

3. 送配電および変電用機器

POWER TRANSMISSION AND DISTRIBUTION EQUIPMENT

3.1 変 圧 器

大容量発電所の建設に伴い、多数の大容量器の納入をみた。

そのおもなものをあげれば、火力発電所向けとしては、関西電力株式会社堺港発電所納 154 kV 290 MVA 変圧器、九州電力株式会社大村発電所納 115 kV 175 MVA 変圧器がある。引き続き東京電力株式会社五井火力発電所納四号用 154 kV 300 MVA 変圧器、関西電力株式会社尼東発電所納 77 kV 180 MVA 変圧器などは鋭意製作中である。

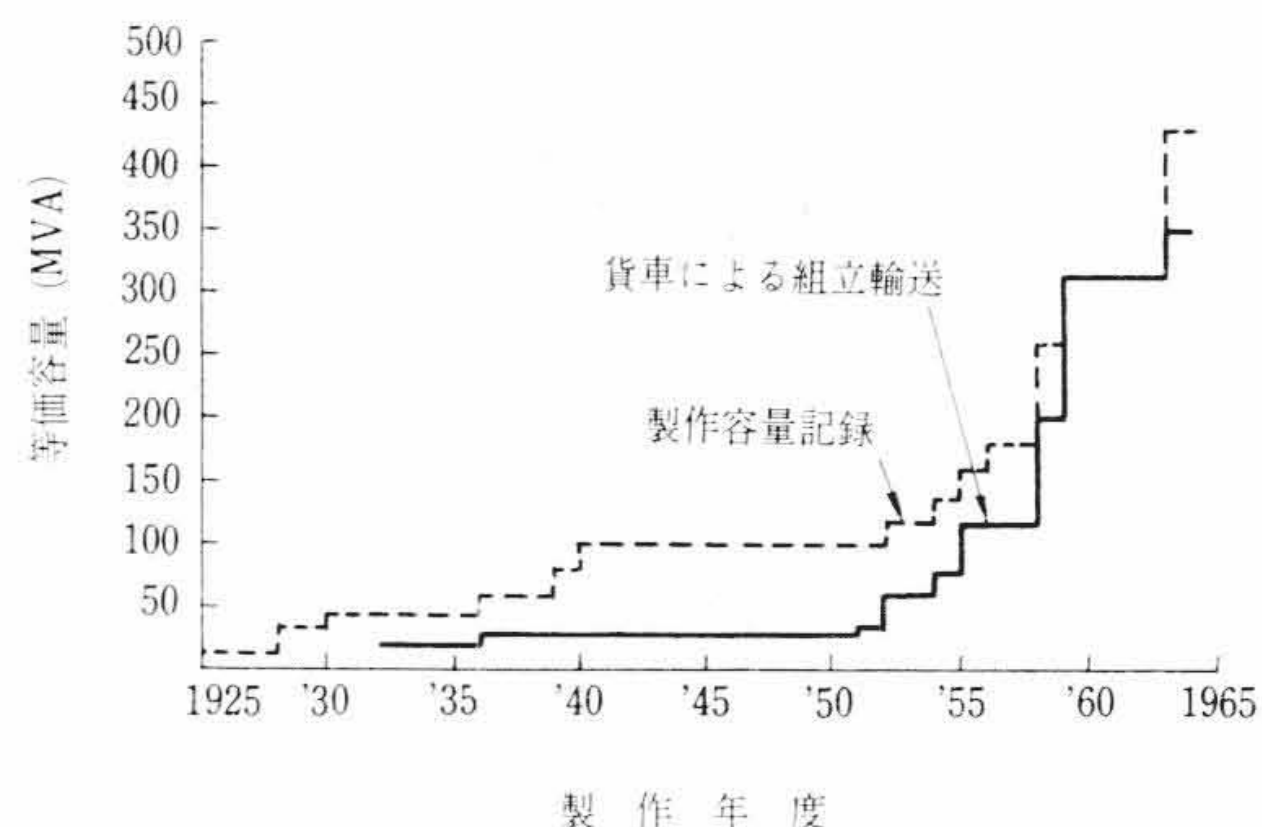
変電所向けとしては、三相 3 巻線変圧器としての記録品である中部電力株式会社西名古屋変電所および東名古屋変電所納 275 kV 300 MVA 変圧器（等価容量 350 MVA）、関西電力株式会社新加古川変電所納 275 kV 200 MVA 変圧器（等価容量 230 MVA）などがあり、さらに引き続き東京電力株式会社東東京変電所納 275 kV 300 MVA 変圧器（等価容量 345 MVA）、新加古川変電所納増設用 275 kV 200 MVA 変圧器、四国電力株式会社香川変電所納増設用 187 kV 120 MVA 変圧器などは製作中である。

設計製造技術の進歩および日立製作所の有する 280 トン積特殊貨車（シキ 700）の使用により、従来不可能と考えられていた前記西名古屋、東名古屋変電所納変圧器のような 350 MVA 級変圧器も中身完全組立輸送が可能となった。

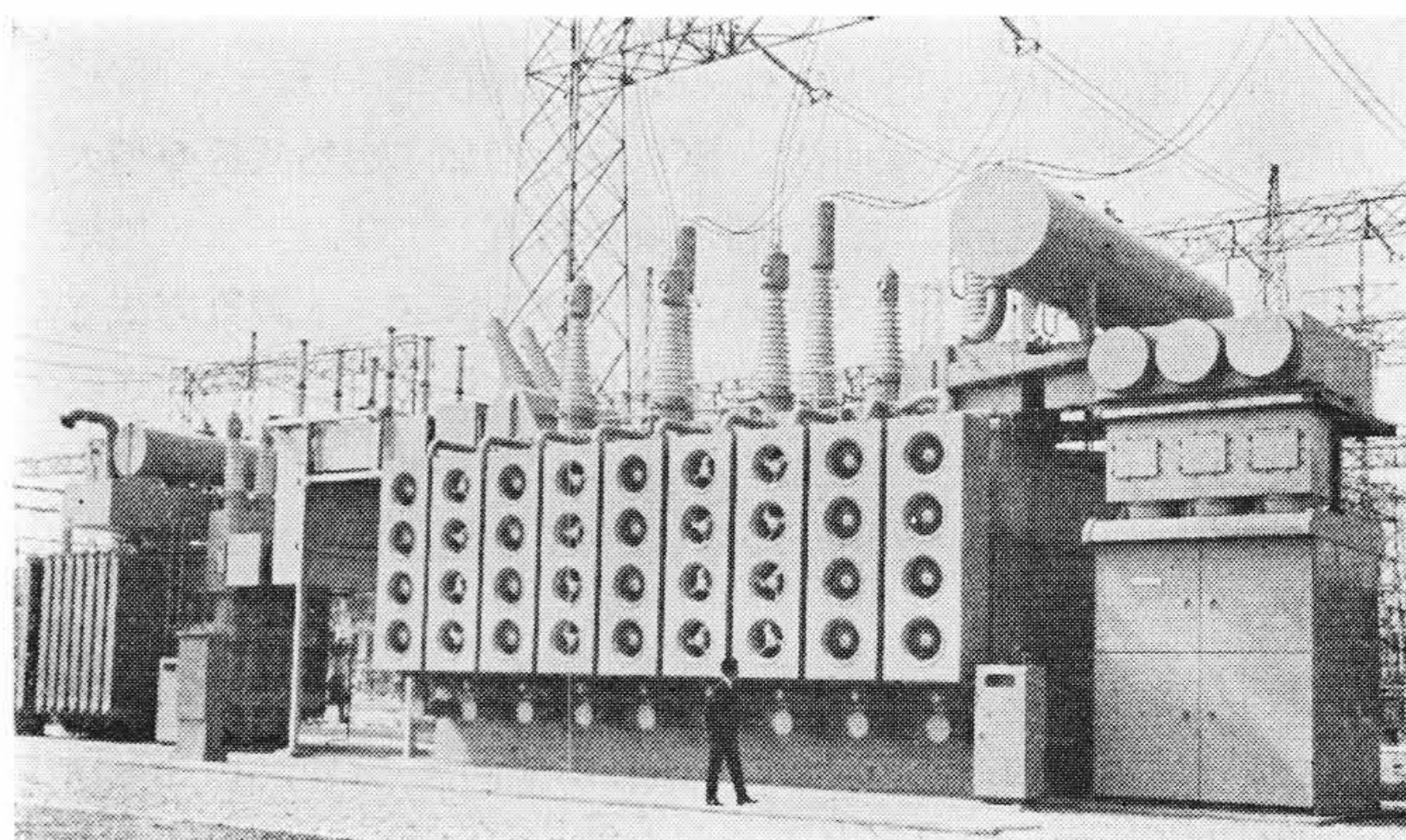
負荷時タップ切換変圧器の需要増加に対応して、国産技術で、独自の回転形抵抗式タップ切換器が開発され、前記新加古川変電所納 200 MVA 変圧器、中部電力株式会社岩塚変電所納 168 kV 120 MVA 変圧器 2 台にこのタップ切換器が採用された。

また変電所の市街地への進出に伴い、低騒音変圧器の需要も増大し、前記岩塚変電所納 120 MVA 変圧器は 60 ホンという低騒音のものであり、また東京都水道局朝霞浄水場納 154 kV 25 MVA コンクリート防音変圧器のように、特別に騒音を低くした変圧器が納入された。

一方海外市場への進出もめざましく、シンガポール、インド、フィ



第1図 わが国における変圧器組立輸送の進歩



第2図 中部電力株式会社西名古屋変電所納 275 kV 300 MVA（等価容量 350 MVA）超高压変圧器

リッピン方面に多量の輸出を見たが、最近の特長としてイギリス、アメリカのコンサルタントエンジニアよりの発注が多く、これは日立製作所の技術が世界的に高レベルにあることを意味するものである。

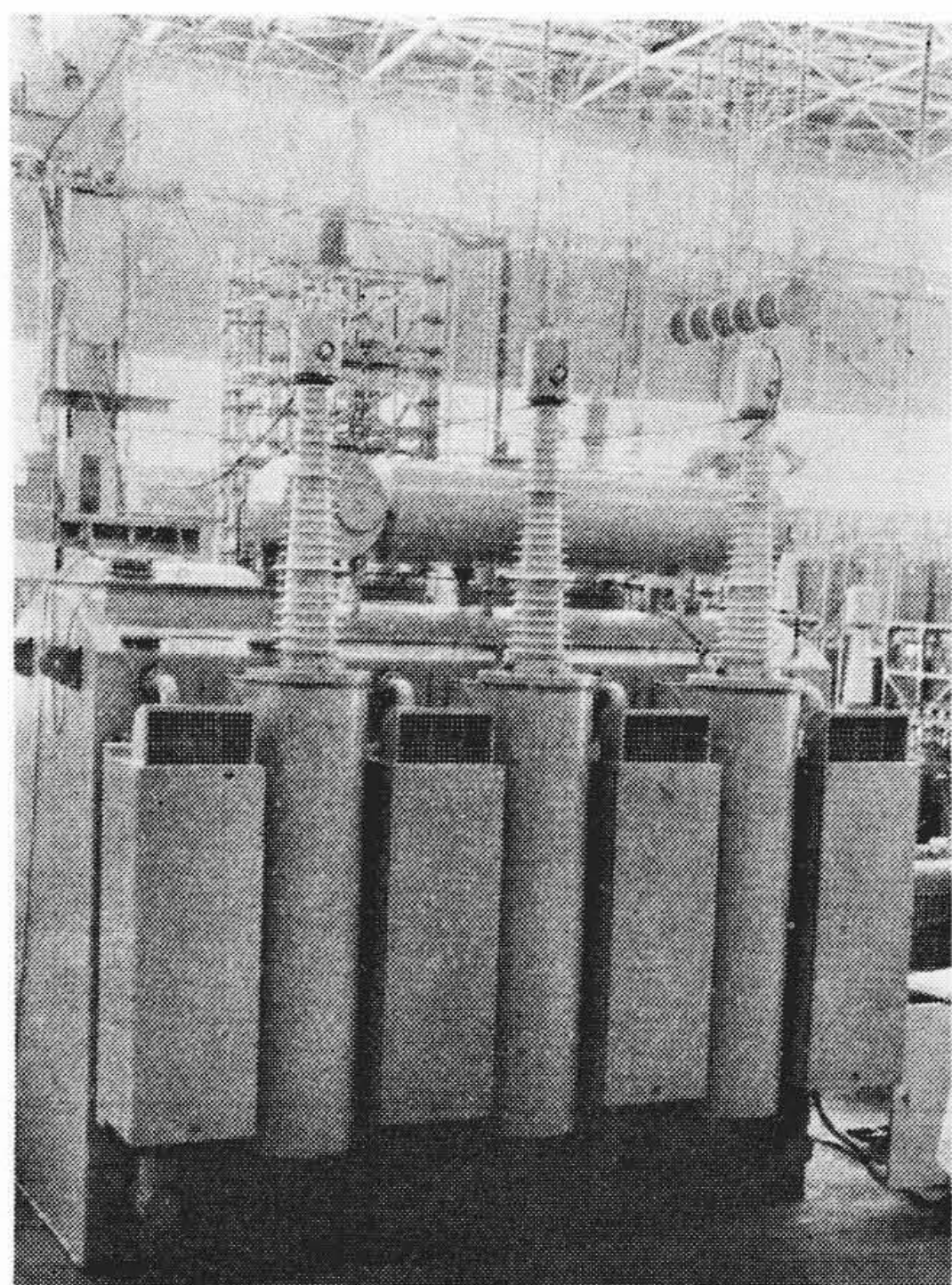
配電用変圧器では電力需要増大による機器容量の大形化に伴い、機器の小形軽量化が問題となっている。これに呼応して耐熱絶縁紙を使用した変圧器が実用されはじめた。

また塩害地区の事故撲滅のため柱上変圧器においても耐塩害用がい子が検討され種々の耐塩害用変圧器が製作されるようになった。

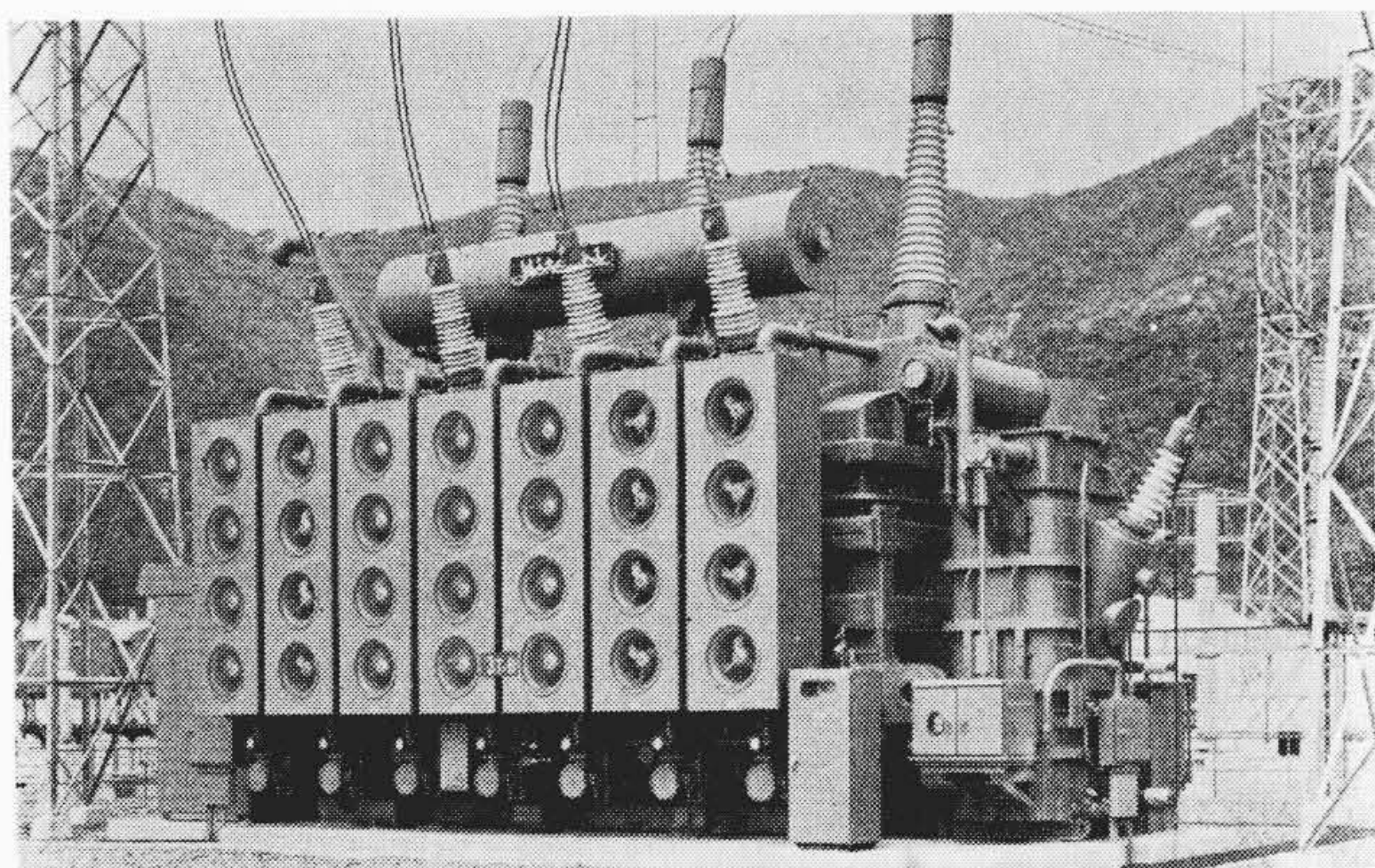
3.1.1 大形変圧器

発、送電方式の近代化に伴い、変圧器の単機容量は増大の傾向を続けている。超高压三相三巻線変圧器として、わが国のみならず世界屈指の中部電力株式会社西名古屋変電所および東名古屋変電所納 275 kV、300 MVA（等価容量 350 MVA）変圧器 2 台がある。これらの変圧器にはこれまで多くの実績のある制振遮へい、巻線強制冷却を採用しており、タンクその他の輸送強度について種々の解析を加え、日立製作所所有のシキ 700 号特殊貨車（280 ㌧）により、わが国で初めて 350 MVA 級変圧器の国鉄による組立輸送を実現させたものである。

現在、超高压大容量負荷時タップ切換変圧器が多く使用されているが、このほど国産最初の回転形抵抗式負荷時タップ切換器を採用した関西電力株式会社新加古川変電所納 287.5 kV、200 MVA 負荷時タップ切換変圧器を完成した。本変圧器の超高压側巻線には新たに開発した複合制振遮へい方式を採用した。



第3図 中部電力株式会社岩塚変電所納 168 kV 120 MVA 抵抗式負荷時タップ切換低騒音変圧器



第4図 関西電力株式会社新加古川変電所 275 kV 200 MVA
(等価容量 230 MVA) 負荷時タップ切換変圧器

近年、各地の都市で制定されつつある騒音防止条令のため、変圧器の騒音対策が重要になってきた。中部電力株式会社岩塚変電所納 168 kV, 120 MVA 抵抗式負荷時タップ切換変圧器 2 台は変電所の立地条件から 60 ホンという超低騒音の仕様付きのものである。合理的なタンク構造および低騒音冷却器の採用により、所期の性能を達成することができた。また、オリンピックにそなえて東京都が建設した朝霞浄水場の電源設備として使用した東京都水道局納 154 kV, 25 MVA コンクリート防音変圧器を納入した。

現在まで、火力発電所向けとしてケーブル直結方式の変圧器を多数製作納入してきたが、今回関西電力株式会社堺港火力発電所納 154 kV, 290 MVA 変圧器を完成した。本器の充電部は外部にまったく露出しない構造となっている。そのほか、九州電力株式会社大村火力発電所に 115 kV, 175 MVA 変圧器を納入した。

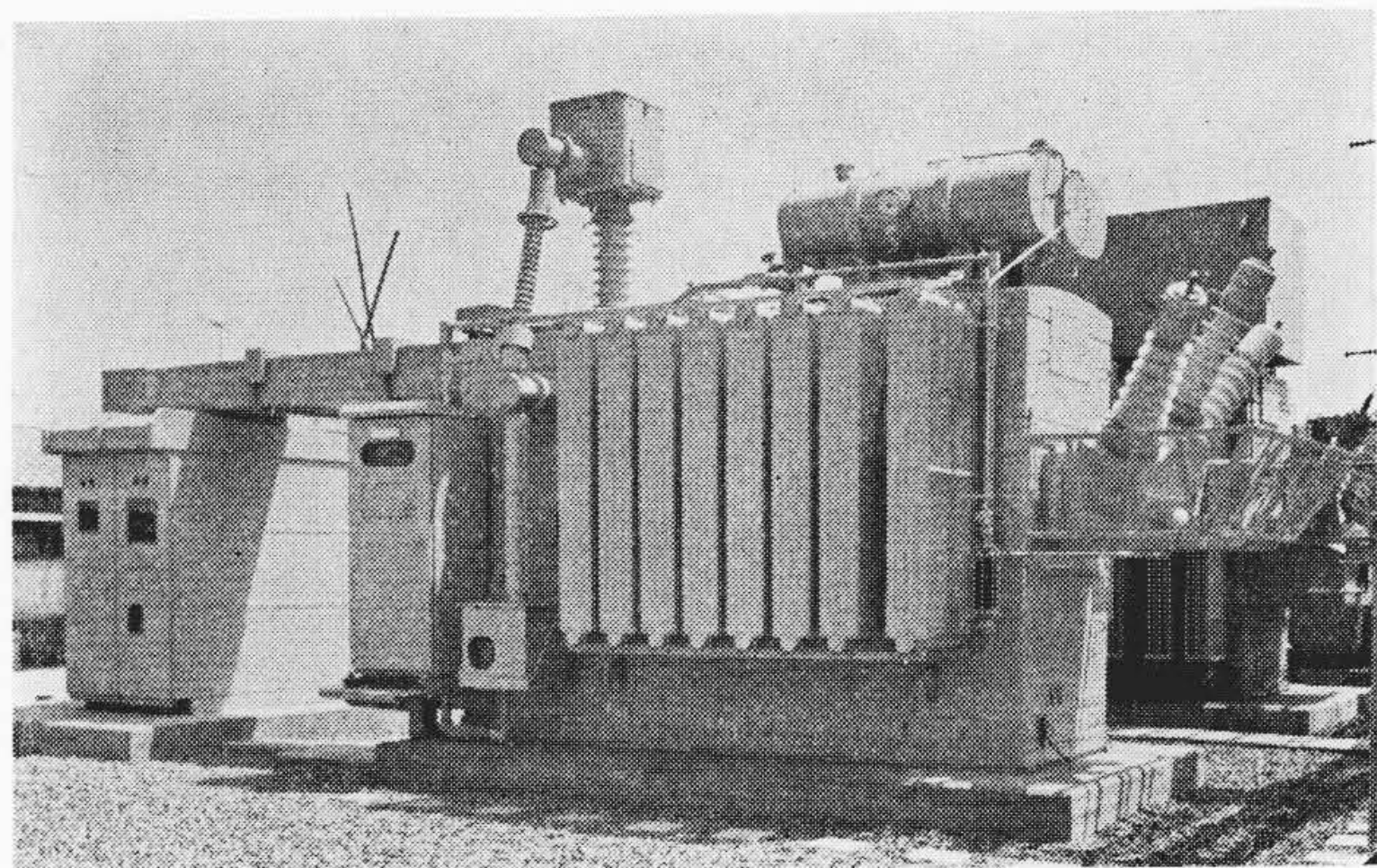
揚水発電所向けとして電動機起動用の半電圧端子を有する変圧器としては神奈川県企業庁城山発電所納 150.5 kV, 77.5 MVA 変圧器 2 台を現在製作中である。この変圧器はきびしい輸送制限のために単相組み合わせ方式を採用している。

また、海外向け変圧器としては、シンガポール政府納 72.8 kV, 75 MVA 変圧器 2 台を完成し、現地据付けを完了した。そのほか、チリーラペル水力発電所納 $230/\sqrt{3}$ kV, 57 MVA 単相変圧器 7 台、インドコタグデム火力発電所納 151.8 kV, 65 MVA 変圧器 2 台およびフィリピンテゲン火力発電所納 115.5 kV, 125 MVA 単巻変圧器を鋭意製作中である。

3.1.2 負荷時タップ切換変圧器

中部電力株式会社東名古屋変電所納 $(275 \text{ kV}) \begin{matrix} +12.5 \text{ kV} \\ -25 \text{ kV} \end{matrix}$ 30 MVA 負荷時電圧調整器 1 台は、275 kV 回路の中性点側に接続して、通過容量 300 MVA を直接切り換える記録的大容量器である。同じ方式で、中部電力西名古屋変電所納 $(275 \text{ kV}) \begin{matrix} +12.5 \text{ kV} \\ -25 \text{ kV} \end{matrix}$ 20 MVA (通過容量 200 MVA) 1 台、および関西電力株式会社堺港発電所納 (140 kV) ± 7 kV, 14.5 MVA 負荷時電圧調整器 (間接方式、通過容量 290 MVA) 1 台も納入した。いずれもリアクトル式負荷時タップ切換器である。抵抗式負荷時タップ切換器はこれを高電圧、大容量器に適用すると、切換性能、変圧器寸法、重量などの点でその特長を発揮する。

日立製作所の抵抗式負荷時タップ切換器は、送電用負荷時タップ切換変圧器を対象とし、変圧器タンク内蔵形であって、組立輸送が可能になった。本器の特長は、6 抵抗方式による接点責務の軽減、単純な構造の駆動機構、扇形フレームで構成した簡単な構造の遮断部、接点の点検、交換の容易さなどである。すでに完成をみた 800 A 定格 LR-2K 形を適用した変圧器として、関西電力株式会社新加古川変電所納 275 kV, 200 MVA 負荷時タップ切換変圧器 2 台がある。また、中部電力株式会社岩塚変電所に 168 kV, 120 MVA 負荷時タ



第5図 東京電力株式会社厚木変電所納 63 kV 10 MVA
負荷時タップ切換変圧器

ップ切換変圧器 2 台を納入した。

LR-2K 形の改良形として 1,000 A 定格の LR-2K, 1,000 形の試作研究を完了した。本器は超高圧 400 MVA 程度まで適用可能である。

一方、配電用の 10 MVA 級標準形負荷時タップ切換変圧器は、これが設置される変電所の性格から特に保守、点検の容易なこと、経済性のあることが望まれる。この目的を達成するためリアクトル式気中形切換開閉器を使用している。

この方式の標準形 10 MVA 負荷時タップ切換変圧器 27 台, 6 MVA 3 台を納入した。

上述のように、送電用、配電用それぞれに対し標準形負荷時タップ切換器を完成した。

輸出品としては、インド UP 州納負荷時タップ切換変圧器として 220 kV, 100 MVA 1 台, 220 kV, 100 MVA 単巻変圧器 3 台, 220 kV 60 MVA 単巻変圧器 4 台, 132 kV, 40 MVA 2 台, 132 kV, 20 MVA 6 台, 132 kV, 20 MVA 単巻変圧器 4 台, 12.5 MVA 6 台, 10 MVA 4 台などを受注し製作中である。このほか、インドコタグデム発電所納 132 kV, 65 MVA 2 台も製作中である。

3.1.3 変 流 器

アメリカからはじめて受注した 230 kV CT 3 台を完成し、ASA 規格による試験を受け納入した。

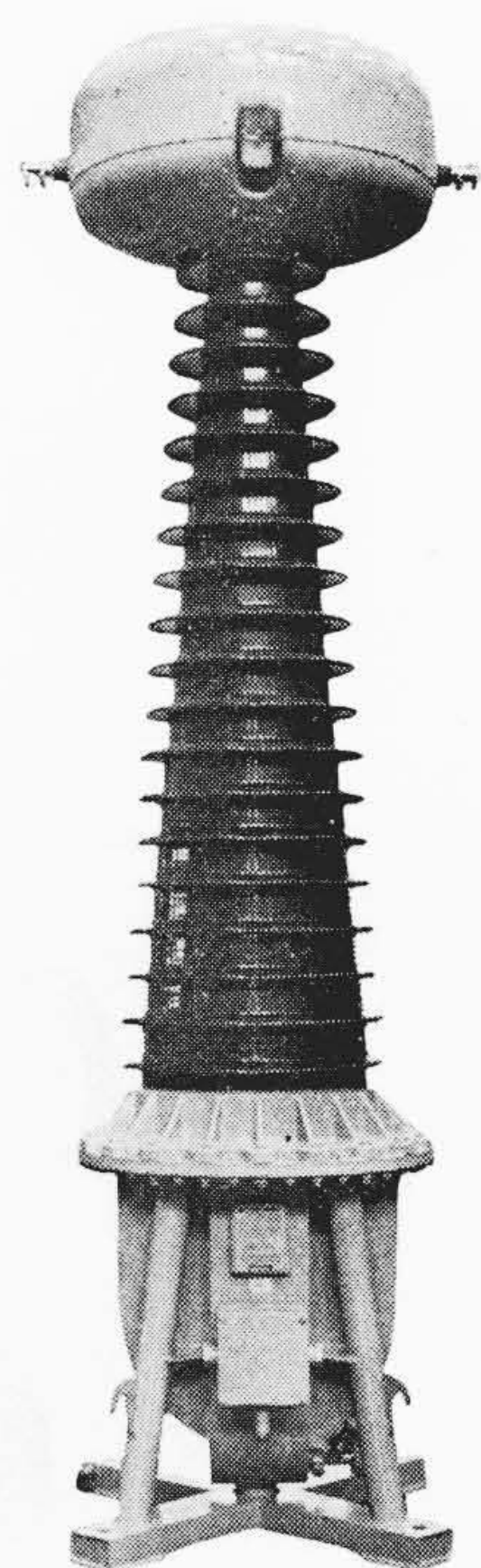
本器は諸外国のメーカーと競争入札の結果アメリカ本土に初めて納入されたものであり、その意義は大きく、さらに 230, 115, 69, 34.5 kV の PT および CT の追加注文を受け鋭意製作中である。

本器の特長を要約すると次のとおりである。

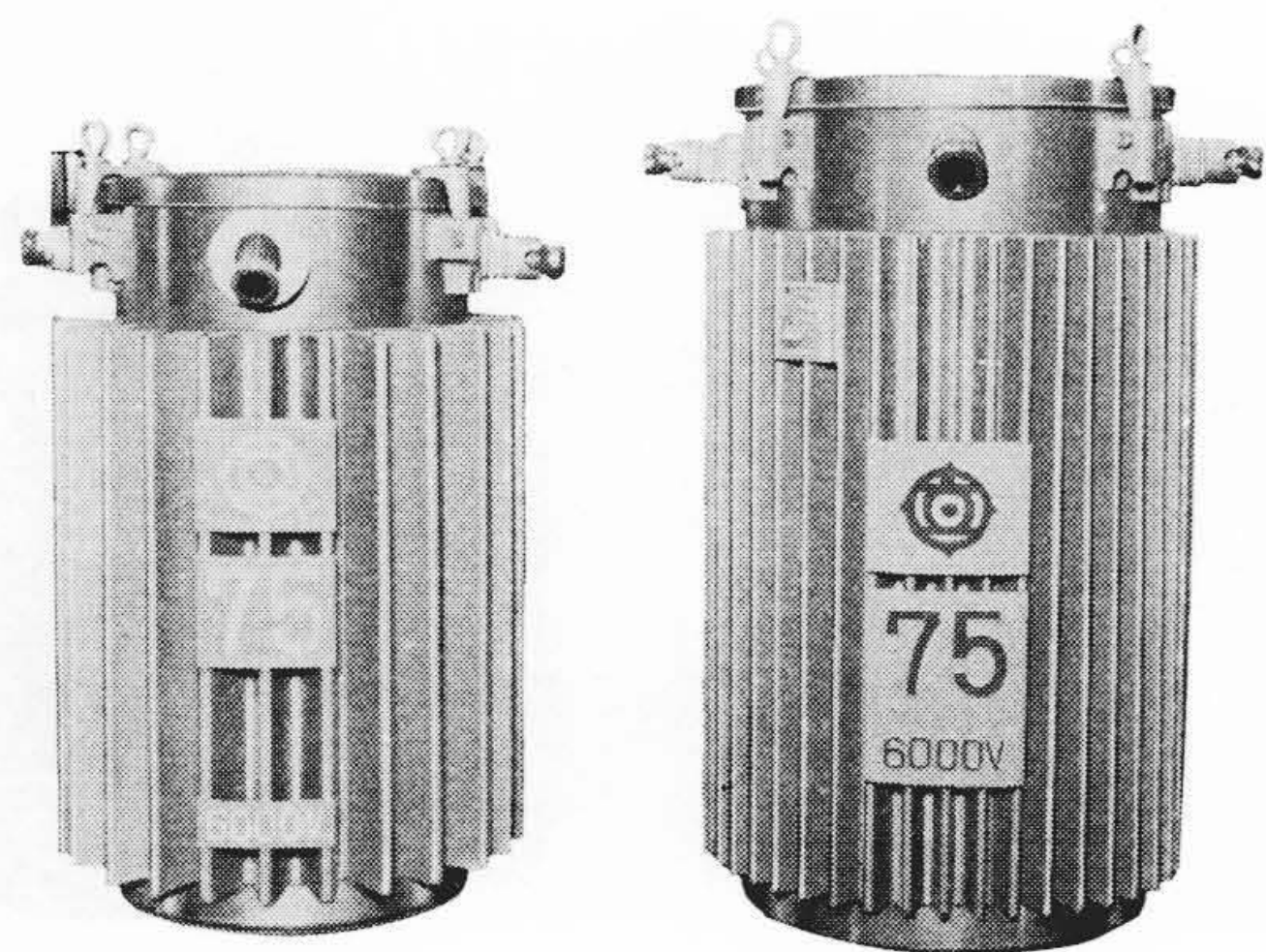
- (1) 一次導体には日立製作所独自の絶縁方式を採用しているため小形軽量化している。
- (2) 絶縁性能を良くするため上部タンクを完全にシールドするとともに完全な防雀構造としている。
- (3) 性能は ASA 0.3-B0.1, B0.2, B0.5, B2.0 (JIS 0.3 級 50 VA) 相当である。

3.1.4 軽量大容量柱上変圧器

柱上変圧器は近年ますます容量の増大化が目立ち、75 kVA, 100 kVA のようないわゆる中形級変圧器が柱上変圧器として使



第6図
230 kV 変 流 器



第7図 従来の変圧器と軽量形変圧器との比較

用されている。このような大容量化に対し、装柱の関係から変圧器の小形軽量化がますます重要な問題となってきた。最近この小形軽量化に好材料となる耐熱絶縁紙が開発され、一部電力会社からこの種の絶縁紙を使用した変圧器の採用が認められた。図はこの一例で、図の右が従来の変圧器、図の左が新しい耐熱絶縁紙による変圧器で約80%の重量となっている。なお本変圧器にはランプ点灯により過負荷を標示する過負荷標示装置を付属させている。

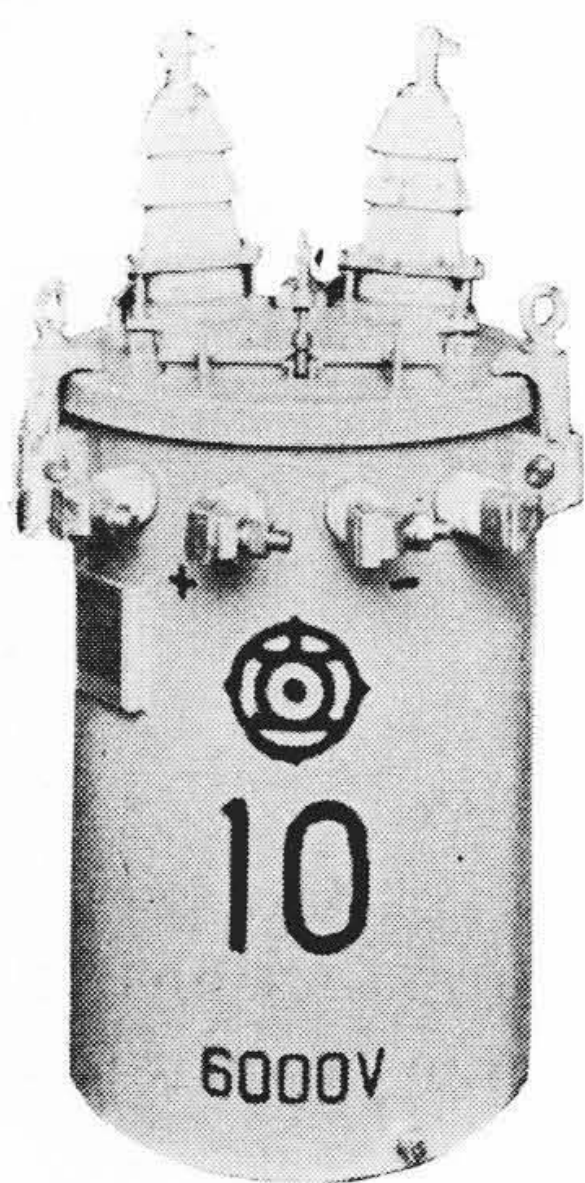
3.1.5 最近の6kV級耐塩がい子

近年特に重要視されている配電サービス改善対策の一環として、重塩害地区における柱上変圧器の塩害対策が問題となっている。このため耐塩がい子の特性改善が要望されており、日立製作所でも新しく6kV級深みぞ形耐塩がい子(第9図)を製作し、すでに一部塩害地区で使用されている。本がい子がかさ形の外壁で塩塵を防ぐ構造となっており、電線に耐トラッキング性の良い架橋化ポリエチレン線を使用して耐塩効果の向上に特に考慮が払われている。

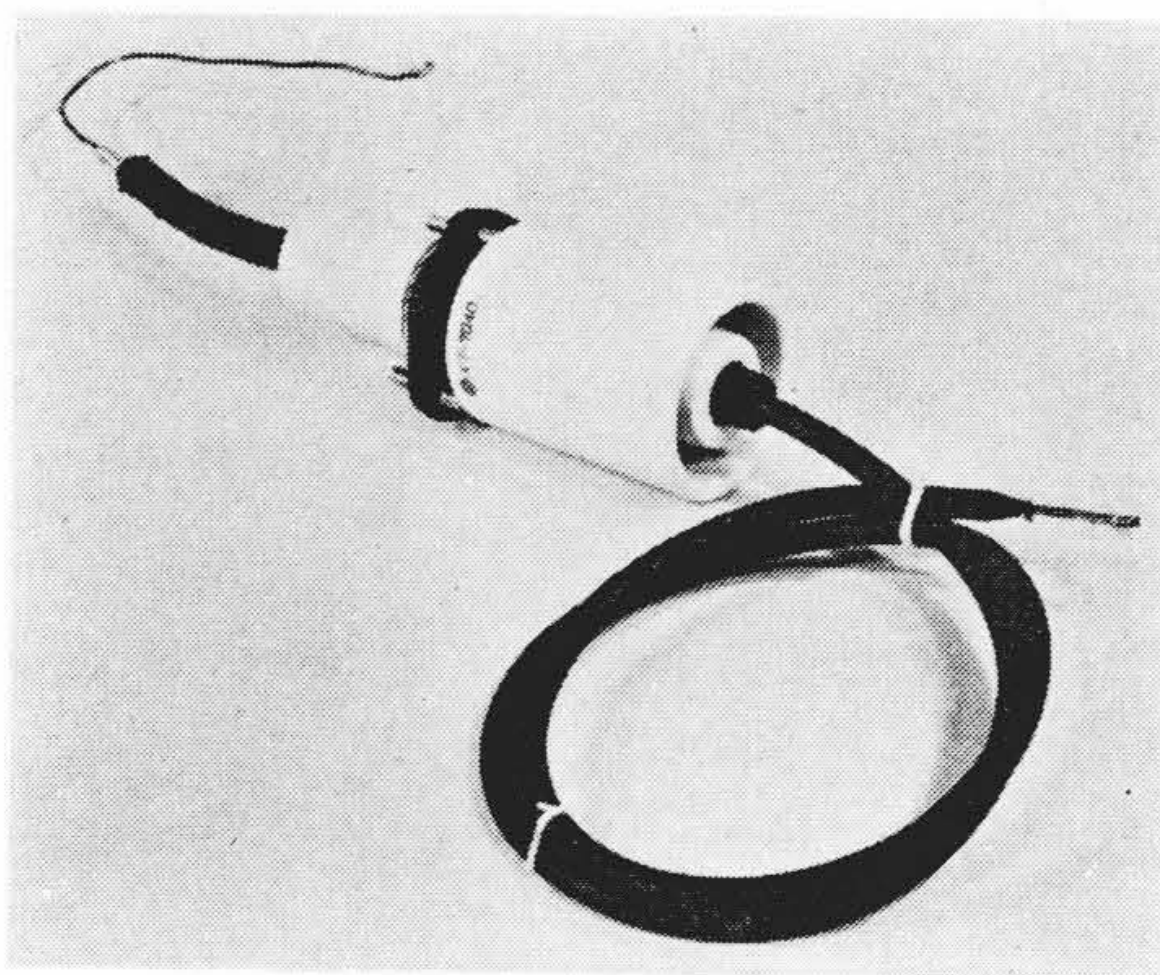
また特殊耐塩害用として放電間げき内蔵耐塩がい子付き変圧器(第8図)を製作したが、本変圧器に使用された耐塩がい子は活線作業ができるようにカバー上部で容易に分割取りはずしできる構造となっている。また雷害を防ぐためがい子に放電間げきが内蔵されており、内部事故を生じた場合変圧器を速やかに配電線から切り離すよう変圧器内部の高圧側に油中ヒューズが取り付けられている。

3.1.6 低周波誘導炉電源用変圧器

銅合金溶解用2 Φ 低周波誘導炉の電源変圧器として、二次側に最



第8図 特殊耐塩がい子付き変圧器 単相10kVA 60c/s、一次定格電圧6,300V、二次定格電圧210/105V、がい子内蔵放電間げき放電開始電圧50kV



第9図 新形6kV級耐塩がい子(XT 7040)

高電圧と最低電圧の比が7.2におよぶ広範囲な17段のタップ電圧を有する変圧器を製作納入した。

変圧器はタップ切換用と負荷側用の、2台の変圧器中身をひとつのケースに収納した構造で、一次側タップ電圧は油中のタップ盤上でハンドホールより接続変更をするが、二次タップ電圧はタップ切換用変圧器で換算昇圧された中間電圧を、変圧器に付属した電動操作機構により、操作盤上から切換操作され負荷側変圧器に供給し、負荷へ指定二次電圧を発生供給するようにした変圧器である。

仕様 1 ϕ 400kVA 50c/s 低周波誘導炉用変圧器

一次電圧 F6900-F6600-R6300-F6000V

二次電圧 R440-417-393-369-346-322-298-274-251
-227-203-180-155-132-109-84-61V

3.2 遮断器および開閉器

常時充気式内部断路形空気遮断器は、昭和38年関西電力株式会社へ16台納入して以来、すでに数百台を納入したが、新たにOPG形系列に遮断容量の大きな84kV, 5,000MVA, 168kV, 10,000MVAを標準品として追加した。

空気遮断器の低騒音化に関する研究の結果、屋外用遮断部に消音カバーを付け、騒音を15~20ホーンも低下させることができた。東海道新幹線特急電車用空気遮断器は全数の240台を日立製作所で製作して納入した。

屋外用断路器は287.5kV, 4,000A 水平中心一点切の形式試験を終了するとともに、287.5kV PHL形の軽量化を図った。

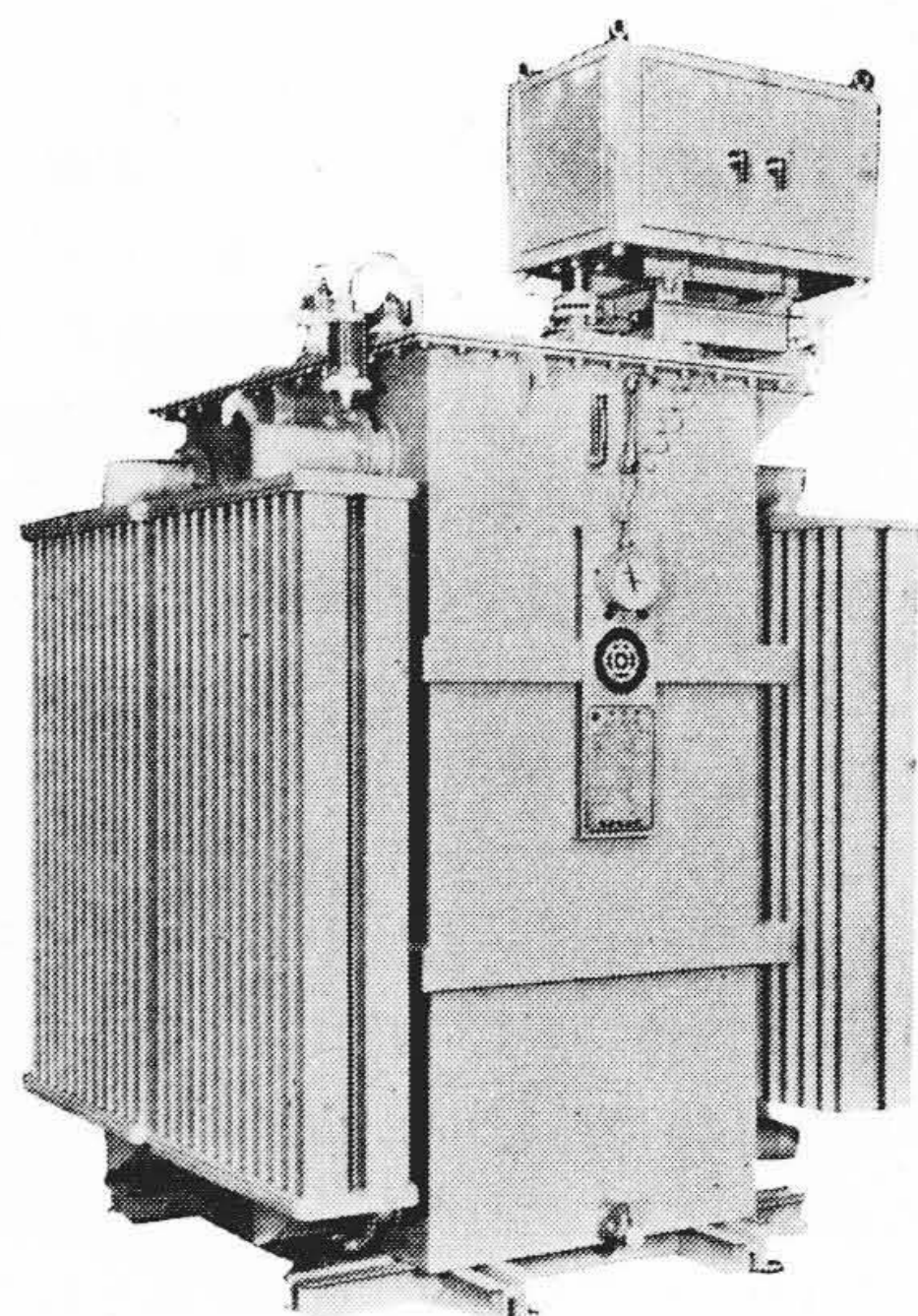
直流高速度遮断器は、1,500V, 4,000A 空気操作式を開発し、新標準品として日本国有鉄道へ納入した。油遮断器、磁気遮断器、気中遮断器も多数製作し、国内外の需要に応じている。

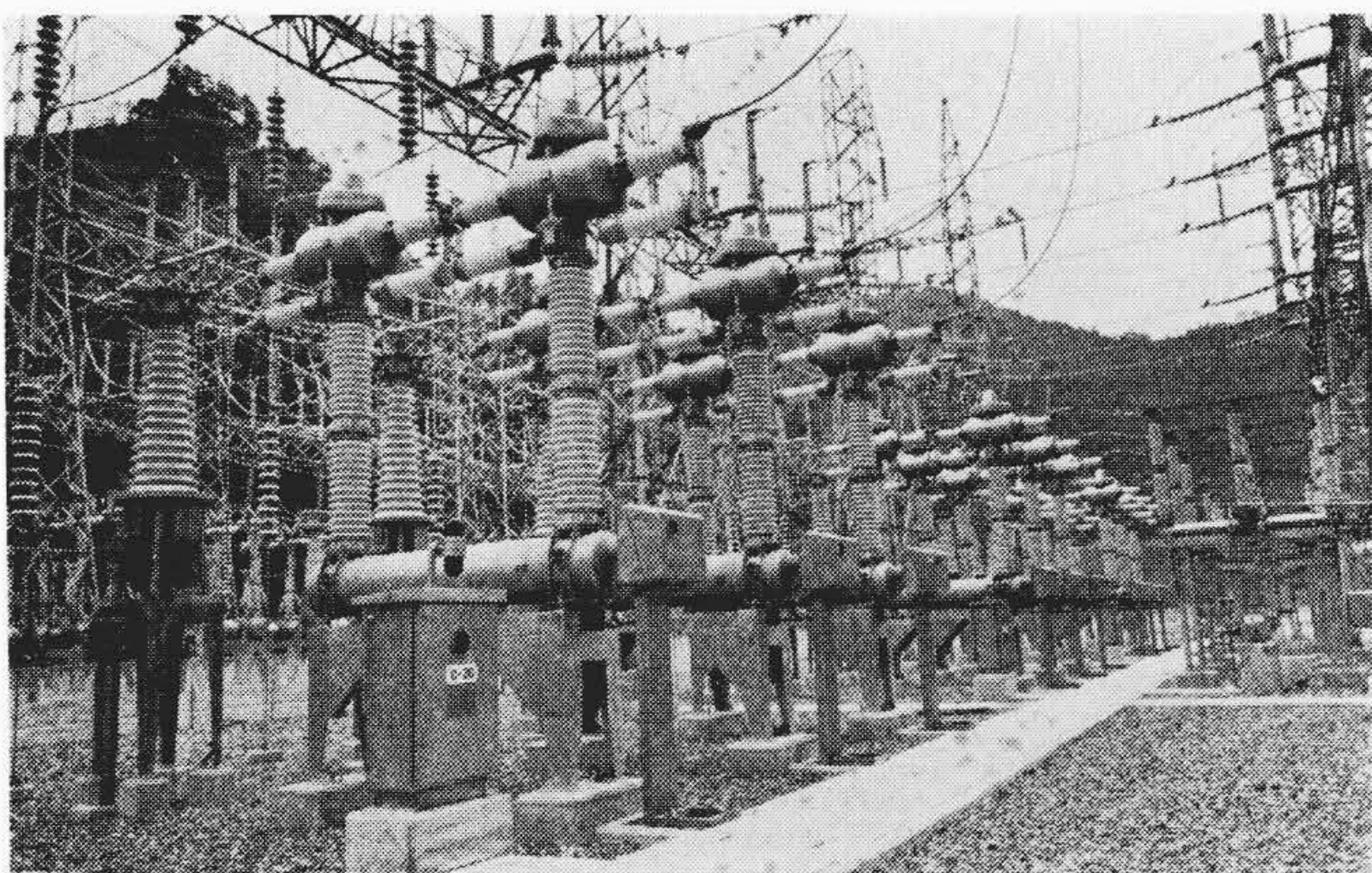
3.2.1 空気遮断器

(1) 屋外用空気遮断器

常時充気式内部断路形空気遮断器は、昭和38年8月に関西電力株式会社城端開閉所、北大阪変電所へOPG形300kV, 15,000MVA, 84kV, 3,500MVA 遮断器16台を納入して以来、すでに各種定格遮断器200台を生産し、良好な運転実績を納めている(第11図)。

OPG形遮断器は電圧的裕度がきわめて高いので、短絡電流の処理能力を増すため、遮断部ノズル口径の拡大や電路形状など一部変更を行なった結果、遮断容量を40%増加させることに成功した。このためOPG形系列に新たに84kV, 5,000MVA, 168kV,

第10図 1 ϕ 400kVA 50c/s 低周波誘導炉電源用変圧器



第11図 電源開発株式会社池原発電所納 OPG-750 A 形
PAR 式 168 kV 2,000 A 7,500 MVA 空気遮断器

10,000 MVA を追加した。

また、空気遮断器の低騒音化の研究も進めてきたが、このたび、屋外用遮断部に消音カバーを付加して15～20 ホーン低下(がい子形遮断器と同程度)した低騒音形空気遮断器を開発した。この消音カバーは遮断性能にはまったく影響を及ぼさず、かつ既納品とも互換性を有している。

(2) 屋内用空気遮断器

輸出用として 36～34.5 kV, 1,500 MVA 遮断器約 80 台を生産した。また東海道新幹線の電源側切換用としてセクションスイッチ多数を納入した。

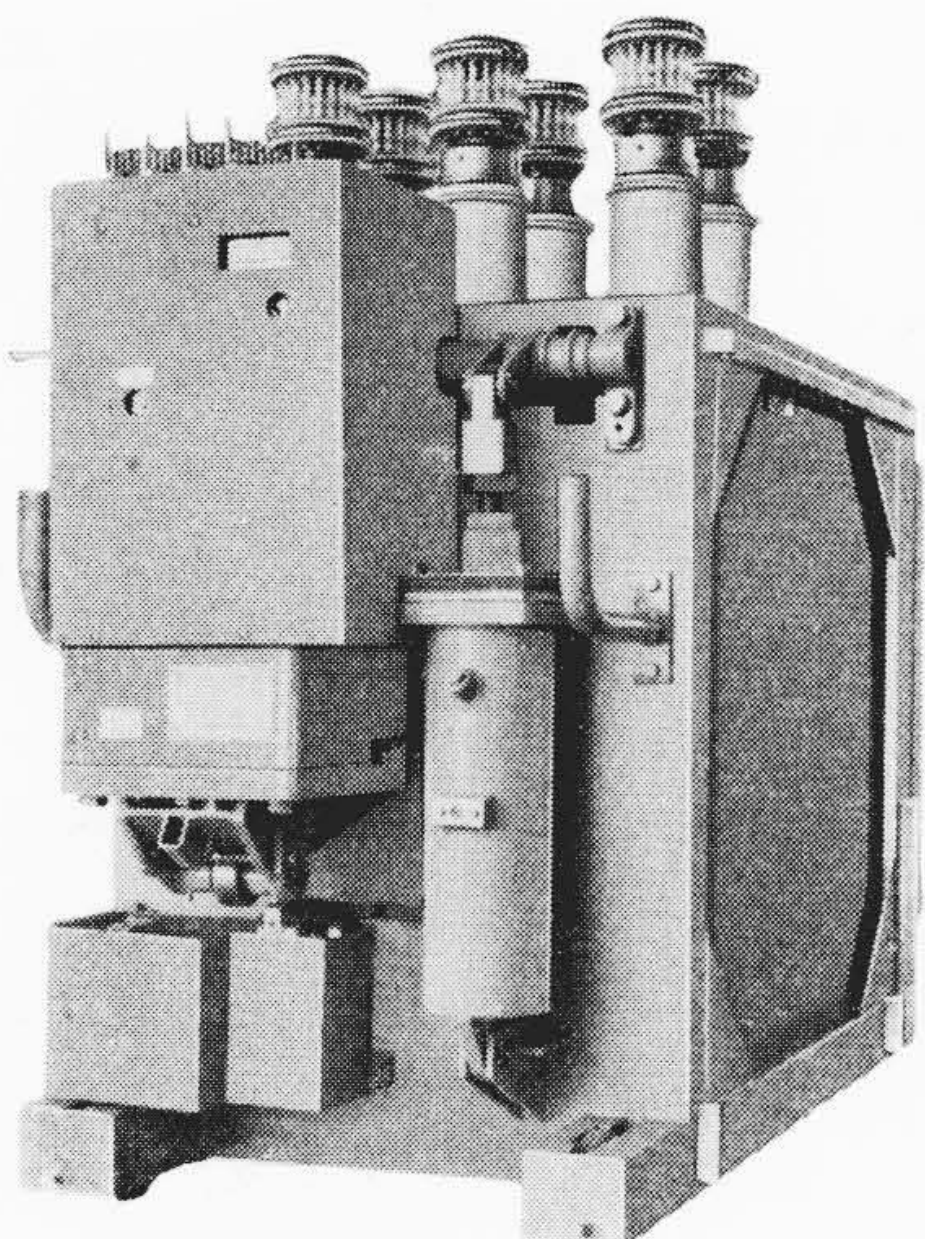
(3) 車両用空気遮断器

東海道新幹線電車用空気遮断器として小形、軽量の遮断器 240 台を納入した。本器は車両用としての特殊仕様から十分な耐震性を有するとともに低騒音形になっている。

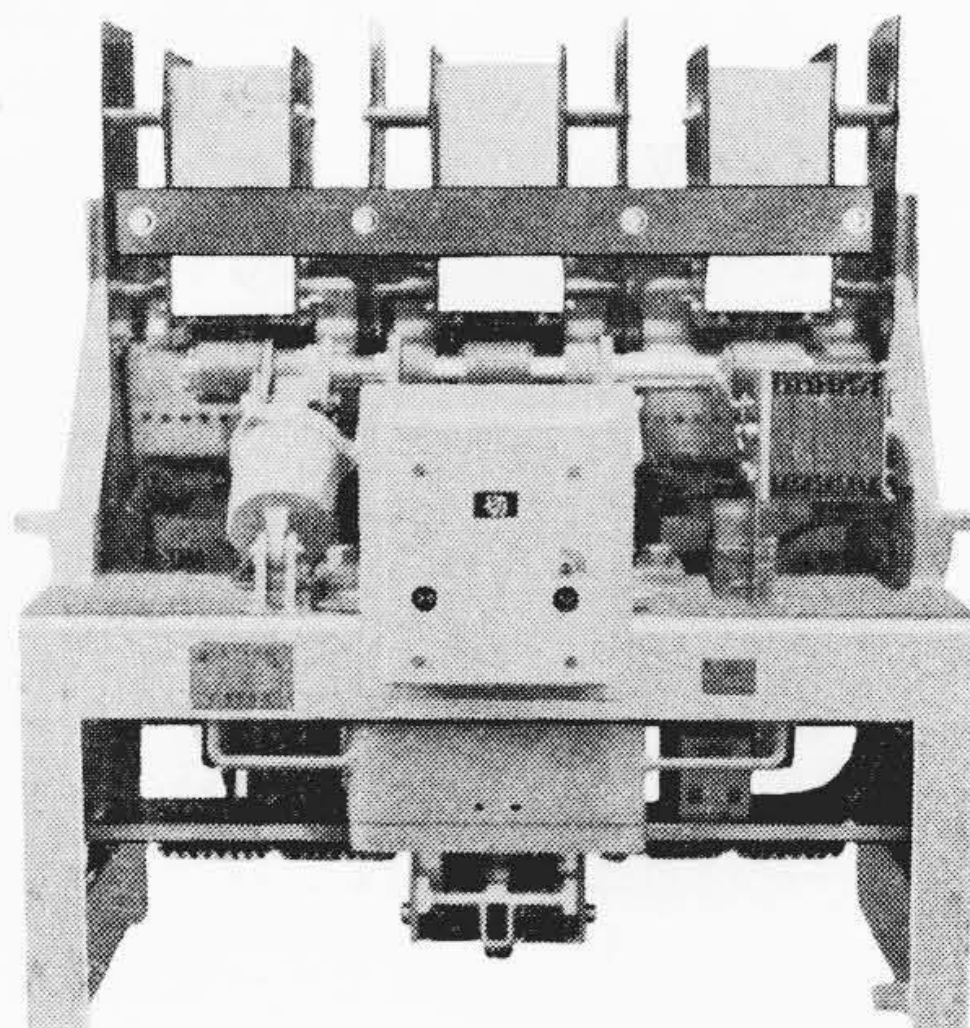
3.2.2 制弧遮断器および油入遮断器

33 kV 屋外用油入遮断器を、インドはじめ世界各地に約百台輸出し、さらに約百台製作中である。この油入遮断器は、IEC・ASA・BS 規格、いずれをも満足し、ブッシング形変流器をタンクに内蔵できるなど、種々の特長を有している。

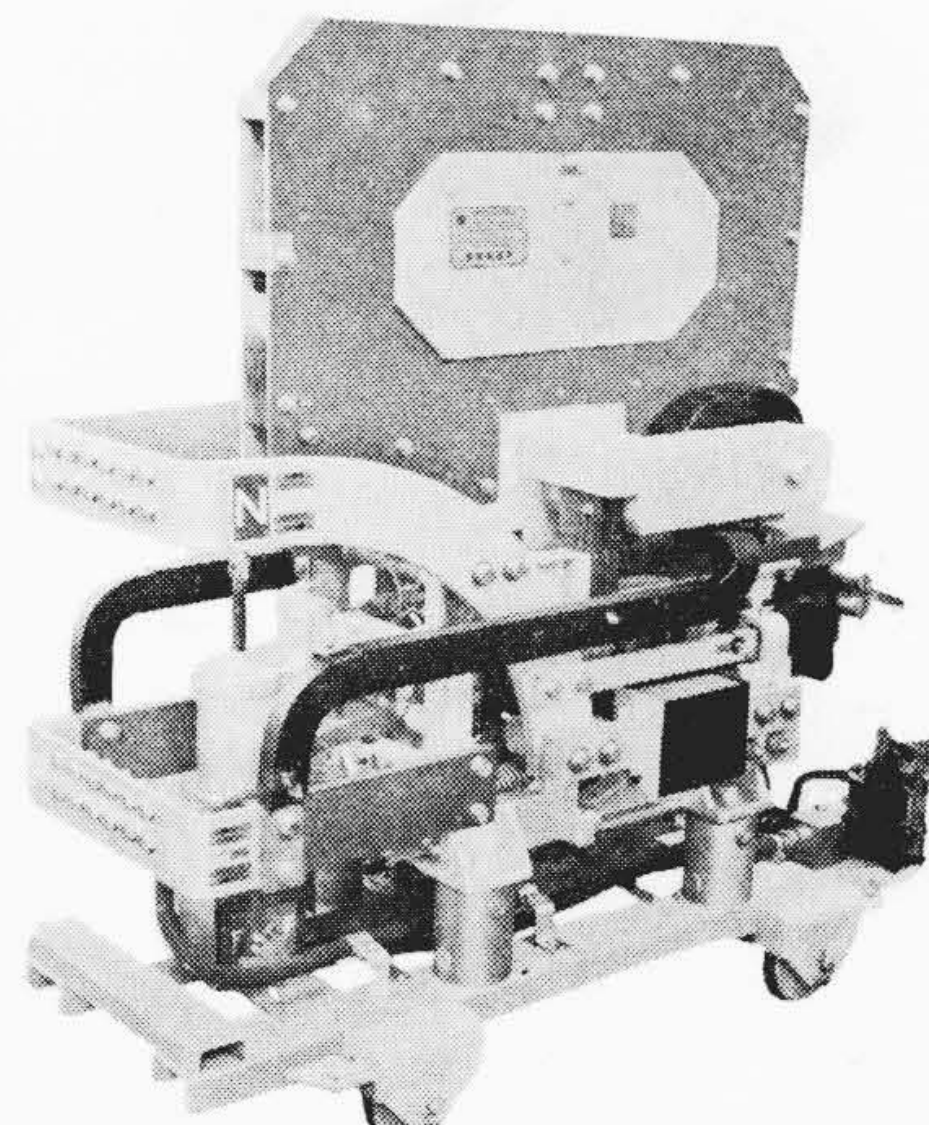
小形油入遮断器に、7.2 kV, 25 MVA, 50 MVA, 100 MVA の新系列を実施した。国内では、各電力会社および、一般産業会社へ、油入遮断器を 1,500 台以上、制弧遮断器を百数十台を納入した。



第12図 BMM-35 形 MA 式
7.2 kV 3,000 A 350 MVA
磁気遮断器



第13図 3DCB-100 形 O₃TMA 式
600 V 4,500 A 100 kA
気中遮断器



第14図 HD 形 OPA 式 1,500 V
4,000 A 高速度気中遮断器

3.2.3 磁気遮断器

北海道電力株式会社新江別発電所、東北電力株式会社新潟発電所をはじめ、各電力会社変電所、そのほか一般産業へ、多数製作納入した。

今回、定格電圧 7.2 kV, 定格電流 3,000 A, 定格遮断容量 350 MVA の磁気遮断器を開発し、東京都水道局朝霞浄水場へ納入した。

また、輸出品としては、インド・ヒンダスタン製鉄会社へ BMM-50 形, MA 式 6.6 kV, 2,500 A など、160 台を製作納入した。

3.2.4 気中遮断器

400 V, 200 V 級パワセンタ内蔵の気中遮断器を多数製作し、北海道電力株式会社新江別発電所、東北電力株式会社新潟発電所、関西電力株式会社堺港発電所をはじめ、日産自動車株式会社座間工場など、一般産業へ多数納入した。

輸出品としては、アルゼンチン・バランケラス発電所、インド・ヒンダスタン製鉄会社に多数製作納入した。

今回、3 DCB-100 形, O₃TMA 式, 定格電圧 600 V, 遮断電流 100,000 A, 定格電流 4,500 A の大容量の低圧気中遮断器を開発して、ホテルニューオータニへ納入した。

3.2.5 高速度気中遮断器

日本国有鉄道山陽線納として、HD 形 OPA 式, 1,500 V, 3,000 A, 空気操作式高速度遮断器を 37 台納入したのをはじめ、近畿各電鉄会社変電所、一般産業に多数製作納入した。

今回、日本国有鉄道直流変電所のシリコン容量増大に伴い、HD 形 OPA 式 1,500 V, 4,000 A, 空気操作式直流高速度遮断器を開発し、東北本線久喜、間々田変電所へ納入した。

インド・ヒンダスタン製鉄会社納として、定格電圧 DC 250 V, 推定遮断電流 150,000 A, 定格電流 2,000 A, HDM 形 OPA 式, メタルクラッド配電盤内蔵の高速度気中遮断器を初めて開発し、多数輸出した。

3.2.6 断 路 器

(1) 287.5 kV PHL 形水平二点切断路器

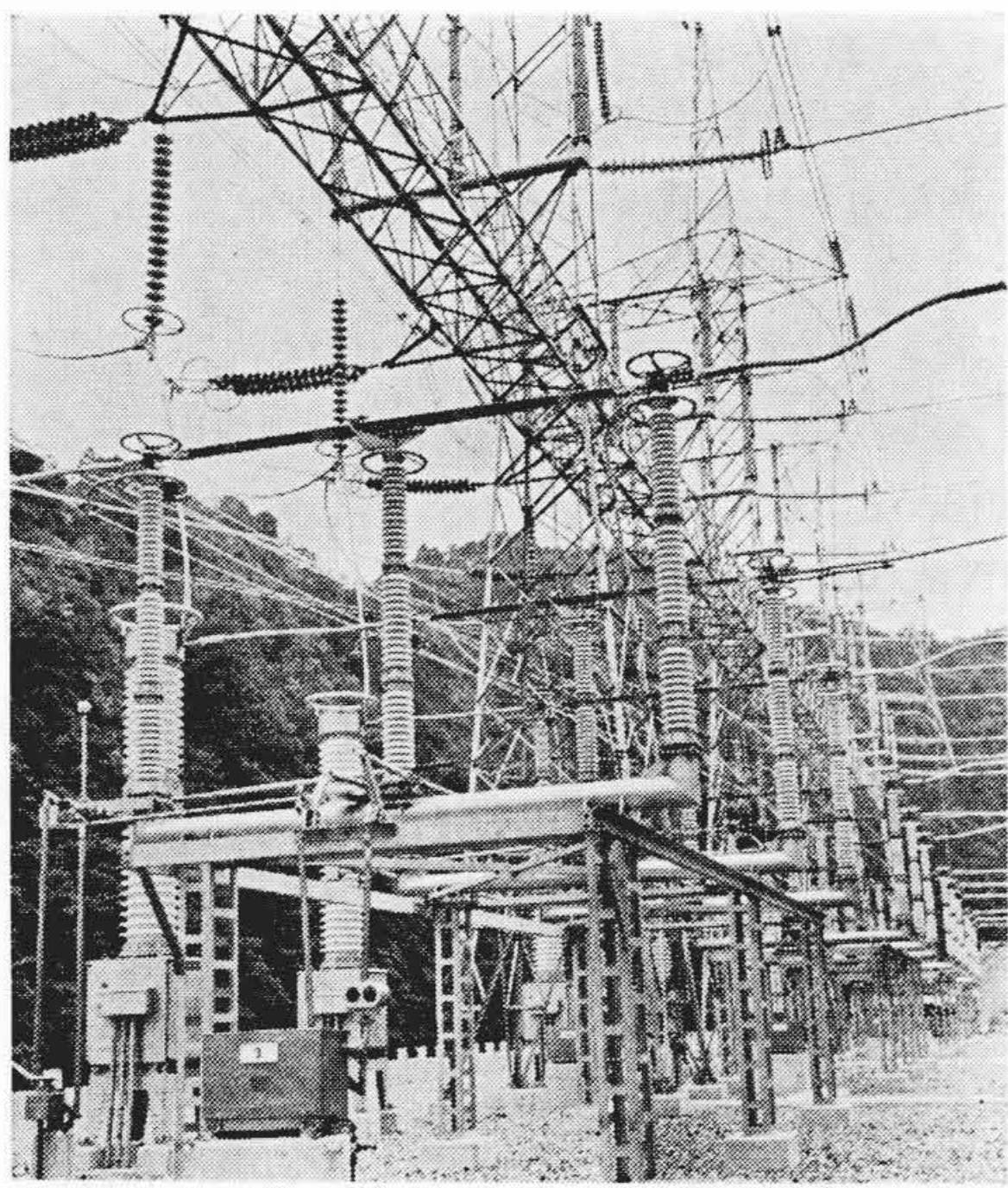
電源開発株式会社池原発電所に 18 台納入した。従来ベースはチャンネル構造であったが、パイプ構造として、軽量化とともに強度の増大を図った。

(2) 287.5 kV PY 形水平中心一点切断路器

2,000 A はすでに中部電力株式会社に納入したが、記録的大容量の定格電流 4,000 A, 短時間電流 53,000 A を完成、関西電力株式会社および中部電力株式会社の形式試験を終了した。

(3) 161 kV PGDL 形直立投入断路器

パイプ母線用として日立製作所独自の直立投入断路器は真価が



第15図 電源開発株式会社池原発電所納 287.5 kV 1,200 A
PHL 形水平二点切断路器

認められ、中部電力株式会社および東北電力株式会社に 161 kV 6 台、80.5 kV、69 kV 22 台を納入した。

3.3 避雷器

電力需要の急速な拡大と、絶縁保護の新しい問題すなわち、内雷保護用避雷器の開発が要望され、これに対処するため超々高圧より配電回路までの磁気吹消形避雷器の開発を、昭和33年度より鋭意進めてきたが、本年度、配電用避雷器 ODB-50 形の完成をもって一連のシリーズの開発を終了した。

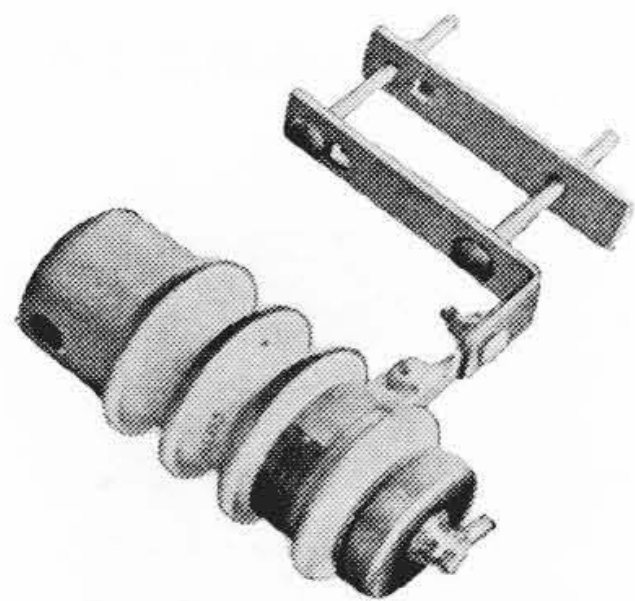
ODB-50 形配電用避雷器は、すでに東京電力株式会社、東北電力株式会社などの形式試験を好評裏に終了し、6,000 台納入した。

第17図に ODB-50 形配電用避雷器の写真を示す。

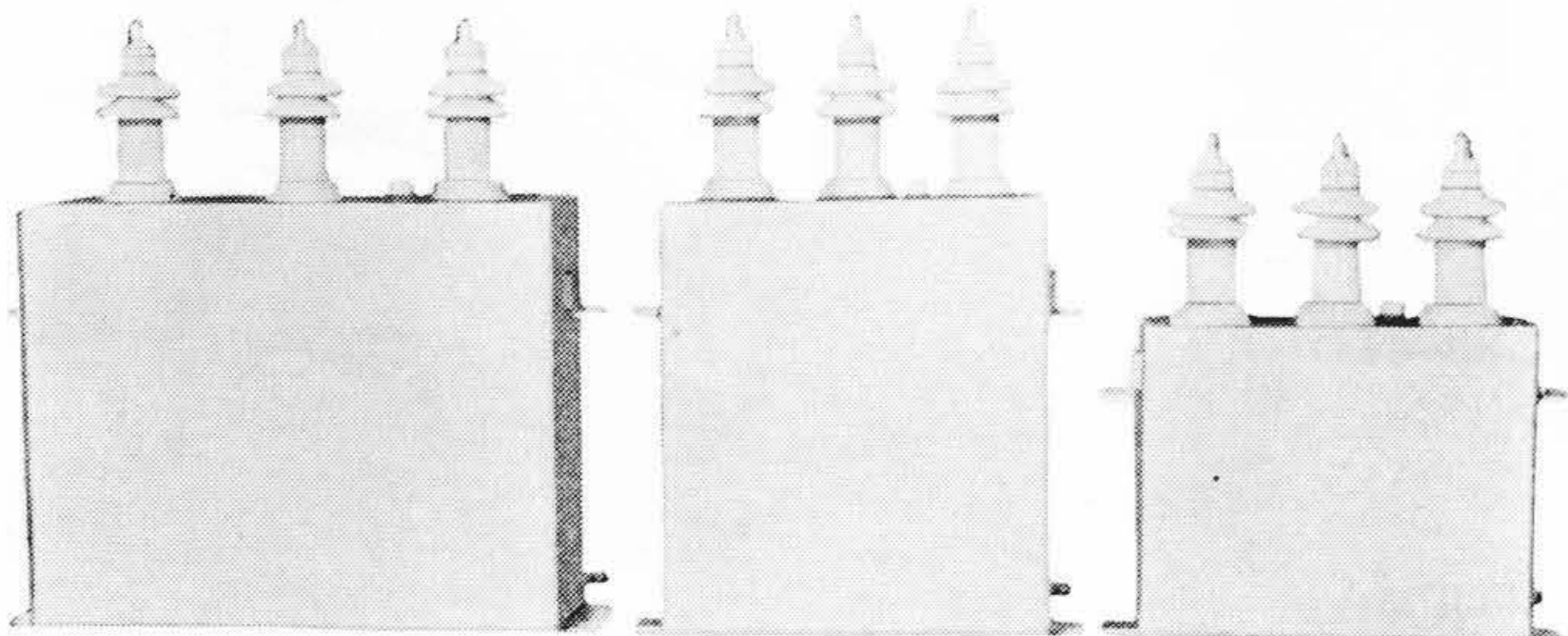
3.4 調相機器

3.4.1 進相用コンデンサ

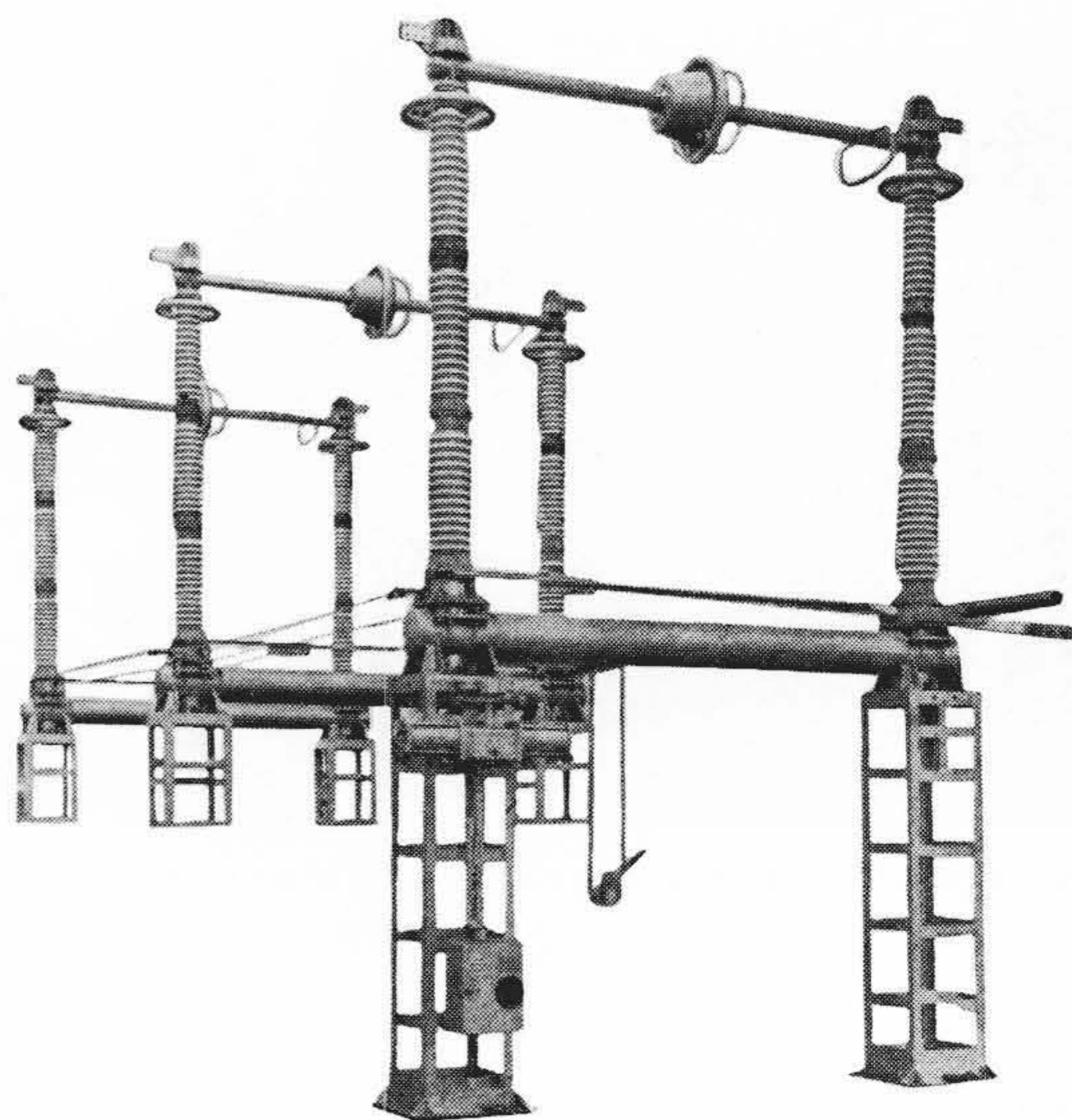
25, 50, 100 kVA の汎用形のコンデンサについて全面的に形状変更を行ない、さらに小形化をはかった。今回の新形コンデンサの特長は、ケースのフランジ部がなくなったため据付けスペースが大幅に小さくなったこと、3,300 V—6,600 V 切換にがい管内部切換方式の新形ブッシングを全面的に採用して取扱いの便と軽量化をはかった。



第17図 ODB-50 形定格 8,400 V
避雷器



第18図 100, 50, 25 kVA—3,300—6,600 V 両用形コンデンサ



第16図 287.5 kV 4,000 A PY 形 PGA 形式
水平中心一点切断路器

たことで、たとえば 100 kVA コンデンサでは従来品に比べて約30%の重量低減となっている。

3.5 交流変電所用制御装置および配電盤

本年度も下記のように多数の新しい製品が完成された。

一次変電所配電盤は設置後の系統変更に応じられるようユニットパネル形とし、これに用いた選択制御用補助リレーも制御対象ごとにユニット化した。この考え方は一般の制御盤にもとり入れられつつある。

保護リレーは3端子送電線のキャリヤリレーに優先条件や系統自動復旧再閉路を組み合わせ、また過渡特性のよい新リアクタンスリレーを開発した。変電所自動復旧装置は変電所の操作規準を自動化する新製品であり、給電自動化の一環として今後広く採用されると考えられる。

遠方制御装置は集中制御方式が増加し、昨年の名神高速道路にひきつづき首都高速道路の換気所、地下鉄変電所用などを完成した。ダムゲートの計算制御装置も開発され集中制御と組み合わせて適用された。

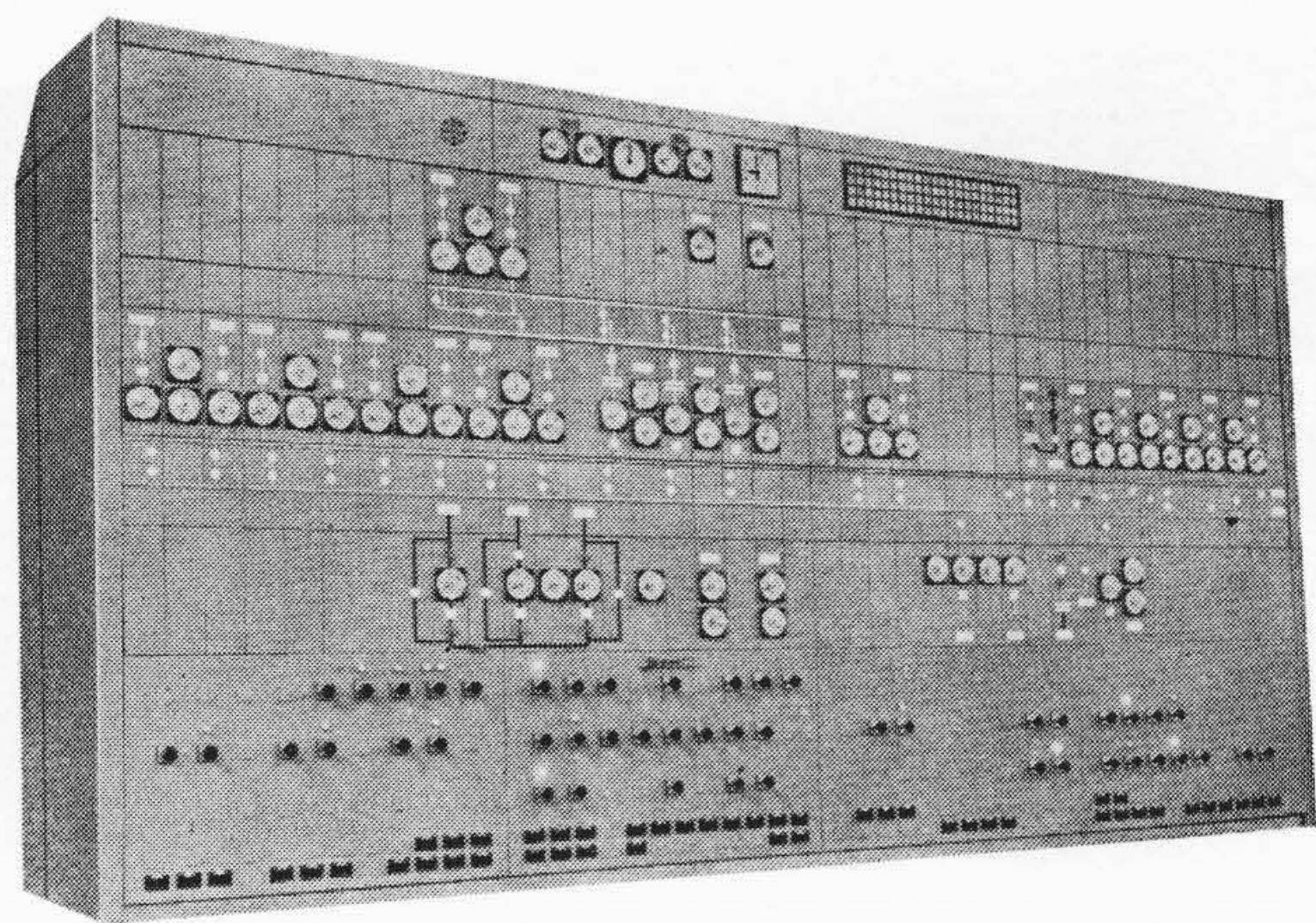
トランジスタの応用もさかんで、キャリヤリレー、遠方制御などで高速化、小形化、性能向上に威力を発揮した。

閉鎖配電盤では 60 kV ユニットパネル組立式キュービクルや、低騒音形 ABB を採用した小形特高キュービクルを開発した。また、30 kV ABB を収納した新形メタクラをはじめ高低圧メタクラを、インド製鋼会社に大量輸出した。

3.5.1 ユニットパネル形配電盤

ユニットパネル形配電盤は制御機器の増設や配列結線の変更にも簡単に応じうるように盤面を多数個のユニットに分割し、個々のユニットに互換性をもたせることにより、ユニットの差し替え、追加のみで盤面を変更できるようにしたものである。ユニットは、メータ、小形操作スイッチ、信号灯、表示灯、照光模擬シンボル、模擬母線などから構成され、配電盤への取り付けは裏面のフックにより、電気的接続はプラグを介して行なわれ、プラグと端子台との間は多心ケーブルによって接続される。また、選択制御、照光用などの補助リレーは各遮断器、断路器ごとにユニットリレーケースに収納してリレー架に取り付けられ、プラグによって接続してあるので、簡単に着脱できるとともに、結線も単位ごとに統一されている。

中部電力株式会社岩塚変電所は、168/77 kV、120 MVA 2 バンクを



第19図 中部電力岩塚変電所納ユニット
パネル形照光式配電盤

有する一次変電所であるが、逐次増設が予測されるので、第19図に示すようにユニットパネル形照光配電盤が採用された。

日産自動車横浜工場納制御盤は、工場内に分散設置された多数のロードセンターを集中制御するものであり、ロードセンターの増設、移設、系統変更などがしばしば行なわれるので、これに容易に応じ得るように第20図に示す、ユニットパネル形制御盤が使用された。

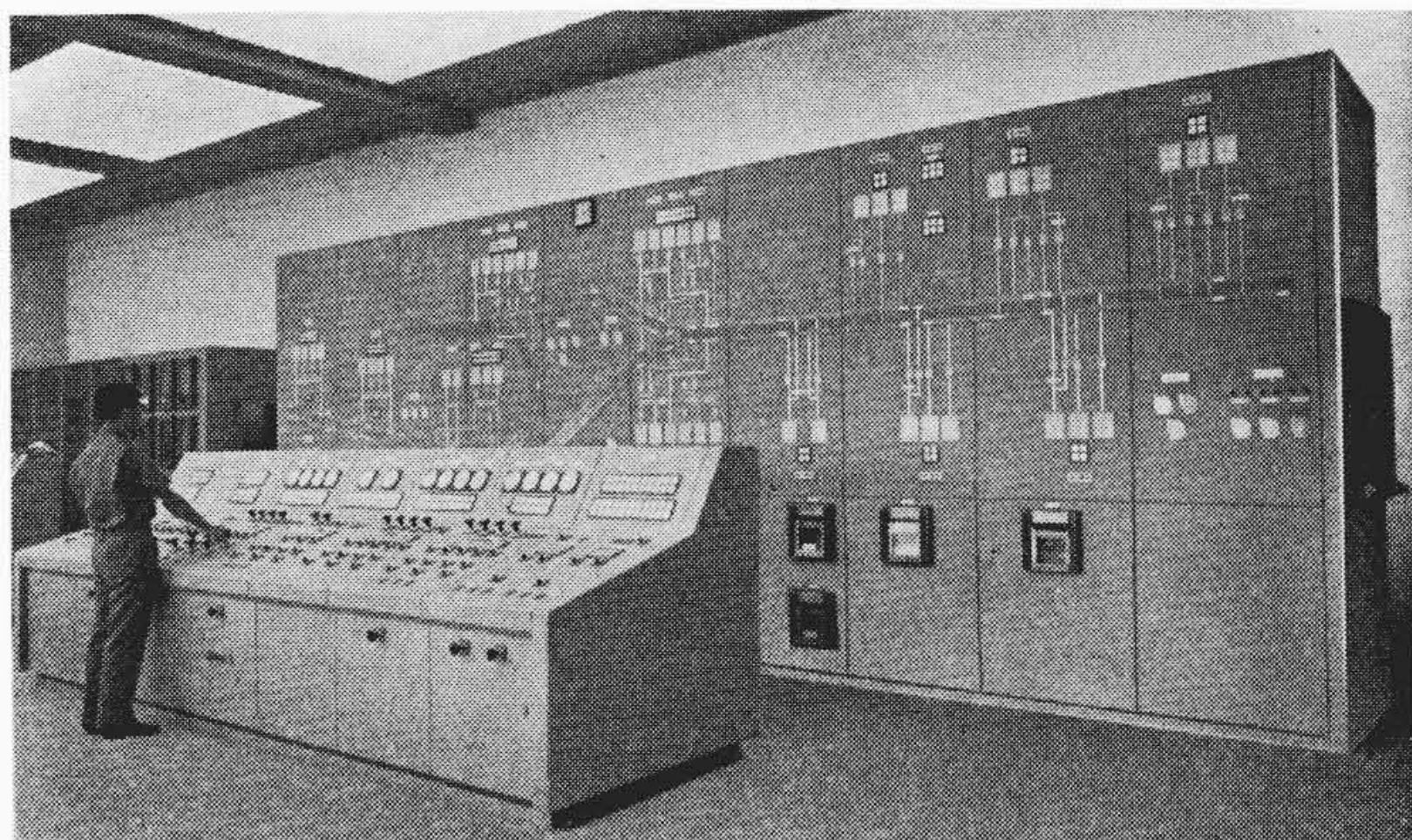
3.5.2 保護リレー盤

中部電力株式会社大高臨海線、北陸電力株式会社神通幹線に納入した3端子方向比較キャリヤリレーは、弱小電源端を同時遮断するため異周波方式としたほか、並行2回線の異相地絡保護に新しく回線優先方式を加えた。また不平衡分岐のため故障電流の流出端を生じても同時遮断できる方式を開発し神通幹線に適用した。一方関西電力株式会社木曽、関西幹線（山側）の3端子キャリヤリレーには系統自動復旧を目的とする低速度再開路方式を開発して組み合わせた。さらに過渡特性を一段と向上したUHX₂形新リアクタンスリレーを関西電力株式会社の超高圧姫路火力東線用キャリヤリレーに採用した。

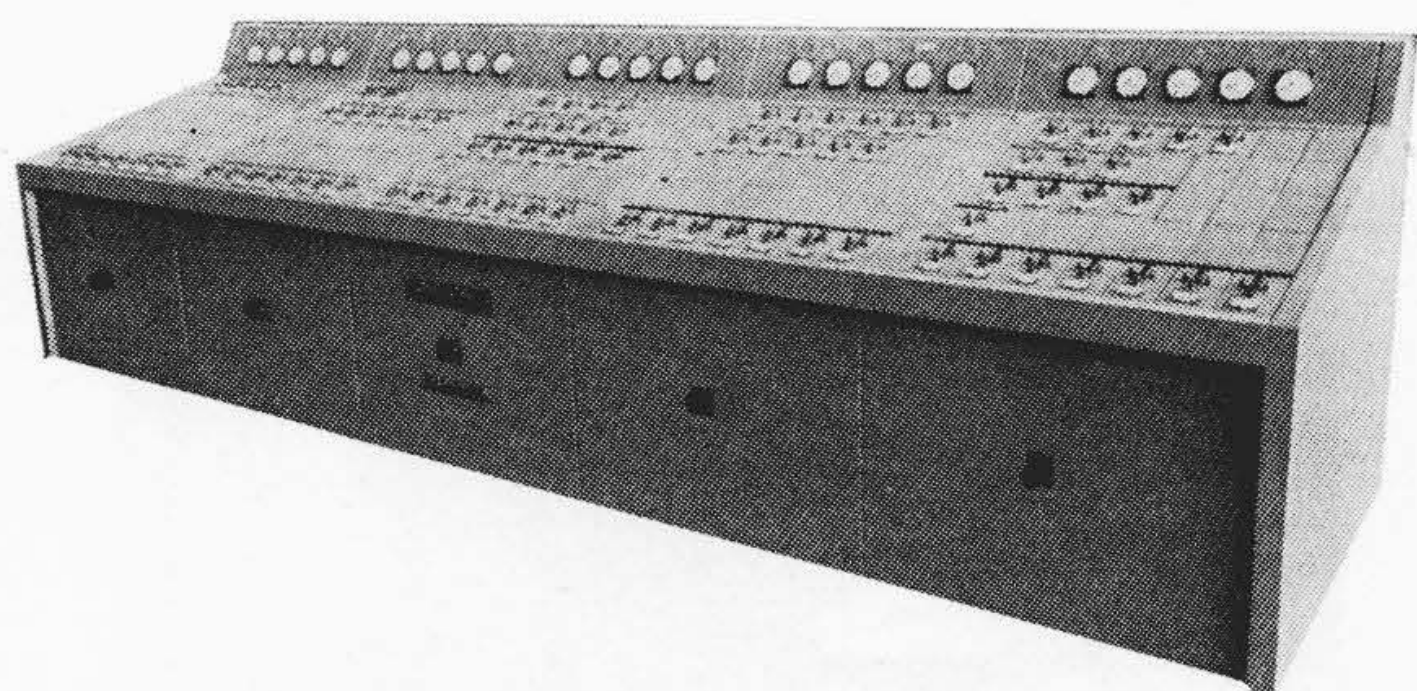
一方トランジスタリレーでは、第21図に示す方向比較キャリヤリレーを関西電力株式会社美濃幹線に設置し、高速動作、低負担、小形化などの効果を発揮しすでにすぐれた実績をあげた。また、系統分離リレー、比例限時距離リレー、高圧ネットワーク配電用のパイロットワイヤリレーなど、トランジスタ化により特性の飛躍的向上を実現した。

3.5.3 変電所自動復旧装置

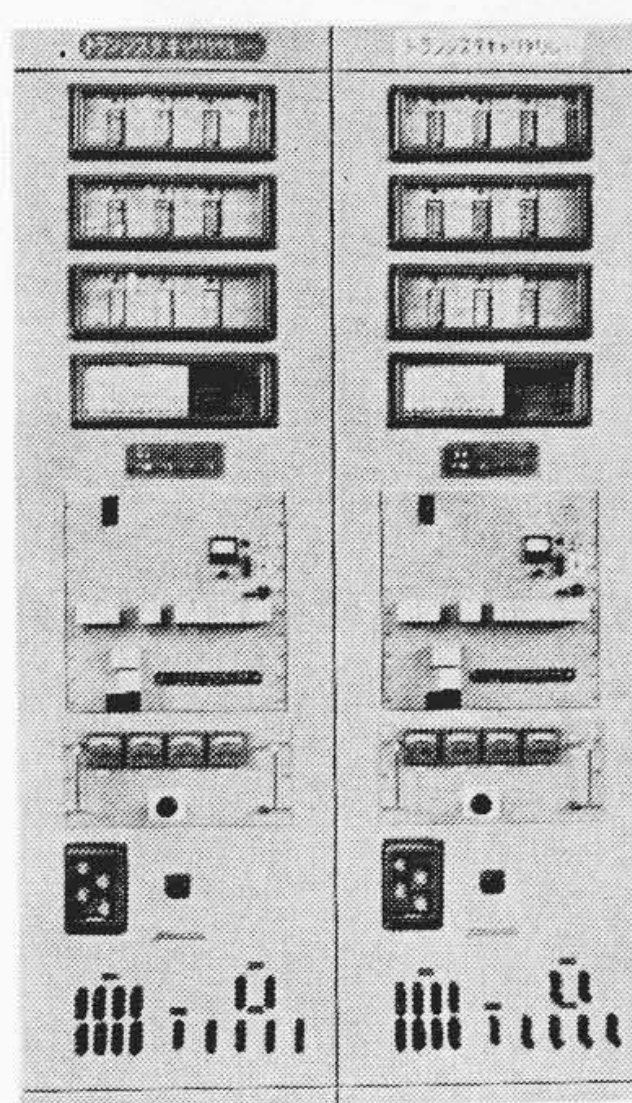
従来、電力系統に事故が発生した場合には、給電指令と操作基準に基づいて手動で復旧操作が行なわれているが、熟練した運転員に代わって、迅速かつ確実に自動復旧操作を行なう装置を開発し、中



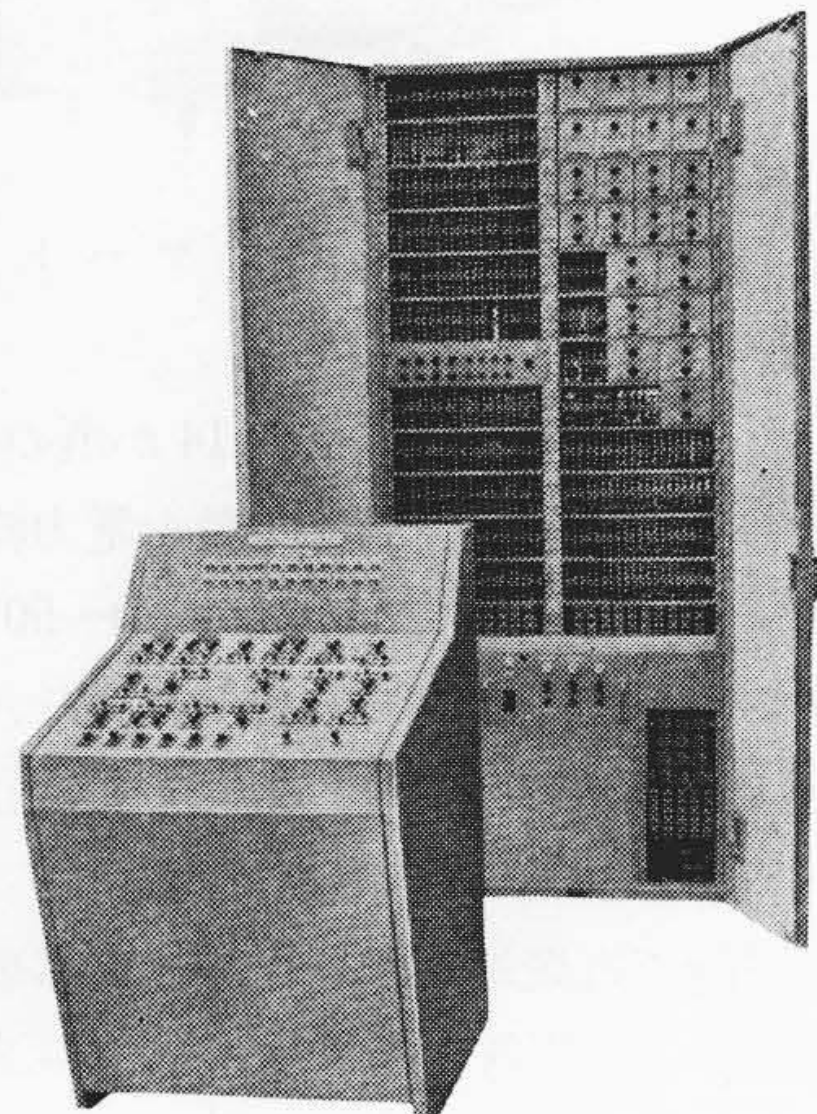
第23図 三宅坂インターチェンジ自動車トンネル用
換気系統監視制御盤



第20図 ユニットパネル形制御盤



第21図 全トランジスタキャ
リヤリレー盤(両端局分)



第22図 中部電力株式会社正
地変電所自動復旧装置

部電力株式会社正地変電所に設置した。装置は第22図のように、運転状態設定盤と本体キュービクルから構成されており、入出力リレーを除いて全トランジスタ方式である。模擬変電所との組み合わせ試験および温度試験(-10~+45℃)において、すぐれた性能が確認されている。

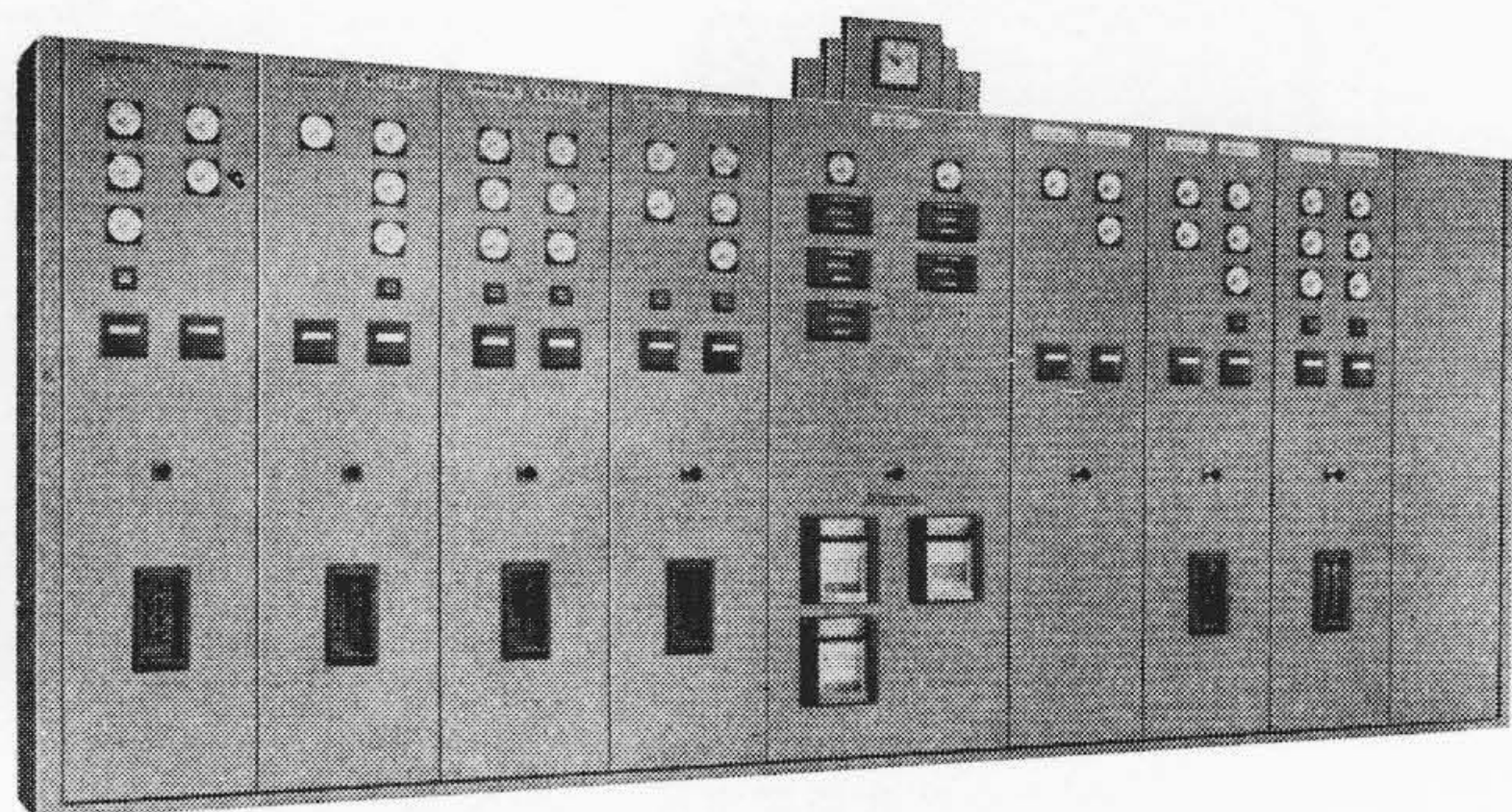
3.5.4 遠方制御装置およびテレメータ

首都高速道路公団三宅坂インターチェンジ自動車トンネル換気設備用集中遠方監視制御装置を納入した。本装置は6か所の換気所の換気、受変電、照明、排水、消火などの諸設備を、三宅坂中央制御所より集中的に遠方監視制御するものである。換気系統監視盤は、第23図に示すように、照光グラフィック方式で、換気所の運転状況、各系統の換気量の監視を容易にしている。遠方制御装置は動作を高速化した新形のワイヤスプリングリレー式パルスコード形である。

東京電力株式会社日本橋変電所その他3か所に納入された東電標準形トランジスタ遠方制御装置は、多数変電所の集中制御に適するよう、動作が高速度で、装置が小形化されている。

また帝都高速度交通営団本町変電所には新形のトランジスタ遠方制御装置を納入した。本装置には定マークパルスコードのチェックバック方式を採用し、選択の信頼度を向上した。

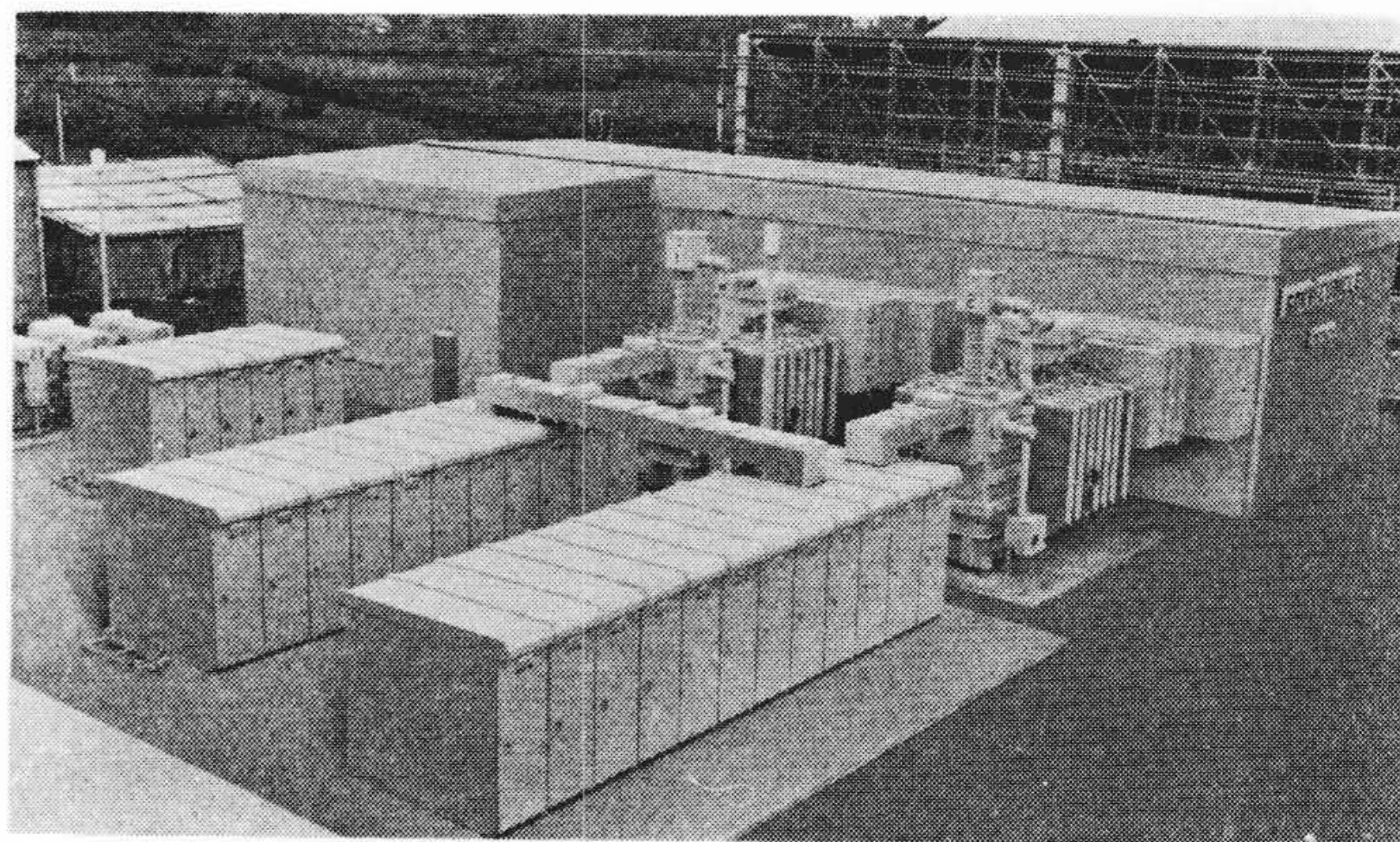
インド・マドラス州電気局に給電用搬送テレメータ装置を納入し



第24図 エロデ給電指令所設置系統監視盤



第25図 ゲート自動制御装置

第26図 日産自動車株式会社座間工場納
60 kV キュービクル外観

た。これはマドラス州内14か所の発電所の電力、無効電力、積算電力、電圧など40の測定量を電力線搬送装置によりエロデ給電指令所に、遠隔指示するもので、 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ の過酷な気象条件のもとで使用されるので、シリコントランジスタを使用して信頼度の向上を図っている。第24図は系統監視盤である。

3.5.5 ゲート自動制御装置

建設省近畿地方建設局淀川工事事務所に納入したゲート自動制御装置は、毛馬洗せきの水位、ゲート開度よりその時の放流量を計算して、これが大阪湾の潮位によって決まる、要求放流量の $\pm 5\text{t}$ 以内になるようゲートの自動制御を行なうもので、ワイヤスプリングリレーを使用し、独特の簡便な計算制御方式を採用しているので、取扱い、保守が容易である。

第25図はゲート自動制御装置を示す。

3.5.6 60 kV 受電設備

臨海地帯における塩害や、塵芥(じんがい)による汚損を防ぐために、従来の開放形受電設備に代わって、全体をハウジングで閉鎖する方式が採用されるようになった。

その要望に答えるものとして、今回日産自動車株式会社座間工場に1回線受電(将来2回線受電)2バンク(将来増設可能)の60 kV屋外用キュービクルを納入した。本キュービクルの外被構造は鋼板製の軽量ユニットパネル方式であり、自重および外力は各ユニットのフレームに分布してかかるので、全体の荷重を数本の柱で受ける鉄骨構造やコンクリート式建屋にくらべ、軽量で基礎工事が簡単である。また部品はすべて工場で完成したものを、現地で組立てるだけなので、据付け期間が短く、増設、移設が容易であるという特長をもっている。

壁および屋根用の各ユニットパネルはデッキプレートと形鋼で形

成される。その内側にはプラスターボードを設け、デッキプレートとの間には空気層があるのでプラスターボード自身の断熱効果と相まって、外気温の変化による結露を防止している。

3.5.7 東京電力株式会社池袋変電所納特高キュービクル

大都市における20 kV配電は年々増加しているが、その配電用キュービクルは地価の高い都心に設けられるため、特に小形化という点に重点がおかれている。そのため20 kV配電用キュービクルを新しく開発した。第27図は東京電力株式会社池袋変電所に納入した20 kV新形キュービクルである。

このキュービクルは新形の低騒音形空気遮断器を使用しているので、遮断器動作時の騒音が小さく、また排気室が不要なので、キュービクル高さは従来の3,350から2,800に縮小できた。断路器には新しく開発したリニヤ形を使用し、遮断器室との隔壁用ブッシングにクリップを設け、断路状態におけるブレードは、断路器室とケーブルヘッド室間隔壁用ブッシングの中にはいるようにしたもので、スペースが非常に小さいという特長をもっている。また、ケーブルヘッドはキュービクル室下のケーブル処理室に突出するように設けてあるので、接続作業が容易であり保守も便利である。このように本キュービクルは小形化という点で大きな成果をおさめ、従来形にくらべ約半分の容積となっている。また、計器、継電器、テストターミナルなどをキュービクルの裏面側のパネルに取り付けたので、監視盤を大幅に簡略できた。

3.5.8 産業工場受配電用メタルクラッド配電盤(水平引出形)

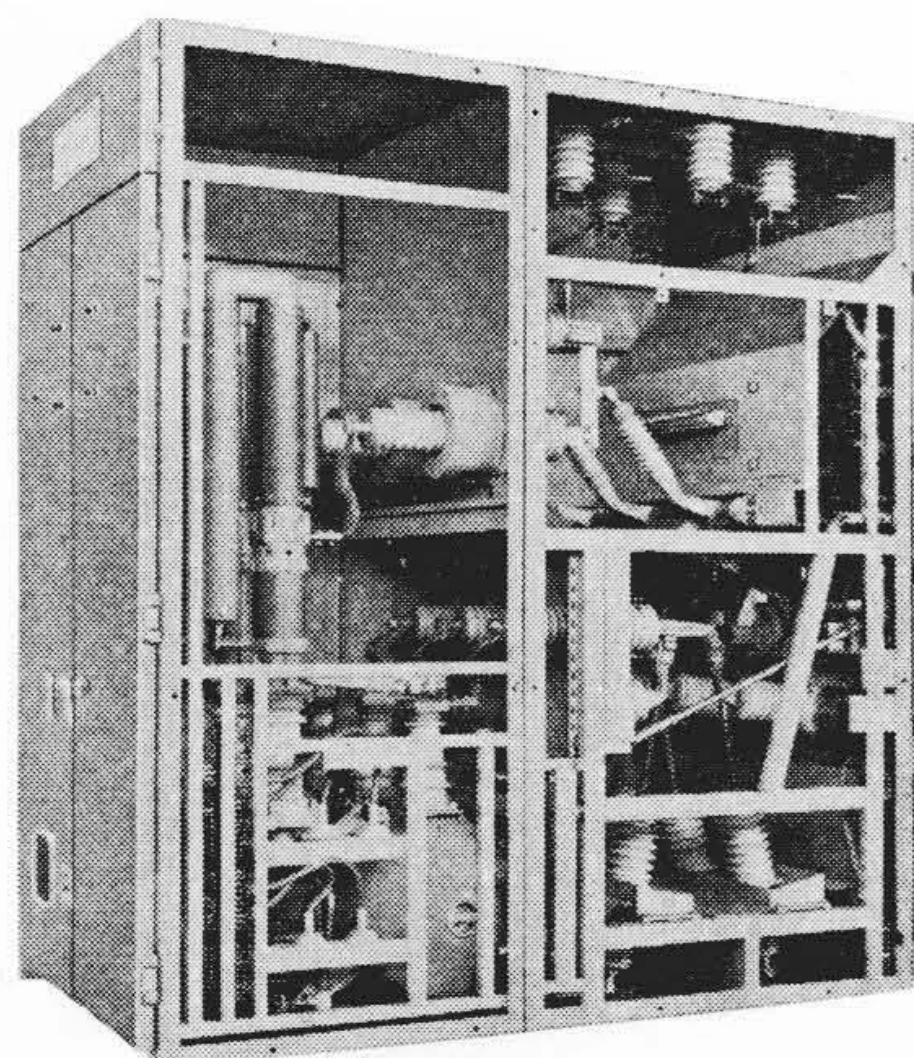
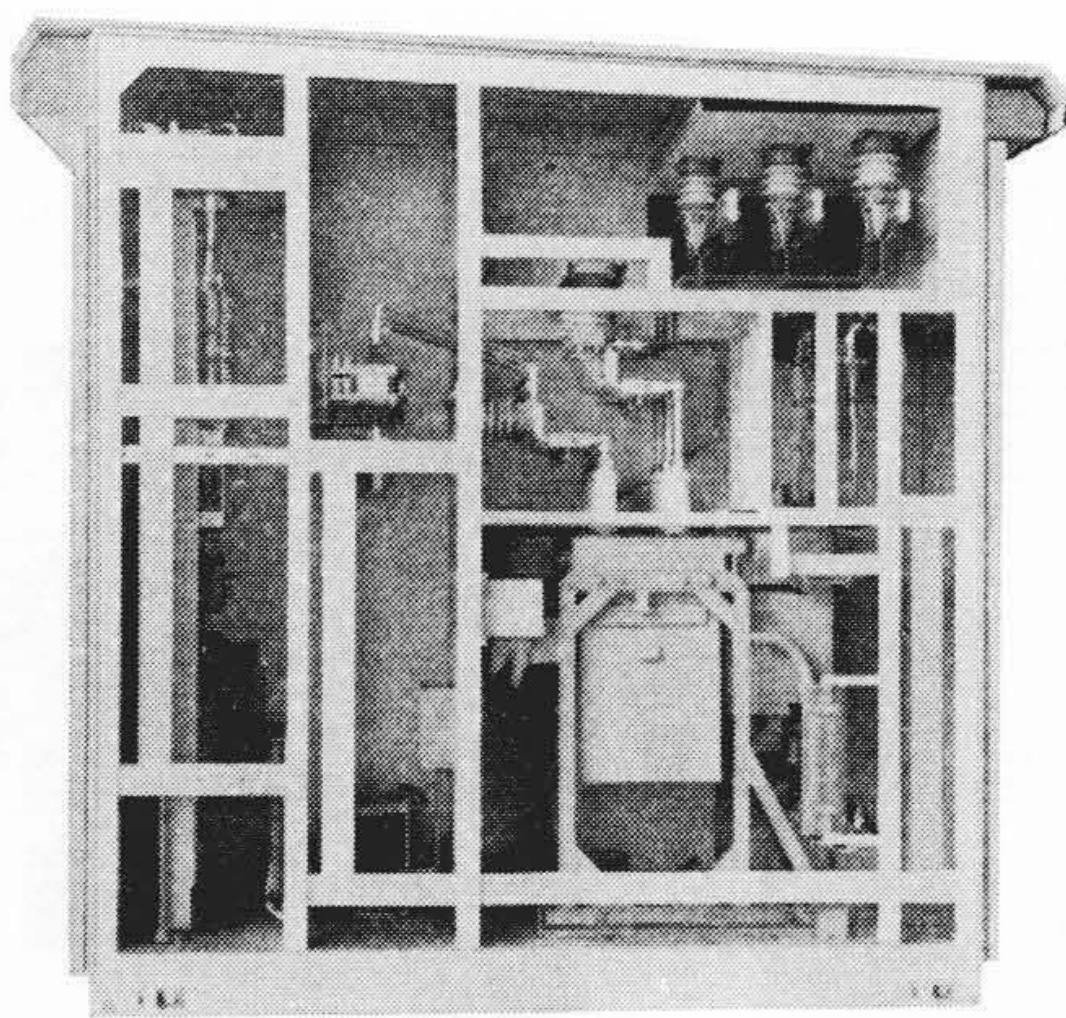
油入遮断器水平引出新形メタルクラッド配電盤は簡便な操作と安価である点が注目され、パキスタンのチッタゴン製鉄所をはじめ国内、外に販路が拡大しつつある。

第28図は新日本パイプ株式会社納6.9 kV, 150 MVA 油入遮断器水平引出形メタルクラッド配電盤である。

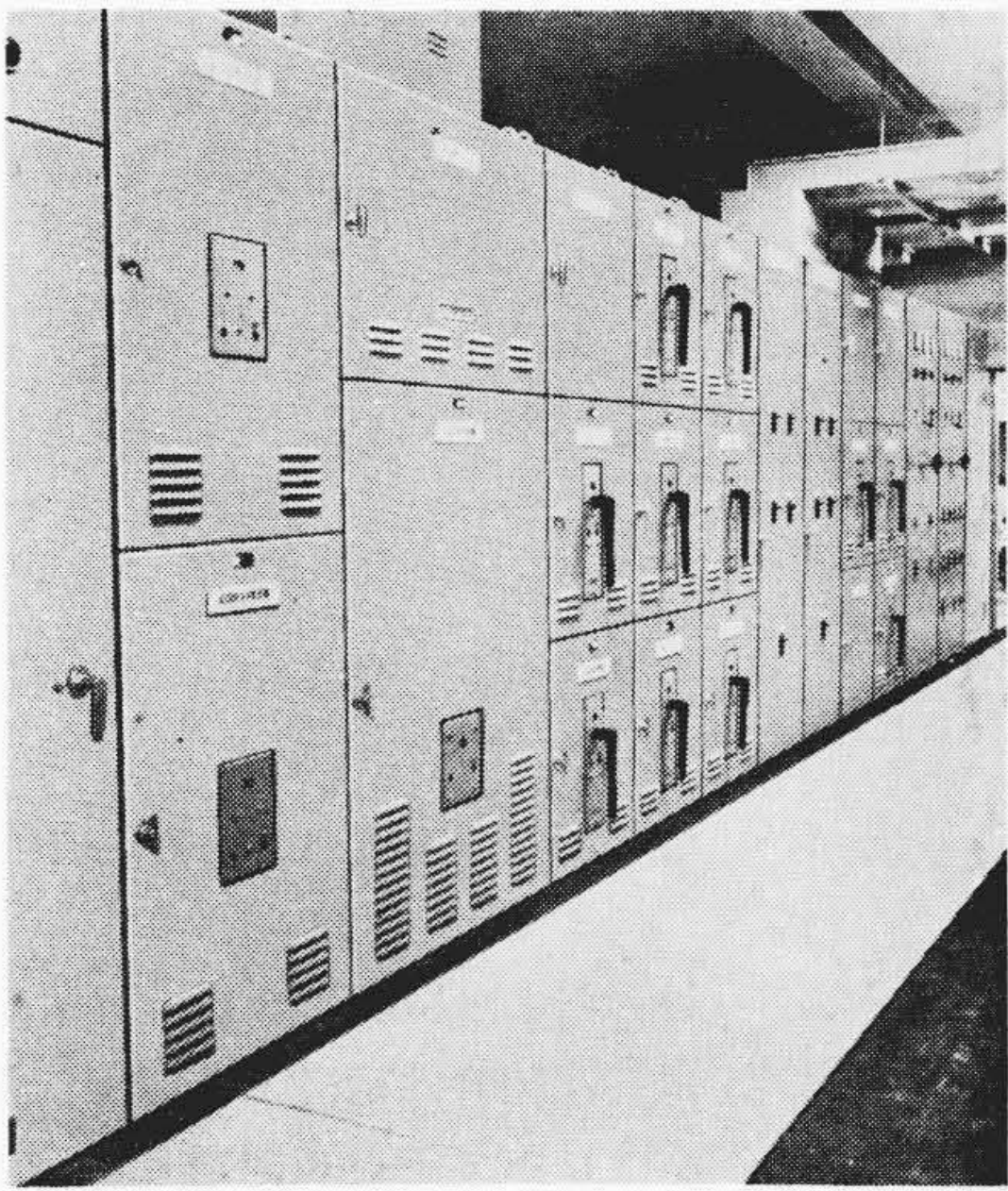
3.5.9 ビル用パワーセンタ(ホテルニューオータニ納)

ビル施設の近代化に伴い、電源設備容量の増大とともに、電圧に440 Vを採用した大容量の低圧メタルクラッド配電盤が要求されるようになった。

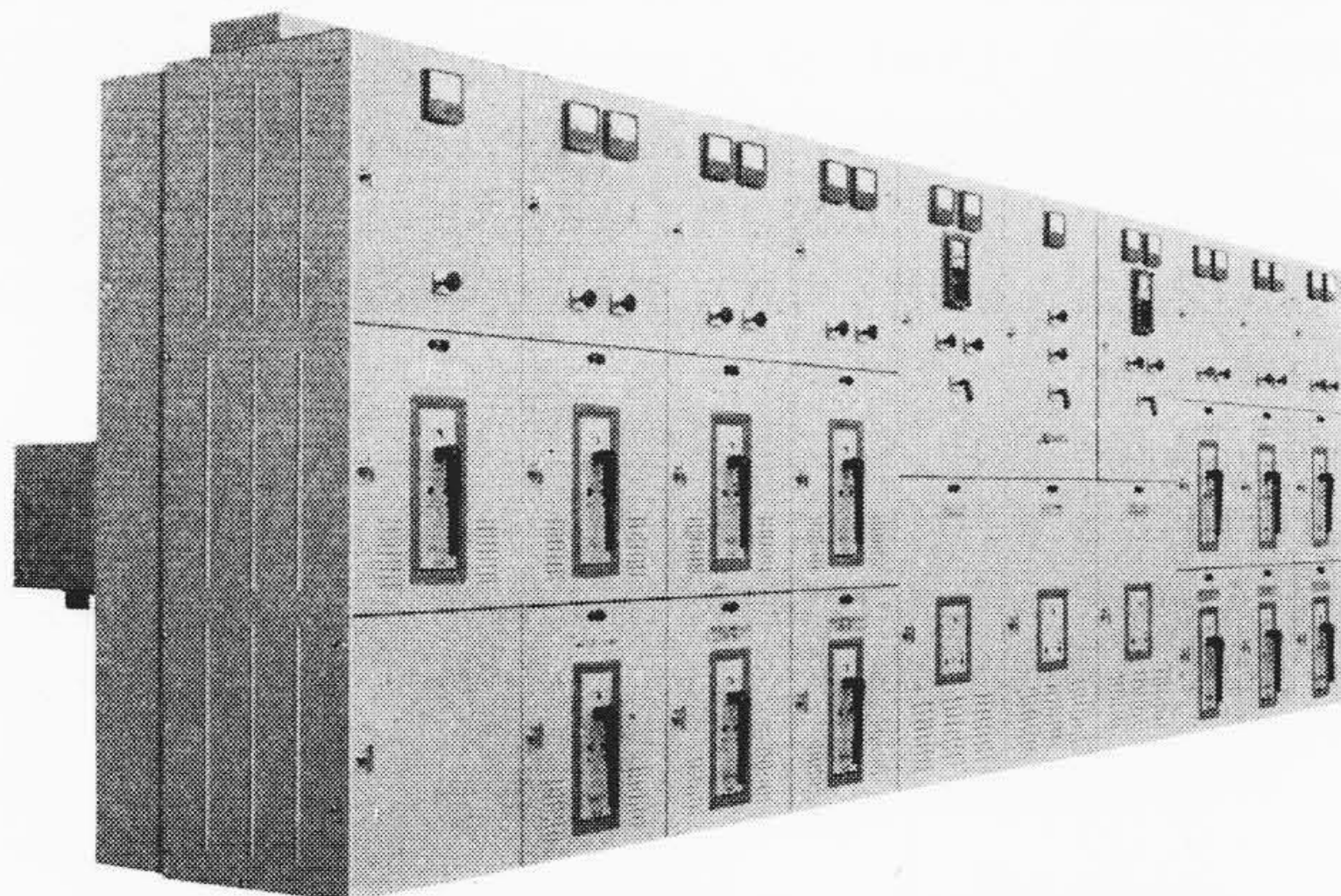
今回ホテルニューオータニに納入した低圧メタルクラッド配電盤は、主変圧器容量3,000 kVAの二次主幹および配電用として使用されるもので、主幹遮断器用ユニットは定格電圧600 V 定格電流4,000 A、定格遮断電流100 kAの大容量記録品である。この設計製作にあたっては、通風構造、導

第27図 東京電力株式会社池袋変電所
納20 kV新形キュービクル外観

第28図 水平引出形メタルクラッド配電盤



第 29 図 ホテルニューオータニ納
低圧メタルクラッド配電盤



第 31 図 インド・ヒンダスタン製鉄会社納
440 V メタルクラッド配電盤

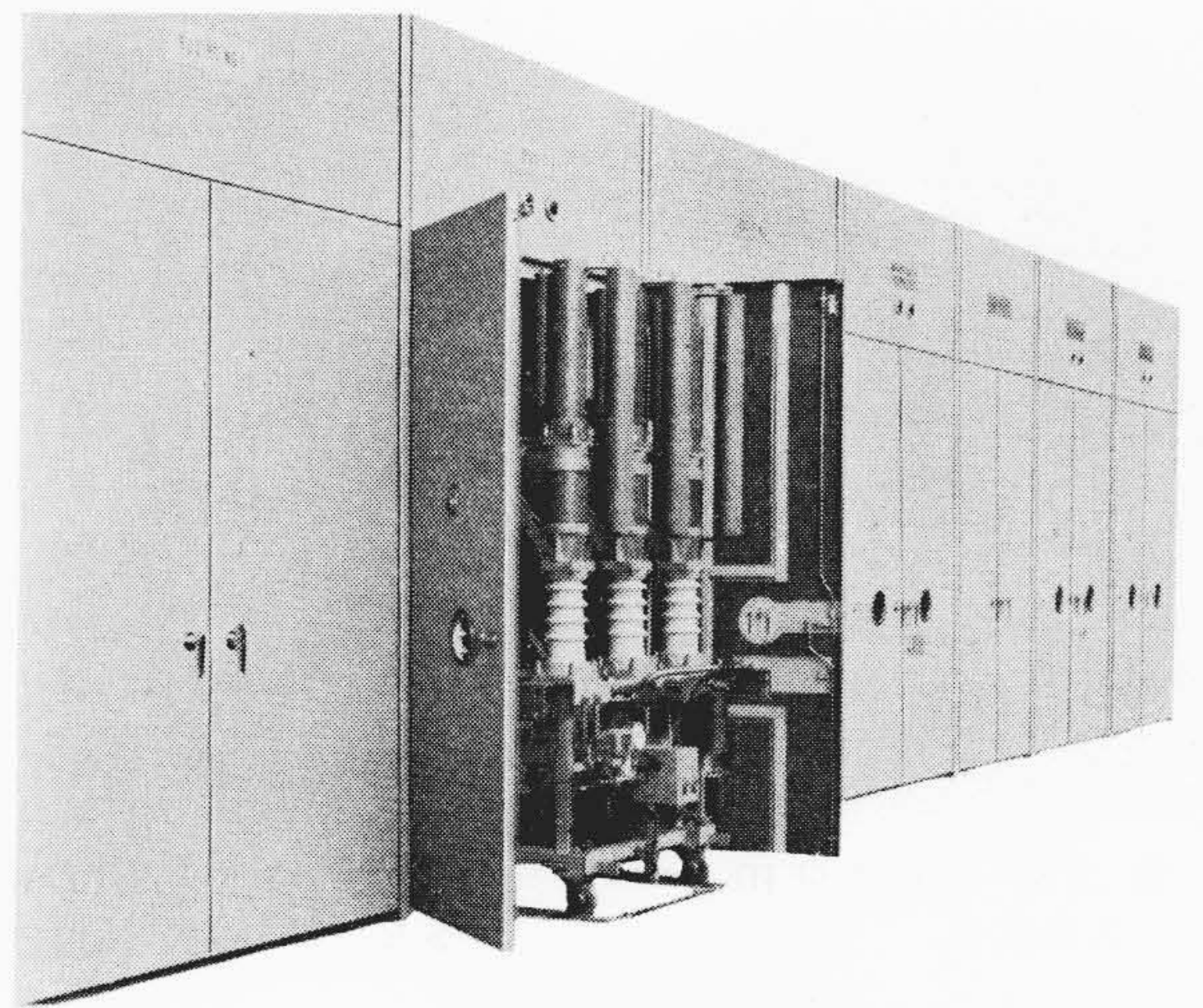
体の構造、配列、断路部の並列 2 分割などの考慮が払われ、自冷でも温度上昇に余裕があり、遮断試験においても十分満足な結果を得ている。

3.5.10 インド・ヒンダスタン製鉄会社納メタルクラッド配電盤

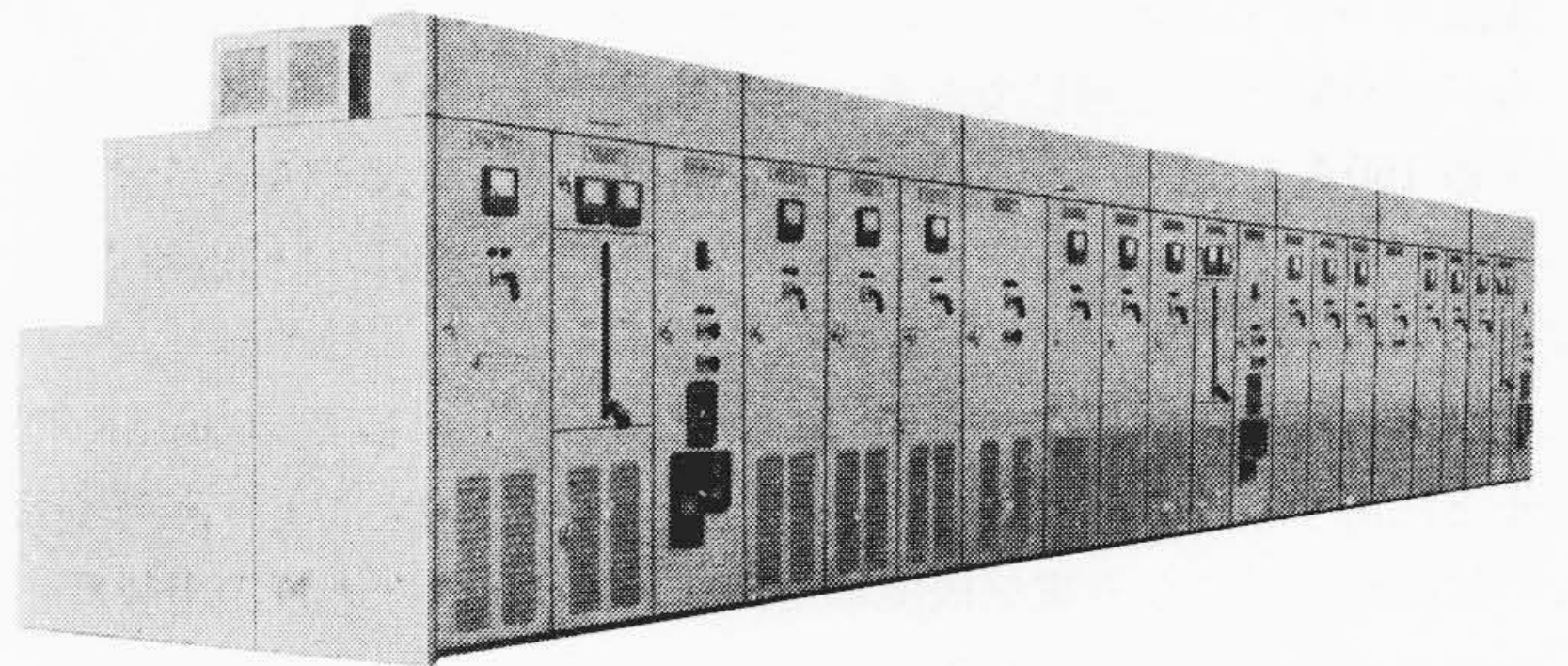
インド・ヒンダスタン製鉄会社ドルガプール特殊鋼製鋼所納メタルクラッド配電盤は製鋼所設備容量が大で、使用電圧が 33 kV, 6.6 kV, 440 V および DC 250 V にわたるため総台数も 600 台余に及んでいる。このうち第 1 陣として約 200 台を完成納入した。

これらのメタルクラッド配電盤は特殊な設置環境および安全性について種々考慮されている。そのおもな特長は次のとおりである。

- (1) 高温多湿および虫、小動物による害を防ぐよう考慮してある。
- (2) 油無しの 33 kV 空気遮断器、6.6 kV 磁気遮断器、440 V 気中遮断器および DC 250 V 高速度気中遮断器を使用したので火災の危険が少ない。
- (3) 遮断器はすべて引出形で取り扱いが便利である。33 kV 空気遮断器および DC 250 V 高速度気中遮断器の引出形は今回開発した新製品である。
- (4) 440 V 3 相 4 線回路にはニュートラルリンク付きの新形気中遮断器を使用した。
- (5) 33 kV 空気遮断器、6.6 kV 磁気遮断器のほか、440 V 気中遮断器もシャッター付きで安全である。
- (6) 33 kV および 6.6 kV メタルクラッド配電盤には電力ケーブル接地装置が設けてあり、安全に保守ができる。



第 30 図 インド・ヒンダスタン製鉄会社納
33 kV メタルクラッド配電盤



第 32 図 インド・ヒンダスタン製鉄会社納
DC 250 V メタルクラッド配電盤

- (7) 各種キーインターロックを新たに採用し、誤操作防止および運転者に対する安全をはかってある。

3.6 整 流 装 置

39 年度においてはシリコン制御整流素子（以下 SCR と略す）の単位容量の向上増大が着実に進み種々の応用製品の大容量化が可能となった。SCR 素子は 250 A 形が 600 V まで量産化され、150 A 1,200 V 素子が開発された。応用関係では特に電動機応用部門への進出が著しく多数の新製品が開発された。SCR インバータもその一つで多数製作された。

シリコン整流器（以下 S R と略す）では電鉄用が着実な伸長をとげ、わが国最大記録の 4,000 kW 器を含め多数製作された。化学用ではシリコン変圧整流器が進出し、水冷式 S R が実用化された。また化学工業用として初めて SCR を採用した 600 kW 200 V 3,000 A 器を現在製作中である。車両用 S R は本年度も国内向けのみならず輸出用にも大量に製作された（15.6.1 参照）。

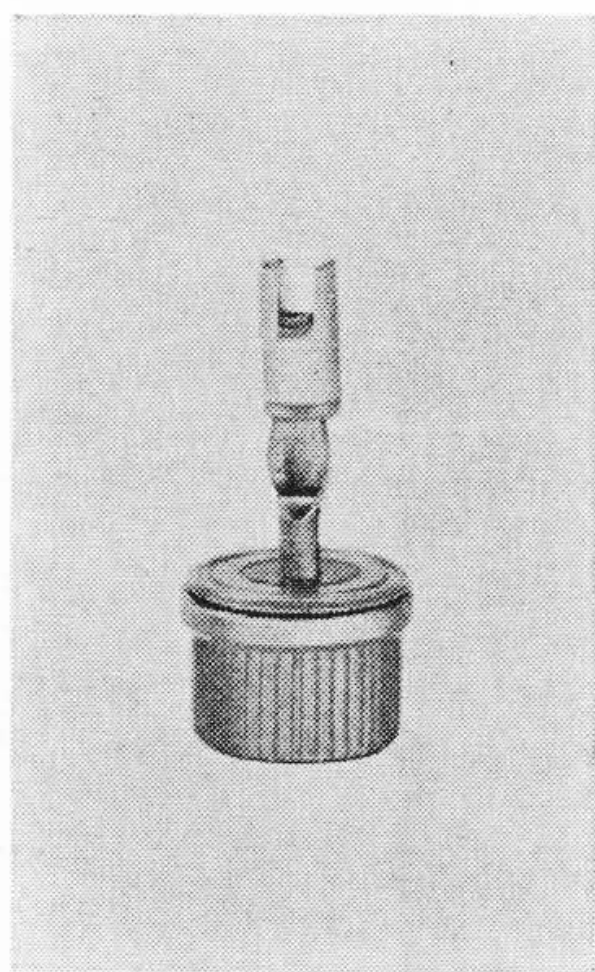
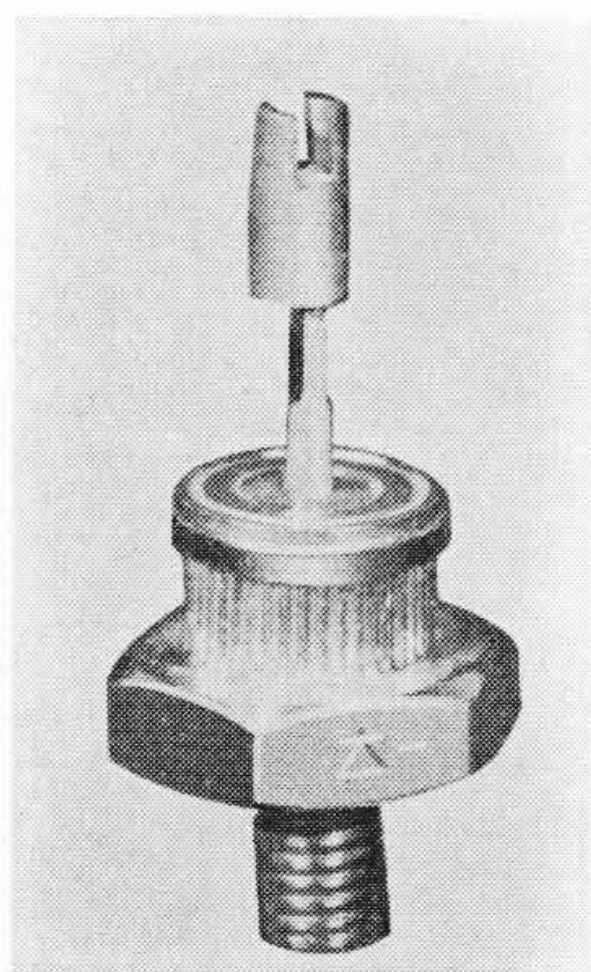
水銀整流器（以下 MR と略す）はミル用として初めて国外へ輸出された。

3.6.1 S R 素 子

280 A 素子は前年度に引続き車両用、地上変電所用整流装置に大量に製作された。耐電圧に対する信頼性を増すため接合表面処理に改善が加えられ熱疲労特性の向上がはかられた。

AC ダイナモに使用される自動車用 10 A 素子（第 33 図）にはガラスシールを使用した方式を採用し信頼性を向上した。自動車業界の盛況に伴い、200 A 素子と並んで大量に生産された。

軽工業用として S 形 10 A 素子（第 34 図）が製作された。本素子は設計、製作にあたり低価格を目標に完成したものである。

第33図 自動車用10A
SR素子第34図 軽工業用10A
SR素子

3.6.2 SCR素子

250A600V素子を開発量産にはいった。本素子はわが国で最大電流定格を有するSCR素子であり、パッケージは第35図に示す150A 1,200V素子と同じである。一方耐電圧向上のため鋭意開発をすすめ150A 1,200V素子(第35図)を開発した。本素子はわが国で最大電圧定格を有する素子である。これら大容量SCRは拡散技術、合金技術および表面処理技術を集大成して得られたものであり、アバランシェ形の特性を有する素子で、電力用素子として200ASR素子と比肩する信頼性を有している。素子容量の増大により直列並列の構成が容易になり電気機関車用タップ切換装置など電力用装置への適用が活発化しつつある。

すでに量産中の素子では3A, 5A, 16A, 22A, 50A, 70A, 150A, 250Aの系列が完成している。軽工業用低価格SCR素子としては、5A 50~400V定格素子の販売を開始した(第36図)。

インバータ用SCR素子としてターンオフタイムを低減した10A, 50A SCR素子を開発した。

交流電力制御用としてはシリコン交流制御素子を開発した。本素子はゲート制御により正負電圧の制御可能な画期的素子で5A定格である。交流スイッチ、交流モータ、調光装置など軽工業用としての応用が急速に拡大することが考えられる。パッケージは第36図と同一である。

3.6.3 電気化学工業用SR

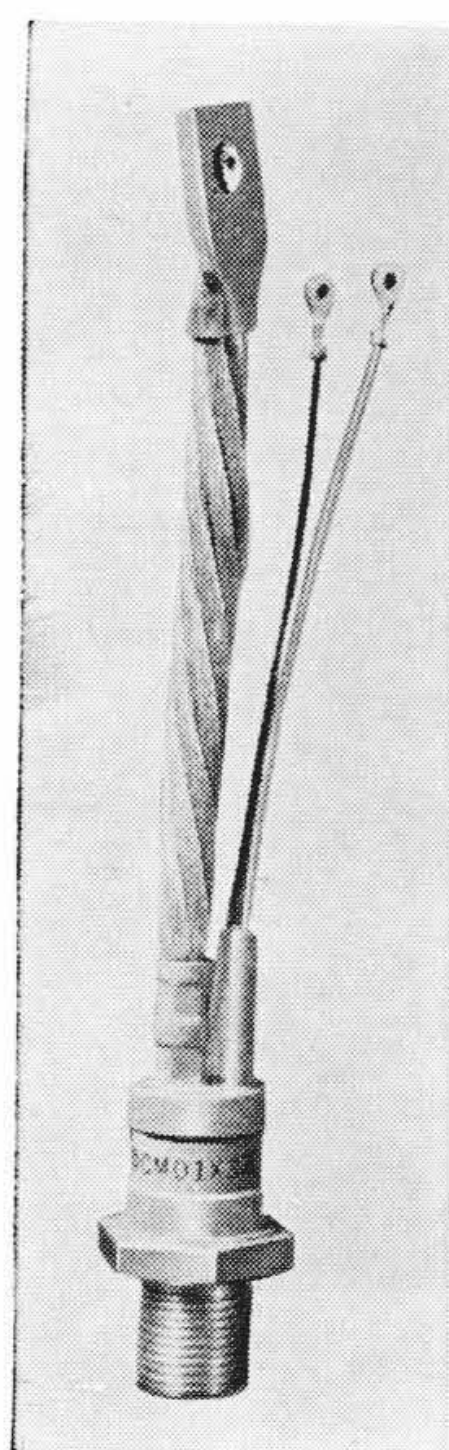
従来、水冷式冷却器付循環風冷SRでは2階にSRキュービクルを、1階に冷却装置を設置し、風道により冷却風を循環せしめていたが、第37図の3,100kW SRに示すように、冷却器、送風機を、SRスタックとともに収納して1体のキュービクルにまとめたので非常に小形化した。アルミニウム製練用として昭和電工株式会社に納入したSR10台は、既設の老朽化したMRが本SRに置換された。

SRと変圧器を1体として、整流器と変圧器間の大電流接続導体を簡略化したシリコン変圧整流器として216kW 72V-3kA, 24V-5kA 両用遠方操作切替式を完成納入したほか、4,000kW, 250V 4台も製作中である。

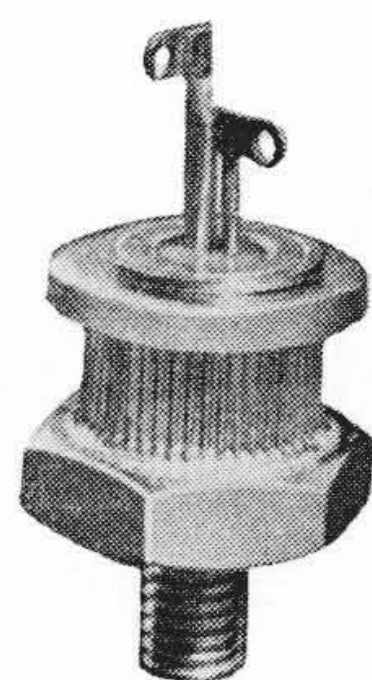
循環水冷式990kW, 220V SRを完成、南海化学工業株式会社へ納入した。本水冷式はSR素子を取り付ける冷却兼導体に独特の方式を採用し小形で効率のよい冷却を得た。循環水は、風冷式のクーラにより冷却する方式である。

3.6.4 電気鉄道用SR

日本国有鉄道山陽本線用3,000kW, 1,500V, 屋



第35図 150A 1,200V SCR素子



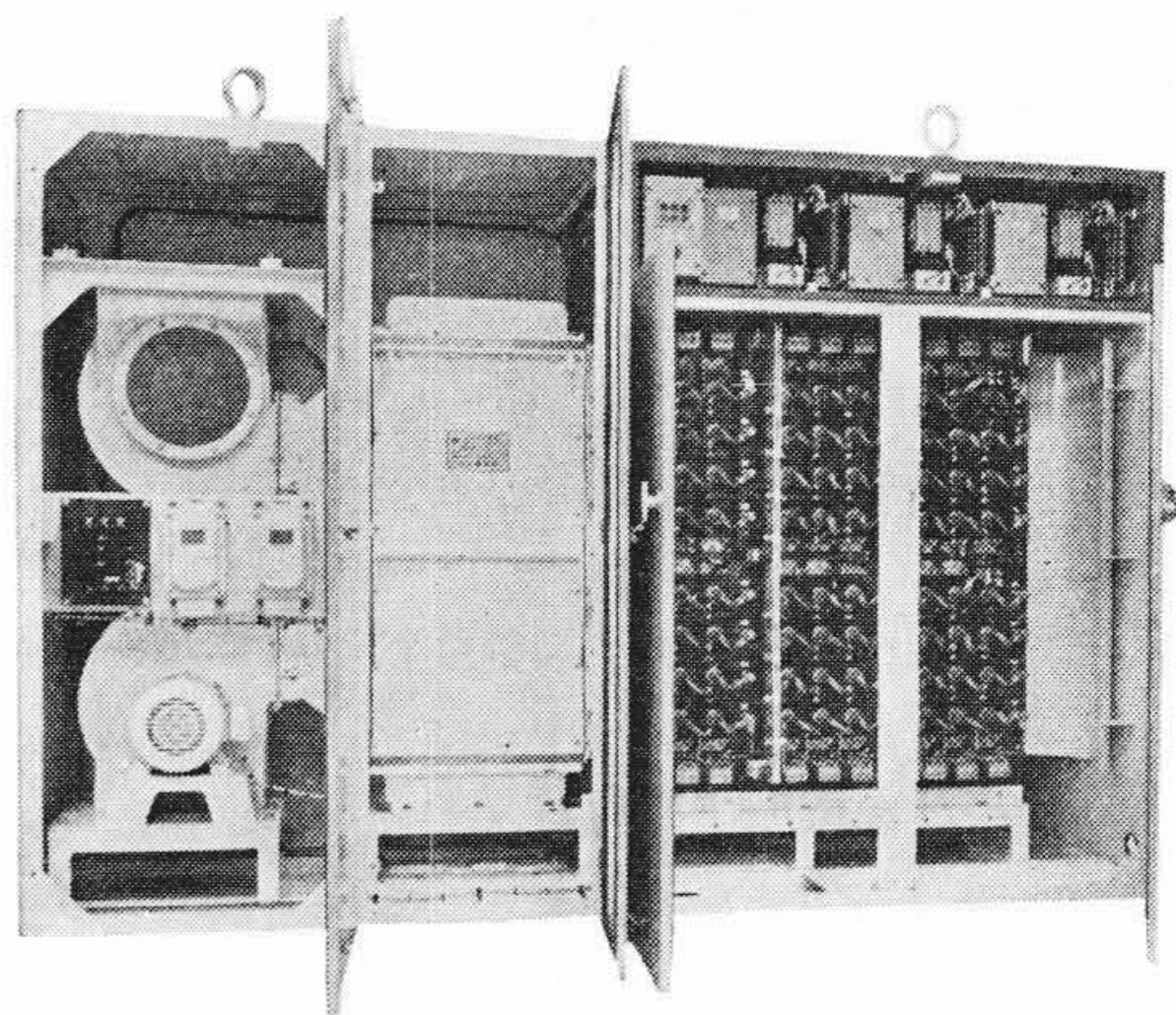
第36図 軽工業用5A SCR素子

地上変電所用SRとしてわが国最大容量品であり、第39図に示す新標準形3,000kW, 1,500V SRとともに新鋭整流素子(280A, PIV 1,300V)で構成されており、素子数の減少、据付寸法の縮小、取扱いの容易さの点で著しく改善されている。3,000kW級SRでは都市鉄道の変電所立地条件を考慮して通風方式の騒音について検討が加えられている。

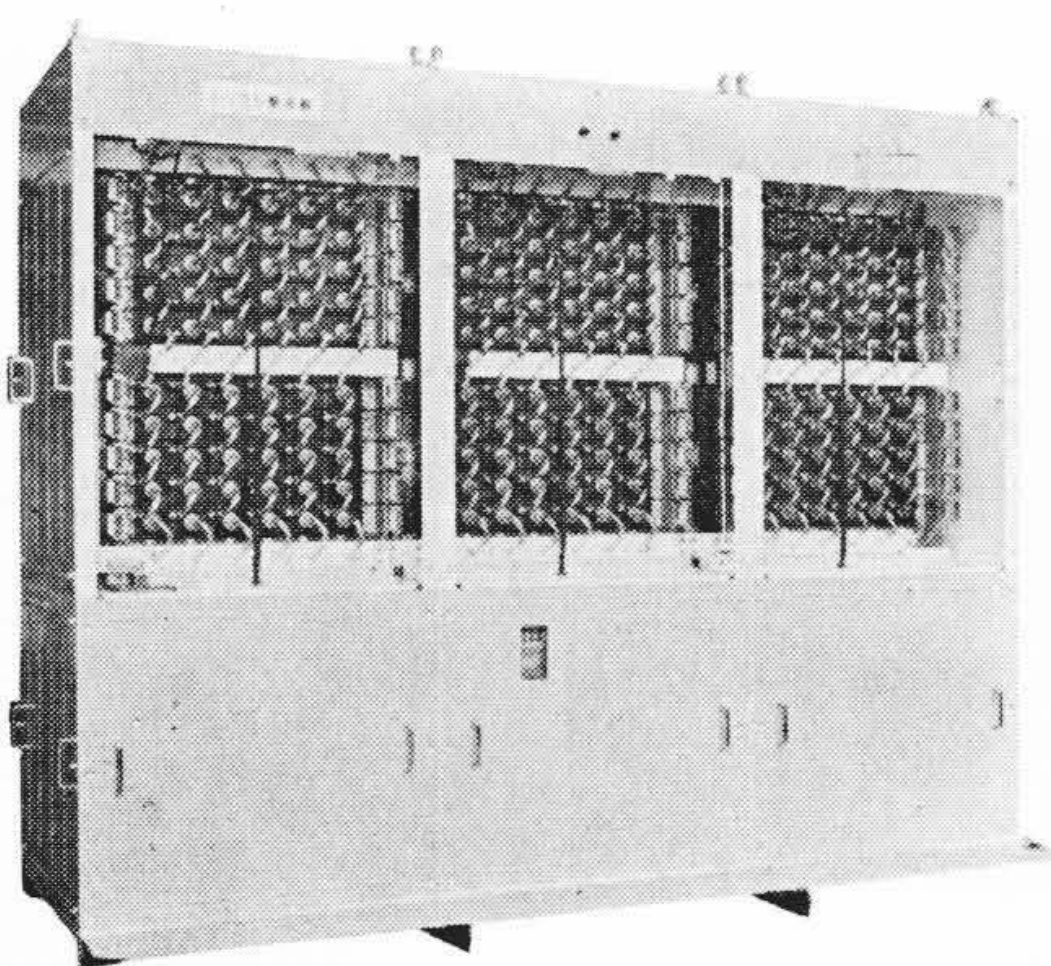
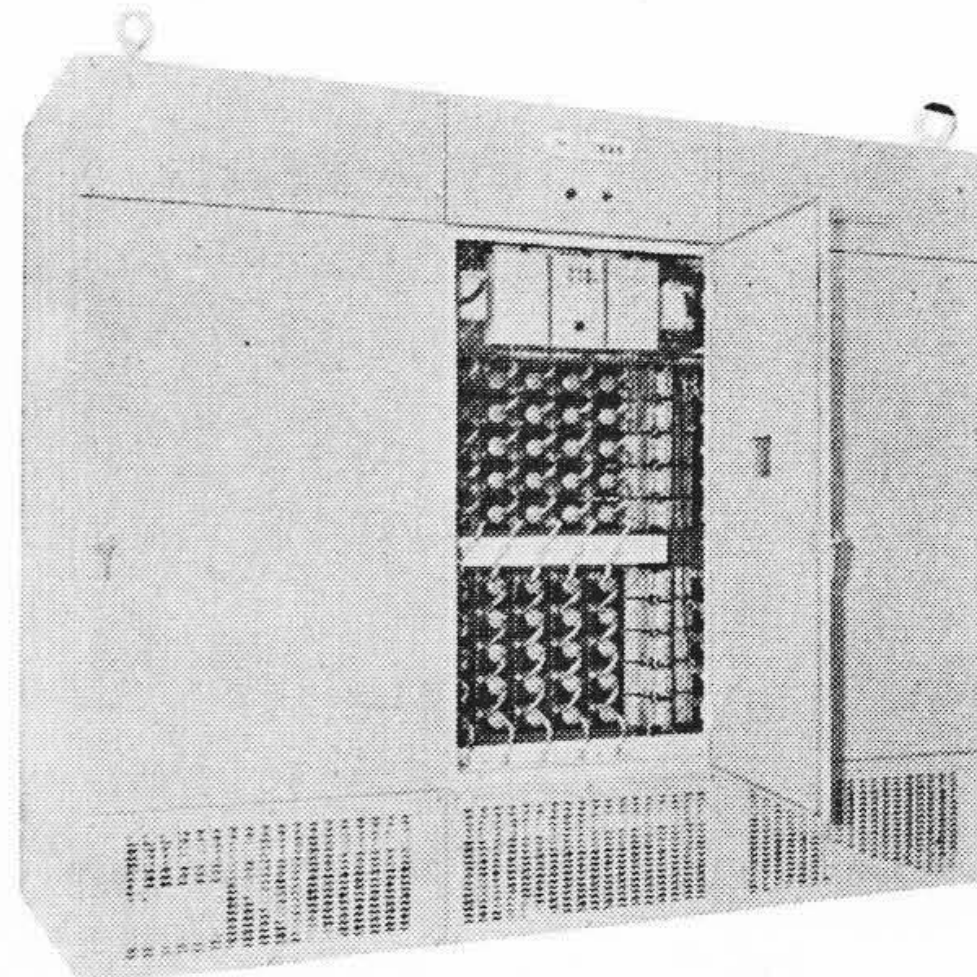
3.6.5 SCRの応用

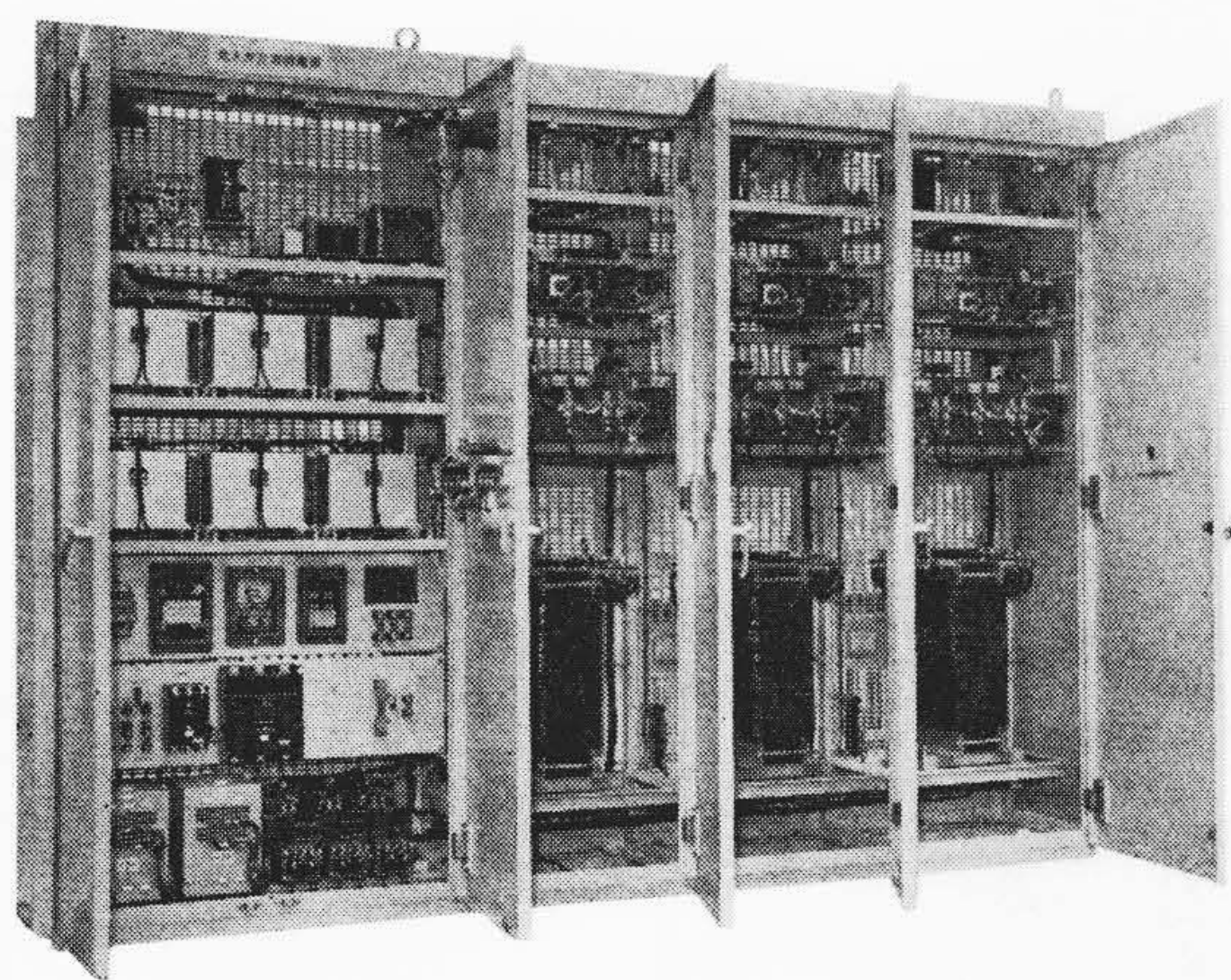
(1) SCR試験装置およびSCRインバータ

50A, 150A, SCR用、順電圧降下測定装置、開閉時損失試験装置および50A, 150A, 200A, SCR 48個の通電寿命試験装置を製作

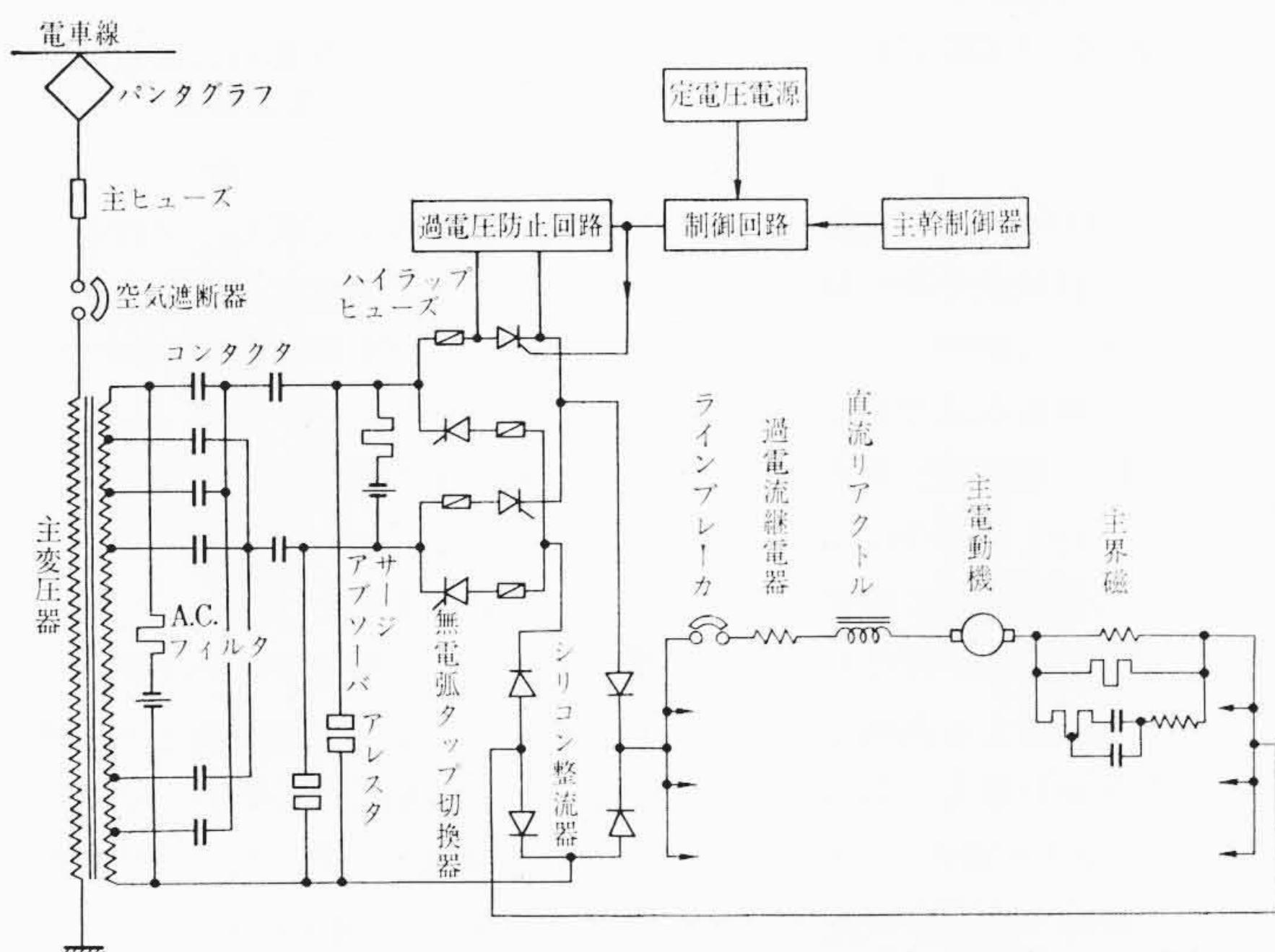


第37図 昭和電工株式会社納 3,100kW 260V SR

第38図 日本国有鉄道 東北線納
4,000kW 1,500V 2,667A SR第39図 東京急行電鉄株式会社高津
変電所納 3,000kW 1,500V SR



第 40 図 東京都水道局納 28 kVA (過負荷 500%)
SCR インバータ



第 43 図 SCR 式無電弧タップ切換方式主回路ツナギ図

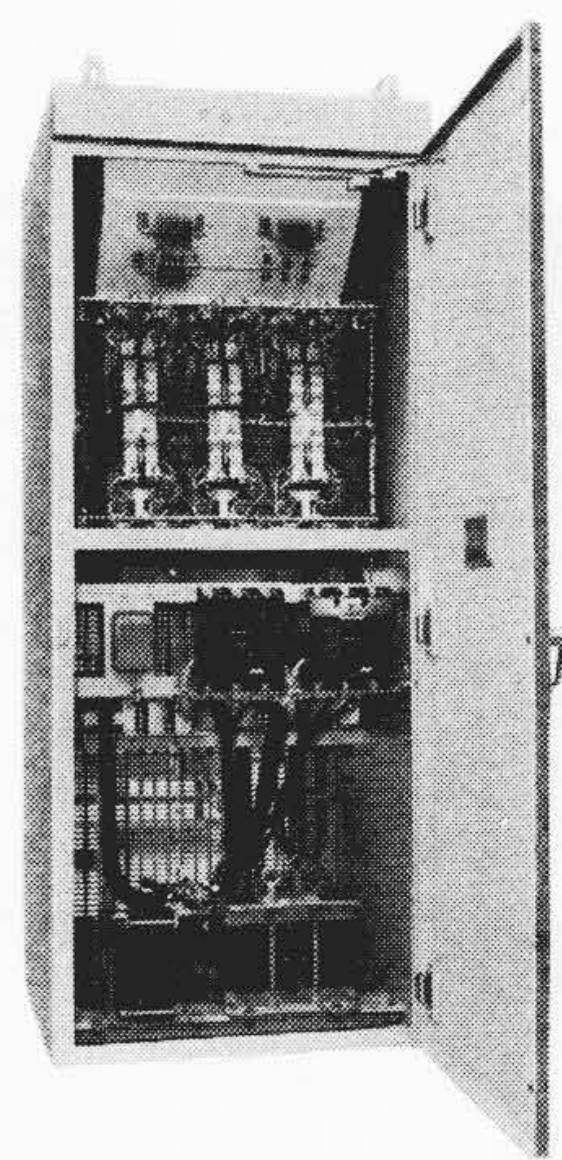
し 39 年 3 月電信電話公社電気通信研究所へ納入した。なお引き続き SCR 熱抵抗測定装置も 39 年 12 月には完成の予定である。

定周波定電圧電源用 SCR インバータとして鉄共振変圧器を使用するものは昨年に引き続き東北電力株式会社新潟火力発電所納 15 kVA (40 年 1 月完成予定) ほか 4 台を製作した。自動式インバータの開発は可変周波可変電圧電源装置をめざし、方形波積重ね方式の研究が進められた。この方式ではゼネラル石油株式会社納 15 kVA ほか 3 台を製作し、さらに日本放送協会納 25 kVA (40 年 1 月完成予定) ほか 3 台を製作中である。

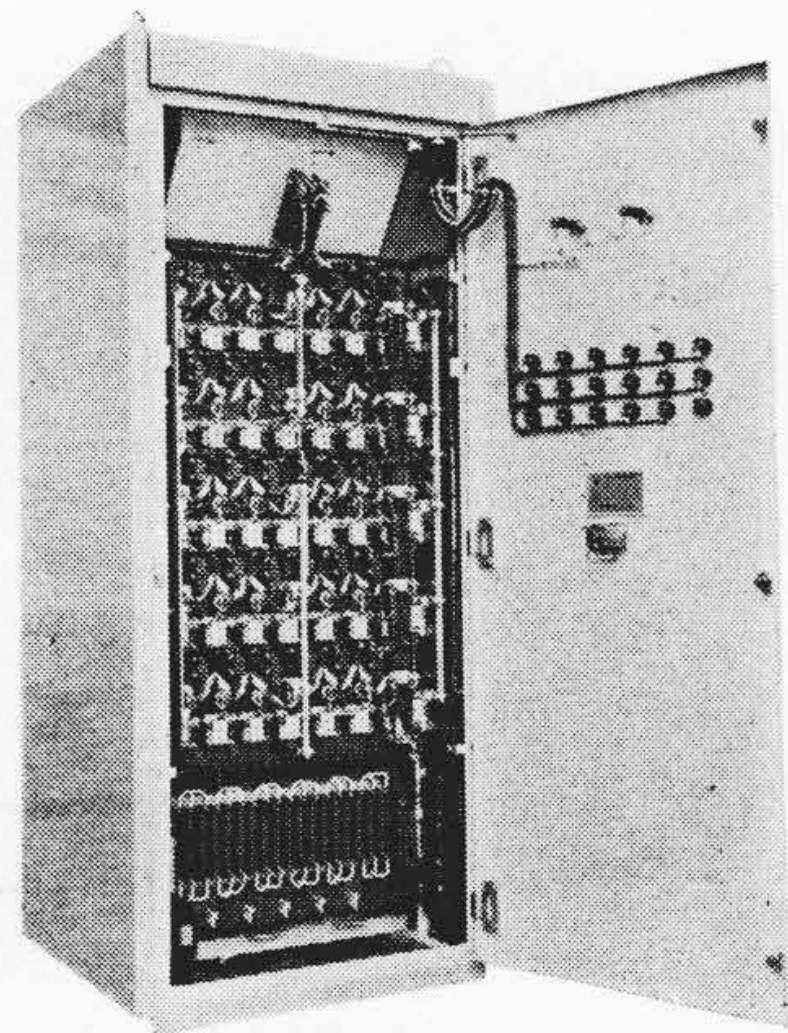
39 年 2 月東京都水道局納 3 φ 2.8 kVA (過負荷 500%) インバータは変圧器 2 次を千鳥結線とした 3 φ 積重ね式の第 1 号機である (第 40 図)。

(2) 電動力応用 SCR

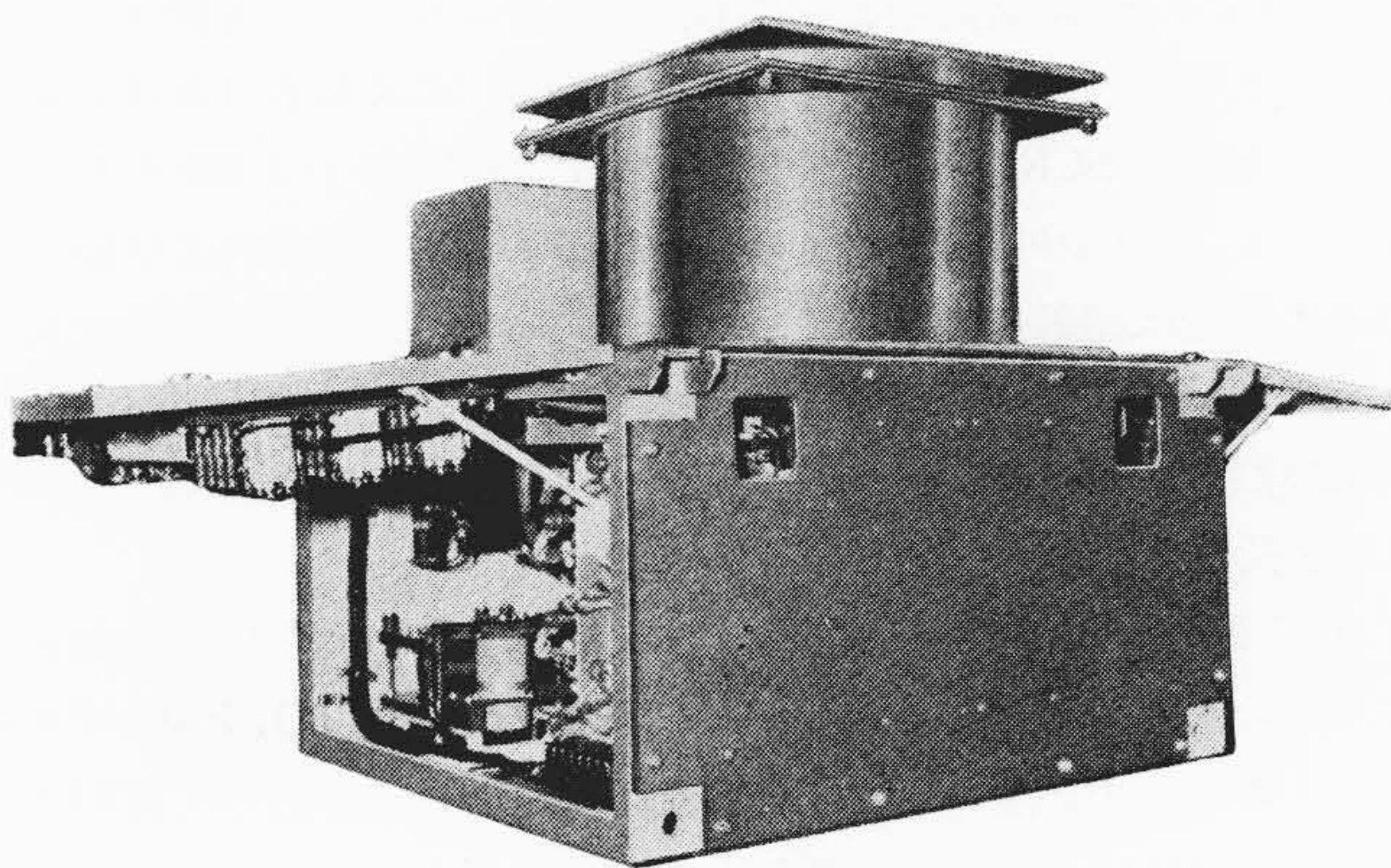
SCR 素子の大容量化に伴い電動力応用関係でも SCR が本格的に MR に代わって採用されはじめた。まず東京タキロン株式会社納、硬質塩化ビニル製造機用電源として 70, 40, 30 kW 各 SCR 計 11 台および東海製鉄株式会社納、テンパーミル用直流機励磁器として、70, 60, 50, 30, 25, 20 kW 各 SCR 計 12 台を完成した。第 41 図はその一例である。プレーナ用単基切換可逆運転式 143 kW 420 V、定格制御率 70%, 340 A、100% 連続、300% 1 分間定格の SCR は 150 A SCR 素子 3S×3P×6A で構成され大容量 SCR の足がかりをつくった (第 42 図)。続いて製作中の例としては電線管ロール用電気品としての 90 kW SCR、4 重冷間可逆圧延設備用 250 kW および 90 kW SCR、銅線材圧延設備用 650, 550 および 125 kW 各 SCR 計 6 台がある。



第 41 図 テンパーミル直流機
励磁用シリコン制御装置



第 42 図 143 kW プレーナ電
源用シリコン制御整流器



第 44 図 無電弧タップ切換用 SCR 装置

第 1 表 定電圧直流電源装置用シリコン制流装置

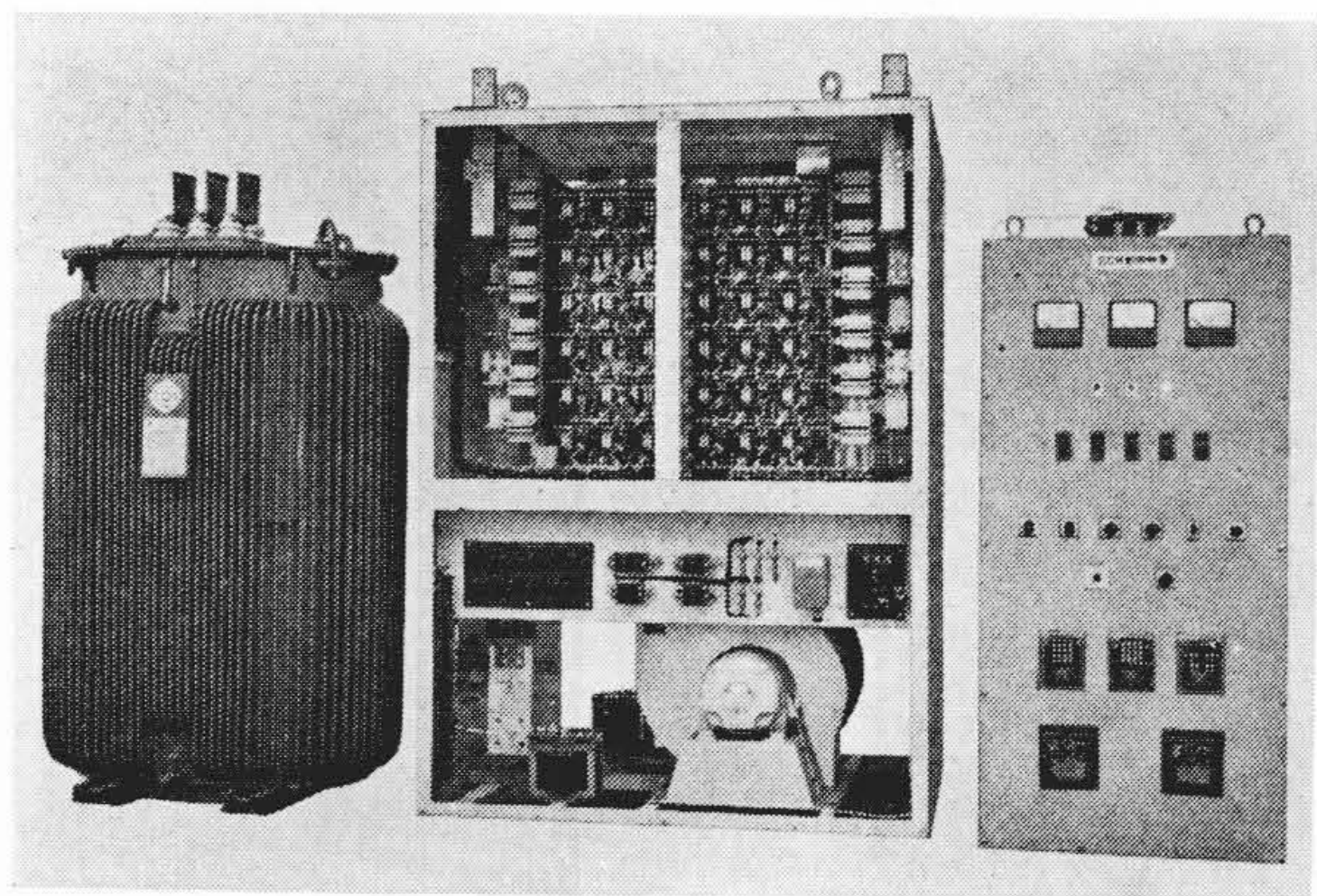
定 格 出 力 (kW)	5	7.5	10	15	20	30
定 格 直 流 電 圧	220 V					
定 格 直 流 電 流 (A)	227	34.1	45.5	68.2	91	136
定 格	B 種 定 格					
定 格 交 流 電 圧	200~220 V					
定 格 周 波 数	50, 60 c/s					
結 線 方 式	三相ブリッジ半波制御					
冷 却 方 式	自 冷 式					

(3) 電気機関車無電弧タップ切換器用 SCR

従来の低圧タップ切換器は大電流を開閉するため大容量化がむずかしく、保守上にも問題があった。SCR 式無電弧タップ切換器は、SCR のゲート制御により無電弧でタップを切換え、保守上の問題を解決するとともに、連続制御により機関車の粘着特性を改善することができる。回路ツナギを第 43 図に示す。今回 ED751 号車用として試作セットを完成した (第 44 図)。近く現車に積込んでロングランテストが行なわれる。使用素子は CJ01 形 500 V、250 A 素子で、わが国最大級の容量をもっている。セットにはこれを 12 個並列に組込んで使用する。タップ切換用 SCR はタップ間耐圧のみもてばよいので耐圧は小さくてよく、素子直列数は 1 である。このほかゲートパルス発生回路、パルス移相回路を内蔵している。

(4) SCR 式定電圧直流電源装置

蓄電池充電装置のほか一般用定電圧直流電源装置でも SCR 式



第45図 350 kW 100 V 3,500 A シリコン制御整流器

が広く採用されはじめ第1表に示すように50 kWまでの標準がつくられた。本標準装置は定電圧電源であるばかりでなく福岡大学納24 kW SCR装置のように直流電動機電源としても使用できる。日立製作所納350 kW, 100 V, 3,500 A SCR装置は電流容量の点で現在のSCR装置の記録品である。SCR素子は200 A形で1アーム12個並列となっている。制御は定電圧制御および限流制御で定電圧制御の整定値は100 Vから10 V以下まで可能であり、電源電圧変動 $\pm 10\%$ 、負荷変動100%における定電圧精度は $\pm 0.2\%$ となっている。第45図に装置の外観を示す。

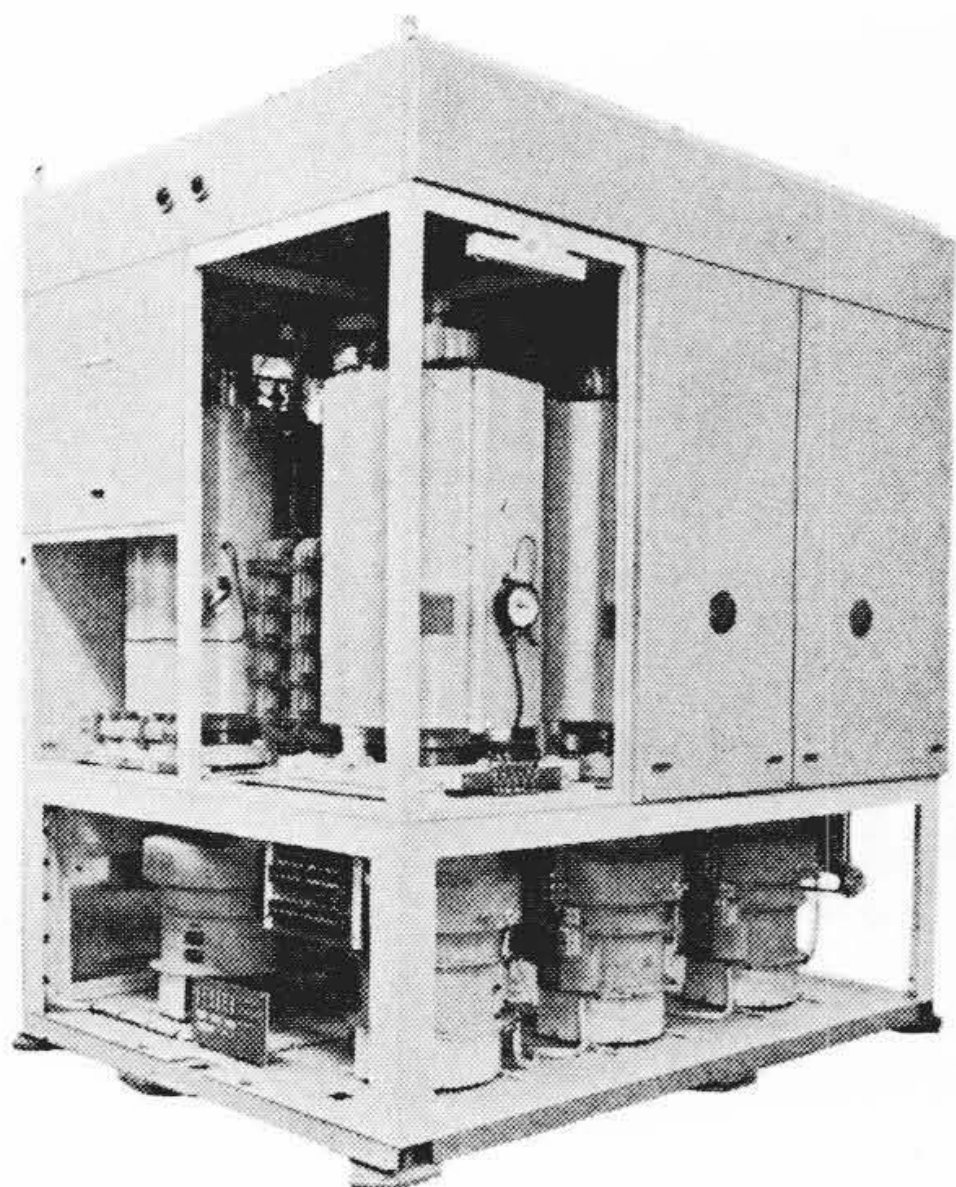
3.6.6 水銀整流器

インド Hindustan Steel Limited の Alloyed Steel Plant 用として多数の水銀整流器を納入した。内容は1,650 kW $\times$ 1, 550 kW $\times$ 3, 330 kW $\times$ 5 でいずれもパーミル用主電動機の電源として使用される。タンクには標準形を使用した。屋内用キュービクルに収納し、過酷な周囲条件に耐えるような構造としてある(第46図)。

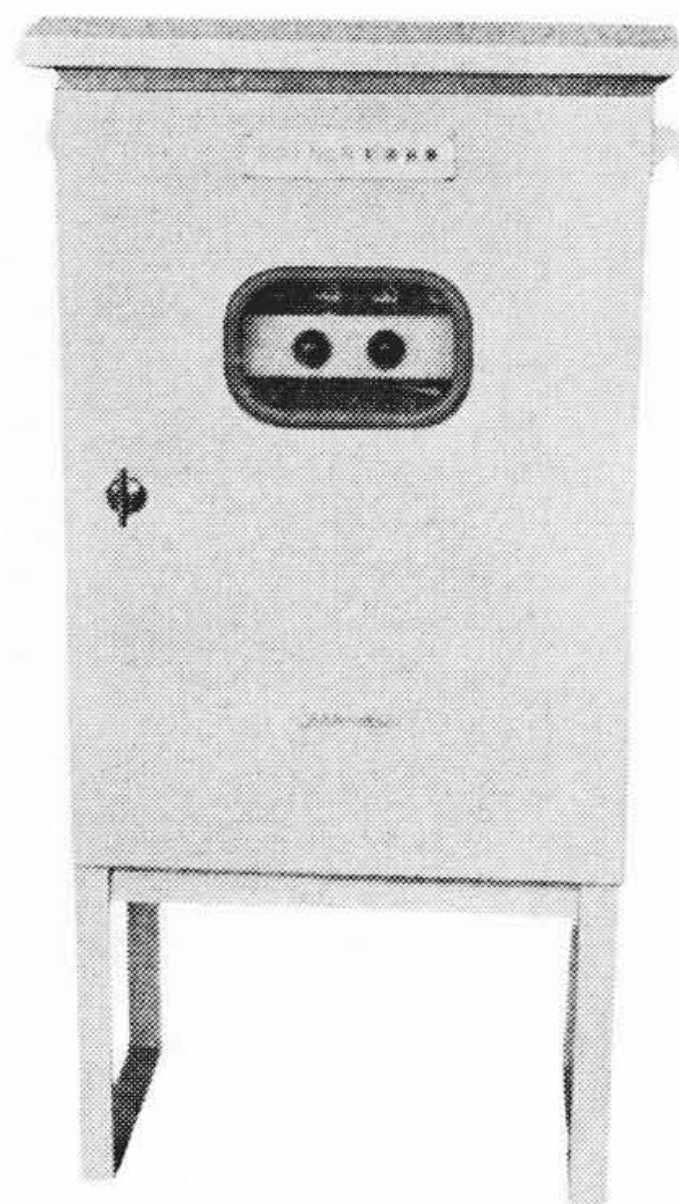
3.6.7 直流変電所制御装置

(1) シリコン整流器故障検出装置の改良 シリコン整流器の素子構成がメッシュ結線となったことと呼応して、低圧側検出による簡易で信頼性の高いSCR式検出装置を開発し、新幹線電車その他に700セット余り納入した。

(2) 京阪電鉄株式会社守口変電所納 SCR式無負荷電圧上昇防止装置 二重星形結線整流方式の電鉄用変電所では無負荷時の電圧上昇を防止するために模擬負荷を接続し、これを電磁接触器により自動切入するか、または連続使用していたが、前者はひん度と寿命の点で、後者は電力損失の点に難点があった。今回定格電



第46図 1,650 kW 水銀整流器

第47図 無接点式無負荷時
抑圧抵抗制御装置

圧600 V、定格電流20 AのSCR式制御装置を完成し、2台を京阪電鉄株式会社に納入した。制御は主回路定格電流の1%付近の電流を可飽和リアクトルで検出し、SCRをON-OFFするもので、全部無接点式である(第47図)。

(3) 昭和電工株式会社喜多方工場納アルミ電解用直流電源装置 アルミ電解では陽極効果と呼ばれる現象により電極電流が急減して生産能率に影響を与えるので、従来はLRA, IRなどによる定電流運転が行なわれていたが、今回、自己帰還形の低圧側リアクトルによる高精度連続制御と、LRAのタップ自動切換えとを連動させた新方式制御装置を完成した。定格電圧DC 600 V、定格電流5 kA $\times$ 10台、可飽和リアクトルの制御電圧75 Vで、小形磁気増幅器で主回路電流と設定値の偏差を検出制御するもので10セット、50 kAを一括制御できるようになっている。

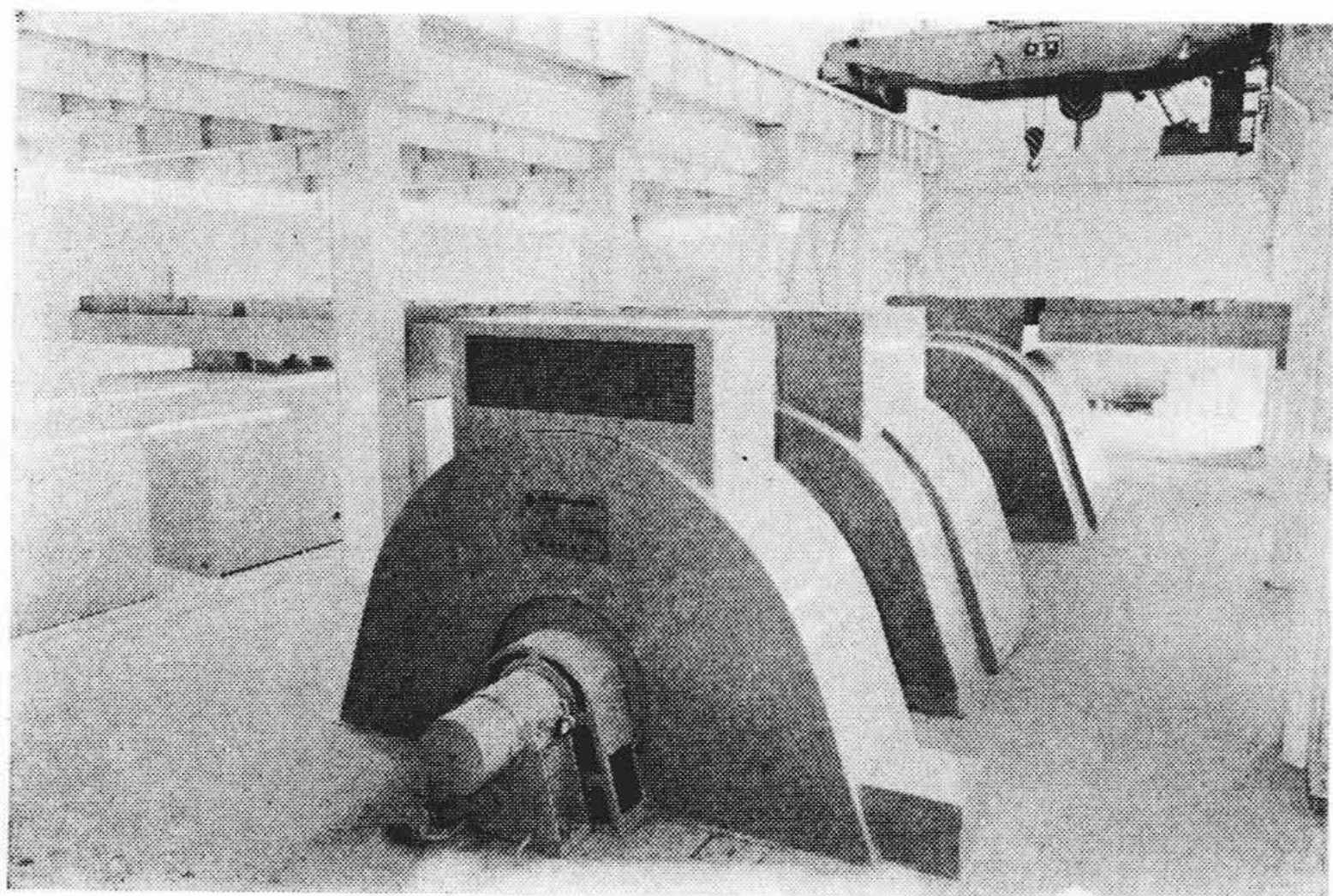
3.7 周波数変換機

日本国有鉄道西相模変電所納60,000 kVA 50/60 c/s 周波数変換設備を製作した。60 c/sに統一電化された東海道新幹線の50 c/s地域に給電するもので、交流発電機・同期電動機・起動用誘導同期電動機の順序に直結される。第48図は現地で運転中の外観を示したものである。

交流発電機は最大60,000 kVAという前例のない大容量単相のため種々の新構造が採用された。起動用電動機は将来の並列運転を考慮して位相調整用の固定子回転装置を備えている。

周波数変換機仕様

	交流発電機	同期電動機	起動用電動機
形式	EFBWL-RD	EFBWL-RD	EFB ₁ L-DRQ
出力	3相 60,000 kVA 単相 30,000 kVA	55,000 kW	3,000 kW
定格	特殊公称 (200% 過負荷を含む)	特殊公称 (200% 過負荷を含む)	30分
電圧	11,000 V	11,000 V	3,000 V
周波数	60 c/s	50 c/s	50 c/s
回転数	600 rpm	600 rpm	600 rpm
力率	0.75 (遅れ)	0.9 (進み)	1.0
その他	逆相リアクタンス		固定子回転装置付

第48図 運転中の周波数変換機
手前から起動用電動機、同期電動機、交流発電機