



調相機器及びその制御について

高 林 乍 人^{*} 村 山 隆 男^{*} 小 林 哲 郎^{**}

Synchronous Phase Modifiers, Static Condensers and their Controlling System

By Hayato Takabayashi, Takao Murayama
and Tetsuo Kobayashi

Hitachi Works and TagaWorks, Hitachi, Ltd.

Abstract

This paper deals with the comparison between the power static condensers and the synchronous phase modifier which are used to regulate the power factor of transmission lines, and also gives their respective features.

The merits of static condensers for power use are ; little power loss, requires small rupturing capacity for circuit breakers, handy to install, namely, when to increase capacity, addition of unit condensers will enable it.

Those of synchronous phase modifiers are able to have not only the phase advancing capacity, but also the lagging one, gives advantageous effects in stabilizing the transmission system, and is able to take contingent overloads.

From the economic point of view, power condensers are advisable for ratings up to 3,000 kVA.

Higher the speed is, smaller is the weight of a synchronous phase modifier, but the speed is limited by its mechanical strength. The limit will be, using the materials new available and in the case of air-cooled 60 cycle machines, about 50,000 kVA for 720 r.p.m. and 80,000 kVA for 600 r.p.m.

The hydrogen cooling method has not been adopted up to now in Japan, though studies on it have been made. But modifiers of over 20,000~30,000 kVA will be able to utilize the method.

In the Hitachi's cooling system, hydrogen is always feeded by a small electrolytic cell, not using hydrogen pressure vessel.

Insulating papers for static condensers before the war had been using Swedish made pulp as material. After the war, domestic made pulp was used, and for some time the products had large dielectric loss, but succeeding researches and improvements in processing have enabled to get as good quality products as before the war.

Our Hitachi Works had made static condensers of 70,000 kVA in capacity and maximum 66 kV in voltage before the war, and the record after the war is that

* 日立製作所日立工場

** 日立製作所多賀工場

of about 100,000 kVA in capacity.

To detect insulation deterioration in power condensers, the insulation resistance method and the method to measure the power factor of a dielectric are used, but both are not accurate enough.

The most reliable way will be to measure the temperature characteristic of the power factor of a dielectric.

[I] 緒 言

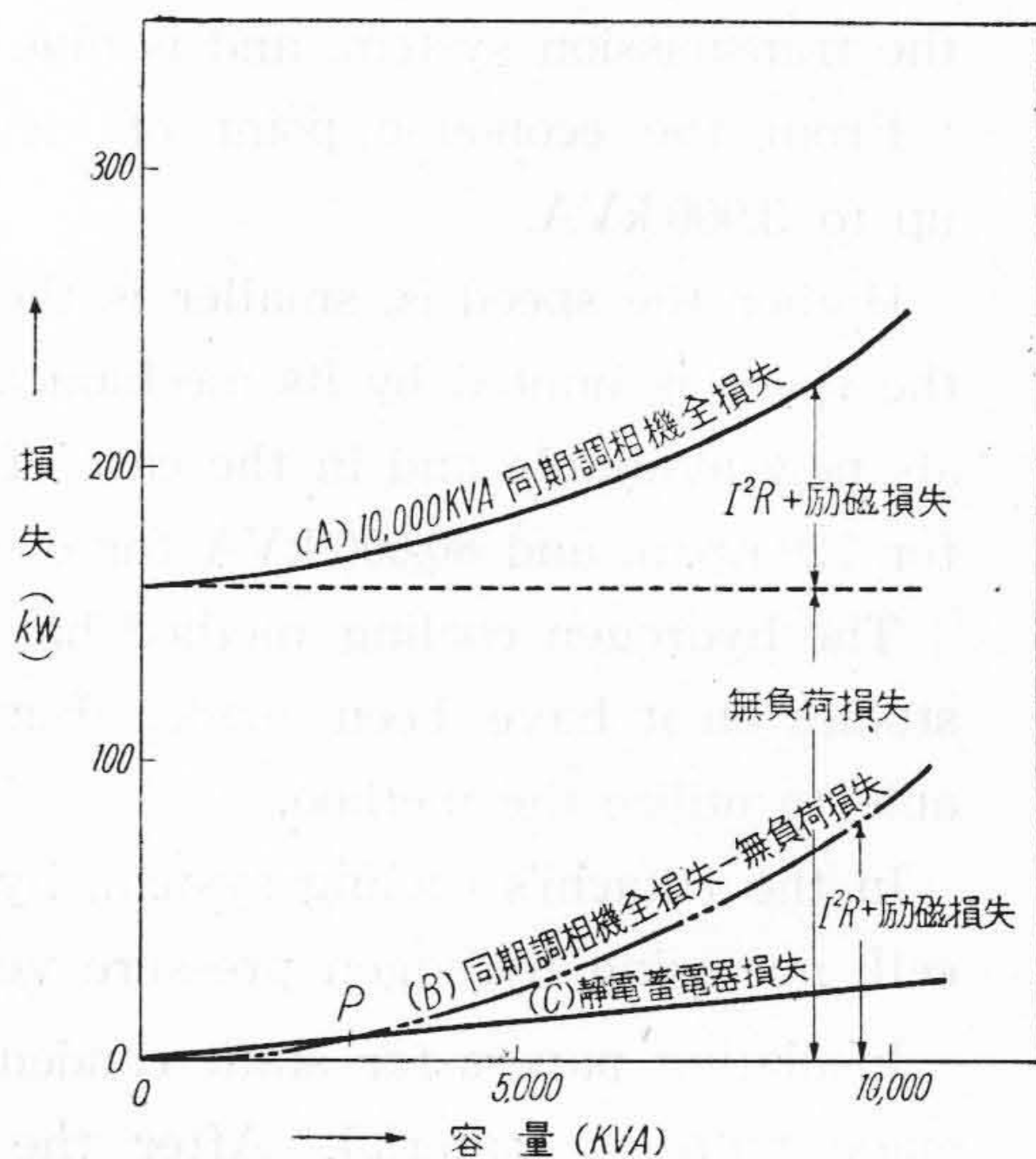
大電力送電系統においては、周知の如く定電圧送電方式が採用せられている。送電電圧の調整には、発電機の電圧調整器によつて、容易にその目的が達せられるが、受電端においては、無負荷時には線路の充電電流による電圧上昇を防止し、負荷時には、線路リアクタンスによる電圧降下を補償するために、特に調相機器を設置しなければならない。調相機器としては、負荷状態に應じて任意の進相或は遅相無効電力を供給する必要があるもので従来は回轉型調相機特に同期調相機が廣く採用されていた。しかるに昭和 10 年以降電力用蓄電器は長足の進歩をとげ、最近では特別高壓回路にも、同期調相機又は負荷時電圧調整器と併用されるに至つた。又電気爐負荷の如く、變動の著しい負荷をもつ送配電線路の電圧調整には、直列蓄電器が採用せられる¹⁾²⁾。非同期調相機は、一時我が國においても實用されたが、その利點とする所は脱調現象のないことであるが、製作上にも保守上にも種々不利な點を有し、同期調相機の發達にともない、近時殆んど採用されない。

尙同期調相機は、その進相容量の 50% 程度の遅相容量を有しているが、電力用蓄電器には、その能力がないので、並列リアクトルを共用することも考えられることである。

[II] 同期調相機と電力用蓄電器の比較

新規に調相機器を設置する場合は勿論のこと、兩者の並列運轉を考える場合でも、それを合理的に行うには、豫め兩者の得失を明らかにして、各々の長所を發揮させるようにしなければならない。この見地から兩者を比較してみよう。

(a) 無効電力の調整：——同期調相機は、電力用蓄電器と等しい進相容量をもつものを考えれば、その約 50% の遅相容量をおのずと備えているから、後者の約 150 % の調整範圍を有するわけである。従つて廣範圍の電圧調整に際して、圓滑細密に電圧調整を行うことが出来る。これに反し、電力用蓄電器は、進相無効電力のみを調整し、又その構造上單位群容量毎に階段的にしか加減出来ない。従つて電圧調整も階段的である。又電力用蓄電器の調整範圍外である、輕負荷時における電圧調整は、これを負荷時電圧調整器を併用して行うことも實施せられている。



第1圖 同期調相機と靜電蓄電器との損失比較の一例

Fig. 1 Comparison of Losses in Synchronous phase modifier and Static condenser.

(b) 電力損失：——同期調相機と電力用蓄電器の電力損失の一例を示せば、第1圖の如く、前者は無負荷損失が大なるため、全損失は後者に比し、相當に大である。

(c) 電圧安定：——同期調相機は、大きな負荷變動に

よる電圧の擾亂を軽減する作用がある。蓄電器にはこの作用がないので、電流制限リアクトル（バッファリアクトル）を負荷に直列に挿入することが考えられる³⁾。

(d) 系統安定度に対する影響： 定量的に分析することは困難であるが、すくなくとも定性的には、同期調相機は、その有する慣性（電氣的又は機械的の）により、系統故障時に必要なエネルギーを供給して、安定させる働きがある。これに反して蓄電器はその能力はない。

(e) 遮断器の遮断容量に対する影響： 蓄電器は全然問題にならないが、同期調相機は短絡電流を供給するので遮断容量に大なる影響をおよぼす。

(f) 増設、移設の問題： 調相容量が不足になった場合蓄電器は簡単にしかも経済的に増設出来るが同期調相機の場合は簡単にゆかないので、新設のとき将来の見透しをつけて、その容量を大きくしておかねばならない。この事は、當初設備資金の増大を意味するので、蓄電器との経済比較の場合に、不利になる。又調相容量に餘裕を生じたとき、蓄電器は簡単に移設しうる利點があるが同期調相機はこの點についても不利である。

(g) 信頼度： 蓄電器の製造技術は、最近長足の進歩をとげ、今やその信頼度は、回轉機器に比し何等遜色がない。もし個々の蓄電器が、故障をおこしたとしても故障品のみ簡単に回路より切離して、運轉を繼續することが出来る。同期調相機の場合は、その事故は、全調相容量を回路より切離すことになる。

(h) 突發過負荷容量： 同期調相機は突發的には定格の約2倍の過負荷容量を有するが、蓄電器には、この機能がない。

調相機器を新設する場合、同期調相機と電力用蓄電器の何れを採用するかは、上述のことを勘案して、決定するわけである。経済的に有利なものを、選ぶ場合、當初設備資金の大小を比較する方法と、年間經費の大小を比較する方法と、二通りある。前者は、簡單ではあるが、不正確であり、後者は、考慮すべき因子が多く複雑であるが、正確な經濟比較をなしうる利點を有し、次式であらわされる。

$$A = CP_1 \times Kva + Wb + KW \times DP_2 + M$$

こゝで

A = 年間運轉經費 (圓)

C = 調相機器の 1 kVA 當りの設備費 (圓)

P_1 = 年間運轉經費率 (利子、償却、保險、税金)

Kva = 調相機器定格容量 (kVA)

W = 年間損失 (キロワット一時) = $kW \times H$

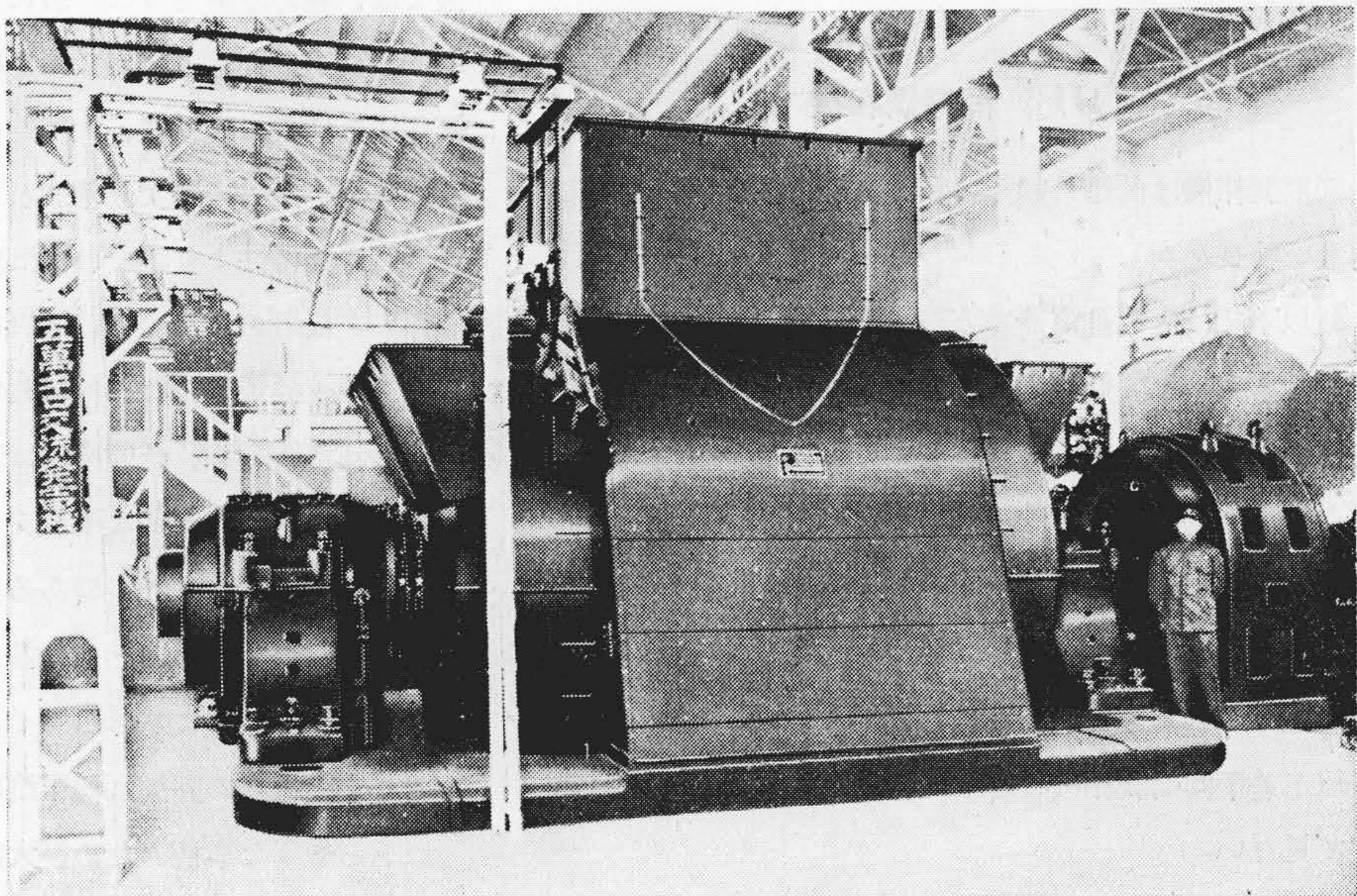
b = 1 キロワット一時當りの電力料金 (圓)

KW = 年間平均損失 (キロワット) = $\frac{W}{8760}$

D = 調相機器の接續せられる系統の 1 kW 當りの投下資本 (圓)

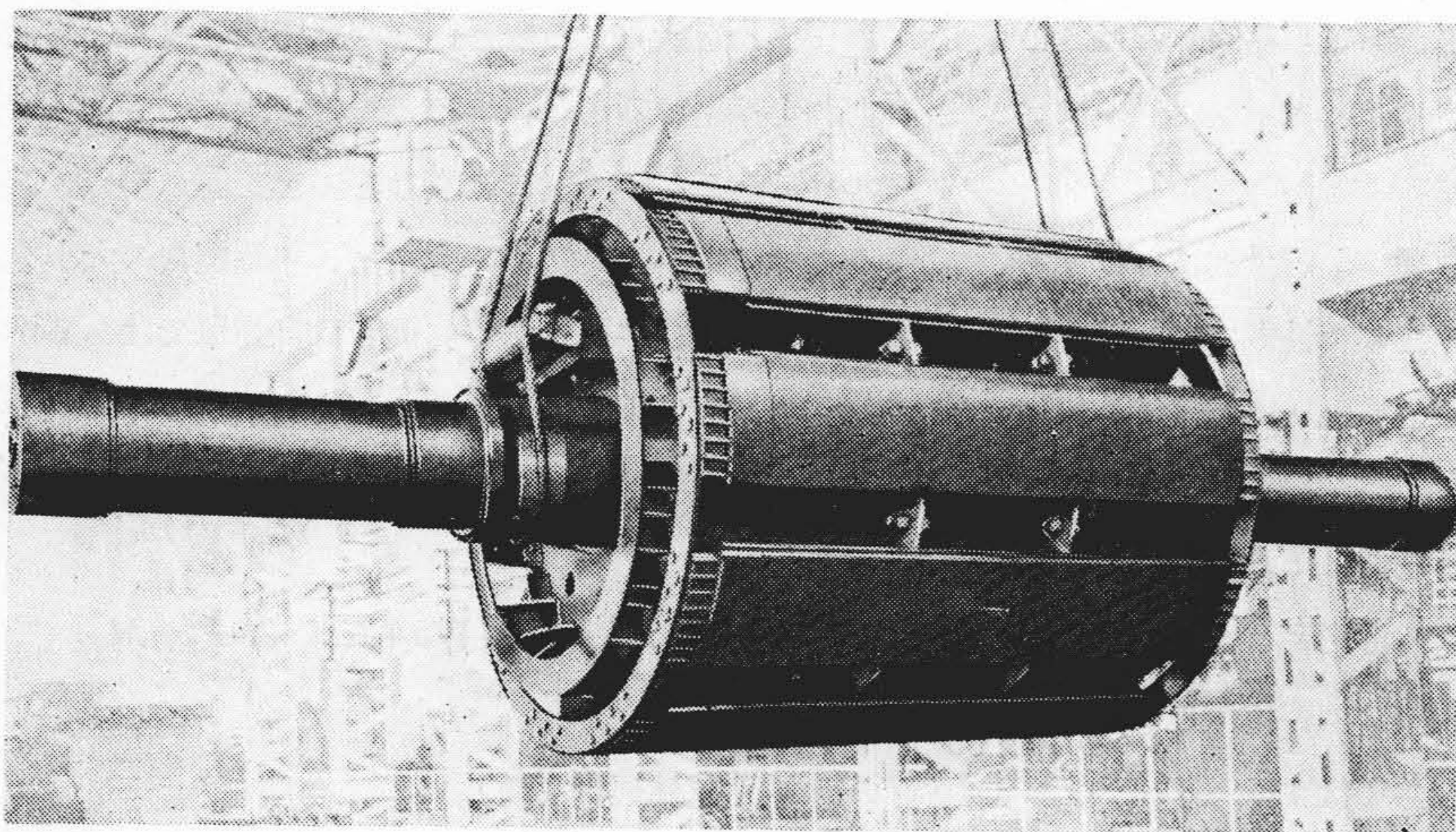
P_2 = D に対する年間運轉經費率

M = 保守運轉に要する年間運轉經費 (圓)



第 2 圖 50,000 kVA 調相機 (日立工場試験場)

Fig. 2. 50,000 kVA Synchronous Phase modifier.



第 3 圖 50,000 kVA 調相機回轉子

Fig. 3 Rotor of 50,000 kVA Synchronous Phase modifier.

H = 實際運轉における年間損失と等しい損失を生ずべき全負荷運轉の等價時間 (調相機器の)

kW = 調相機器の全負荷損失

米國では 1941 年において、前者の方法によるときは、3,000 kVA まで、後者の方法によるときは、控目に云つても、15,000 kVA までは電力用蓄電器が有利であると云われてゐる⁴⁾。日本の現狀に於ては、前者の方法による時は、30,000 kVA までは電力用蓄電器が、有利である。

[III] 同期調相機

同期調相機は前述の如く、特性上靜電蓄電器の企及し得ない特長を有しているが 30,000 kVA 位を境として、それ以下では靜電蓄電器の方が、建設費、維持費共に經濟的と考えられていた爲め、送電線の充電というような特殊の要求のある場合の他は用いられる事が少くなつた。

然し乍ら水車發電機、ターボ發電機等の長足の進歩と研究成果も取入れて現在では相當な大容量調相機の製作が可能となつて來た。

以下若干同期調相機設計上の特色と、最近の方向を述べて見たい。

(1) 大容量調相機の設計上の特徴

同期進相機を水車發電機やターボ發電機と比較して見

るに、先ず大きな特徴は其の回轉數にある。一般に水車發電機は水車側より、ターボ發電機はタービン側より設計の制限を受けるが、同期調相機に就ては、周波數に束縛される以外は全く自由と考えられる。此の回轉數が自由であると言う事は、回轉機としては全く大きな特色とも言えよう。

同期機は容量同一なれば大體回轉數が上るにつれて

重量は輕減され、従つて價格は遞減されるが、極端に細長いローターにするわけに行かず、又一極當りのアンペアターンが増し銅量がますため遠心力を考えると、回轉子に用いる材料が問題になる。價格の高く、鍛造の困難な特殊鋼より、普通の鍛鋼品例えば SF-54 を用いる方が、諸種の點より都合よく、此の程度 of 材料に適合する回轉數に納められる。

此れは又振動の問題よりも、歸納される。ターボ發電機では、其の危險速度は一般に定格回轉數の $\frac{2}{3} \sim \frac{1}{2}$ 位になるが、未だ同期調相機では危險速度を定格回轉數より低くする情勢に到らず、大體定格回轉數の約 1.5 倍以上にする事が振動の點より望まれてゐる。

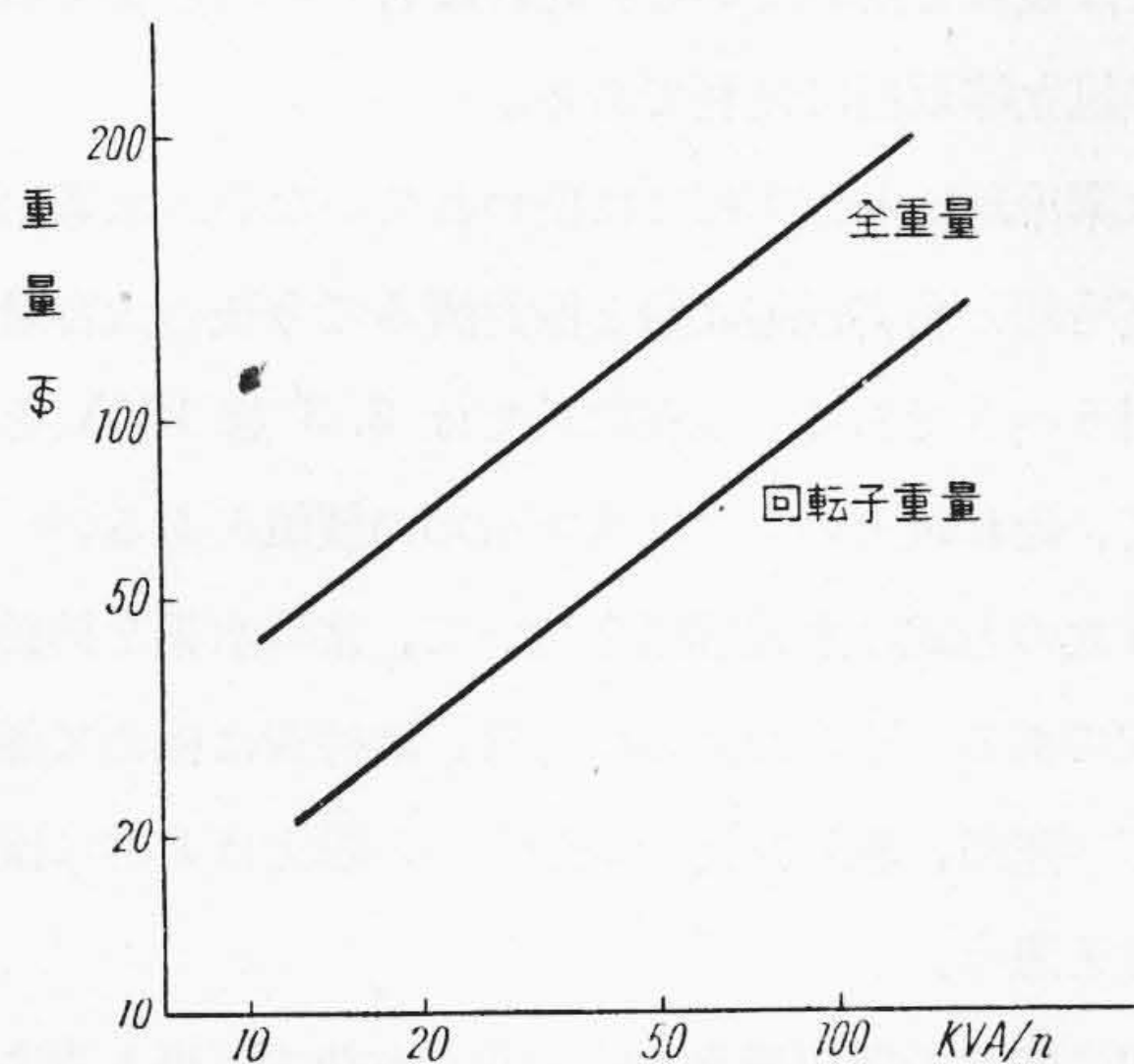
電氣的な特性より眺むれば回轉數がませば軸長の長い徑の小さなものになつて、通風は極めて困難になつて來る。ターボ發電機では、機械の中央部への通風路が色々研究されているが、凸極機では未だ此の程度には致らない。通風は極めて重要な事であつて、回轉子設計の要素となり、工夫はなされつつある。

又、極數が少くなると一極當りのアンペアターンも多くなり、冷却の點より界磁コイルの集中巻の凸極型か分布巻の非凸極機の圓筒回轉子型にするかの境界に到る。

以上のやうな事柄のため、大容量調相機に於ては 6 極の設計は困難になり、現在の日本の製鋼技術のもとでは空氣冷却機の 60 極は 10 極 720 r.p.m. で 50,000 kVA

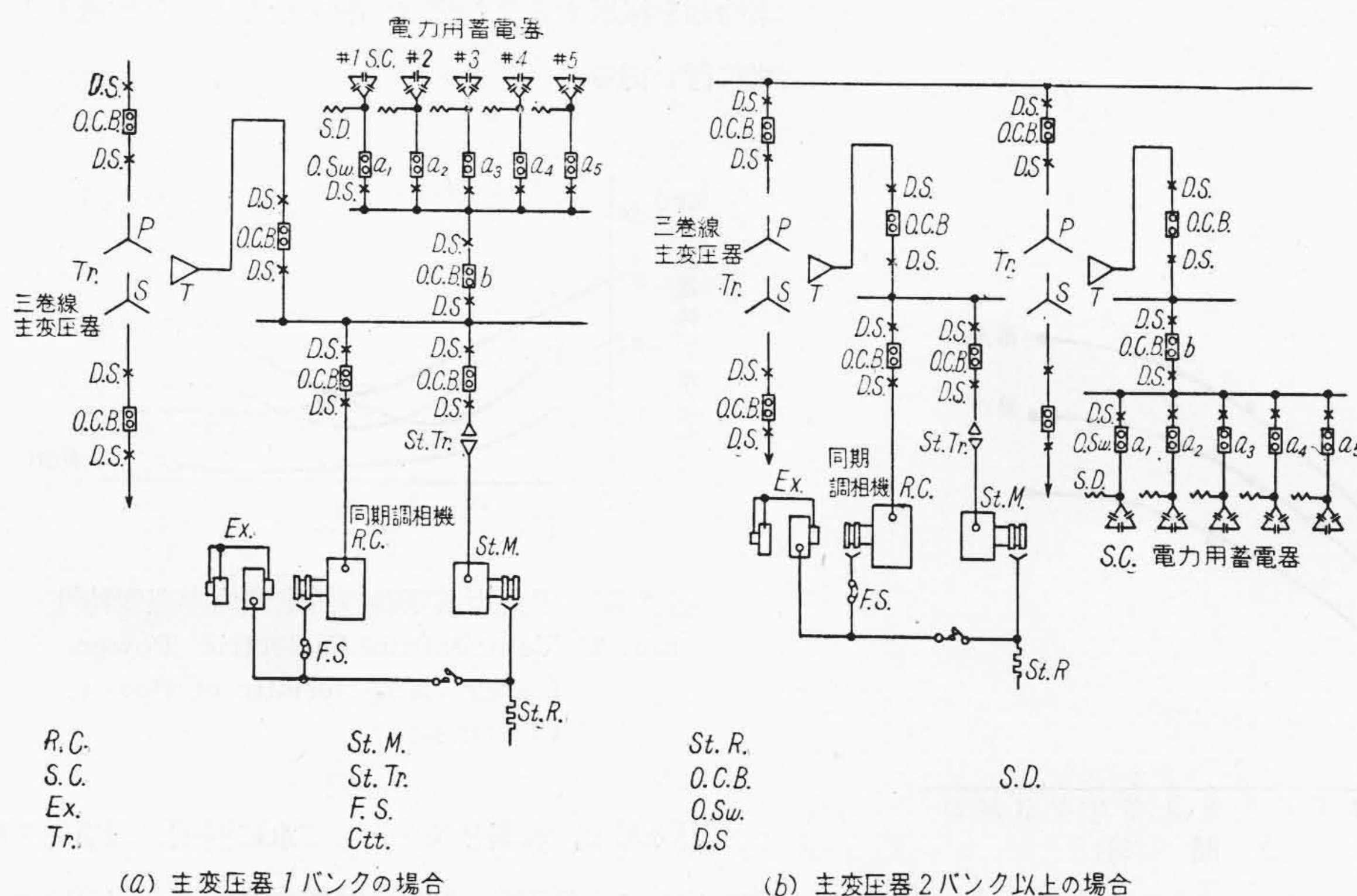
12 極 600 r.p.m. で 80,000 kVA 程度迄が特殊の構造を採用せずして、経済的に製作される限度と考えられる。

次はトルクである。発電機では原動機より傳達されるトルクがあり、軸径も自ら必要限度があるが、同期調相機では、此のようなトルクは存在しない。大容量調相機



第4圖 調相機重量 (日本發送電株式會社の調査による)

Fig. 4 Weight of Phase modifier.

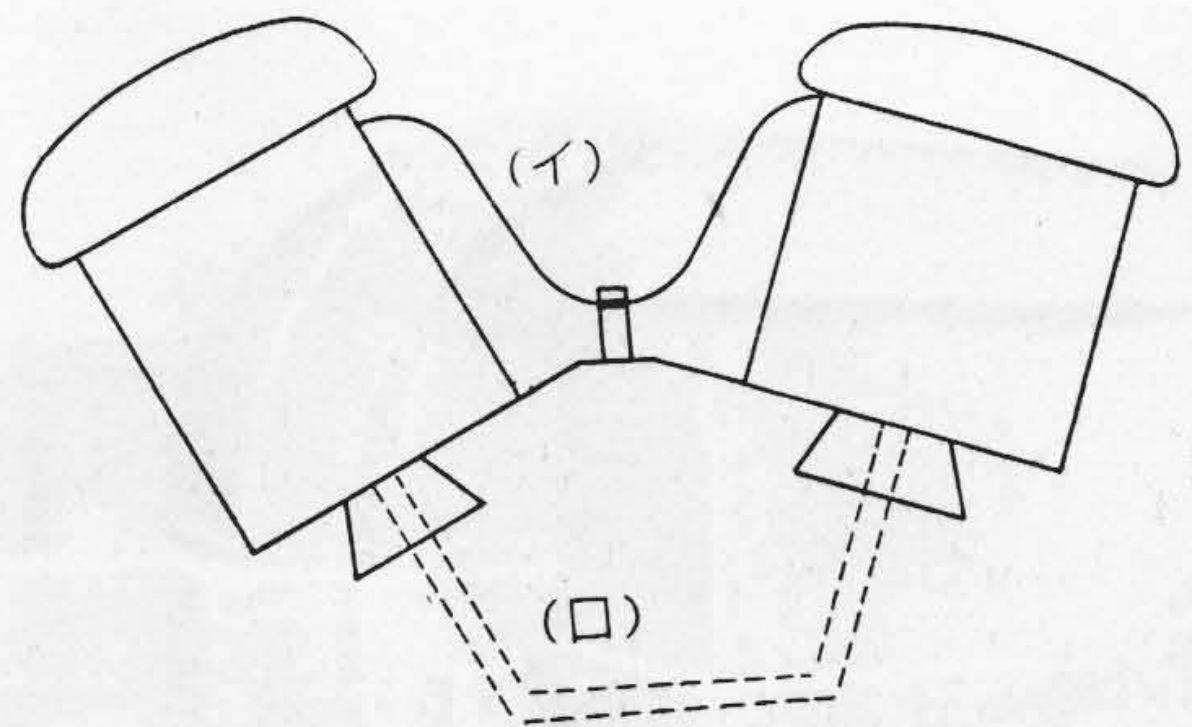


第5圖 (b) 回路接続の一例

Fig. 5 Example of Main wiring.

(a) 主變壓器バンクの場合

(b) 主變壓器バンク以上の場合



第5圖 (a) F コイルの渡り線

(イ) 現在的方式

(ロ) 過去的方式

Fig. 5 Lead wire of the Connection of field coil.

(イ) present method.

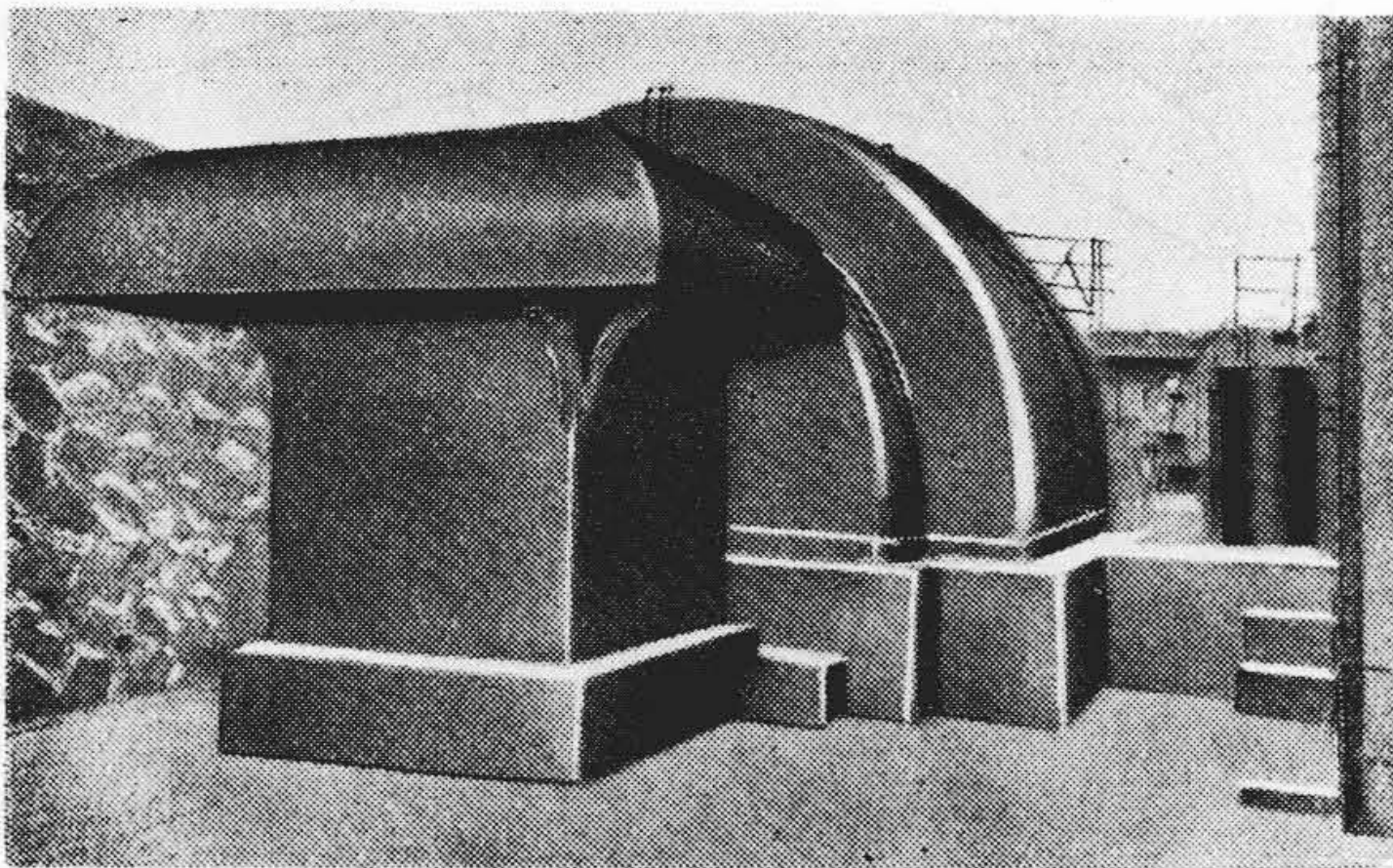
(ロ) old method.

に於ての軸径は振動を考慮した機械的な強度から求められる。勿論、電気機器としての温度上昇は重要な要素であり、通風は重要な事項になる。

大容量調相機になると構造の點から見ると、水車発電機とターボ発電機との中間的存在になり、設計上色々な特色が考えられる。

其の他、調相機として、特徴あるものを拾い上げると

ダンパーや界磁コイルの渡り線が研究されて来た。ダンパーではダンパーリングの接續を巨大な遠心力と相當な電流に充分耐えるように設計せねばならぬ。渡り線も以前は切れる事のない様にヨークの上に溝を切つて此の中を這せていたが、今では其の撓み曲線の研究から、簡単に接續出来るようになった



第 6 圖 7,500 kVA 屋外用同期調相機

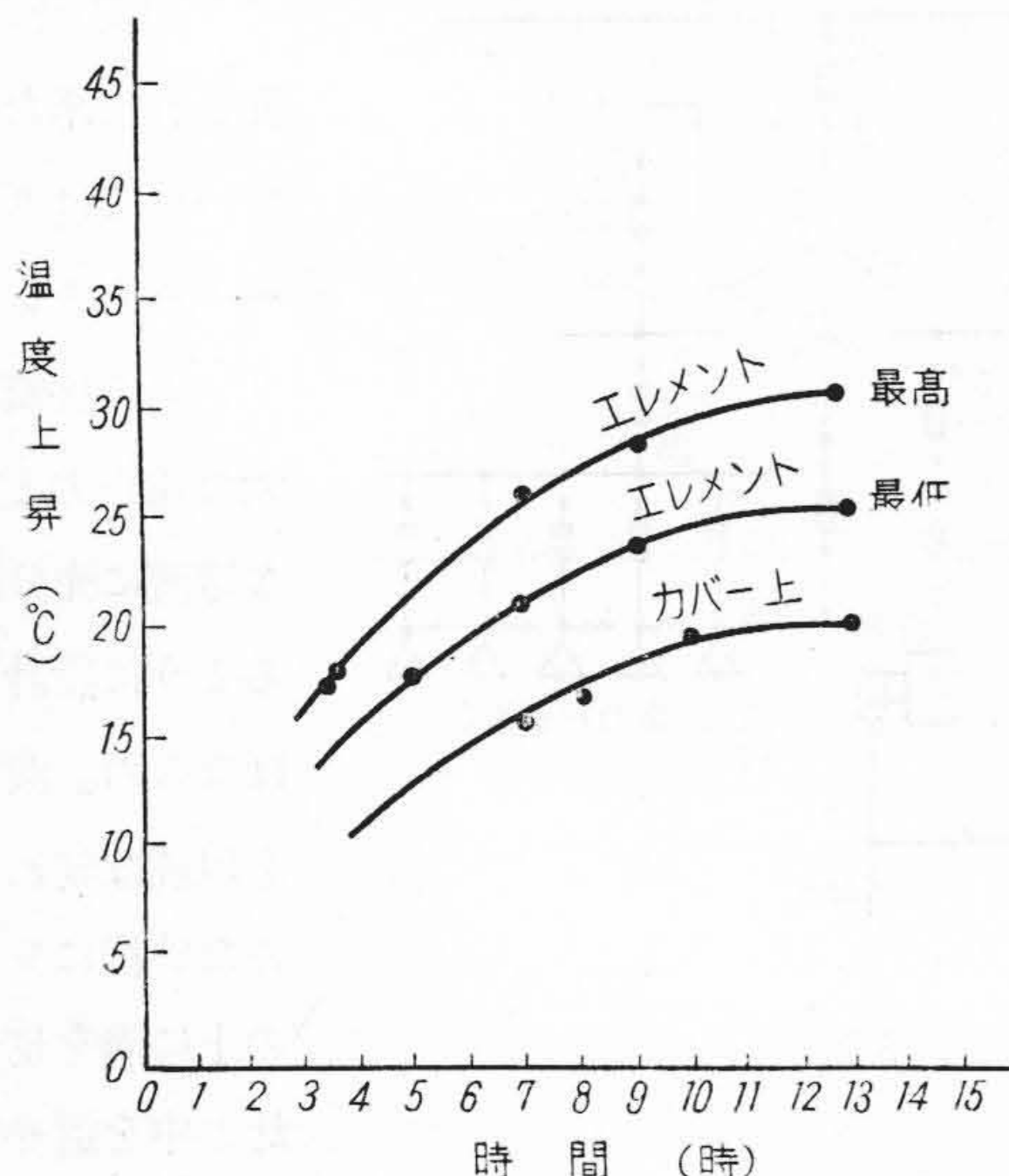
Fig. 6 7,500 kVA 3,500 V. 60 ~ 900 RPM. Outdoor service Phase modifier at the site.

(第 5 圖参照)

軸受けはオイルリングを用い、水冷却管を軸受に埋め込むか或は強制循環をさせ、油を空気冷却する。此れは空気冷却器の逆の使用法になるが、風洞内に設置する。

基礎的な研究は通風である。特に界磁コイルの押え板(第 3 圖)のあるため、その解析は充分なる附義を要するであらう。

(2.) 進歩の方向



第 7 圖 11 kV 60 ~ 3 phase 300 kVA 電力用蓄電器

Fig. 7 Temperature Rise of Power Condenser of 11kV 60 ~ 3 phase 300 kVA.

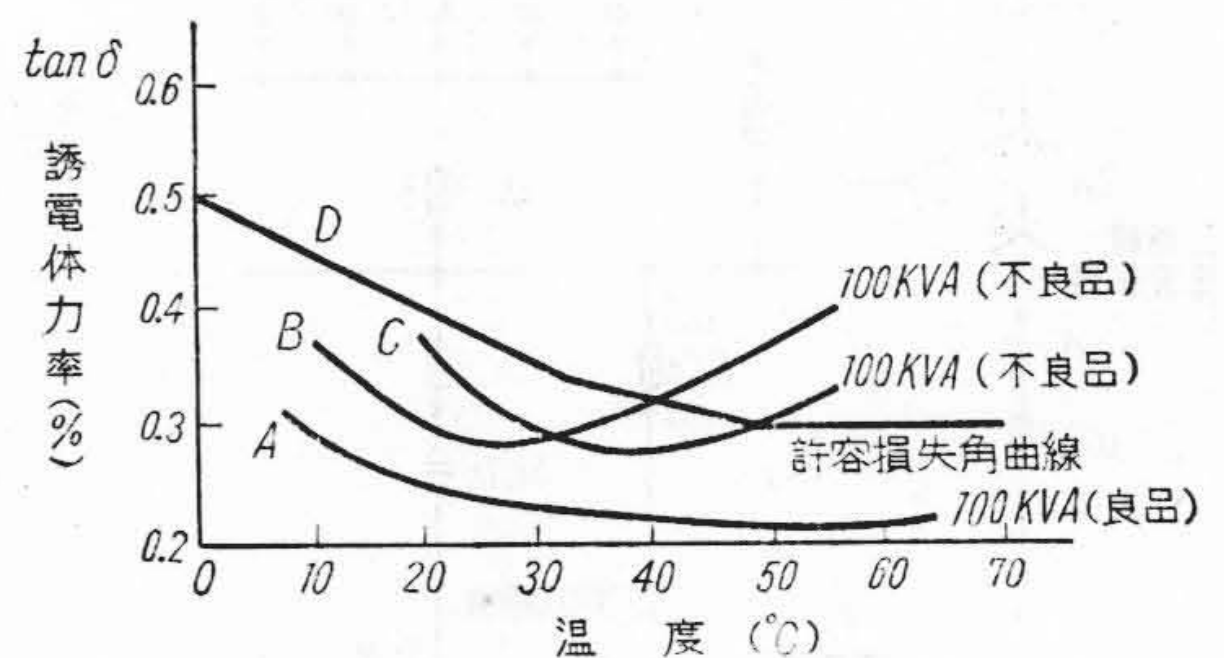
構造上の進歩は、屋外型になる事、大きなクレーンを置かず簡単なる装置で分解手入れの可能なる事、及水素冷却である。

變壓器等の如く調相機も單獨の機械であるから、屋外型にするには、都合がよいハウジング自身を耐水性にする方式と、適当なカバーを用いる方式があるが、日立としては後者を用いている。此れは若干材料を要するが、解體組立等取扱に便利である。

水素冷却は未だ本邦では使われていない。水素冷却と空気冷却の利害優劣は殆ど検討済みで今後の大容量機では用うべきである。現在に於ては 2, 3 萬 kVA を境にして、此れ以上のものは水素冷却の價值がある。

日立の方式は水電解槽を置いて、常時水素を補給する方式である。そのための設備費、維持費は極めて僅かでポンペ運搬、取り換えの繁雜さから思えば非常に優れていると思う。

次に既設の調相機を水素冷却に改造する事も考えられる。調相機としては進相容量と遅相容量の和で大きさは判断さるべきであろうが、單に進相容量を増すだけに水素冷却を採用するなら相當の増加分を大きな改造を要せずに行い得る。



第 8 圖 電力用蓄電器の誘電体力率温度特性

Fig. 8 Temperature-Dielectric Power Factor characteristic of Power Condensor.

水素冷却は、水素を媒介として水に機械の熱損失を吸収させるのであるが、變電所は割合水に不自由なため大量の水を用いない装置を考えなければならない。

今海外では水の蒸發時の潜熱を利用する方式等提案されている。

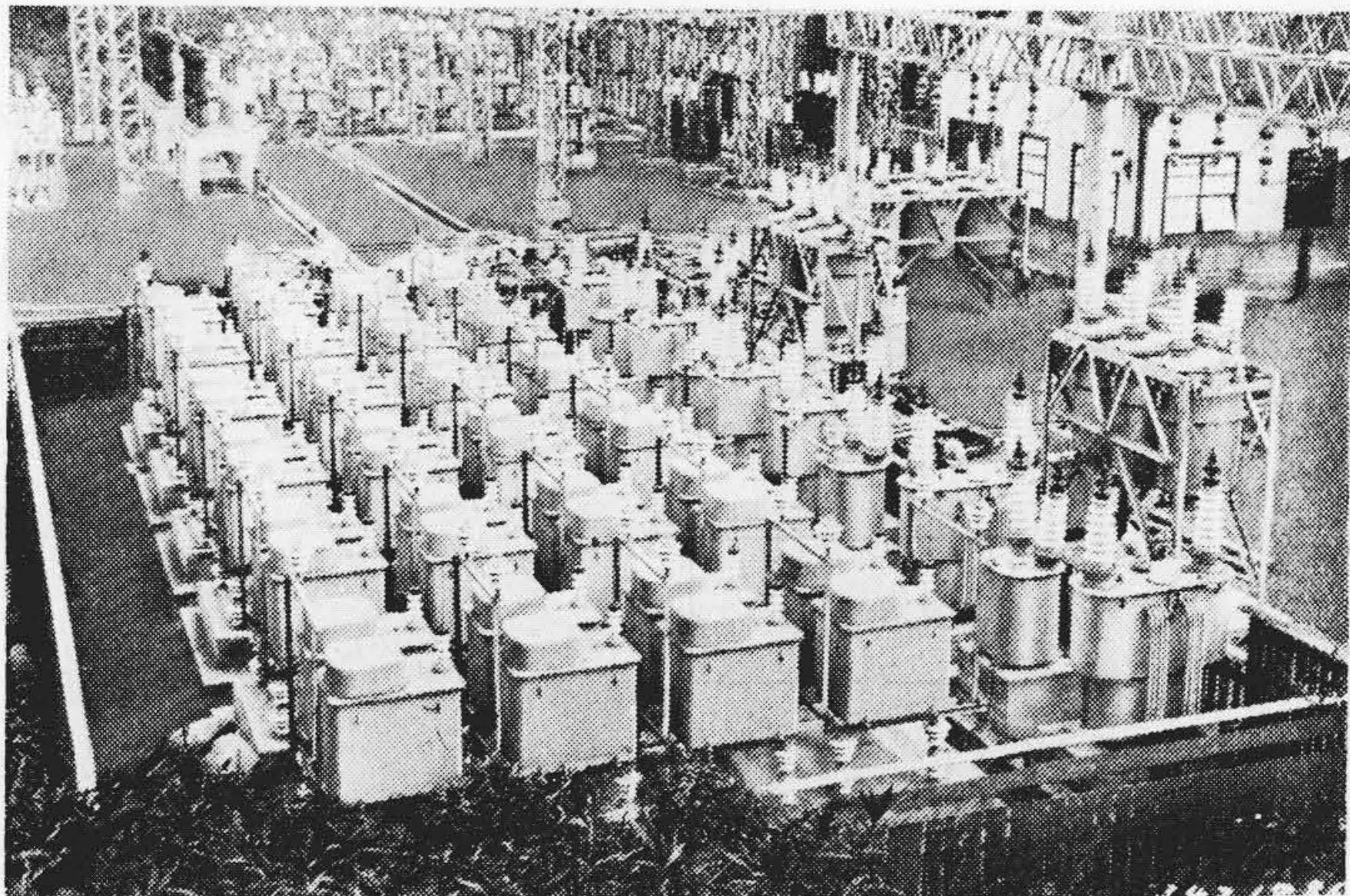
[IV] 電力蓄電器用について

電力用蓄電器の絶縁紙としては戦前はスエーデンパルプを抄造して製作した。クラフト紙を使用したか、終戦後はもつぱら國産クラフト紙を使用せざるを得ない状態となつたところが当初は、誘電體力率が大きく、大容量器では、温度上昇が大で、問題を生じた。その後関係者の努力により、戦前の紙に劣らぬものが供給されるようになり、絶縁油の品質向上と相まつて、現在の蓄電器の性能は何等不安がない。

日立電力用蓄電器は、終戦前、3300V～66,000 V 級で、約 700,000kVA の納入実績を有し、終戦後においても、製作中のものを含めて、約 100,000 kVA に達している。

(a) 単巻定格容量及び定格端子間電圧の選定

油浸紙の許容最高温度は、 110°C 前後と云われてゐるが、蓄電器の場合は、中身の最高温度点を 90°C 以下におさえることが望ましい。従つて周囲温度 40°C 、器壁温度 25°C とすれば、器壁と中身最高温度点との許容温度差は、 25°C となる。ところが、日立電力用蓄電器は、11 kV 60 $\sim$ 300 kVA の単器型で、第 7 圖の如く、上記温度差は約 10°C であるから、器壁温度の割合に、中身温度は低い値で運転しているわけである。このことは、寿命に對して好結果をおよぼしている。JEC-61 に規定されている如く、器壁温度を 25°C (JES 4902 では 250 kVA 以上は 35°C) でおさえるとする、単器容量は、360 kVA 程度以下にする必要がある。しかし要するに、中身最高温度点を、 90°C 以下にすることが目的であるから、日立電力用蓄電器の場合は、もつと大きい容量のものまで製作しうるが、運搬の便、その他を考えると、単器容量は、360 kVA 以下に選ぶことが妥當と思われる。又単器の定格端子間電圧は、22k V 以下に選定することがのぞましい。何故ならば、端子間は中身エレメントの直列接続個数を増加することにより、容易に高電圧に耐えるように、設計出来るが、對地絶縁



第 9 圖 靜電蓄電器 (日發納)

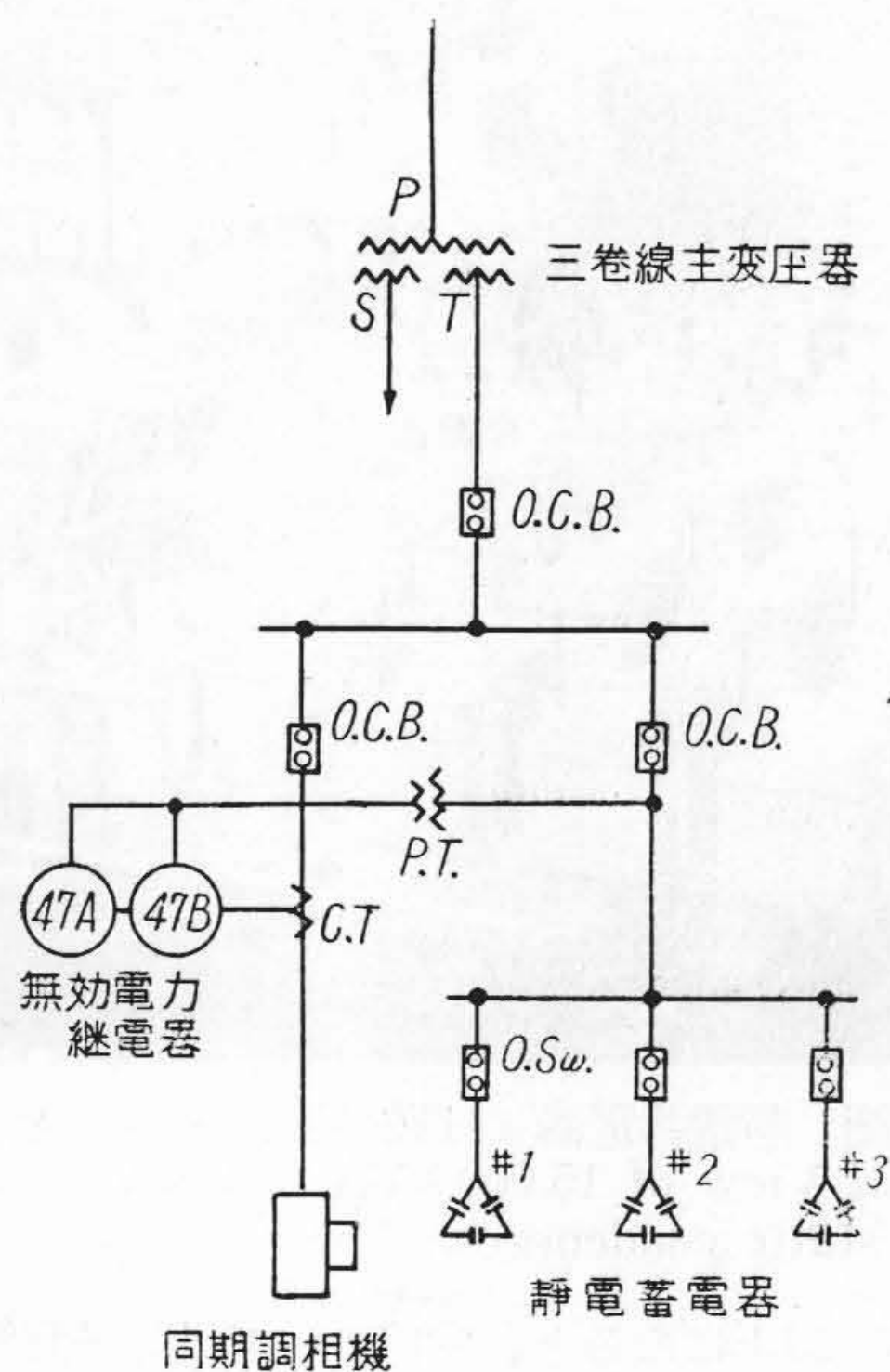
Fig. 9 General View of 15,000 kVA 66,000 V. 50 $\sim$ static condensers.

は 33 kV 以上になると、内部リード線端子套管等の構造寸法上より甚だ不經濟なものとなる。従つて、33 kV 以上の回路に使用する場合は、單器端子間静壓は 22 kV 以下とし、電圧に應じて、これを直列に接続したものを星形に結線し、對地絶縁は、ピン型碍子等で構成した絶縁架臺による方法が、廣く行われてゐる。第 9 圖は、日本發送電株式會社嘉徳變電所殿納入の 66 電、15,000 kVA 蓄電器群の寫眞である。即ち 19 kV、1 ϕ , 50 $\sim$, 209 kVA の單位蓄電器を、2 臺直列にして 1 組とし、これを 4 組並列にしたものを、星形に結線して、5,000 kVA 群を形成したものである。3 群で 15,000 kVA となつてゐる。

(b) 蓄電器絶縁劣化早期検出の問題

電氣機器の絶縁劣化豫知の問題は、近時盛んに研究せられてゐるが、完全なる方法は、未だない様に思われる。變壓器套管(主として油入型、蓄電器型)、回轉機線輪の如く、不純物を多く含有し、絶縁が厚くて低電位傾度で使用せられるものは、劣化より破壊するまでに、長日月を要するので、誘電體力率を測定することにより、經驗的に比較的正確に豫知出来るようになった。しかし蓄電器の場合は、高度に水分、ガス、不純物を除去し又絶縁がうすく高電位傾度で使用せられる (10,000 V/mm 程度) もので、その劣化早期検出が、極めて困難である。

(a) 絶縁抵抗による方法：蓄電器の場合は、周知



第 10 圖 主 回 路 續 圖
Fig. 10 Connection Diagram
of Main aemit.

の如く、その静電容量 (μF) と絶縁抵抗値 ($M\Omega$) は、幾何學的寸法により決まり、互いに逆比例の関係にあるから、兩者の積をとつてメガオーム・マイクロファラッド ($M\Omega \cdot \mu F$) を単位にとれば、形状に無關係にあらわされる。構造、材料處理方法が完全に同一のものとすれば ($M\Omega \cdot \mu F$) の大小により、蓄電器性能の優劣を判定出来る筈であるが、實際には材料の完全なる均一性が望まれず、従つて使用材料が異れば、(例えば氣密度のちがう場合) 絶縁抵抗値も異り、その大小は直ちに蓄電器性能の優劣を示すものではない。たゞし同一蓄電器の絶縁抵抗値を、定期的に測定して、途中で著しく低下するようなことがあれば、これは、劣化したものと考えても差し支えないようである。近時需要家において、定期的に測定される氣運にあるが、蓄電器の使用実績とまつて統計的に分析されるならば、劣化豫知の一手段となるであろう。尙蓄電器中身の豫備乾燥及び眞空乾燥處理工程中に絶縁抵抗値、静電容量値を測定して、處理の良否判定を行うことは、製作者としては當然のことである。

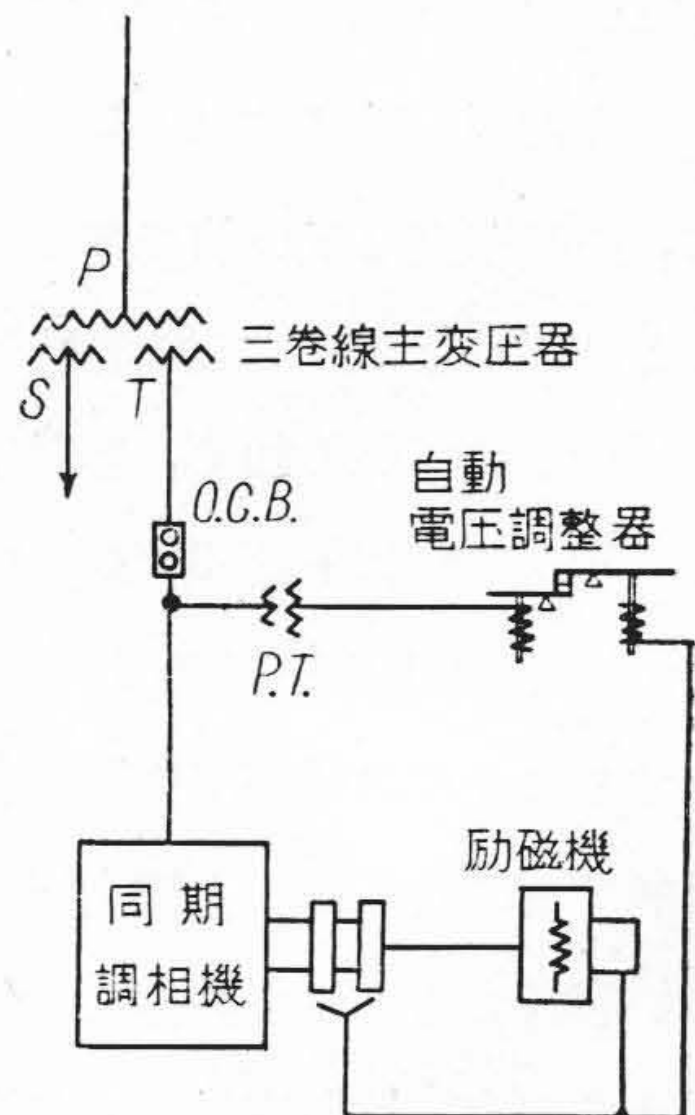
(b) 誘電體力率による方法： 現在誘電體力率の直讀計器も、種々考案されているが、蓄電器の如く 0.2~0.3% (40~60°C) の値を、正確にしかも比較的簡単な

操作で讀むには適當しない。シェリング、ブリッジが最も優れている。しかしながら、蓄電器の据付現場で測定することは、裝置の關係で困難である。所で蓄電器の破壊は、不純物、ガス、水分の存在により弱點を生じ、その場所で、印加電壓溫度變化の影響をうけて、電離や化學變化がおこつて誘電體力率を増大せしめ、その損失熱量と放散熱量の均衡がやぶれたとき、劣化が促進されて熱破壊をおこすものと考えられている。一方誘電體力率の測定値は、平均値を測定しているのであつて、(嚴密に云えばアルミ箔電極リード線の抵抗損套管の漏洩損も含んでいるが普通これらは無視出来る) 弱點の誘電體力率を示さない。又實際の場合には、使用中誘電體力率は低下することもあるが、その變化が僅少であるから、劣化檢出の手段とすることは困難である。しかしながら、誘電體力率は、長年にわたつて次第に増大することもありこのような場合には、本方法で劣化檢出が可能であり、殊に誘電體力率の溫度特性を測定することにより、明瞭に劣化を認めることが出来る。第 9 圖中 (A) は良品を示し、(B) (C) は套管破損により呼吸して劣化したものである。(D) は許容損失角曲線で、この曲線に並行でしかも低いものは、良品と考えてよい。(B) (C) 共に、規定の試験電壓に、充分耐えたことは云うまでもない。

上述のことから、長年使用した蓄電器の劣化の有無を判定するには、誘電體力率の溫度特性をみることも信頼性があるように考えられる。又各蓄電器の絶縁抵抗値の経歴がわかる場合には、これによる方法も、劣化檢出の有力手段となるであろう。

〔V〕 制御方式

同期調相機に關してはあまりにも周知のことからであるから、こゝでは省略し、主として蓄電器



第 11 圖 自動電壓調整裝置
接續圖
Fig. 11 Connection Diagram of Automatic
Voltage Regulating
Device.

の制御方式についてのべる。

(a) 回路接続方式： 高圧送電系統の受電端変圧器は一般に人—人結線が使用され、第3高調波を抑圧し且つ調相機器を接続するために三角形接続の三次巻線をおくのが普通である。同期調相機と蓄電器を併用する場合も勿論同様で、この場合の主回路接続圖の一例を示せば第10圖の如くである。主変圧器が2バンク以上あるときは、(b)圖の如く同期調相機と蓄電器を、それぞれ各バンクに設置することがのぞましい。

$a_1, a_2, a_3, \dots$ は、蓄電器用開閉器である。(b)は短絡、接地等の事故の際、蓄電器を回路より切り離すための、保護用油入遮断器である。近時盛んに66 kV, 77 kVの特別高圧線路に、直接挿入する方式も、採用せられている。

(b) 群容量の選定： 同期調相機と併用する場合には、同期調相機は常時線路に接続しておき、その負荷状態に應じて、蓄電器の各群を開閉すべきである。従つて蓄電器の群容量は、同期調相機の定格進相容量以下に選ぶべきは勿論であるが、その決定に際しては、この他若干の考慮が必要である。群容量決定の一方法として、調相設備の電力損失を最小にするように決定することが、提案されている⁵⁾。この場合、例えば同期調相機の進相容量が、15,000 kVA とすれば、蓄電器の群容量を、3000～5000 kVA に選定すれば、電力損失が最小になる。しかしながら、群容量があまりに小に失して群数が大になると、開閉器その他の設備費が増大し、又あまりに大にすぎると、開閉時の過渡現象が回路に擾亂をおこすことになる。単一送電線に挿入される場合は、その受電端電力圓線圖を畫き、電壓變動率、許容電壓變動範圍、負荷力率等をしれば、群容量は圖上より求められる。又多端子送電線における蓄電器容量の決定法についても、幾多文獻がある⁶⁾⁷⁾が、こゝでは觸れない。尙群容量が大になると、蓄電器用開閉器に抑制抵抗を附して、投入時の突流を抑制し、回路及び蓄電器への衝撃を緩和し、又開閉器自體の接點の損傷を防止することが行われる⁸⁾。近時細隙型、多重接點型等の開閉器があらわれてゐるが、要するに再點弧をなくすることが目的であり、このことは

鐵槽型油入開閉器においても、速切型とすることにより達せられる。

(c) 調整操作方式： 同期調相機と分割設置された複數群の蓄電器を併用して、送電系統の無効電力を調整せんとする場合、蓄電器の制御を手動で行う方式と、兩者を自動的に行う方式とがある。前者の場合は、同期調相機の負荷状態を監視して、蓄電器群を適宜に挿入又は開放するのであつて、調整頻度のすくない場合に適用する方式である。同期調相機及び蓄電器の制御方式は、各々單獨に設置した場合と何等異なる所がないので、詳述することをさける。蓄電器群の開閉頻度の高い場合には、同期調相機と連動して自動的に調整操作を行はしめることが必要である。この場合の調整方式について簡単に説明する。即ち同期調相機は常時運轉しておき第11圖に示す如く、自動電壓調整器を用いて従来と同様の方法によつて、無効電力流通量を加減せしめる。蓄電器群は第7圖に示す如く、同期調相機回路に挿入された無効電力繼電器によつて、調相機の負荷状態に應動して、開閉動作を行わしめるのである。いま同期調相機を起動して、送電線が遅相無効電力をとる必要があるときは、調相機のみが動作する。送電線負荷の増加につれて、調相機は無負荷から更に進相無効電力を供給するようになる。この間調相機は、自動電壓調整器によつて、勵磁電流を自動的に調整して、線路の要求する無効電力量に應動する。線路負荷が漸次増大して、調相機の進相無効電力量が、蓄電器の群容量を超過するある點に達すると、無効電力繼電器電47 A が動作し、限時繼電器によつて、一時的の異常状態でないことを確めて、蓄電器電1群を回路に挿入する。第1群が挿入されると、同期調相機は一旦無負荷近くになるが線路負荷が更に増加すれば、再び#47 A を動作させて第2群を挿入することになる。かくの如く、線路負荷の増加に従つて、順次蓄電器群を回路に挿入し、全群を挿入した後、同期調相機の負荷も、次第に増加して、全設備が全負荷運轉になる。送電線負荷が減少する場合は、先ず同期調相機の負荷がこれに應動して減少し、#47 B が動作して蓄電器群を一群毎に開放し、ついに調相機のみの單獨運轉になる。#47 A の

動作點と #47 B の動作點の巾は、蓄電器一群の容量より幾分大きく整定して、蓄電器の挿入と開放とが、反復繰返動作を行わぬようにしておく必要がある。

[V] 結 言

調相機器の中、進相無効電力を調整しうるものは、同期調相機、非同期調相機、電力用蓄電器があり、遅相無効電力を調整しうるものに、同期及非同期調相機、並列リアクトルが考えられる。又電壓調整の目的から云えば直列蓄電器、負荷時電壓調整器、誘導調整器も考えられる。しかしながら、調相設備として最も普及しているものは、同期調相機と電力用蓄電器である。この兩者を技術的に比較検討し、その長所短所をあげ尙經濟的優劣を論じた。日本の現状に於ては、約 30,000 kVA までは電力用蓄電器が經濟的に有利である。

同期調相機は大容量機の方に於て有利であるため、今後は屋外型、水素冷却方式のものが大に使用される事と思はれるので、日立に於ては、これに對し充分の研究がなされて居る。蓄電器の最近の問題としては色々あるが劣化豫知の問題はその主なものである。未だ完全なる豫知方法はないが、誘電體力率の溫度特性による方法、及び絶縁抵抗値の變化經歷による方法が、有力なる豫知手

段と考えられる。制御方式については、同期調相機、電力用蓄電器ともに、單獨設置の場合は、あまりにも周知であるので省略し、兩者の並列運轉の場合について、一般的な説明を加えた。廣範圍にわたる題目の一部を捉え簡単な説明を加えた本稿が、すこしでも讀者の参考になれば筆者等の喜びとする所である。

参 考 文 献

- (1) 電壓調整用 66 kV、10,000 kVA 直列蓄電器 E. E. 1948 p. 236.
- (2) 400 マイル 230 kV 直列蓄電器補償系統の特性 BV. Hoard EE. 194 b (Advance CopY)
- (3) 長距離送電線にかゝる電氣爐負荷 T. G. Le Clair TAIEE Vol. 59 p. 234 1940
- (4) 同期調相機か電力用蓄電器か J. W. Butler G. E. Rev. p. 429 1941
- (5) 回轉型調相機と靜止整進相器の協力 村木：日評 21 卷 p. 215 昭 13-2
- (6) 多端子送電線における電壓調整用蓄電器の設計に關する計算
大森：電評 p. 299 昭 16-5
" p. 609 昭 16-9
- (7) 靜電蓄電器による送電線の電壓調整の計算式 田中：工學大 p. 134 昭 15-4
- (8) 蓄電器投入時の過渡現象と抑制抵抗の選定 小林：日評 25 卷 p. 195 昭 17-4
- (9) 北川：電力用蓄電器

× × × × ×

——編 集 後 記——

昨年來の懸案だつた「電源開發特集號」をこゝにお贈りして、本年度の第 2 號とする。今更贅言を要しないが、電源開發の重要性は、文化國家としての我國現状に於ては、最も緊急にして最大事業である。本誌は特に乞うて日發建設局徳田次長及び小森技師並に日本國有鐵道小柳電源課長から玉稿を賜り、亦日立製作所大西副社長から卷頭言を頂き錦上花を添え得た事を深謝します。現場業務多忙の折柄、この特集號編集に協力下された日立、多賀兩工場關係者にも改めてお禮を申上げたい。(寺澤生)

第 32 卷 日立評論 第 2 號

昭和25年2月25日印刷 誌代 1冊 30圓 干 6 圓
昭和25年2月28日發行 6冊200圓 (送料共)
編集兼發行人 長 谷 川 俊 雄
禁 無斷 轉載 印 刷 人 花 崎 實
印 刷 所 大東印刷株式會社

發行所 日立評論社

東京都品川區大井坂下町2717
振替口座東京 71824 番
電話大森(06) 111-10 番
3131-10 番
會員 番號 A 208062 番

廣告取扱店 東京都芝區南佐久間町 1の26 廣 和 堂