

3. 送配電および変電用機器

TRANSMISSION AND DISTRIBUTION MACHINE

3.1 変 圧 器

新鋭火力発電所の建設と送電網の拡充に伴い、単器容量において33年度の記録を更新する超特大変圧器が相ついで完成した。すなわち電源開発株式会社西東京変電所納 312,000kVA 三相変圧器をはじめ東京電力株式会社北東京変電所納 260,000kVA 三相変圧器、東北電力株式会社仙台火力発電所納 200,000kVA 三相変圧器などで、これらはいずれも中身組立輸送された。送電網の連系にあたり超高压変圧器の中性点側に負荷時電圧調整器あるいは負荷時電圧位相調整器を設置する方式が採用され、東京電力株式会社北東京変電所納および東北電力株式会社仙台変電所納変圧器を製作中である。また負荷時タップ切替変圧器の海外需要も多く台湾電力公司 60,000 kVA 三相変圧器をはじめ10台が輸出された。ケーブル直結変圧器はその長所が認められ実用期に入った。33年来試作研究を進めていた400 kV 級機器は遮断器短絡試験用 200,000kVA 単相変圧器をはじめ計器用変成器が完成したが、超高压実験室の整備と相まってさらに研究を続ける考えである。

ヒタフネン変圧器、H種乾式変圧器など不燃性変圧器が火力発電所向パワーセンタ用として多種製作された。一方配電強化に伴い柱上変圧器の生産は神武景気時代を越えているが、すぐれた特性を有する巻鉄心変圧器への移行が活発に行われている。

3.1.1 大形変圧器

最近大容量化の傾向は著しく、33年の記録を大幅に更新して、電源開発株式会社西東京変電所納 264,000kVA(等価容量312,000kVA) 三相三巻線変圧器1台、東京電力株式会社北東京変電所納 220,000 kVA(等価容量260,000 kVA) 三相三巻線変圧器2台を相ついで完成した。これらは、合理的絶縁設計、有効な冷却方法の採用によりシキ300形貨車により組立輸送された。

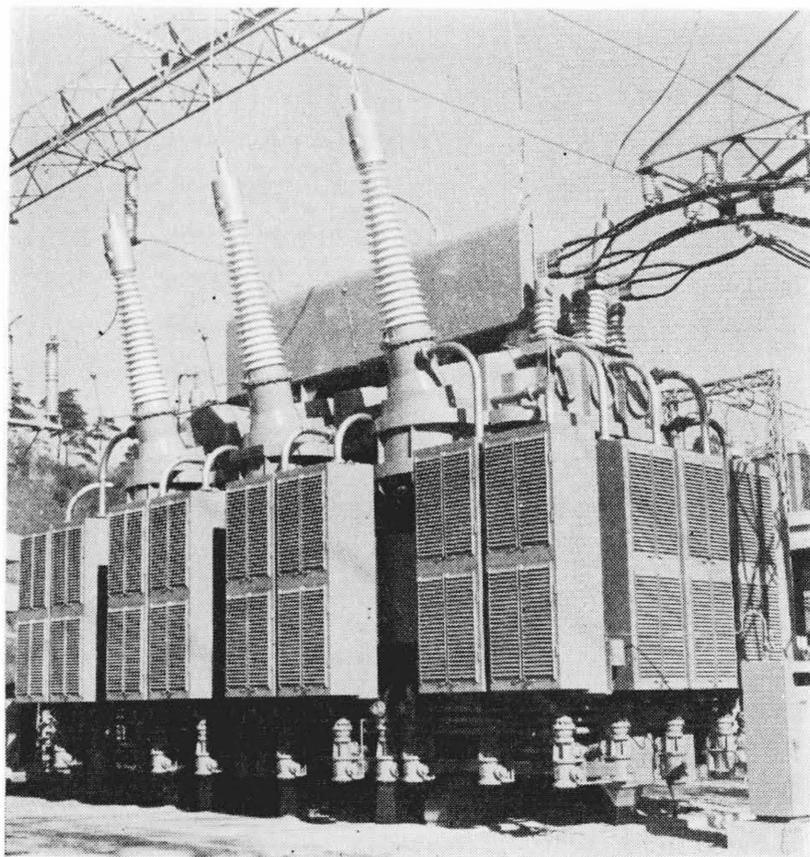
大容量火力発電所の建設につれて昇圧用変圧器も製作され、東北電力株式会社仙台火力発電所納 200,000kVA 三相変圧器2台、東京電力株式会社品川発電所納 150,000 kVA 三相変圧器1台を完成した。これらはいずれも一次側は密閉母線構造で、がい子活線洗浄が採用され塩害汚損にそなえている。

ケーブル直結形変圧器も実用期に入り、北海道電力株式会社滝川火力発電所納 66 kV, 7,500 kVA 三相変圧器1台を完成した。本変圧器はサージ計算盤であらかじめ衝撃特性を検討し、変圧器工場でケーブルを取付け現地すえ付と同じ状態で試験を行った。

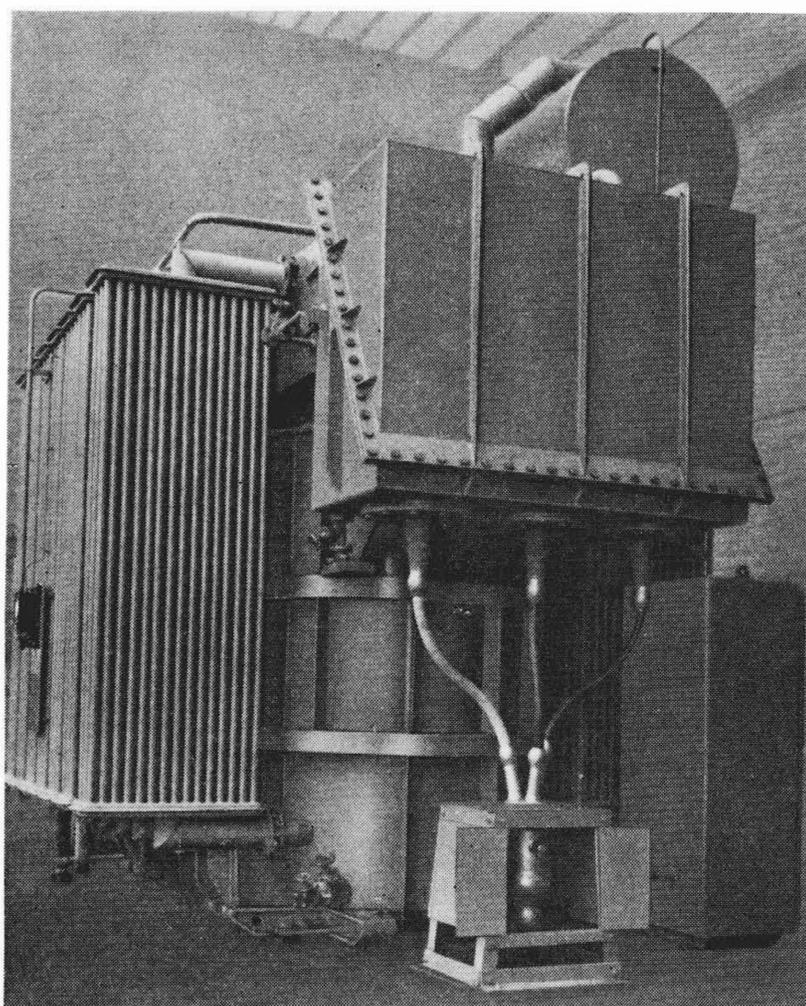
400 kV 級送電の実現にそなえて、350 kV 200,000 kVA 変圧器を完成した。本変圧器は日立研究所遮断器実験室で超高压遮断器実験用に使用されるものであるが、特に 220 kV 端子を引出して単巻変圧器としての特性が検討された。絶縁階級はインパルス 1,450 kV 商用周波 630 kV として設計され、耐圧試験が行われた。

3.1.2 負荷時タップ切替変圧器

負荷時タップ切替変圧器は、台湾電力公司納 60,000 kVA 三相送油風冷式変圧器3台、インドパンジャブ州納 30,000 kVA 単相油入風冷式変圧器4台、インドマドラス州納 12,000 kVA 三相油入自冷式単巻変圧器3台が輸出された。60,000 kVA 変圧器は、154 kV 中性点側で $\pm 7.5\%$ 、13タップの負荷時切替が行われる。二次は69kVと34.5kVの直並列となっている。30,000kVA 変圧器は、220/ $\sqrt{3}$ kV 中性点側で $\pm 5\%$ 、11タップの負荷時切替が行われ、一次220 kVと二次66kV回路の連系に使用される。これらの変圧器はそれぞれ



第1図 東京電力株式会社西東京変電所納
312,000 kVA 三相変圧器

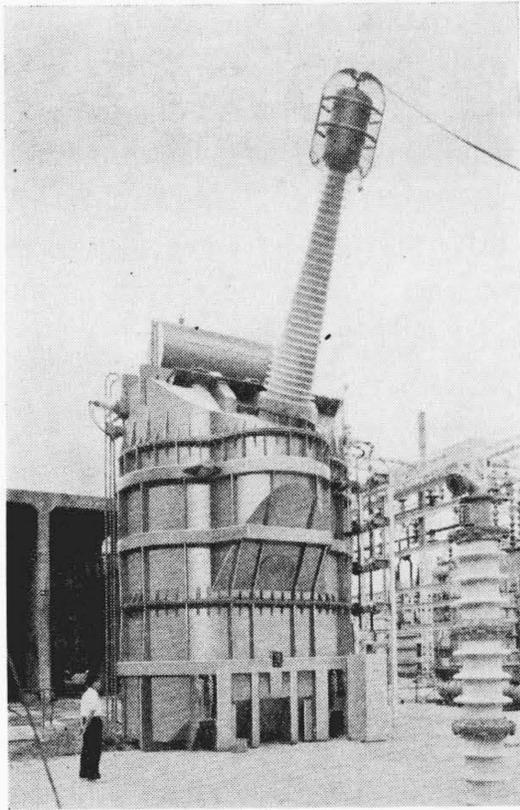


第2図 北海道電力株式会社滝川火力発電所納
66 kV, 7,500 kVA 三相変圧器

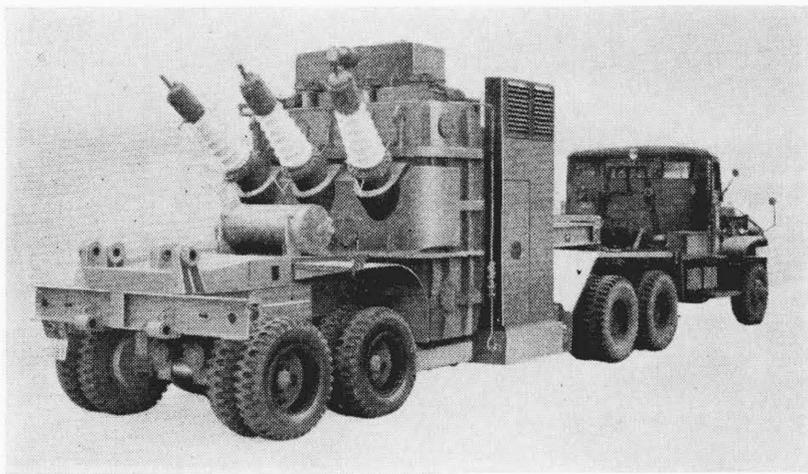
米国規格、英国規格に基き製作された。

3.1.3 移動用変圧器

一時的な負荷の電源としての移動変電所はその使用実績により機動性が高く評価され、ますます高電圧、大容量化しつつあるが、第5図は 6,000 kVA 三相 50~60/6.9-3.45 kV 送油風冷式移動用変圧



第3図 350 kV 200 MVA 単巻変圧器



第5図 6,000 kVA 移動用変圧器

器でわが国では記録的なものである。トレーラの車体と変圧器は造り付けでトレーラを前部、変圧器部、後部と3分割でき、必要に応じてすえ付面積を小さく、コロ引きなども容易にできるようにしてある。

3.1.4 H種絶縁乾式変圧器

乾式変圧器は、防火上の見地からビルディング方面の需要が主であったが、最近保守の簡易性を買われて、発電所所内用としての需要が増しつつある。東北電力株式会社仙台火力発電所納の2,000kVA三相4kV乾式変圧器6台、大阪市交通局納860kVA三相6kV整流器用変圧器など多数を完成した。

3.1.5 400 kV 計器用変成器

最近超超高压送電の調査研究が進められているが、日立製作所では400kV計器用変成器の試作品を完成した。第7図に結合コンデンサ形計器用変圧器(PD)、第8図にがい子形変流器の外観を示す。

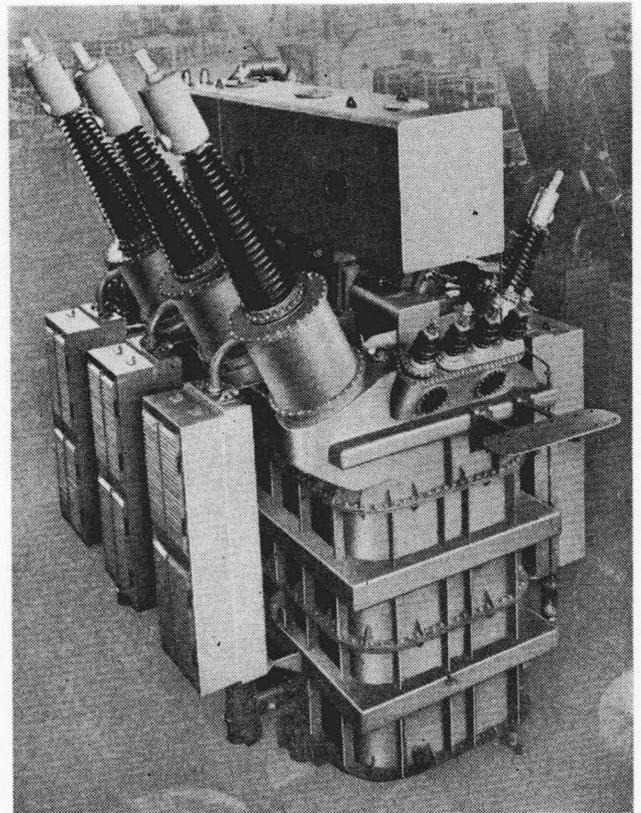
これら機器の試験電圧はIECの案に基づき商用周波、630kV1分間、衝撃電圧(全波)1,450kV(変流器はこの10%増しの700kV、1,600kV)とした。主要仕様を下記に示す。

$$(1) \text{ PD } \frac{380}{\sqrt{3}} \text{ kV} / \frac{110}{\sqrt{3}} \text{ V} / \frac{110}{3} \text{ V}, 200\text{VA}, 50\sim, 1.0 \text{ 級}$$

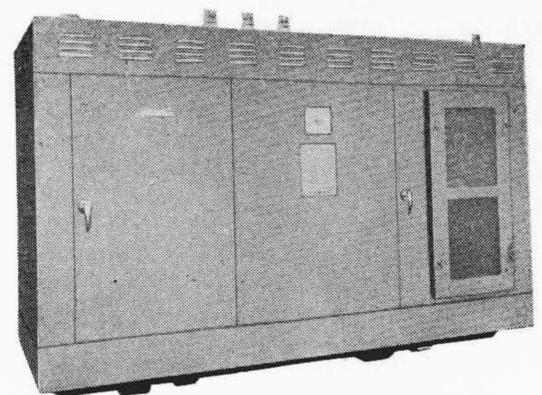
$$(2) \text{ CT } 380 \text{ kV}, 800\text{-}400/1 \text{ A}, 100 \text{ VA} \times 2, 1.0 \text{ 級}, 50\sim$$

3.1.6 5,000 kV 衝撃電圧発生装置

400kV級送電機器の絶縁研究用試験設備として、日立製作所日立研究所超高压実験室に設置する5,000kV衝撃電圧発生装置を完成した。本器の発生電圧はわが国最大であり、これと同形のものを同時に日立電線株式会社日高分工場超高压研究室にも納入した。

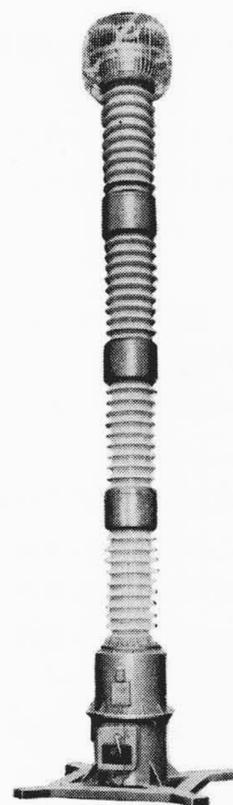


第4図 台湾電力公司納 60,000 kVA 送油風冷式 負荷時タップ切替変圧器

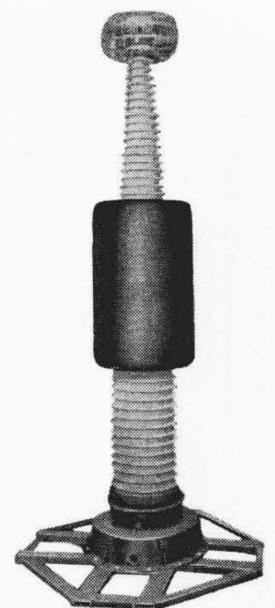


3.3-6.6kV/DC 600V 相当 3相 60~ 連続定格

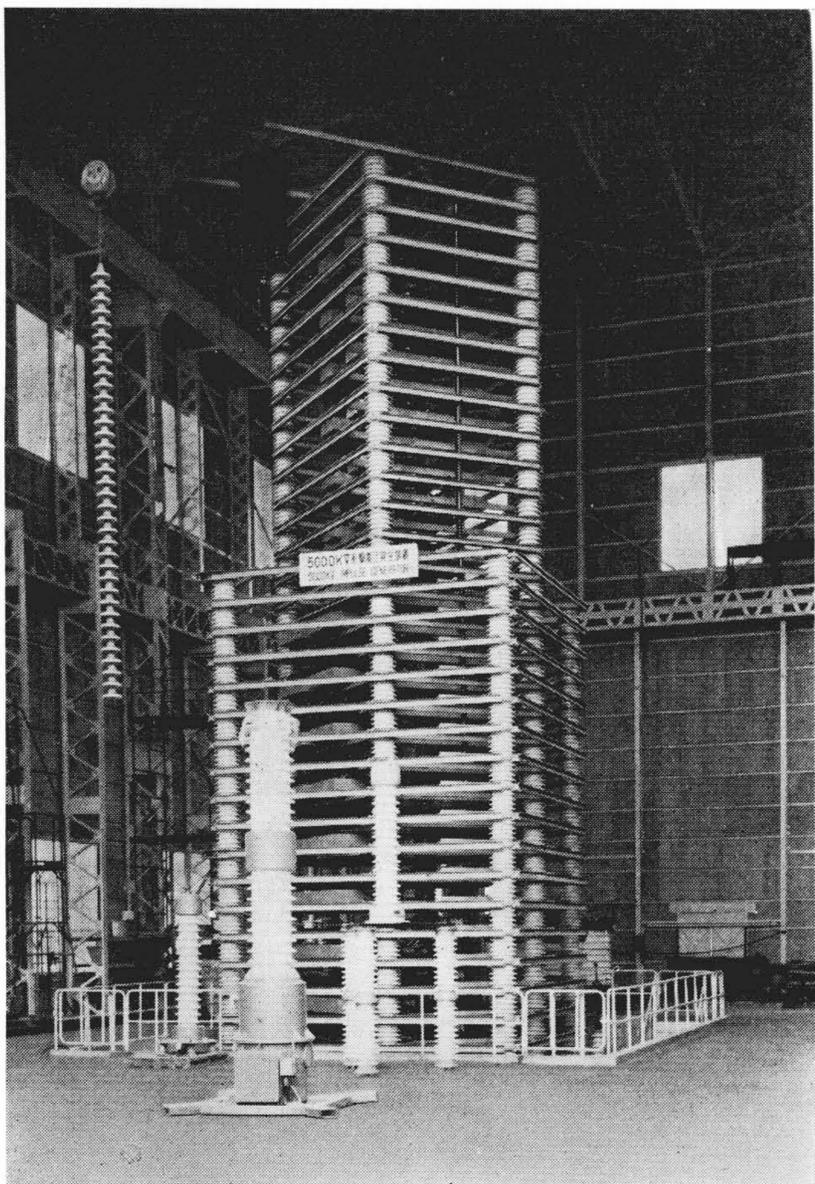
第6図 大阪市交通局大宮変電所納H種絶縁乾式 860kVA 整流器用変圧器



第7図 400kV結合コンデンサ形計器用変圧器



第8図 400kVがい子形変流器



第9図 5,000 kV 衝撃電圧発生装置

本器は倍電圧充電方式を採用，単位コンデンサは $0.5 \mu\text{F}$ ，充電電圧 DC 75 kV のものを68個使用し，その公称発生電圧は5,000 kV，最大蓄積勢力 92 kW_s である。その配置は第9図に見られるように直立形とし床面積の減少を図っている。

3.1.7 巻鉄心形変圧器

全国各電力会社による巻鉄心形変圧器の採用が実現し，多量の発注がなされた。

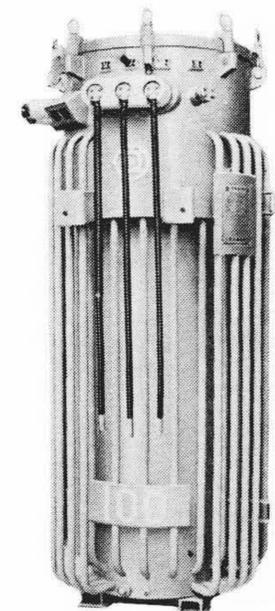
巻鉄心の工作法には種々の方式があるが，日立製作所のものは“C コア”で，その小形軽量，特性の優秀性は，在来の積鉄心形変圧器の遠く及ばないものがある。

この巻鉄心形変圧器の装柱は，都市の中心部である電力稠密地帯から開始されているが，よくその特長を生かしたものと見える。

したがって，装柱ユニットは比較的大きい容量のものが多くっており，構造においてもその特殊条件に適合しうるように考慮が払われている。

なお，特に東京電力株式会社納の三相 100kVA 巻鉄心形変圧器は東銀座地区の繁華街用で，電柱の上に装備されたものとしては最大であり，第10図はその外観を示すものである。

内部には過負荷に対し警報および自動遮断する保護装置が組込まれている。



第10図 東京電力納
3相 100kVA 50～
3.3 kV/115—199 V
巻鉄心形変圧器

3.2 遮断器および開閉器

高電圧交流遮断器の需要は依然として

活発であるが，特に空気遮断器の受注が急激に増加している。32年度に開発した屋外用外部断路形空気遮断器は，すでに量産態勢を整備し，72～168 kV 百数十台の多数を製作している。この経験を基礎に定格電流，遮断容量ともに従来の50%増しの大容量遮断器系列を完成した。この新系列は72 kV，2,000 A，3,500 MVA から 300 kV，2,000 A，15,000 MVA に至るもので，遮断部は通電部分と発弧部分とが完全に分離し，主接触子はアークによる損傷を受けず，保守点検も従来よりさらに簡単になるなどの特長を有している。すでに東北電力株式会社仙台火力発電所に168 kV のものを納入したのを始め，72～300 kV まで多数製作している。

72～168 kV 制弧遮断器 (CCB) は，既設の増設および設置台数の少ない場所，あるいは都内などの騒音を嫌う場合などには，空気遮断器より有利であるため，多数の需要があり，台湾はじめ各国に輸出されている。

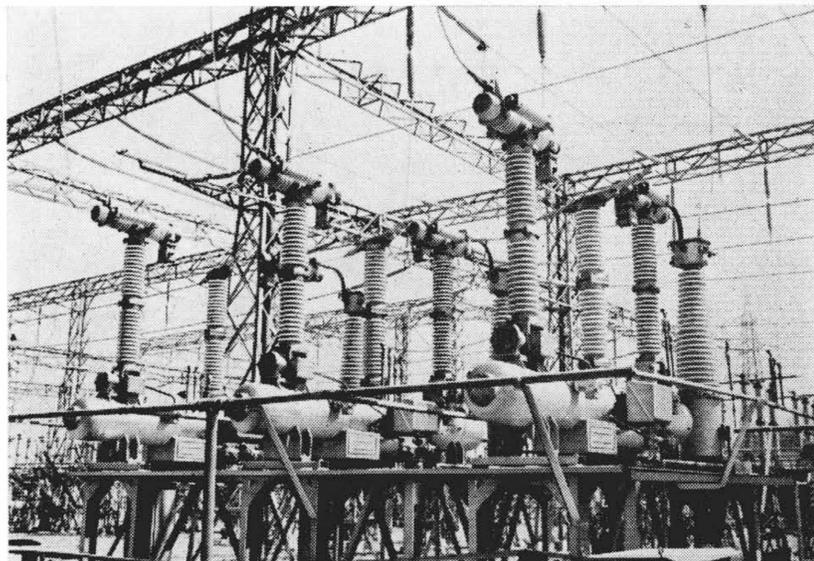
磁気遮断器 (MBB) はメタルクラッド形盤およびキュービクルの普及とともに，ますます広く使用されているが，火力発電所などでは多数を並列設置するため，すえ付面積の縮小が強く要望される。このため，4.2 kV，250 MVA 小形大容量の MBB を完成し，各所に多数の納入実績を持った。一方，受電設備の増大に伴い，7.2 kV MBB としては従来 350 MVA が最大であったが，500 MVA が新たに開発された。

ロードセンターキュービクルの普及に伴い，これに使用する引出形気中遮断器の需要が急激に増加している。600 V，600～3,000 A 遮断電流，25～75 kA 各種定格のものが多数製作されている。

断路器は 287.5 kV，2,500 A，PHL 形が完成した。超高压断路器の定格電流としては記録品である。断路器は制弧遮断器，小形油入遮断器とともに多数の輸出実績を有し，各所で好評を得ているが，今回もインドに 66～132 kV 断路器合計 80台が大量輸出された。

3.2.1 空気遮断器

送電系統の大容量化に伴い，遮断器に要求される電流容量，遮断容量はますます増大しつつある。これに応じて屋外用空気遮断器の大容量形を開発した。これは72 kV，3,500 MVA から 300 kV 15,000 MVA に至る定格の新系列で，定格電流は 2,000 A を標準とし，2,500 A のものも製作されている。遮断部は新しい構想のもとに設計され，通電部分と発弧部分が完全に分離されているので大電流遮断に際しても主接触子がいたまない。普通形と同様すべての定格を通じて部品の互換性が確立されている。すでに 72kV 3,500MVA 10台が北海道電力株式会社砂川変電所に，また 168 kV 5,000 MVA 4台が東北電力株式会社仙台火力発電所に納入され，引き続き72kV から 300 kV にわたり多数が製作された。第1表は大容量形空気遮



第11図 東北電力株式会社仙台火力発電所納 168 kV
2,000 A 5,000 MVA 空気遮断器

第1表 大容量形空気遮断器標準定格

形式	OPB-350A -PA	OPB-400A -PA	OPB-500A -PAR	OPB-750A -PAR	OPB-1500A -PAR
電圧	72 kV	84 kV	120 kV	168 kV	300 kV
電流	2,000 A				
遮断容量	3,500 MVA	4,000 MVA	5,000 MVA	7,500 MVA	15,000 MVA
再起電圧	1号	1号	1号	1号	1号
投入時間	0.2秒	0.2秒	0.2秒	0.2秒	0.3秒
遮断時間	5~	5~	3~	3~	3~
標準動作責務	甲号または 乙号	甲号または 乙号	0-0.35秒-CO -1分-CO	0-0.35秒-CO -1分-CO	0-0.35秒-CO -1分-CO
操作気圧	15 kg/cm ²				
制御電圧	DC 100V				

断器の標準定格である。

従来の普通形屋外用空気遮断器も、多くの納入実績により安定した性能と保守の容易さが認められ、引続き数十台が納入された。

3.2.2 磁気遮断器

火力発電所補機回路用として、小形大容量磁気遮断器を開発し、東北電力株式会社仙台火力発電所に39台、東京電力株式会社品川発電所に28台納入したほか、目下多数製作している。第12図はその外観写真である。

従来 7.2 kV 級磁気遮断器としては、遮断容量 350 MVA が最大であったが、工業用受電設備の増大にともない、500 MVA の磁気遮断器を開発し、日本合成ゴム株式会社に納入した。この遮断器は定格電圧 7.2 kV、定格電流 1,500 A、遮断容量 500 MVA で磁気遮断器ではわが国最大の遮断容量のものである。

3.2.3 気中遮断器

3 DCB形引出形低圧気中遮断器を製作しており、東北電力株式会社仙台火力発電所に 3 DCB 75 形、3 DCB 50 形合計 54 台を納入したのをはじめ、すでに数百台を各所に納入した。本遮断器は小形で大容量であるばかりでなく、時限引外要素付過電流引外装置をもち、またメタルクラッドに内蔵し、引出構造になっているので保守点検が容易である(第13図は 3 DCB 75 形遮断器の外観図、第2表はその仕様を示す)。

第2表 引出形低圧気中遮断器仕様

形	定格電圧 AC(V)	定格電流の 最大値 (A)	定格遮断電流 (非対称値) (A)	定格短時間電 流(非対称値) (A)	直列引外コイル定 格値(瞬時引外) (A)
3DCB-25	600	600	25,000	25,000	40 ~ 600
3DCB-50	600	1,600	50,000	50,000	200 ~ 1,600
3DCB-75	600	3,000	75,000	75,000	2,00 ~ 3,000

3.2.4 断 路 器

(1) 287.5 kV PHL 形断路器

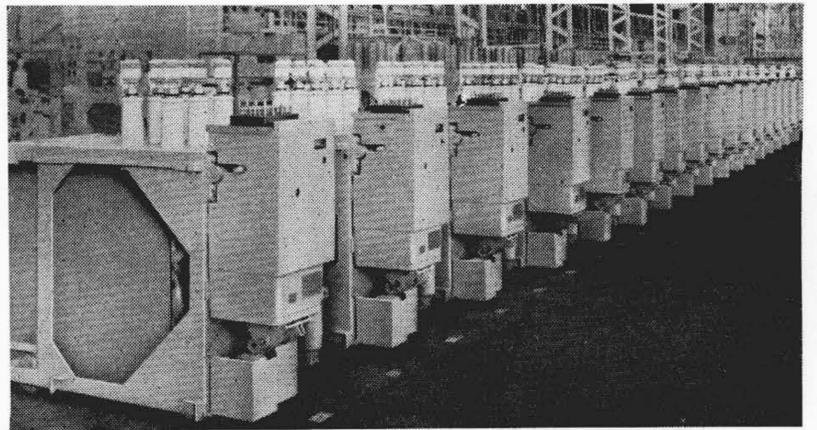
電源開発株式会社南川越変電所、西東京変電所および田子倉発電所に 287.5 kV PHL 形断路器を合計 63 台納入した。定格電流は 1,200~2,500 A である。2,500 A 超高压断路器はわが国における記録品である。これらはいずれも無調整式で、がい子は直接がい子会社から現地に送られ、現地で簡単に組立て、すえ付けられた。

(2) 水平一点切断路器

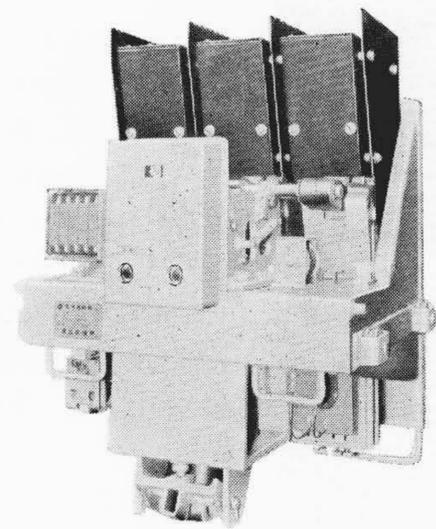
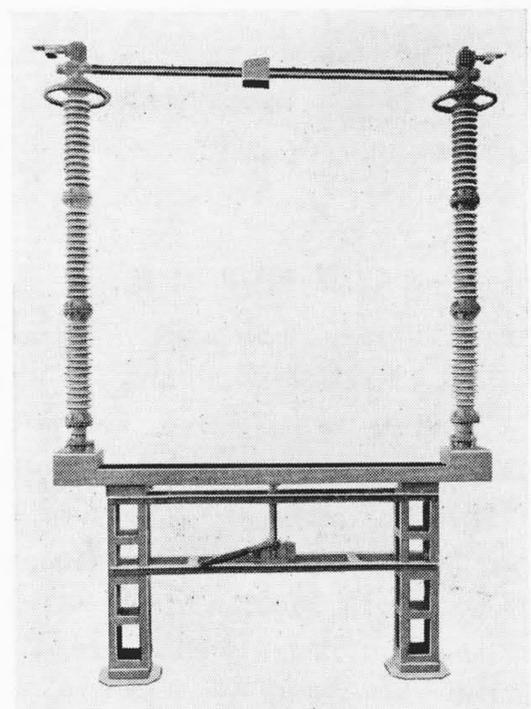
高電圧断路器は水平切形、たて切形とも一相につきがい子3柱のものが一般に国内で使用されているが、ヨーロッパではがい子2柱形も採用されている。日立製作所でも第14図に示すような 287.5 kV 水平中心一点切形を試作完成した。ブレードが水平方向に 90 度回転して中央で接触する構造である。

3.3 避 雷 器

雷による衝撃電圧の保護を目的としていた避雷器に、送電電圧の高圧化および系統の拡大に伴い、無負荷線路の開閉、変圧器励磁電



第12図 BMM-25-MA 4.2 kV 2,000 A 250 MVA 磁気遮断器

第13図 3 DCB-75 形 O₃MA 式 引出形低圧気中遮断器

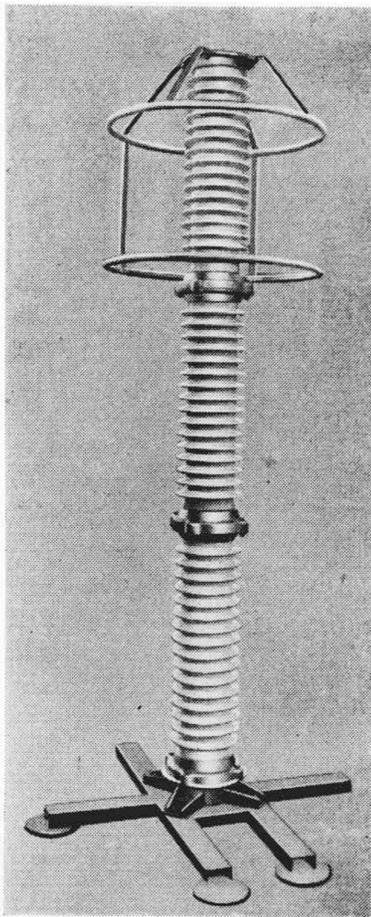
第14図 PY 形 287.5 kV 2,000 A 水平一点切断路器

流の開閉などによって発生するいわゆる内雷に対しても保護能力が期待されるようになった。このためより強力な消弧能力をもつ消弧ギャップおよび大きな放電耐量をもつ特性要素が必要になった。

今回開発した ODB-200 形日立制弧避雷器は、衝撃電圧および開閉サージに伴う続流電流を、電磁吹消線輪を使用して駆動、伸長させ、最初の電流零点にて確実に遮断する電磁吹消形避雷器である。放電と消弧とが電極間隙の別個の位置で行われるので、交流放電電圧の低減が可能となる。したがって、開閉サージに対する保護能力が増大し、また消弧能力の増強によって制限電圧を一段と低減でき

第3表 ODB-200形制弧形避雷器特性表

系統電圧 (kV)		Arr 公称電圧 (kV)	Arr AC許容 端子電圧 (kV)	BIL	放電開始電圧 (kV)				制限電圧 (kV)				
非有効接地	有効接地				Imp	中間周波	AC (crest)	AC (eff)	1,500A	5,000A	10,000A	20,000A	40,000A
69		60	84	350	185	240	205	145	190	220	240	260	290
80.5		70	98	400	215	270	240	170	230	260	290	310	340
115		100	140	550	305	375	340	240	310	360	400	440	480
161		140	196	750	430	510	475	335	450	510	570	620	670
230		200	280	1,050	610	715	680	480	640	730	820	890	960
	230		210	900	460	615	510	360	480	550	610	670	720
	287.5		260	1,050	570	715	635	450	600	680	760	820	890
	420		400	1,425	870	1,020	970	685	920	1,040	1,160	1,260	1,370



第15図 ODB-200形420kV用日立制弧避雷器

た。日立制弧避雷器は消弧ギャップおよび特性要素の特殊組立構造によって、従来に比して高さを40%低減することができたので、超高圧避雷器まで完全自立形にすることができた。各放電ギャップには、並列抵抗体を差しこんで電圧分布を均等にし、外部汚損の影響を僅小にした。

昭和34年8月には、東京、関西両電力会社の形式試験を優秀な成績で終了した。そのおもなる性能を第3表に示したが、開閉サージ放電開始電圧および10kAの制限電圧がいずれも二段低減した系統のBILを超過しないもので、特性要素は2ms 1,200A 10回の放電耐量を有し、開閉サージ動作責務試験では、AC試験電圧1.4Eおよび1.6Eで1ms 800Aの長波尾電流を加えた場合、いずれも続流遮断に成功している。

3.4 調相用機器

電力系統の整備拡充にともなう調相設備は送電系統の電圧調整用に、また力率改善による送配電損失の減少用に多数製作納入された。

3.4.1 同期調相機

送電系統容量の増大とともに、受電端変電所に設備される同期調相機も必然的に大容量機となる傾向にある。

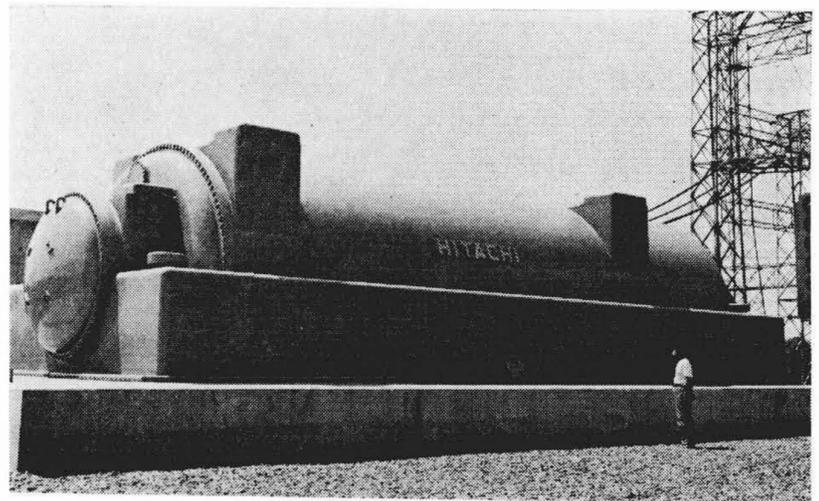
日立製作所では電源開発株式会社南川越納水素冷却同期調相機を完成した。本機は、進相容量80,000kVA、遅相55,000kVA、端子電圧15,400Vでわが国最大容量のものであることはもちろん、世界でも屈指の大容量機である。すでに現地すえ付工事を完了し営業運転に入っている。

本機は陸上輸送制限を考慮した設計で、現地でクレーンなどを使用せず容易に組立分解できること、機械的にかん強で振動の少ないこと、あるいは送電系統の要求に十分適合する優秀な特性と速応性を有し、かつ制御、保護などの付属設備に至るまで、最も斬新かつ経済的な設計として信頼度高く保守運転が容易であることなどの諸条件を満足しており、日立製作所の、過去の絶えざる研究と総合技術が発揮されて完成されたものである。

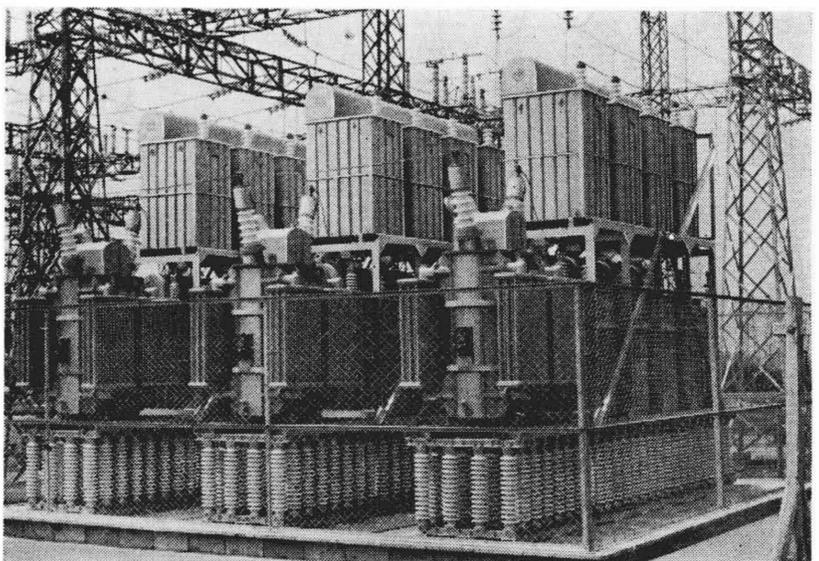
3.4.2 電力用コンデンサ設備

中部電力株式会社岩倉変電所納77kV 20,000kVAコンデンサ設備が完成した。仕様は下記のようなものである。

群容量 20,000kVA (834kVA×24台)



第16図 80,000kVA 水素冷却同期調相機



第17図 77kV 60~ 20,000kVA コンデンサ

回路電圧 77,000V
周波数 60~
相数 3

本設備は変電所面積切詰めのため第17図のように絶縁架台上に2段配置した新方式のもので保守点検に便利に種々考慮されている。

すえ付面積の節減のため単器容量も大形化し1,670kVA 3台にて5,000kVAのものが試験設備用として製作された。このような大容量器のものは機器内部温度が問題となるが、絶縁処理技術の向上と、素子冷却に新方式を採用し、十分余裕のある製品となっている。本器は世界最大単器容量のコンデンサである。

3.5 変電所の制御および配電盤の傾向

最近大容量で、系統の複雑な一次変電所、特に超高圧変電所などでは、主配電盤室には中央集中制御に適した縮小盤を設置し、別に制御盤上の操作に連繋した、壁埋込式の照光模擬系統盤を設けるかあるいは縮小盤をやめて、照光模擬系統盤中に指示計器を配置したグラフィック形式の盤とし、制御盤は従来のものの数分の一に縮小

したボタン操作式とするなど、変電所全体の運転状態を明りょうに照光表示してはあくするとともに、電力量などの記録はデータ処理装置により定時あるいは随時、自動的にタイプライターによる一人監視制御を行うような気運になってきた。

保護方式では、超高圧変電所あるいは、新鋭の発電所における母線保護は、系統容量の増加とともに故障電流が急激に大きくなってきたので、従来の差動保護あるいは、後備保護リレーによる保護だけでは不十分となってきた。

最近同一CTの二次電流のベクトル和を動作コイルに、整流したスカラー和を抑制コイルに与える比率特性をもった母線保護方式が開発され、実負荷試験で、定格電流の数十倍の故障にも、内外故障を判別し、好成績を取めたので、北東京超高圧変電所そのほかに実施された。また同時に1Aリレーが開発され、ケーブル経費節約の目的から前記超高圧変電所に適用された。

表示線保護方式は、最近重要幹線または環状送電線の保護にますます適用されているが、従来3端子の保護に対しては感度の低下などあり十分でなかった。

最近非直線要素の飽和特性を利用して、CTの特性差を補償し最小動作の50倍の外部故障に対しても誤動作しない新形の3端子表示線保護方式が開発され、大都市の3端子重要幹線に多数適用された。

遠方制御方式は発電所の自動化に伴い、ますます広く採用されているが、リレーはユニットプラグインあるいはプラグイン形式のものが標準化され、保守点検がきわめて容易となった。

またトランジスタによる遠方監視装置も開発、実施され、好性能を発揮している。

機器ごとに専用の連絡線を使用する直接式遠方制御方式も比較的近距离の発電所に広く使用されている。

ユニットサブステーション様式の配電用変電所は建家の省略、設備の簡易、互換性などの点から電力用はもちろん一般産業工場用、ビル受配電設備用など、あらゆる分野にわたり、飛躍的に増加の一途をたどっている。

特に新形遮断器の開発と相まって、形式、構造操作方式の全般にわたり、合理的な標準形式のものが開発され、画期的な進歩を示している。

3.5.1 ユニット式遠方制御装置

従来の遠方制御装置に改良を加え、装置を標準ユニット化することによって保安点検がきわめて容易となった。

第19図および第20図は東京電力株式会社小松川-長島変電所用として完成したもので、なお同様式のものが、引続き東京電力そのほかに納入される。本装置の特長は次のとおりである。

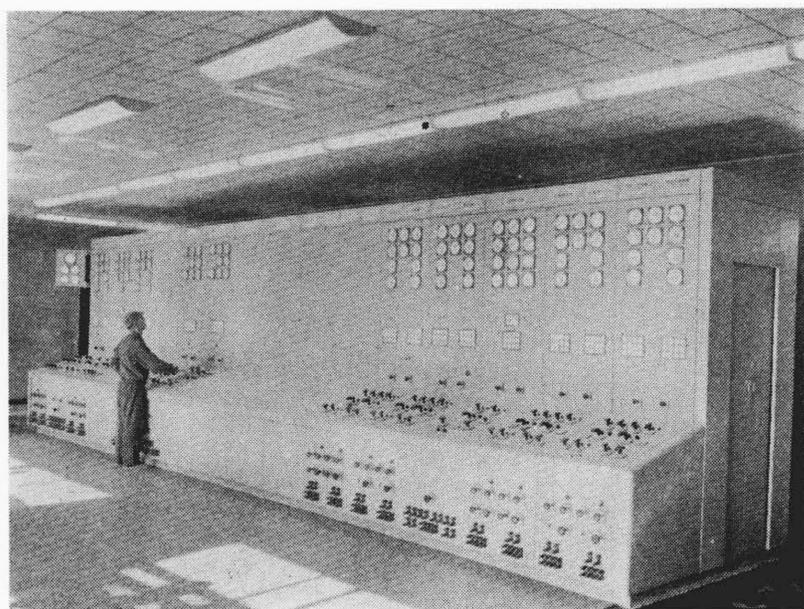
- (1) 選択はパルスコード方式である。
- (2) 小形選択開閉器、接着模擬母線を使用し、制御盤幅は従来の約 $\frac{1}{2}$ となっている。
- (3) 継電器盤はユニットプラグイン構造である。したがって選択数は10から100まで、プラグイン形ユニットの増減で任意に変更でき、保守点検がきわめて容易である。
- (4) 継電器にはワイヤスプリングリレーを使用し、寿命が水平形電話リレーの10倍以上である。
- (5) 端子の接続にははんだ付をラッピングしてあるため、振動のほか機械的ショックで、断線のおそれはまったくない。

3.5.2 閉鎖形配電盤

メタルクラッド形配電盤およびスイッチキュービクルの製作は繁忙をきわめた。

第21図は都内20kV幹線中の東京電力株式会社蔵前変電所に納入された20kV特高キュービクルである。

本キュービクルは遮断容量1,000MVAの空気遮断器、不燃油室



第18図 北東京変電所配電盤

素封入形計器用変圧器を装備して火防に対処し、各相間には隔壁を入れて相短絡のおそれをなくしたものである。また誤操作防止のインターロックを完備し、遮断器開閉時の騒音に対しては、特殊消音器を使用している。

第22図は名古屋市水道局納の3.45kV 50MVA、油入遮断器を収納した新形スイッチキュービクルである。この新形スイッチキュービクルは従来の遮断器固定形のスイッチキュービクルとメタルクラッド配電盤との中間的な性能をもつもので、内部点検の場合には主回路導体の遮断器端子接続部をはずすことによって容易に遮断器を外部に引出すことができる特長を有し、構造簡易で保守点検がより便利にしたものである。

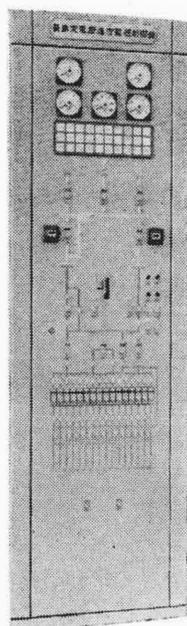
3.5.3 キャリヤリレー

関西電力新淀川線用キャリヤリレーを製作納入した。

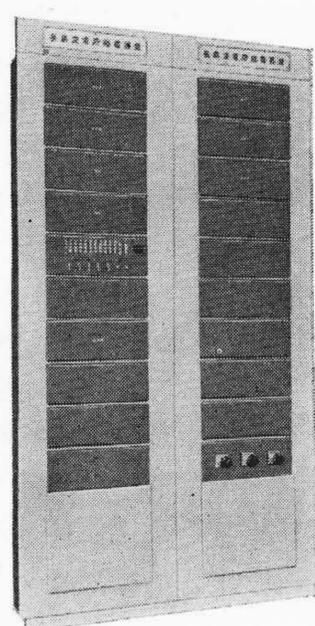
本装置の保護継電方式は高速度電力方向継電器による電力方向比較方式で、搬送方式は非変調狭帯域受信としている。なおこの方式は両端に0.5kc隔った異周波数を割当て、背後電源の有無、大小にかかわらず、両端を同時遮断できる方式になっている。また新淀川線は並行二回線で、中間に負荷変電所が不平衡分岐しているが、これら電気所は受電送電線が遮断したとき自動的に健全回線に切替わるようになった。

3.5.4 パイロットワイヤリレー

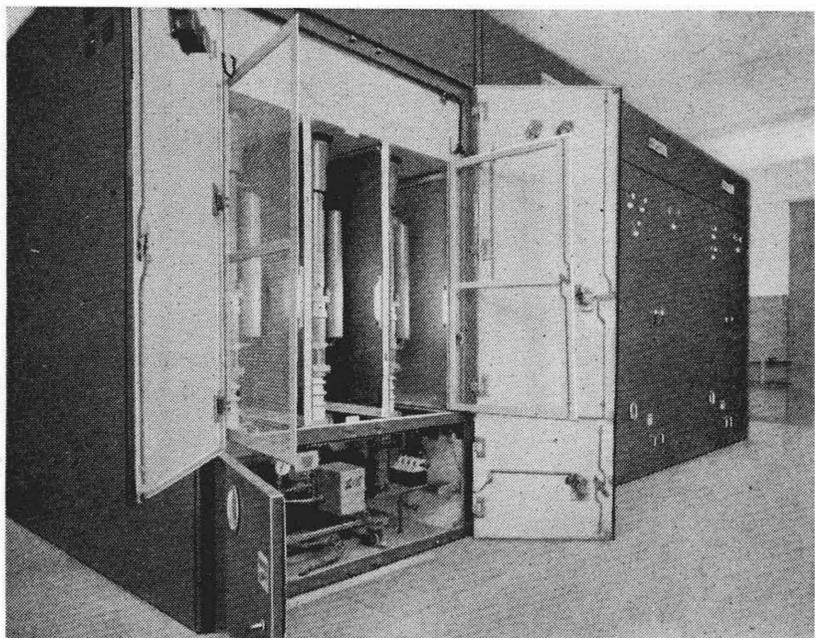
従来の電流環流式を改良した一連のパイロットワイヤリレーを完



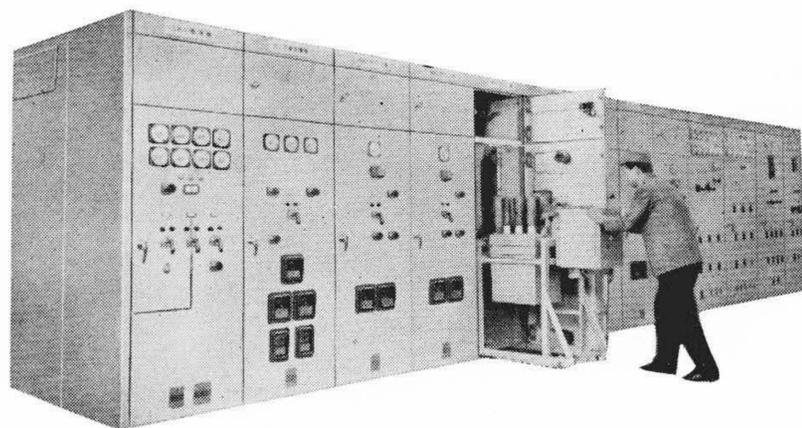
第19図 遠方監視制御盤



第20図 ユニット式継電器盤



第21図 東京電力株式会社蔵前変電所
20 kV 特高キュービクル



第22図 3.45 kV, 50 MVA, CRB 形スイッチ
キュービクル

成した。すなわち総合変流器、差動変成器抵抗器およびリレー要素などを、小形化して一体とし、リレー内部に試験用端子を設けて各部の要素ごとに試験できるようにし、取扱いを便利にした。またパイロットワイヤの長さに応じて平衡用抵抗を調整し、常に同じ特性が得られるようにした。さらにサージ電流によって誤動作しないようにサージ防止回路を設けることにより、第3高調波のサージ電流に対しては感度電流の40倍、第5高調波の場合には80倍以上に耐えるようにし過渡特性を著しく改善した。

多端子送電線に対しては各端の変流器特性の不一致が区間外故障時に無電流端子リレーの誤動作の原因となるが、各端リレーの入力変流器に非直線特性を与えることによりこの問題を解決した。

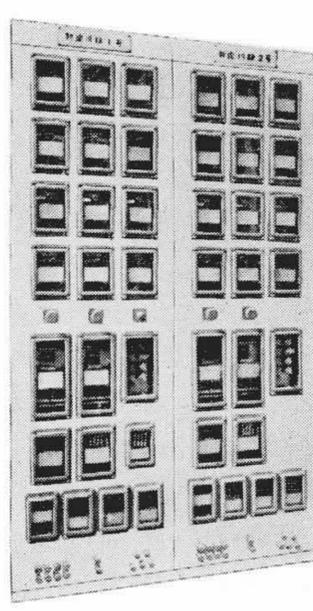
特高ケーブル送電線の接地保護方式はケーブルの充電電流のために定常時、過渡時ともに種々問題があるが、模擬ケーブル送電線によって種々研究した結果に基づき、新たに零相電圧を導入した新形リレーを開発した。

過去一年間に東京電力株式会社品川火力線をはじめ中国電力株式会社、八幡製鉄株式会社、住友共同電力株式会社などに合計約30端子分のパイロットワイヤリレーを納入した。第24図は新形パイロットワイヤリレー盤の一例である。

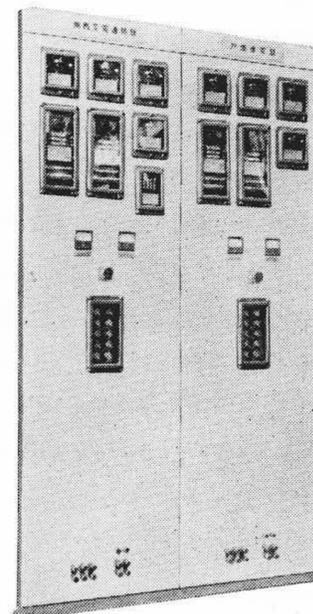
3.6 整 流 器

昭和34年度は日立整流器が十分にその実力を発揮し、各種用途において著しい伸長を示した年であるということができよう。第25～27図にその様子を示す。

水銀整流器においては電動機応用および車両用に大量のタンクが製作された。電動機応用面では線材など連続式圧延機電源への需要が大きい。これらはいずれも定電圧または定速度制御を行うものである。東北線交流電化に伴ない、ED71形交流電気機関車の量産が行われたが、これに搭載する2,046 kW水銀整流器はすべて日立製作所製が採用されることになった。これは車両用として日立エクサイトロン[®]の優秀性が認められたものということができよう。この整流器においては機関車の粘着性能改善のため格子制御による定電圧制御が行われることが大きな特長である。また新しい試みとしては常磐線用交直両用機関車用水銀整流器において行われた直流区間におけるインバータ運転があげられる。次に最近の水銀整流器の温度制御を簡易化するためガス入り整流器の研究が盛んである。従来ガス入り整流器においては、ガスのクリーンアップが少なく、かつ耐電圧特性のよい整流器を製作する点に問題があったが、日立製作所はクリーンアップ効果の少ない特殊構造タンクを完成し、1,000 kW/



第23図 関西電力株式会社
新淀川線キャリヤリレー盤



第24図 八幡製鉄株式会社納
パイロットワイヤリレー盤

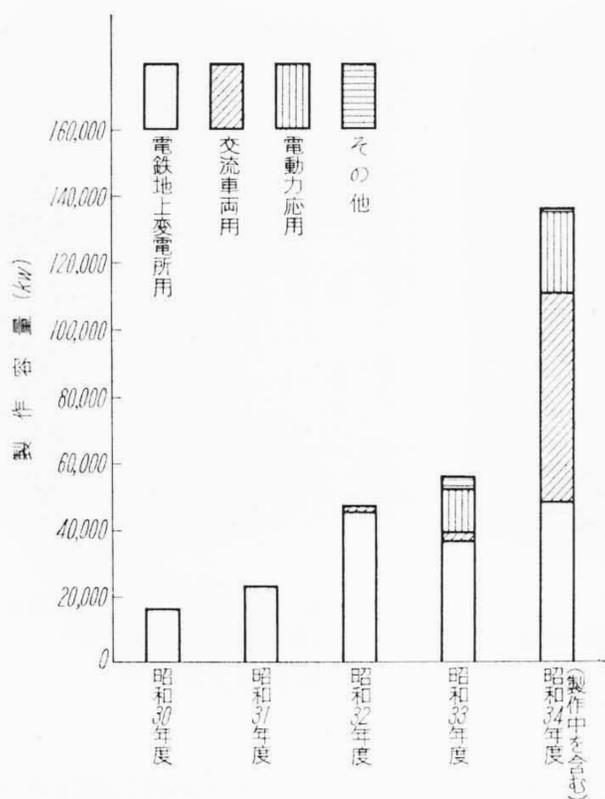
600V 超重負荷公称の整流器を製作し納入した。本器は陰極加熱器なしで -20°C より起動しいきなり尖頭負荷を反復することができる。

このようにガス入りタンクの進歩と、格子制御応用範囲の拡大とは最近の水銀整流器における著しい特長であるとともに今後の進むべき方向を示している。

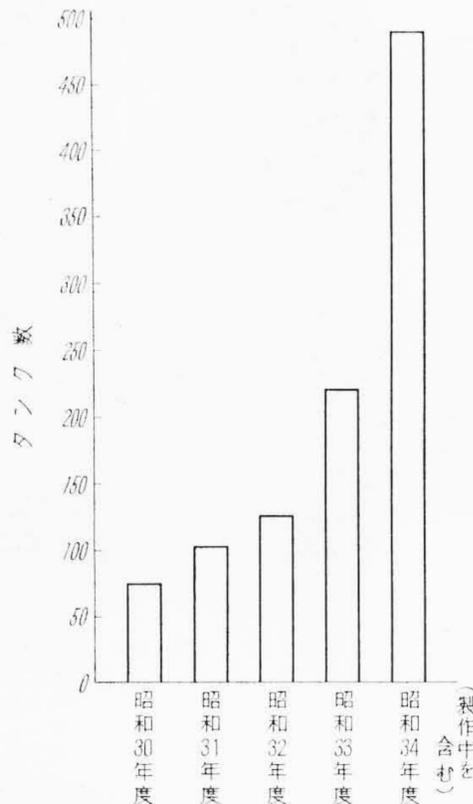
半導体整流器における34年度の注目すべき事項としてはシリコン整流器の著しい発展および各種整流素子の国産化の確立があげられる。シリコン整流器はゲルマニウム整流器に比較し、一エレメントあたりの順方向降下はやや大きい、逆耐電圧が高く許容温度が高い。これらの特長のためその製品化は各方面から注目されていたが、最近のシリコン精製技術の進歩に伴い特性良好な素子が大量生産されるようになった。特に低電圧方面への用途を除いては、シリコン整流器はここ1年の間にほとんどゲルマニウム整流器にとって替った観がある。

半導体整流器の初期においては、素子は国内では生産されずもっぱら輸入に頼っていた。しかし昭和33年より素子製作技術が進み、ゲルマニウム、シリコン整流器とも、素子の国産化はほぼ確立した。今後は素子の大容量化、耐電圧特性の向上にさらに力がそそがれることになろう。

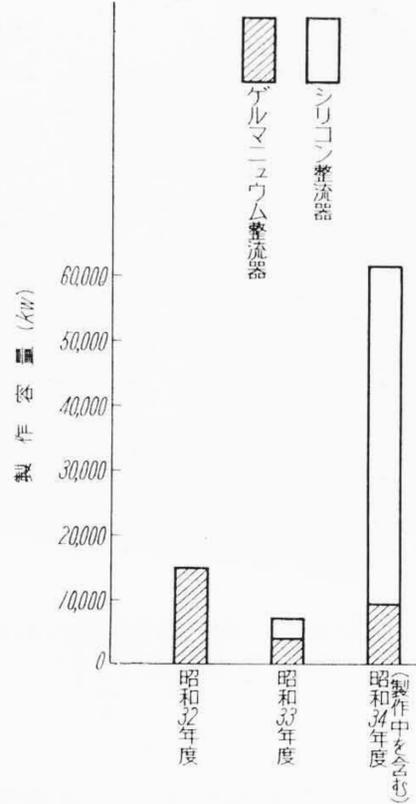
用途の面から考えると従来同様各種電解用への需要が最も大きい。特に36,000 kW/320 V/112,500 A アルミ電解用シリコン整流器は世界屈指の大容量器として注目すべきものである。そのほかアルミ電解用 3,500 kW/50 V/70,000 A シリコン整流器、銅電解用 1,071 kW/153 V/7,000 A ミリコン整流器、アルミ電解用 875 kW/140 V/6,250 A シリコン整流器などが相次いで製作された。電解用に次ぐものとして今後は地上変電所用、車両用に大量の需要がある



第25図 日立封じ切りエキサイトロン製作実績 (34年9月1日現在)



第26図 日立風冷封じ切りエキサイトロンタンク納入実績 (34年9月1日現在)



第27図 日立ゲルマニウム、シリコン整流器製作実績 (34年9月1日現在)

ものと思われる。34年度は地上変電所用 750 kW/600V/1,250A シリコン整流器、交直両用電車用 575 kW/1,350V/426A シリコン整流器および電気機関車用 1,600 kW/650V/2,460A シリコン整流器などが完成した。この二者はいずれもわが国最初の国産車両用シリコン整流器である。

そのほか電解洗浄用、自励式発電機励磁用、同期電動機励磁用、蓄電池充電用、一般電源用などに多数のゲルマニウム、またはシリコン整流器が製作された。これらはほとんどすべて日立製作所製素子を使用して製作されたものである。

3.6.1 東北線直流変電所

日光線鹿沼変電所に 2,000 kW 水銀整流器一台、今市変電所に 2,000 kW 水銀整流器二台が納入された。これにより 32年度から開始された東北線直流電化変電所シリーズはすべて完了したわけである。これらは東北線黒磯-蓮田間 13 変電所、日光線 2 変電所からなり、容量は 40,000 kW (3,000 kW × 8, 2,000 kW × 8) に及ぶ。またこれらはすべて宇都宮中央監視所から遠方制御される無人変電所であり、今市変電所を除き各変電所に整流器一台という分布変電所である。

3.6.2 製鉄用水銀整流器

水銀整流器が静止レオナードとしてミル用電動機駆動用として、またミル用補機電源として使用される傾向が顕著である。電動力応用向水銀整流器の製作容量は33年度比約 190% であり、特に線材など連続式圧延機方面への進出は著しいものがあった。

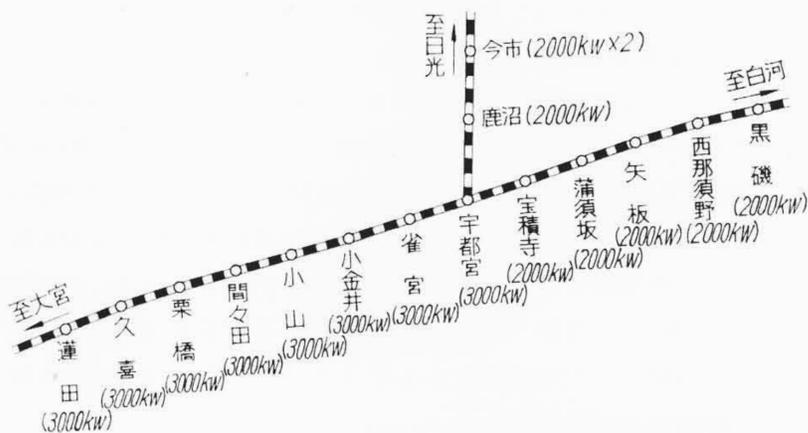
3.6.3 半導体整流素子

(1) SR エLEMENT

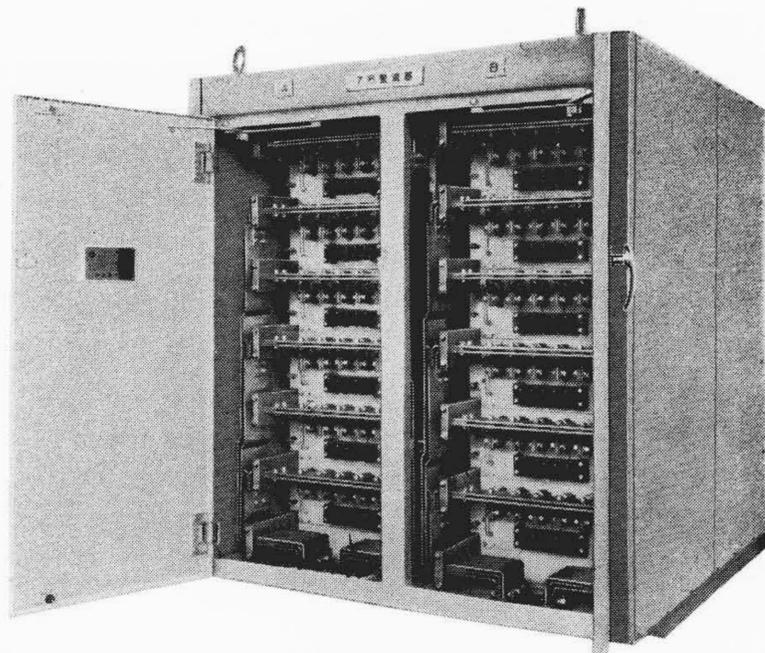
シリコン整流素子は、50 A SNS-14 形の大量生産を行い、33年度をはるかに上回る総計数万個の実績をあげ、さらに、定格平均電流 150A, 200A および 300A, 尖頭逆耐電圧 1,000V 以上の高性能素子を量産し、いまや国内直流電源の全需要をまかなうにたる素子の製造能力を保有している。一例として 300A シリコン整流素子の仕様は下記のとおりである。

DH-11 形 300A SR ELEMENT仕様

定格尖頭逆電圧 (PIV)	600~1,000V
尖頭逆耐電圧	1;200~2,000V



第28図 東北線直流分布変電所群設置先一覧

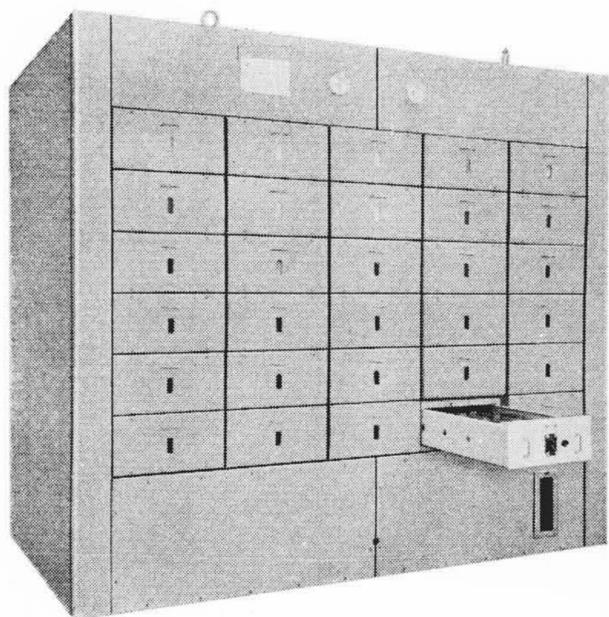


第29図 昭和電工株式会社納アルミニウム電解用 3,500 kW 50V シリコン整流器

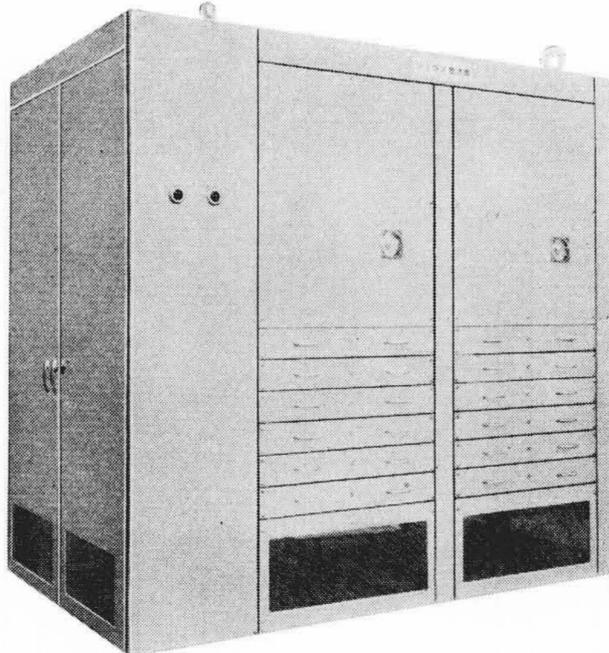
定格平均電流	300 A
最高動作温度	150°C

(2) GR ELEMENT

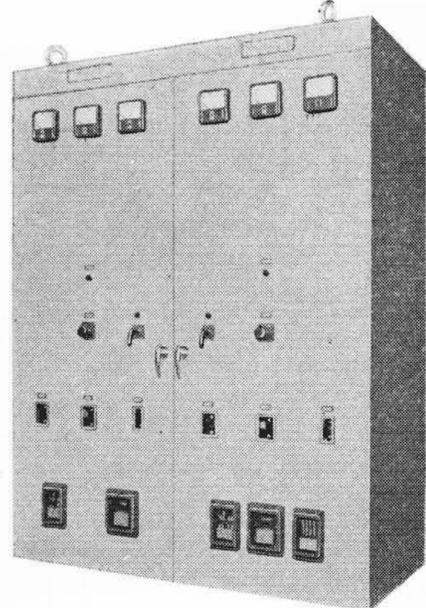
ゲルマニウム整流素子はシリコン素子の急激な伸長にもかかわらずなお低電圧、大容量の電解用電源として、現に34年度には、味の素株式会社納 250V 6,000A の記録品を生み、標準化されたELEMENTを即座にセットして顧客の需要にこたえうようになった。



第30図 味の素株式会社納食塩電解用 1,500 kW 250 V ゲルマニウム整流器



第31図 大阪市交通局納 750 kW 600 V シリコン整流器



第32図 関西電力黒田発電所納 7.5 kW × 2 励磁用シリコン整流装置

GMF-12 D 形 GR エレメント仕様

定格尖頭逆電圧 (PIV)	92V
定格平均電流	150A
最高動作温度	65°C

以下に半導体を使用した整流設備の代表的数例を示す。

3.6.4 電気化学用半導体整流器

ゲルマニウム整流器についてシリコン整流器も完全に実用期に入り、アルミニウム電解用として昭和電工株式会社向け 3,500 kW, 875 kW シリコン整流器のほか、銅電解用 1,071 kW が同和鋳業株式会社へ納入された。このほか食塩電解用 2,016 kW, 1,500 kW ゲルマニウム整流器をはじめ、銅電解用 900 kW 2セット、亜鉛電解用 382.5 kW など多数のシリコン、ゲルマニウム整流器を納入し、さらに世界屈指の大容量器であるアルミニウム電解用 36,000 kW シリコン整流器を製作中である。

3.6.5 電鉄変電所用シリコン整流器

東京都交通局下谷変電所に納入された 750 kW, 600 V シリコン整流器は6月より運転を開始した。本器は 750 kW 回転変流器3台と並列運転を行っており、電鉄用電源として十分な性能を示している。この実績は、その後のこの種整流器製作に有効に活用されている。すなわち大阪市交通局大宮変電所に納入され運転を開始した 750 kW, 600 V シリコン整流器はさらに小形軽量化されるとともに、保護方式においても斬新な方式が採用されている。本器は同一容量の既設水銀整流器とともに完全無人変電所に設置され、都島変電所より遠隔操作されている。シリコン整流素子が万一破壊しても整流器はそのまま運転継続が可能であり、特殊な故障検出装置により親変電所に表示される。水銀整流器の事故に対しても十分考慮が払われ、短絡を生じてモリアクトルにより短絡電流を抑制してシリコン整流器を保護している。また異常電圧に対しても十分な保護協調がとられている。

3.6.6 そのほかの半導体整流器

以上のほか、中小容量の多数のシリコンおよびゲルマニウム整流器が多数完成した。

大同鋼板株式会社および大阪造船株式会社の両社に納入したクリーニングラインの電解洗浄用電源はいずれも 20 V, 8,000 A のゲルマニウム整流器で従来の電動直流発電機に比し効率が10%以上もすぐれ、運転保守が簡便なことが実証された。

交流発電機および同期電動励磁電源として 7.5 kW 乃至 70 kW の整流器が延15台 400 kW が製作された。この中には帝国人造絹糸向

13,150 kVA タービン発電機用や大阪ガス北陸工場納 2,350 kW 圧縮機用電動機の分が含まれており、いずれも電源系統の異常事故や、起動時の高誘起電圧に十分耐えるよう特殊な保護方式が設けてあり、電圧調整は手動タップ切換器、誘導電圧調整器または可飽和リアクトルでなされている。第32図は関西電力株式会社黒田発電所納の励磁用整流装置を示す。

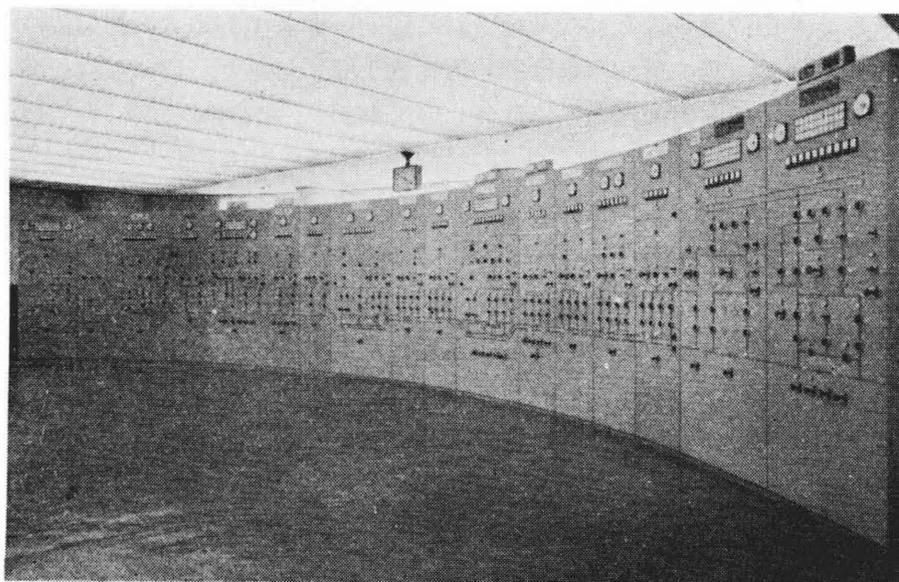
このほか IBM のための定電圧、定周波電源設備用としてゲルマニウム整流器が作られた。レオナード駆動の単相交流発電機の電源用で、入力電源変動 3,300 V ± 10%, 60 ~ ± 3 ~, 負荷変動 ± 10% に対し、出力は瞬時、整定とも 208 V ± 5%, 60 ~ ± 0.5 ~ の制御精度をもち、停電時は蓄電池に切り換え無停電運転ができるよう考慮してある。

3.7 直流変電所用配電盤および制御装置の傾向

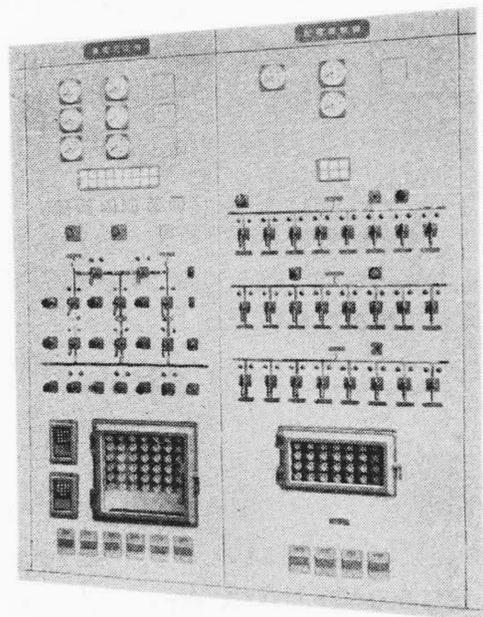
電鉄用はほとんど無人変電所が主体となり、格子制御の採用が多くなってきた。たとえば交流機関車用では起動時の格子制御、製鉄工場その他における格子による自動定電圧制御、東京急行電鉄株式会社元住吉変電所その他における回転変流機との並列運転のとき軽負荷時に生ずる回転変流機逆流防止のための格子制御による電圧調整などである。

3.7.1 国鉄東北線および日光線用集中遠方制御装置

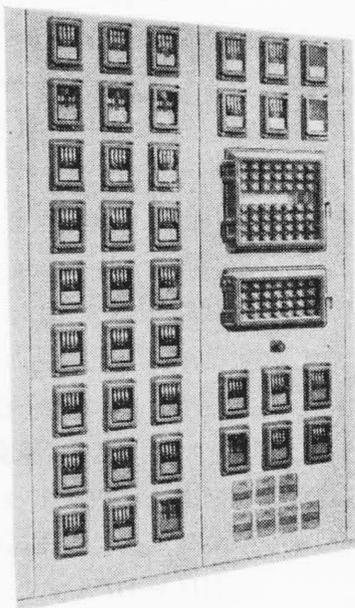
東北線電化の一環として、昭和34年1月宇都宮以北の矢板変電所 (2,000 kW. MR × 1) ほか5変電所および1区分所、引続き同年8月日光線2変電所の遠方制御装置が完成し、昭和33年4月納入した宇



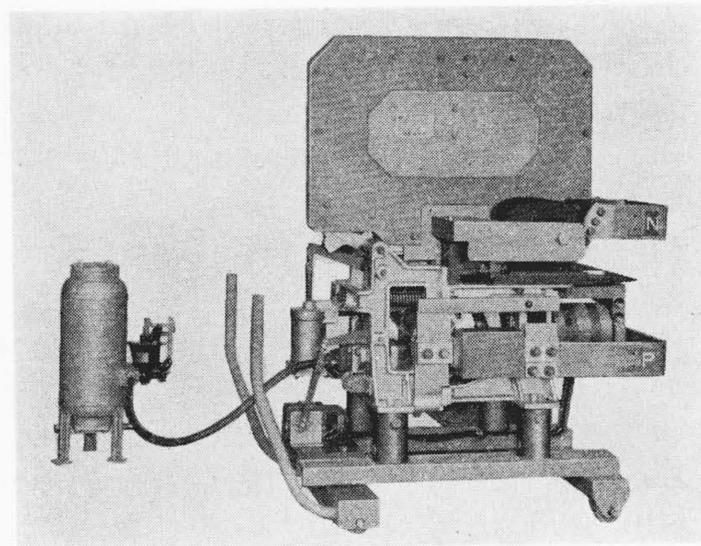
第33図 東北線集中監視制御盤



第34図 日立直接式遠方監視制御盤



第35図 日立直接式遠方監視制御装置 被制御所リレー盤



第36図 形HD式 OPA 1,500 V 3,000 A 高速度遮断器

第4表 日立直接式遠方監視制御装置納入先

No.	納入先	被制御所	制御所	距離 (km)	連絡線	選択機器数			
						操作	測定	表示	合計
1	日本国有鉄道	安善き電室 4×HSCB	川崎変電所	5.8	0.9φ 操 作 4 表 示 1 測 定 3 測 定(切 換) 3 共 通 2 } 10本	4	(A)×1	6	10
2	近畿日本鉄道	飄筆山変電所 MR×1台	玉川変電所	4.3	1.0φ 操 作 4 表 示 3 測 定 1 測 定(切 換) 1 共 通 2 } 10本	4	(WH)×1	7	11
3	京阪電鉄	交野変電所 MR×1台	枚方変電所	5.0	0.9φ 操 作 2 表 示 1 測 定 1 共 通 1 } 4本	2		5	7
4	関西電力	千日前変電所 3×10,000 kVA	湊町変電所	2.07	0.9φ 操 作 45 表 示 21 測 定(切 換) 30 共 通 2 } 95本	45	(A)×6 (V)×3 (WH)×3 (VARH)×3 (PI)×3	21	66
5	関西電力	中本変電所 3×10,000 kVA	今里変電所	1.65	0.9φ 操 作 46 表 示 23 測 定(切 換) 30 共 通 2 } 101本	46	(A)×5 (V)×3 (WH)×3 (VARH)×3	23	69
6	関西電力	備谷町変電所 3×10,000 kVA	曾根崎変電所	1.84	0.9φ 操 作 48 表 示 21 測 定(切 換) 30 共 通 2 } 101本	48	(A)×6 (V)×3 (WH)×3 (VARH)×3 (PI)×3	21	69
7	日本冶金	川崎製造所 1×7,500 kVA	中央電気室	1.0	0.9φ 操 作 11 表 示 38 測 定 4 共 通 3 } 56本	11	(GU)×1	38	49
8	九州電力	人吉第2変電所 70 kV 6回線	人吉第1変電所	0.5	0.9φ 操 作 6 表 示 11 測 定(切 換) 23 共 通 2 } 42本	6	(V)×1 (W)×4 (VD)×1	11	41
9	昭和アルミ	第2変電室 屋外スイッチハウス 第6号変電室	中央変電所	0.33 0.24 0.54	0.9φ 操 作 5 表 示 4 測 定 3 共 通 3 } 12本	5		9	14
10	東洋紡績	インバータ変電所	中央制御室	0.07	操 作 6 表 示 2 測 定 13 共 通 1 } 22本	4	(A)×1 (V)×2 (W)×1 (PI)×1	2	6

都宮以南8変電所を含めると、総計17変電所の遠方制御装置の全部が完成し、直流電化に画期的な偉力を発揮することとなった。

本装置は各変電所を5群に分け、群内の装置が万一不具合になっても、幹線運転にはなんら支障ないよう考慮されている。

おもな特長は次のとおりである。

- (1) 故障表示および制御の重要性にしたがい、選択位置に優先順位をつけた。
- (2) 操作開閉器は、ランプ内蔵形とし選択と操作が一挙動で行えるようにした。
- (3) 機器の開閉表示灯は、常時滅灯式とし、保守の簡易化をはかった。
- (4) 集中制御盤は、系統および被制御機器が一目りょう然となるよう器具を配置し、また変電所銘板を群別に色わけして監視を容易にした。
- (5) 積算電力計はデジタル式とし、随時読み取り式を採用して保守の便をはかった。

第33図は集中監視制御盤を示す。

3.7.2 日立直接式遠方監視制御装置

第4表に製作例を示す。

東京鉄道局川崎変電所納のものは安善き電室の高速度遮断器4台の制御と電流の切換測定を行ったものであるが、遠方制御用の電源としては川崎変電所のDC 100Vのみを使用した。なお遠方操作中高速度遮断器の自動遮断で再投入しないよう連動回路を設け万全を期している。

関西電力株式会社におけるユニットサブステーションは直接式遠方制御方式をほとんど標準として採用されている。第34図は監視制御盤、第35図は被制御所リレー盤の一例である。

瓢箪山変電所納の例では制御電源として玉川変電所のAC 100Vを使用しセレン整流器を組合わせて選択動作を行っている。

3.7.3 直流高速度遮断器

従来は電磁操作のものが製作されていたが、操作電流の低減のため空気操作式高速度遮断器を開発し多数製作している。第36図はHD形OPA式およびGPA式1,500V、3,000A直流高速度遮断器の外観写真である。さらに小形軽量の機械保持式直流高速度遮断器も製作した。この遮断器は従来の電気保持方式と異なり、保持線輪をもたず、引外線輪は吹消線輪を共用したため小形にすることができた。

昭和34年度における日立製作所の社外寄稿の成果 (件数)

(昭和33年11月～昭和34年10月)

		33/11	12	34/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計	
事業所別内訳	日国	4	1		6	6	5	5	4	2	2	8	3	46	
	立分	5	1				3	1	2	1	1	2	1	17	
	水笠		5	1	1	1	2		1	1	5			6	
	亀川	5	2	4	2	4	3	3	1	2	4	4	3	14	
	多賀	1	4	2	1	4	2	1	1	2	1	4	4	37	
	亀橋		1	2	1	1	5	4	4	5	3	5	2	25	
	栃戸		1		2	2	1	2	1	1	2	5	2	33	
	横木					2			1			1		1	17
	戸塚	2	1	1	2	2	1	1	3				1	4	
	茂原	1	1						1	1	1			1	4
	武蔵						1					4	1	9	
	絶大	1	2		1		1	1	1	1	2	1		1	10
	中日本	14	16	13	13	14	11	11	26	14	9	20	13	174	
	その他	3	5	2	15	7	4	5	3	7	6	4	4	62	
合計	37	49	31	50	56	49	49	69	49	45	75	34	593		
部門別内訳	電車	10	12	8	12	5	9	18	21	17	12	21	6	151	
	機械	1	6	1	2	3	1		2			3	1	20	
	商家	7	7	6	4	8	9	10	3	4	6	13	5	82	
	通信	3	4	4	6	12	5	7	3	3	2	1		50	
	化学	1	4	2	5	3	2	4	8	7	2	5	1	23	
	研究	1	4	2	5	3	2	4	9	6	4	4	4	48	
	経営	15	11	7	17	20	18	7	18	9	13	21	14	170	
	その他	3	3	1	4	4	3	2	1			4	1	17	
合計	37	49	31	50	56	49	49	69	49	45	75	34	593		
寄稿先内訳	学協	13	11	8	6	6	11	11	26	12	12	18	13	147	
	その他	5	6	2	5	6	15	8	10	5	8	10	3	83	
	合計	19	32	21	39	44	23	30	33	32	25	47	18	363	
合計	37	49	31	50	56	49	49	69	49	45	75	34	593		