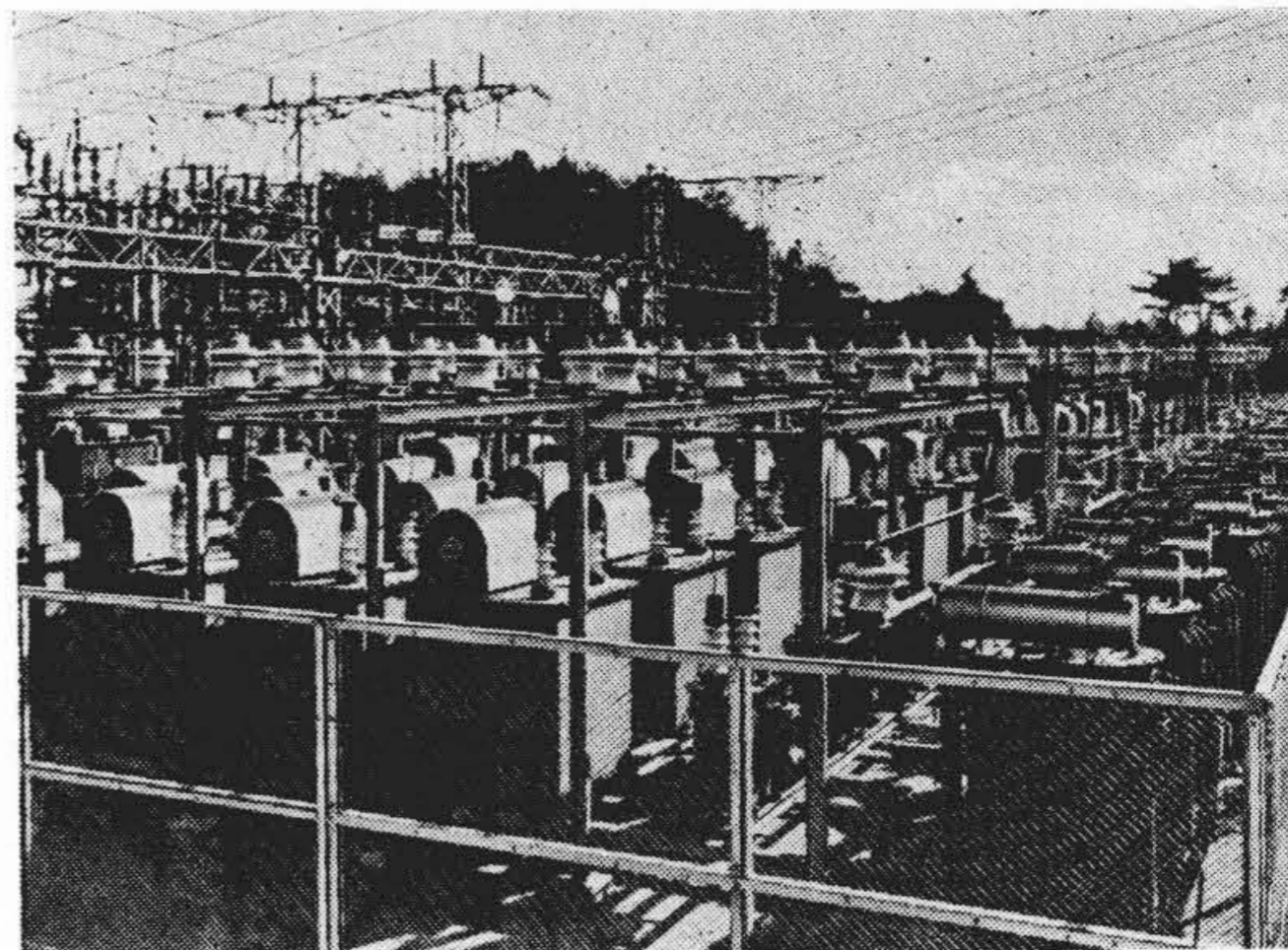


第9図 熔接型 417kVA 電力用蓄電器
Fig.9. 417 kVA Static Condenser Welded
between Tank and Cover

一間のパッキングをやめ熔接構造に改めることが行われている。日立製作所は 417 kVA でこの種構造のものを製作した。第9図はその外観である。また耐久度の点より見て特に注意を要する点はフィーディングタンクである。その材質の冶金化学的検査による最適材料の選定、内部応力完全除去の確認、フィーディングタンクの湿潤による発錆防止のための換気通風、大型フィーディングタンクの採用などはこの点に大きな進歩を見せた。

この際、処理を了つた中身が熔接作業のときに悪影響を受けないような構造および作業方法をとらねばならぬ。

一変電所に設備される容量は次第に増加されてこれに伴い必然的に単器容量を増大して台数を減じ電力用蓄電器自体の kVA 当りの単価を低下せしめ、配置費を節減して、全設備費を低減せしめることが要望されることになる。第10図は東京電力茨城変電所 20,000 kVA 設備であるが、今回さらに 10,000 kVA を増設されることになり、単器容量 417 kVA 熔接構造のものを日立製作所において製作中である。たゞこの際問題となるのは温度上昇が規格以内に収まるや否やである。電力用蓄電器は他の機器と異り容量と損失とが比例関係にあるが、冷却面積は容量の 2/3 乗に比例するから単位容量が大となる程損失と表面積との比が大となり器壁温度上昇は大となる。したがって従来のごとく平面器壁で温度上昇を許容範囲内に収めるには、単位容量に上限がある。現在 JEC 規格に規定されている最大容量は 300 kVA であるが、大バンクを形成するには、これでは単位容量が小さ過ぎるので一段階として 417 kVA (24台で 10,000 kVA バンクを形成する) を製造し、詳細な温度上昇試験を行つた。中身の配置構造については中身最高温部より器壁までの温度勾配は極力小さくなるごとく設計した。測定温度についてはすでに発表済みのごとく⁽⁴⁾器壁温度上昇は



第10図 20,000 kVA 22 kV 電力用蓄電器設備
Fig.10. 20,000 kVA 22 kV Static Condenser

従来の 300 kVA より増加したが、温度勾配が減少して中身最高部の温度上昇は十分の余裕をもつて JEC の規格に合格した。この結果より推定して器壁温度上昇を規定値の 25°C に抑えても平面器壁タンクで 600 kVA 程度までは単器容量として可能であることがわかつた。器壁の温度上昇が規定を超過しても、中身の最高温度が許容運転温度内にあれば差支ないと考えれば単器容量はさらに高くすることが可能である。

〔IV〕 同期調相機の制御装置

制御装置は起動方式、励磁機の直結または別置、冷却方式などによつて相異なるが、操作方式としては順序制御器による順逆制御方式を採用している。

以下その概要を説明する。

(1) 主機制御装置

最近の同期調相機は屋外型が多い。普通主機関係を収納した第一ハウジングと励磁機、各種補機類、開閉器、抵抗器などを収納した第二ハウジングとを設けている。

この内に起動用接触器キュービクル、水素ガス制御用キュービクル、HTD 型自動電圧調整装置用キュービクルなども収納している。なおべつに監視用の建屋を設けてその中に制御盤と計器盤、継電器盤とを設置している。制御盤は分離機型の操作盤と直立計器盤とその背面を継電器盤としたものが従来から採用されているが、最近は総括制御を容易にするため縮小型制御盤を要望される傾向が多い。指示計器は読取りが正確で容易な広角度目盛のものを使用している。

(2) 補機制御装置

補機は冷却方式によつて大きく相異なる。補機の操作は起動操作の進行に直接関係しない常時運転またはときたま運転する補機などは順序制御から除外し単独操作している。補機の内主要なるものたとえば軸受関係の送油

または冷却水ポンプなどは直流電動機操作の予備ポンプを設けて、停電または常用ポンプ故障停止などのときは自動的に起動するようにしている。補機の状態を表示するのに赤緑信号灯でべつべつに表示する方法と、集合ランプ表示器1箇に各々の状態を照明式文字で表示し一目で全体の状態がわかるようにする方法とがあるが、後者の方が監視に便である。

(3) 自動電圧調整装置

同期調相機の自動電圧調整器は、従来振動型が主として使用されていたが、現在はHTD型増幅発電機(Hitachi Tuning Dinamo)を主体とする無接点式定位置連続調整の自動電圧調整装置が性能もすぐれ保守が容易なため採用されている。これは水力発電所にはすでに多数採用され優秀な成果を収めている。調整誤差は $\pm 1\%$ 以内でかつ速応性もすぐれている。

調相機用として考慮された点は調相機を線路に並列投入する際両者の電圧を可及的に一致せしめる必要があり、このためにHTDを利用した点である。これは従来の電圧平衡式の調整継電器による方式に比し、さらに電圧差を少くしほとんど衝撃なしで並列投入が可能である。

(4) 起動制御

一例として誘導同期電動機起動、別置型励磁機の順序制御器による1人制御方式の場合について略述するとつぎのようになる。

順序制御器は二段操作で廻して引くことにより初めて操作回路ができるようになっていく。操作段階は停止、補機起動、起動、同期速度、励磁、運転の六段階である。操作の進行につれてランプ式集合表示器によつて透明文字を順次浮き出して行く。表示内容は一段階の操作においてもたとえば、圧油ポンプ、HTD、励磁機、刷子降着(起動電動機)、準備完了など細目を表示して監視を便にしている。ランプ表示器を見ながら一段づつ操作して行くことも可能であり、また任意の位置を選定しておけばその位置まで自動的に進行する。勿論最後の運転の位置を選定しておけば調相機の並列投入、起動完了まで全部自動的に行う。また順序制御器を一段づつ逆に戻して行けば起動と反対に順次停止せしめることもできる。さらに自動操作の途中から手動操作に切換えることも、反対に手動操作の途中から自動操作に切換えることも簡単であり、起動途中任意の点で停止することも可能である。

(5) 制 動

調相機の内部故障は保護継電器動作により、また火災などの非常時には、非常停止釦スイッチで制動急停止を行っている。制動は起動用誘導同期電動機による発電制

動を採用している。一般に制動時の励磁電源としては励磁機を使用するが、蓄電池を使用する場合もある。

また励磁機に電圧のある間は励磁機を使用し、ある値以下に低下すると蓄電池に切換える併用方式も採用している。また消火用炭酸ガス放出装置を設けている場合もある。

(6) 保護装置

保護装置として使用する継電器は性能的に最高水準のものを採用し埋込型または引出回転型としている。

故障時の対策を敏速適切に行うために故障表示もランプ式故障表示、補機も含めた信号灯点滅、照明式銘板、照光式模擬母線の点滅などを行うこともある。

復帰は警報停止、点滅停止、閉鎖継電器復帰の順に連動接続によつて順次行うようにしている。軽故障のときは故障原因が消滅すれば表示は自動的に消えるようにしている。故障種別の分類とその対策を示すとつぎのごとくなる。

(A) 調相機を停止し自動制動を行い電鈴によつて警報しかつ表示を行うもの

- 調相機軸受過熱
- 調相機相間短絡故障
- 調相機巻線接地故障
- 調相機回路接地故障

(B) 調相機を停止し電鈴警報、表示を行うもの

- 調相機過電流
- 調相機脱調
- 調相機過電圧
- 調相機低電圧
- 起動電動機過電流
- 起動電動機軸受過熱
- 起動電動機回路低電圧
- 調相機用励磁機駆動用電動機過電流
- 調相機用励磁機過電圧
- HTD 駆動用電動機過電流

(C) 調相機は停止せずブザーによつて警報し表示を行うもの

- 調相機軸受温度上昇
- 起動用電動機軸受温度上昇
- 励磁機軸受温度上昇
- 送油ポンプ停止
- 油 温 上 昇
- 油 圧 低 下
- 油タンク油面低下
- 送油ポンプ用電動機過電流
- 冷却水ポンプ用電動機過電流
- 冷却ファン用電動機過電流

水素ガス圧力低下
 水素ガス圧力上昇
 水素ガス純度低下
 水素ガス温度上昇

〔V〕 電力用蓄電器の制御装置

最近末端変電所において負荷の増大による配電線の容量不足が問題となつている。そのために変電所の増設や三相四線式による昇圧等の対策が行われている。また電力用蓄電器の採用も進められている。

電源開発の進展につれて一次変電所における調相設備として、同期調相機との協調による電力用蓄電器適用の問題も取上げられるようになった。これらは新しい問題ではないが電力用蓄電器の信頼度が向上したため最近その傾向が著しくなつてきた。

(1) 電力用蓄電器の制御

電力用蓄電器の制御に当つて考慮されている点は大略次のごとくである。

(A) 電力用蓄電器は直線的な力率改善はできない。系統に対して進相容量の段階的挿脱を行うことになるので、一群の容量を過大にすることは好ましくない。したがつて負荷条件を含めて適当に分割されなければならない。

(B) 自動的に蓄電器を挿脱する場合、単に回路電圧または負荷力率に応じて操作するより負荷の進みまたは遅れ無効電力量に応じて操作を行うのが最も適切な方法と考えられる。日立製作所としては従来からこの方法を採用している。

(C) 自動操作を行う場合検出継電器にかならず時延継電器を組合せて瞬間的な負荷変動で無用な操作を頻繁に行わせないようにしている。

(D) 同期調相機と協力して系統の無効電力を調整する場合蓄電器の分割容量は調相設備全体としての電力損失を最少とすることを目安として決定する。そして同期調相機の無効電力量があらかじめ整定された限度に達したとき蓄電器の挿脱を行う方式としている。この場合考慮せねばならぬことは負荷急減したときの異常電圧の問題である。これは送電系統の諸条件によつて左右されるが一応検討を加える必要がある。たゞし保護装置としては電圧がある限度以上になればまず蓄電器を切離して同期調相機の自動電圧調整装置に任せ、なおかつ電圧上昇すれば調相機を停止せしめるようにしているので心配はないようになつている。

(E) 蓄電器を回路へ挿入する場合考慮せらばならぬ一つに突入電流の問題がある。これは蓄電器の容量とすでに投入されている蓄電器群の容量に主として関連するものであるが、あまり過大になると系統への影響と投入用遮断器の接触部の損耗が大きくなる。このために蓄電器回路に波形改善用を兼ねた直列リアクトルを挿入している。さらに容量によつては遮断器に投入時の突流を抑制する抵抗器を附属せしめている。日立製作所としては回路電圧にもよるが大体 2,000 kVA 位から抑制抵抗器付の遮断器を使用している。

(2) 電力用蓄電器保護装置

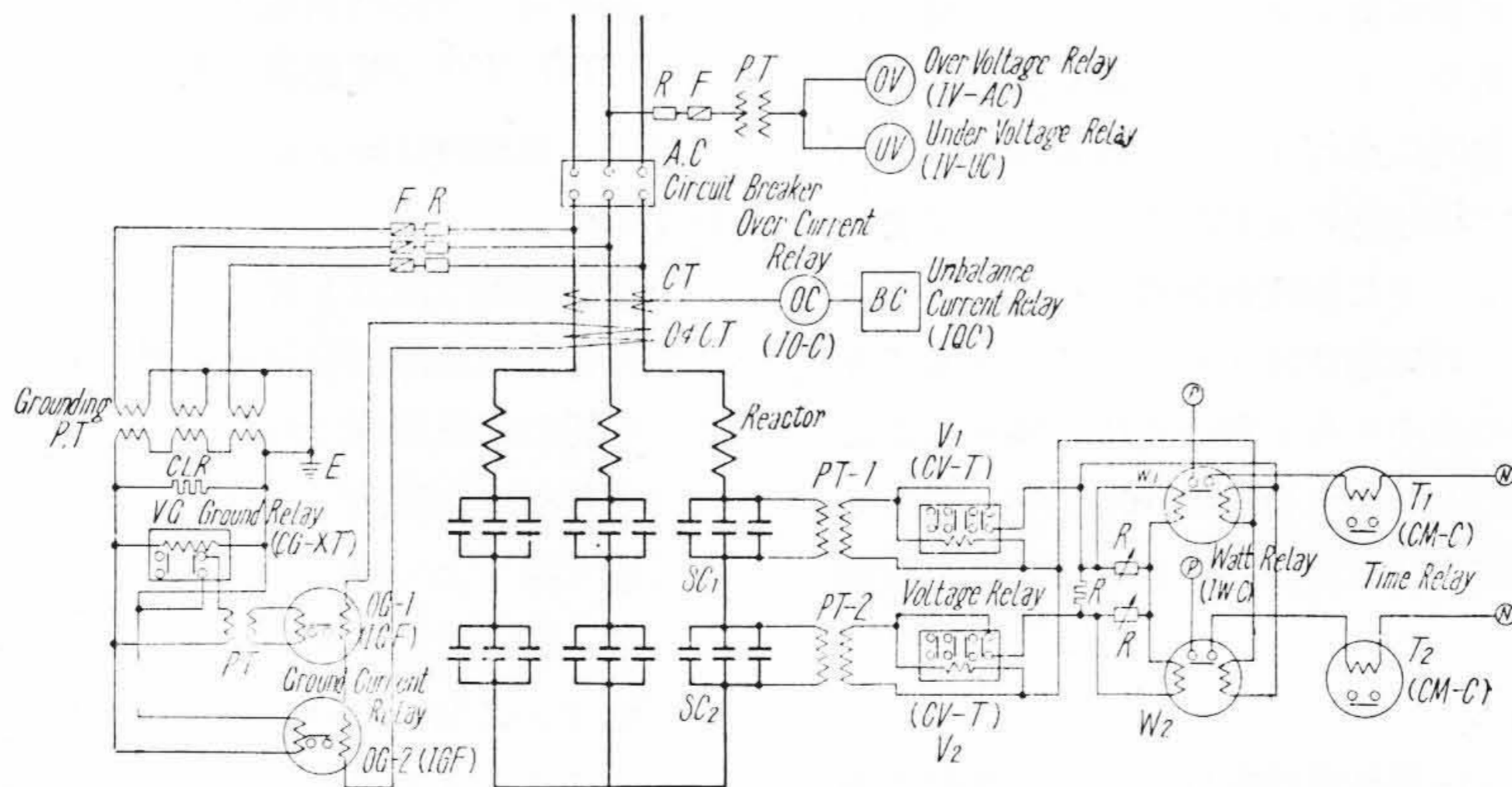
保護装置の概要はつぎの通りである。

(A) 異常電圧上昇

負荷の急減等の場合電圧が急上昇する。かゝる場合この値が一定値以上に達すると過電圧継電器によつて蓄電器を切離すようにしている。

(B) 停 電

停電または回路電圧異常降下のときは同じく蓄電器を切離している。これは停電回復時の突流を防止するためである。



第11図 電力用蓄電器保護方式接続図
 Fig. 11. Connection Diagram of Protective Relay System for Static Condensers

(C) 短絡保護

これは普通の過電流継電器を使用し同じく蓄電器を切離している。

(D) 電流不平衡

蓄電器三相中の一部が短絡事故を起すと電流の不平衡を生ずる。これによつて三相式電流平衡継電器を動作せしめて保護遮断を行つている。10%程度の電流差で動作するものである。

以上が通常用いられている保護方式であるが大容量のものに対してはつきのごとき保護を併用して万全を期している。(第11図参照)

(E) 蓄電器内素子の断線

蓄電器1箇の内部は通常10数箇から40数箇の並列素子からなつている。この一素子の断線は僅かな電圧差として現われる。これによりいずれの相、いずれの群に事故が発生したかを検出して(第11図 W_1, W_2) 遮断または警表報示を行う。

(F) 蓄電器短絡保護

前記電流不平衡継電器のみではいずれの相のいずれの群の短絡か明らかでないため電圧継電器(第11図 V_1, V_2)によつてこれを検出し区別を明らかにしている。なおこれを電流不平衡の後備保護としても使用する。

(G) 接地保護

静電蓄電器回路の接地は接地継電器によつて選択保護

を行つている。いずれの相、いずれの点に接地事故が発生したかを区別して表示することも可能である。第11図は前記(E), (F), (G)各項に対する保護方式の一例を示すものである。

[VI] 結 言

以上調相設備に関し最近の傾向とこれらに対する日立製作所における改良進歩の概要を説明した。同期調相機としては水素冷却屋外型の採用は今や必然と称して過言でなく電力用蓄電器も調相機との併用や単独使用に今後ますますその採用が増大して行くものと考えられる。機器の改良進歩には限度というものはない。われわれもさらに研究を重ねると同時に御使用者各位の御協力によつて、より優秀な機器の設計製作に努力し、相共に我国電力事情の改善に貢献しうることを心から念願するものである。

参 考 文 献

- (1) M.D. Ross and C.C. Sterret: T.A.I.E.E. Vol. 59 (1940)
- (2) 北村: 日立評論 27 1 (昭 19-1)
- (3) 綿森, 佐藤, 菊地, 高林: 日立評論 35 1137 (昭 28-8)
- (4) 村山: 日立評論 35 401 (昭 28-2)

Vol. 16

日 立

No. 6

「家庭用電気機器」特集 (6月25日発行)

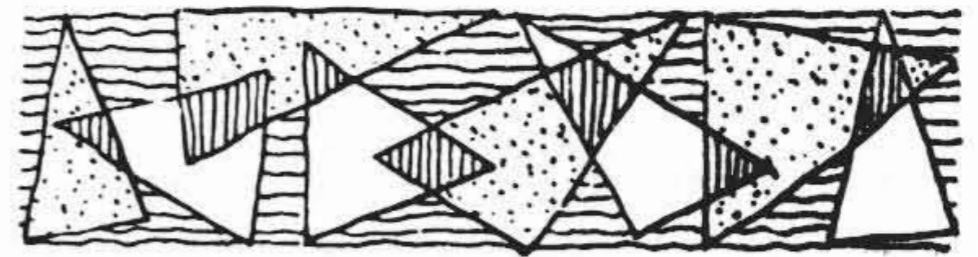
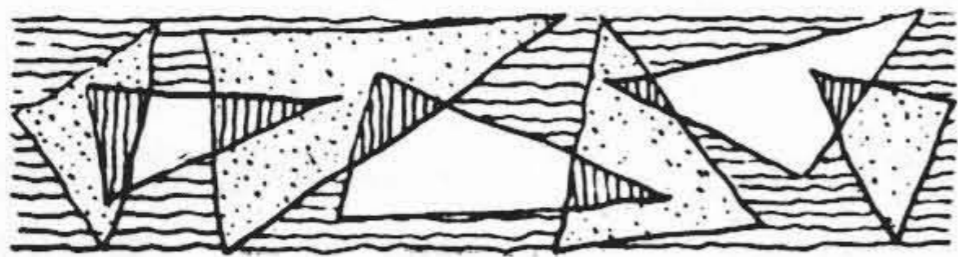
この一冊あれば家庭用電気機器のことはなんでも解ります。家庭の主婦は勿論中学、高校生にも解り易い記事を満載しています。

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| ◎ ウインドタイプエアーコンデショナー | ◎ 八 木 ア ン テ ナ |
| ◎ 扇 風 機 と 換 気 扇 | ◎ 電 話 器 |
| ◎ 電 気 冷 蔵 庫 | ◎ 螢 光 ラ ン プ 及 び 照 明 器 具 |
| ◎ 電 気 洗 濯 機 | ◎ 電 球 |
| ◎ 電 気 井 戸 ポ ン プ | ◎ 電 線 |
| ◎ テ レ ビ 用 受 像 管 | ◎ 電気機器の使用に際して知っておきたいこと |
| ◎ ラ デ オ 用 真 空 管 | |

東京都千代田区丸の内1ノ4
(新丸の内ビルディング7階)

日 立 評 論 社

誌代 { 1冊分 ¥60 千6
6冊分 ¥245 (送料共)
12冊分 ¥490 (送料共)



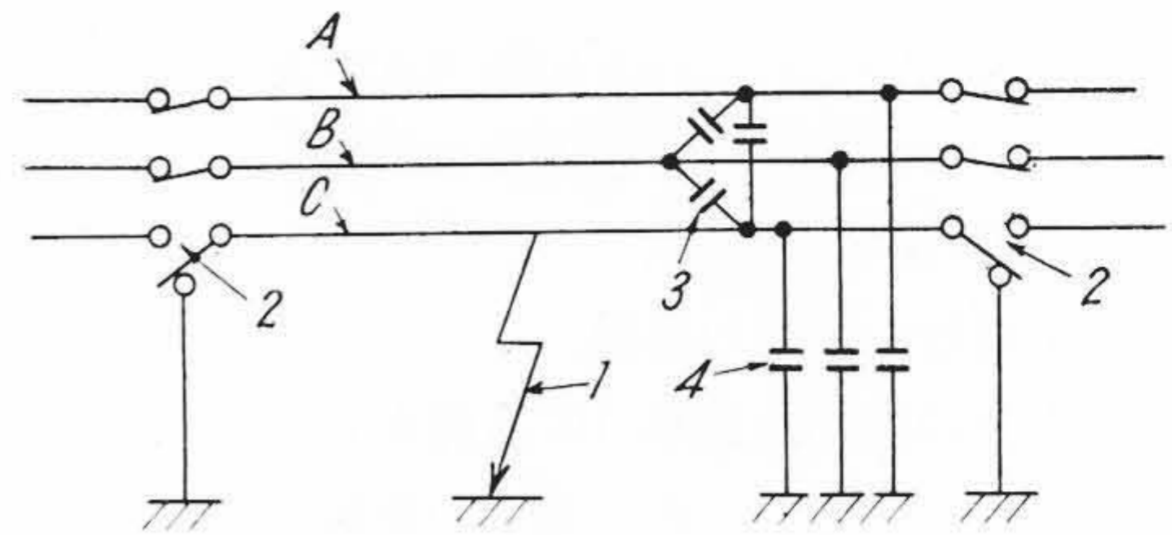
実用新案 第404299号

前川 幸一郎・藪野 亥石

单相再閉路遮断装置

電力系統の極限電力は、保護継電器によつて故障線を選択遮断せしめるよりも、三相再閉路遮断器を使用した方が大きく、三相再閉路遮断器よりも单相再閉路遮断器を使用した方が極限送電電力はさらに増大することは周知である。

現在国内で計画中の 250 kV 送電線においても、单相再閉路遮断器を使用することができれば、三相再閉路遮断器の場合よりも 40,000 kW の送電電力の増加が可能で、これは経済的見地からみて重要問題である。この原因について説明すれば、両端で故障線を開放し故障電流を遮断しても、遮断前に故障電流が流れていたイオン化された電弧路を通して、隣接する二相の活線から相互静電容量による容量性続流が流れる。しかしてこの続流が自然的に消弧されたとき、故障線には対地静電容量と相互静電容量との関係から定まる静電誘導電圧が現われるのである。容量性続流は送電電圧と線路の長さとの比例し、静電誘導電圧は送電電圧に比例して増大する。しかしてこの続流の消弧時間はこれらの増大とともに漸次遅延するため、超高圧送電線ではその適用が困難となるのである。米国および独乙においても静電誘導電圧が 30 kV を越えるような送電線になると、单相再閉路遮断器の適用は不可能とみなされており、可能な適用は送電電圧 220 kV までの範囲であろうというのが諸外国の定説となつている。容量性続流の消弧時間が延びるからといって、单相再閉路遮断器の無電圧時間を長くするということは過渡安定度の見地からできない。その結果单相再



閉路方式を放棄して三相再閉路方式を使用し、折角超高圧送電線を建設しながら、送電電力減少の犠牲を甘受しなければならないのである。

本案は前記続流の消弧時間をきわめて短時間に制限し、もつて線路の輸送電力の増大を計らんとするものである。図は本案装置を示すもので A, B, C は三相送電線、1 は故障点における容量性続流の通路、2 は单相再閉路遮断器、3 は相互静電容量、4 は対地静電容量を示すものである。单相再閉路遮断器 2 は故障線の両端を開放して故障電流を遮断すると同時に、故障線を接地し故障点を流れるべき続流を故障点からこの接地点に移行せしめ、故障点の絶縁回復を迅速にして遮断器の無電圧時間を短縮し、かつ再閉路の直前にこの接地を開放する双投接触部を備えてなるものである。

本案によれば、過渡極限電力を最大とする单相再閉路遮断器の適用に際し、容量性続流の消弧時間を大いに制限し、送電電圧および線路の長さに関係なく、迅速なる再閉路を可能にして系統電力の輸送量を劃期的に増大することができる。 (滑川)

