

IV.

交 通

Traffic



神戸ポートアイランド新交通ポートライナー

1. 展 望 (Outlook)

昭和56年を振り返ってみると、トピックスとして、
(1) 東北・上越新幹線開業へ向かっての準備
(2) 新しい交通機関の誕生（新交通の実用化）
(3) 船舶での新しい発電システムの実用化
などがあげられるが、交通機関の次の世代への移行のステップを感じさせるものがあった。

「新しい技術の開発と実用化」である。その根幹をなす思想は、省力化（＝経営の効率化）と省エネルギー化であって、その手段はパワーエレクトロニクスとCPUの大幅な利用である。パワーエレクトロニクスは新しいデバイスの誕生と、その適用技術の開発で、電源状態の変換、電動機の変速をますます自由に、多様に、また整然と行えるように進歩しつつある。

CPUはデバイスの進歩で、多種多様なソフトウェア作業をより早く行うことができるようになり、これが管理作業から制御作業へと応用分野を拡大し、ますます省力化技術の強力な武器になりつつある。

今後ともこの基調は変わることなく、研究・開発は続けられてゆくと思われる。富士電機はエレクトロニクスの基礎研究とその製品の開発、またシステム技術の応用開発と、たゆまぬ努力を続けてゆく覚悟である。

電鉄変電所では、集中監視制御方式にCPUの利用と、CRTによる監視方式が実用化されるようになった。

マイクロコントローラの分散利用と、光データウェイによる情報伝送をもった札幌市交通局からの注文の電力管理制御装置も、工場の組合せ試験が予定どおり完了し、現地での調整試験に入った。

日本国有鉄道の東北・上越新幹線変電所向けの制御装置もマイクロコントローラを応用したもので、工場試験が終わり、今後現地調整試験に入る。

東武鉄道(株)向けの集中監視装置は、既設の装置を新しく集中化するときの一つの方式で、省力化に役立つものである。これらのシステムはそれぞれの対象物に対し

特徴あるもので、今後ますますソフトウェア技術を研究し、より便利な、また、より信頼性の高いものにしてゆく努力を払ってゆく。

鉄道車両部門では、新しい車両の誕生とは別に、次の世代の車両の研究も続けられている。一つは保守の合理化をめざす主回路の無接点化であり、もう一つは電力回生を含めた省エネルギー化である。

これらはいずれも主回路にサイリスタを、制御装置にマイクロコントローラを利用したものである。車両が基本的に要求する軽量化と信頼性に加えて、省エネルギー、メンテナンスフリーを追求するものであるが、マイクロコントローラの適用が、制御の多様化へと進むようになりつつある。したがってここでも重要なことは、エレクトロニクスの基礎研究と、ソフトウェア技術の開発である。富士電機では大容量のパワートランジスタ、逆導通サイリスタなどの車両に必要な素子の開発と、その適用技術の研究とともに、制御用のマイクロコントローラの開発に力を入れている。

船舶部門はオイルショック後の不況から脱し、昭和56年は建造量の増加とともに船舶の電気品の注文も増加した。

そのなかで特筆すべきことは、省エネルギー対応での主軸駆動発電装置の実用機が完成したことである。

我が国での第1号機を船舶に搭載し、船主への引渡し完了した。引き続き2～4号機の製作も完了した。1～4号機は輸出船向けであるが、5～7号機は国内船向けで、この軸発電機に排ガスターボを組み合わせた新しいシステムのものである。昭和57年には実運転に入り、その成果が期待される。

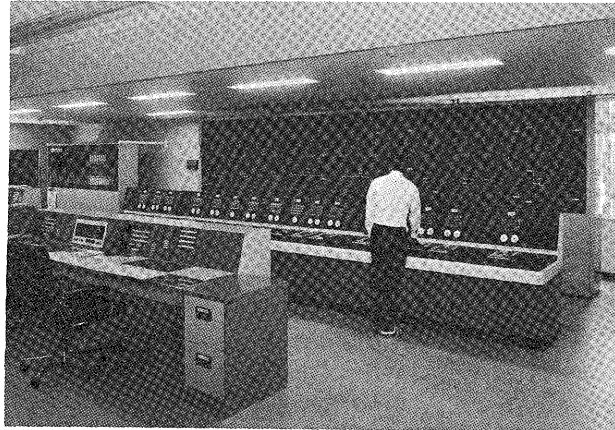
この装置は、電気推進装置と同様に、パワーエレクトロニクスの船での常用使用ということで注目されるものである。またマイクロコントローラを制御に使用し、監視装置とともに、エレクトロニクスの船舶への大幅な適用の第一歩である。

2.3 東武鉄道(株)変電所集中制御装置

東武鉄道(株)東上線変電所の集中制御装置一式を納入した。本システムはICサイクリック遠方監視制御装置とデータロガー装置を中核としたもので、今回は14の変電所を、将来は21の全変電所を集中制御するものである。

本システムは次の特徴をもつもので、集中制御システムの一つの典型となるものである。

- (1) データロガーによるデータ処理の迅速化と省力化。
- (2) モザイク式系統表示。き電高配系統のライン照光化。機器選択時のフリッカ方式による監視の的確化。
- (3) 伝送路及び遠方監視制御装置受信部を二重化にすることによる障害時の自動切換。データロガー装置用タイプライタ障害時の相互自動切換。表示デバイスの発光ダイオード化などによる高信頼化と保守の容易化。



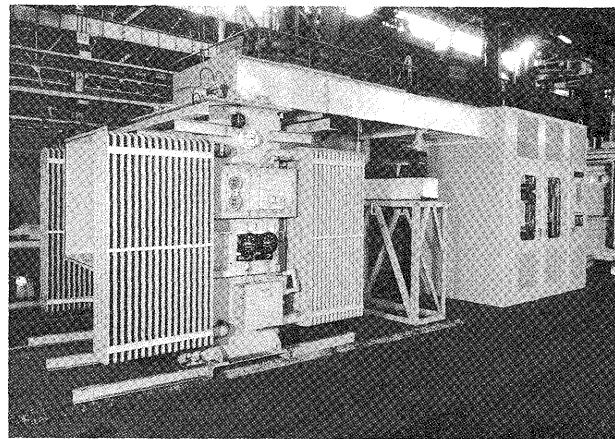
第4図 東上線電気指令所制御室

Fig. 4. Control room of Tojo Line Control Center

2.4 電鉄変電所機器の輸出

富士電機は、鉄道輸送が再評価されている米国に多くの輸出実績をもっているが、今回マイアミ地下鉄向けに、2,500kW DC 700V, EHT 定格のシリコン整流装置39台を納入した。これは徹底的な合理化を追求して国際競争力を有したもので、今回の納入により米国向け輸出実績として、モールド変圧器適用の15台を含め、総計120台334MWとなった。各納入器とも好調に運転を続けており、好評を博している。

このほかに、某国地下鉄向けにDC1,500V HSACB盤44面、別に4,000kW DC1,500V, E種定格フロン冷却シリコン整流器15台を受注し、鋭意製作中である。



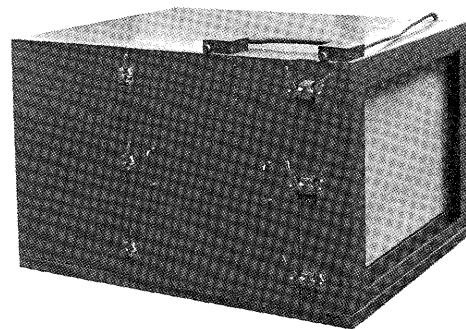
第5図 マイアミ地下鉄向けシリコン整流装置2,500kW DC 700V

Fig. 5. Silicon rectifier unit for Miami-subway

2.5 ディーゼル発電装置用消煙器

都市交通機関としての電気鉄道設備への電力供給には、高信頼度が要求される。例えば、駅舎電源には非常用ディーゼル発電装置を併設し、電源供給の信頼性の向上を図っている。しかしディーゼル発電装置の運転時には、エンジンが煙(排ガス)を発生するので、この煙を消す「消煙器」の開発が望まれていた。

富士電機はトンネル等の消煙技術をもとに、ディーゼル発電装置用消煙器を開発し、実装置(消煙器ほかで構成)を昭和56年に帝都高速度交通営団 大手町駅に1セット(420V 200kVA用)納入した。なお、実装置は現地実負荷試験を終了し、良好な結果を得た。今後更に適用が拡大してゆくものと考えられる。



第6図 ディーゼル発電装置用消煙器

Fig. 6. Smoke extinguisher for Diesel-generating set

3. 車 両 (Rolling stock equipment)

3. 1 新幹線電車で主回路無接点装置

半導体適用技術及び制御技術が著しく進歩し、主回路では有接点スイッチに代わり半導体を用いた無接点スイッチが実用化されつつあり、制御ではマイクロコンピュータが利用され、保守の省力化と、制御範囲の拡大が追究されている。

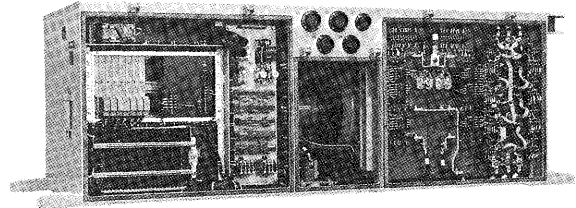
新幹線電車の主回路のうち、直流主回路のスイッチに半導体を用いて無接点化する研究のため、951形試験電車の直流1回路を無接点化するとともに、マイクロコンピュータで半導体スイッチを制御する主回路無接点装置を、日本国有鉄道技術研究所に技術課題として納入した。

限流値 力行：590 A，制動：790 A

電 圧 力行：1,300 V，制動：1,640 V

CPU 8085 A，8ビット

記憶容量 ROM：6 kB，RAM：1 kB



第7図 主回路無接点装置

Fig. 7. Contactless equipment for main circuit

3. 2 201系電車でチョッパ装置

日本国有鉄道では、省エネルギー、省力、性能の向上、乗心地の改善をめざして開発した201系チョッパ制御電車を中央線通勤電車で量産投入を開始した。この電車で搭載されるCH-1形チョッパ制御装置を富士電機は2セット製作・納入し、引き続き4セットを受注、製作中である。

この装置の要目は下記のとおりである。

定格	DC 1,500 V，755 A×2
制御容量	150 kW 主電動機×8台
周波数	600 Hz (素周波数 300 Hz)
制御方式	周波数一定平均値制御 2相二重
主・補助サイリスタ	逆導通 2,500 V 400 A
	2直列2並列2ユニット
ダイオード	2,500 V 800 A
	2直列1並列2ユニット



第8図 201系電車

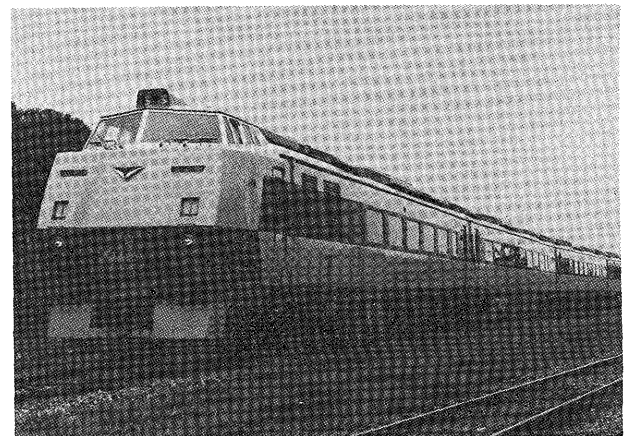
Fig. 8. Series 201 electric car

3. 3 183系特急形ディーゼル動車で電源装置

北海道地区の電化・非電化区間の直通運転のため、日本国有鉄道では特急列車用に従来の80系に替わって新たに183系がデビューした。この車両は十分な雪害対策と旅客設備の改善が施されている。富士電機は、この車両の冷暖房用電源となるエンジン発電装置を18セット納入した。その仕様は下記のとおりである。

エンジン：DMF15HSA-G 230 PS
 発電機：DM82A 180 kVA，AC 3φ，440 V，
 60 Hz，1,800 rpm
 配電盤：SB430 A，SB431 A

この電源は7両編成の場合は前頭の2両に、10両編成の場合は更に中間車の1両に、それぞれ1セットずつ搭載される。



第9図 183系特急形ディーゼル動車

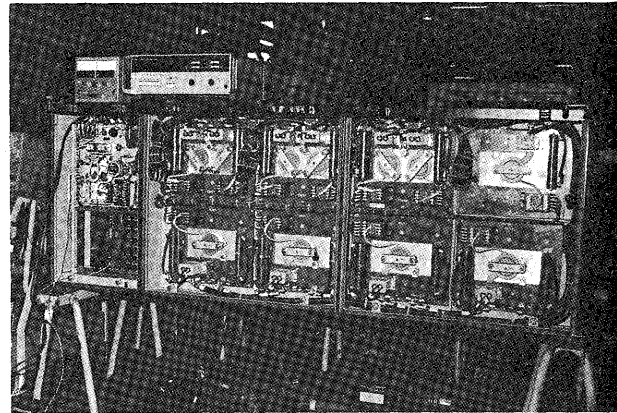
Fig. 9. Series 183 Diesel car

3. 4 客車用冷暖房サービス電源インバータ

客車の冷暖房サービス電源装置に対する小形軽量化、低騒音化、省エネルギー化、省力化などの要求にこたえるべく、富士電機は各種インバータの開発を推進中である。昭和55年、日本国有鉄道向けに技術課題として客車用 75kVA インバータを受注・製作した。

このインバータは電気機関車から供給される客車用電気暖房電源の使用を目的としたもので、広範囲に変動する直流・交流いずれの入力でも使用できるよう設計されている。また、交流電化区間走行中は交流-交流セクション通過時に発生する瞬時停電の問題がある。この影響を調べるため、昭和56年度は各種の列車走行を模擬した架線電圧パターンによりインバータを動作させ、負荷の冷房装置の能力を確認する試験を実施した。その結果、交流電化区間走行時でも冷房能力は実用上問題ないこと

が明らかとなり、客車の冷暖房サービス電源の静止化に対して有益なデータが得られた。



第 10 図 三相 75kVA 高圧インバータ
Fig. 10. 3-phase 75kVA inverter

3. 5 岡山電気軌道(株)コンバータ

路面電車の制御・補助電源は、サービス機器の増設や既設品の老朽化により見直しの時期にきている。

富士電機は、岡山電気軌道(株)の直流冷房(富士電機製)付快速電車用に下記仕様のコンバータを2台納入した。

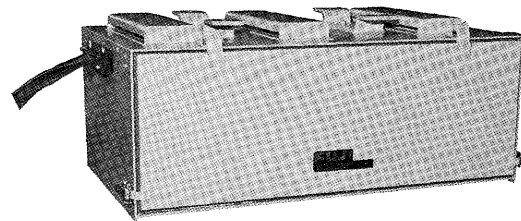
入力: DC 600 V

出力: DC 25 V, 1 kW/AC 1 φ, 100 V
60 Hz, 正弦波, 1 kVA

本装置はオールトランジスタで構成され、高圧架線電圧を高周波コンバータにより低圧へ変換してバッテリーフローティングし、バッテリーから直流負荷及びインバータを介して交流負荷へ給電する方式である。

現車走行テストでは、パンタグラフ離線やセクション通過時にもけい光灯のちらつきがなく、良好な結果を納

め、現在営業運転中である。



第 11 図 岡山電気軌道(株)向けコンバータ
Fig. 11. Converter for Okayama Electric Railway Co., Ltd.

3. 6 路面電車用新形直流冷房装置

冷房用機器のうち、車体の屋根上に取り付けられるユニットクーラは、軸重の限度、走行の安定性、車体梁(はり)の強度などの問題をクリアするため、できるだけ小形・軽量であることが望ましい。富士電機は55年量産形に比べ、

(1) 直流電動機の重量: 230 kg → 180 kg

(2) カバー: 鋼板 → FRP 化

などの改良を行って、

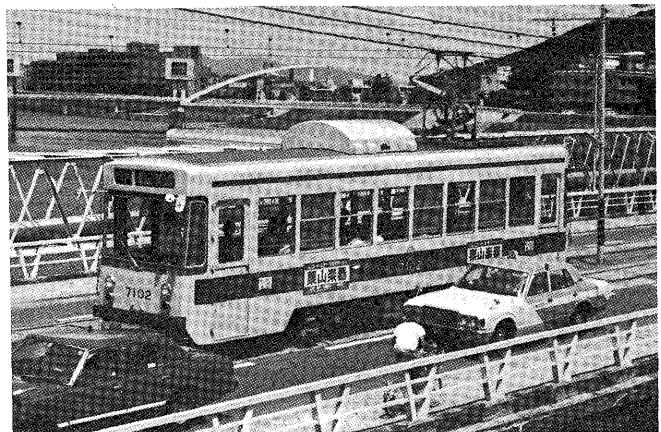
(1) 外形寸法: 2,150 mm(L) × 2,090 mm(W) × 252 mm(H) → 1,970 mm(L) × 1,780 mm(W) × 500 mm(H)

(2) 重量: 825 kg → 580 kg

と小形・軽量化した。

この新形クーラを岡山電気軌道(株)へ2台、土佐電鉄

(株)へ2台納入し、熊本市交通局から2台、岡山電気軌道(株)から2台受注、製作中である。



第 12 図 新形直流冷房車 DC 600 V 21,000 kcal/h
Fig. 12. New type DC cooler DC 600 V 21,000 kcal/h

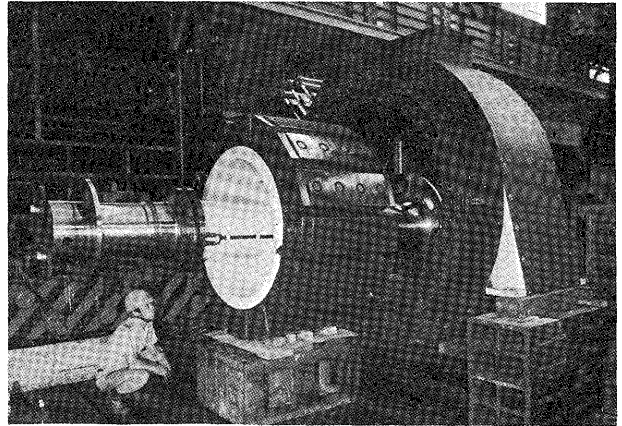
4. 船 舶 (Marine equipment)

4. 1 大容量主軸駆動発電装置

船用発電装置の省エネルギー化の一環として注目される本格的な大容量主軸駆動発電装置4隻分を、国内で初めて完成し、川崎重工業(株)に納入した。

2隻は川崎重工業(株)の S.No. 1328/29 向けの700kW 出力の装置である。このうち S.No. 1328 向けのものは、昭和56年9月にすべての海上試験が完了し、既に3か月以上の実稼動が順調に行われている。

他の2隻分は、川崎重工業(株)の S.No. 1337/38 向けの720kW 出力の装置である。この装置の特徴は、発電機が主機に直結され、93~65 rpm の低速で運転され、定格出力を保証している点である。S.No. 1337 用は昭和56年10月に主機と結合の上、陸上で組合せ試験が行われ、計画どおりの諸性能が確認された。



第13図 主軸駆動発電機 720kW 93~65 rpm
Fig. 13. Shaft generator 720kW 93~65 rpm

4. 2 主軸発電-電動装置

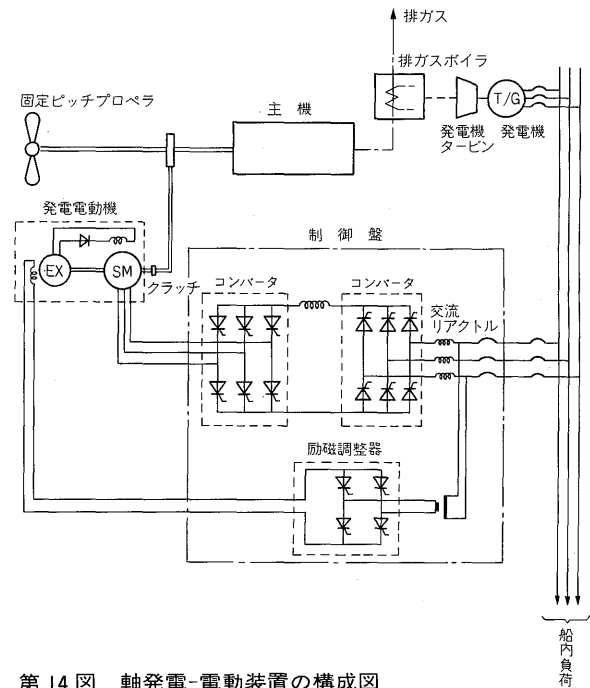
船用発電装置の省エネルギー機種として、排ガスターボ発電機が使用されるが、この排ガス発電機の省エネルギー効果をより一層高める装置として、軸発電-電動装置の併用が注目されている。

このシステムは基本的には第14図のように、直流式無整流子電動機とサイリスタ装置で構成される。排ガスタービンの出力に余力があれば電動機運転を行い、その余剰出力をプロペラ駆動力として回収する。一方、排ガスタービンの出力が不足すれば発電機運転を行い、主機から電力を取り出す機能を有している。主機運転に種々変動があり、排ガスターボ発電機の出力が一定でないので、省エネルギーシステムとして大変有効である。

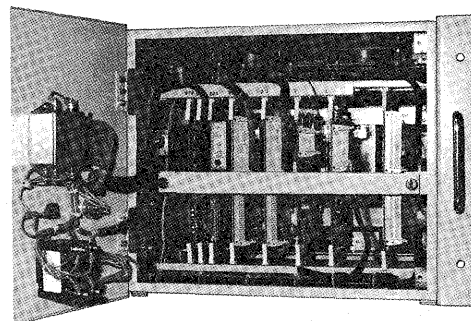
富士電機はこの方式による50kW 装置を川崎重工業(株)と共同開発し、実船搭載により良好な運転結果を得ているが、新たに3隻分の装置を受注し、製作中である。

このうち2隻分は日本鋼管(株)の S.No. 77/78 向けの250kW(電動機)/160kW(発電機) 出力の装置で、出力量の制御をマイクロコンピュータにより行っている。入力信号としては排ガスターボ発電機の出力量、母線周波数及びタービンのガバナ信号が使用される。マイクロコンピュータでは、シーケンス処理、四則計算処理を行い、出力として発電機-電動機運転選択、及び装置出力量の増減のためのバングバング制御信号が用意されている。

他の1隻分は川崎重工業(株)の S.No. 1343 向けの150kW (発電機、電動機共) 出力の装置である。



第14図 軸発電-電動装置の構成図
Fig. 14. Component of shaft generator and motor

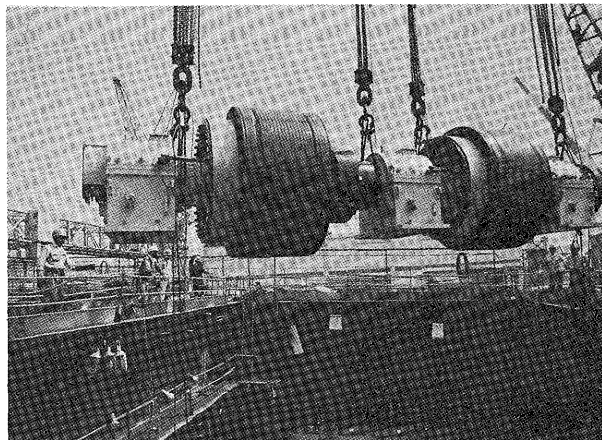


第15図 制御用マイクロコンピュータ
Fig. 15. Microcomputer

4.3 南極観測船「しらせ」の電気推進装置

昭和55年から製作を続けてきた電気推進装置は、各工場での製作が完了し、56年3月から全装置を富士電機川崎工場に集結し、約4か月にわたる組合せ試験を実施した。この組合せ試験は、原動機を除く主要な電気推進装置を組合せ試験するもので、制約条件の多い船内調整試験を円滑に、短時間で行うため実施したものである。試験は実負荷による主回路機器の温度検査、電子制御装置の最適化調整、遠隔操作と監視機能の調整など予定どおり行った。

各装置は昭和56年8月から10月までに日本鋼管(株)鶴見製作所に納入され、船内への搭載を完了した。「しらせ」は昭和57年8月の海上運転を経て、11月末に引渡しが行われる予定である。



第16図 船内へ搭載中の1軸分直流電動機の回転子
Fig. 16. Rotor of DC motor for one propeller

4.4 世界最大級船用交流発電機

低圧の船用交流発電機としては、世界最大級の発電機を寺岡造船(株)に納入した。本機は南米の油田地帯に就航する電気推進作業船の船内電源用に使用される。負荷は推進用として1,100kWの2台と、ポンプ用として1,150kWの3台などほとんどが直流機である。サイリスタ制御方式が採用されているため、制動巻線の強化などの高調波電流対策を施している。

主要目は下記のとおりである。

容量：3,250kVA

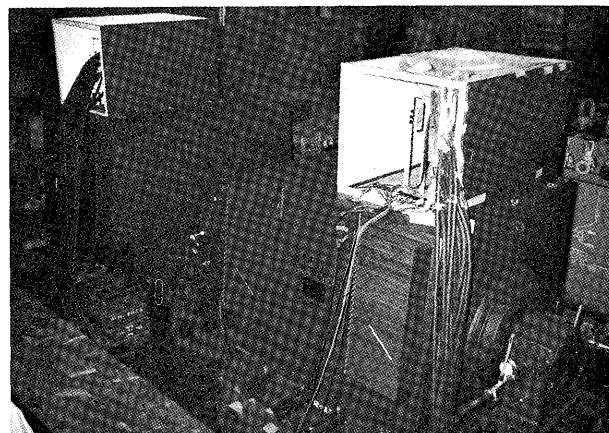
電圧：600V

相数：3φ

周波数：60Hz

保護形式：IP23

台数：2台



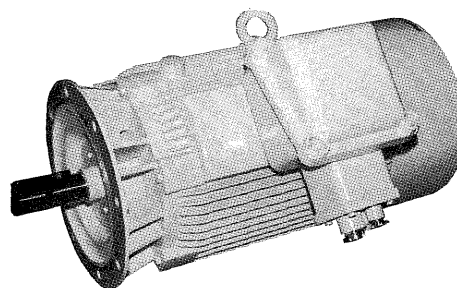
第17図 試験中の発電機3,250kVA 600V
Fig. 17. AC generator 3,250kVA 600V

4.5 石油掘削リグ用ジャッキアップ電動機

海底石油掘削用リグの一種であるジャッキアップ式の昇降装置を駆動する、30kWの誘導電動機2隻分72台を日本鋼管(株)に納入した。

昇降装置は、三角形上に配置された3本のラックから成るレグにより構成される。電動機はピニオンを介してラックに結合され、1本のラックに4台が結合される。電動機は同時運転されるため、できるだけトルク特性を均一にし、また速度に対するトルク変化を小さくするために、高抵抗特性(定格すべり：6%)をもたせている。

従来は油圧駆動式が多かったが、最近メンテナンスフリー、操縦性の良さなどで、電動機駆動が増加しつつある。



第18図 30kW 誘導電動機
Fig. 18. 30kW induction motor

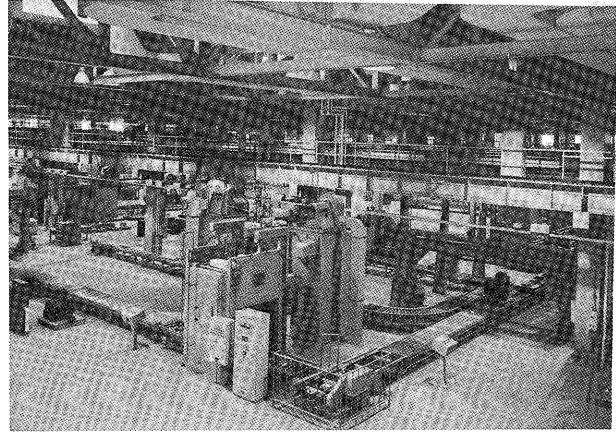
5. 自動化・省力機器 (Automation and labor saving equipment)

5.1 日本国有鉄道仙台工場 車両用主電動機検修設備

日本国有鉄道東北新幹線車両検修工場に主電動機の搬送・清掃及び検査を行う主電動機検修設備を2セット納入した。

主電動機は、台車からはずされ、設備へ搬入されるとコンベヤに載ったまま分解、清掃、検査、塗装及び乾燥され、同時に検修された部品とともに組み立てられ、性能試験の後、搬出される。各機械は分解、組立、塗装などの一部作業を除いて、自動運転で行われる。

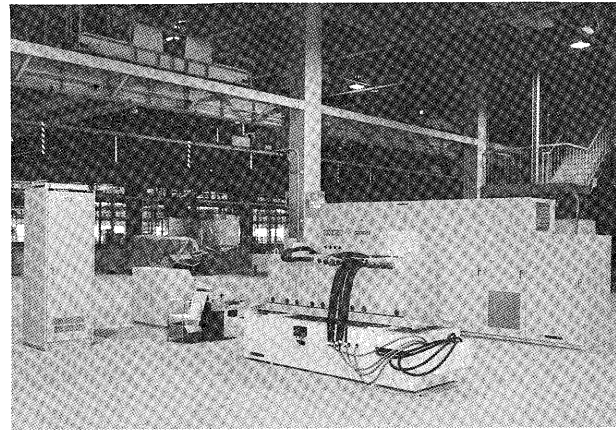
新幹線車両の30万km走行ごとに行う台車検修設備においては、1作業ステーションの検修時間は十数分であり、90万km走行ごとに行う全搬検修設備においては、二十数分の検修時間となっている。



第19図 新幹線仙台基地主電動機検修設備
Fig. 19. Inspection and repair plant of traction motor

5.2 日本国有鉄道仙台工場 主制御器試験装置

東北新幹線用車両の検修工場として新しく建設された日本国有鉄道仙台工場に、「主制御器試験装置」を納入した。本装置は所定のプログラムに従って試験を実行し、一部手操作を除いて測定結果の判定、データ記録まで自動化している。中央処理部には、富士電機のマイクロコントローラ FUJI MICREX-E を用いた。この種の試験装置としては、日本国有鉄道浜松工場、同博多総合車両部（以上新幹線）、同大宮工場に納入実績を持っている。本装置計画時には、既設置を徹底的に見直すとともにユーザからの貴重な意見を頂き、試験装置に特有の「異常時対応」を一層迅速に処理できるようにした。

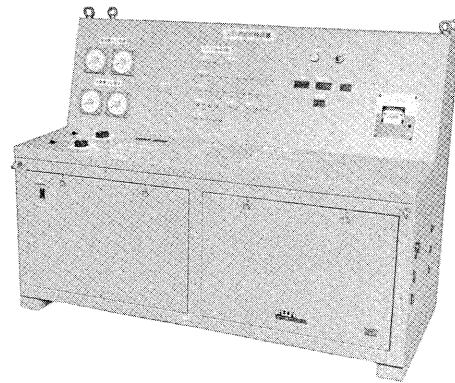


第20図 新幹線電管用主制御器試験装置
Fig. 20. Testing equipment of main controller

5.3 日本国有鉄道大宮工場 主制御器試験装置

電気機関車 EF62, 63, 64, 65, 81 の抵抗、バーニア、界磁、転換など11機種のカム軸式主制御器の動作試験を行う「主制御器試験装置」を、日本国有鉄道大宮工場に納入した。

この装置は、定期検修で車両から降ろして整備した主制御器を、単体又は組み合わせた状態で短時間に機能確認ができる。装置の制御部はマイクロコンピュータを応用し、機種設定押しボタン操作により機種に対応した回路設定を行う。操作表示部は機関車のマスコンを模擬した操作ができ、主回路機器の動作状態をランプ表示する。また主カム軸の動作時間、すべり及び徒動角度を計測してカウンタ表示するとともに、データの自動記録も可能である。



第21図 機関車用主制御器試験装置
Fig. 21. Testing equipment of main controller

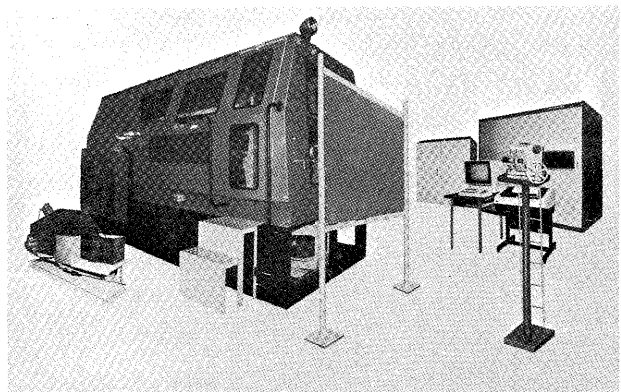
5.4 マルタイ訓練用シミュレータ

マルタイは鉄道線路の道床のつき固めを行う保線用重機械で、この操作訓練用シミュレータを完成させた。

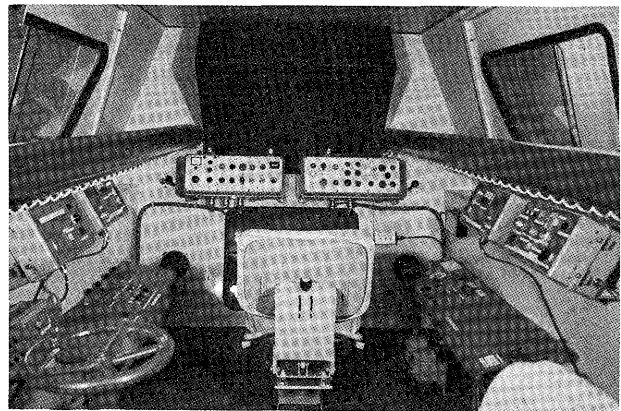
これにより、従来、実機を用いて行われていた運転操作の訓練が走行の危険、誤操作による機械の破損などの心配がなく行え、初心者も自習も可能である。

シミュレータは、計算機PFU-1300を核にして、実機を模擬したキャビンから操作し、実機を運転操作する場合と同様な臨場感を得るようにして操作訓練を行うものである。訓練用シミュレータの重要な要素である視聴覚については、運転席からの前方風景を映写機によりスクリーン上に写し出し、速度に応じたフィルムのこま送り制御を行う。

また、電動操作の模型を使ってビデオカメラで撮像し、この映像を大形ビデオスクリーンに写し出し、前後進、つき固めなどの作業情景を再現している。このほか、電子音による音響効果、電動加振機による振動効果を加えて臨場感を高めている。操作手順に誤りがあれば、警報を発するとともにCRTディスプレイに誤操作原因を表示する。操作後、必要に応じて操作記録、異常記録などを打ち出すことができる。



第22図 マルタイ訓練用シミュレータ
Fig. 22. Training simulator of multiple-tietamper



第23図 キャビン内部
Fig. 23. Inside of cabin

6. 新交通 (New transportation)

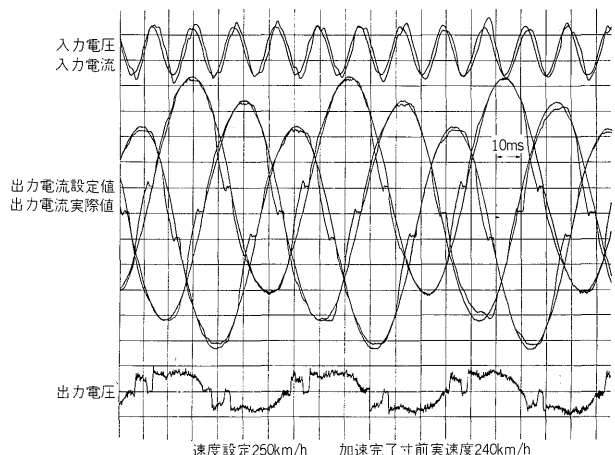
6.1 浮上式鉄道大容量無効電力補償形サイクロコンバータ

昭和55年度に、日本国有鉄道浮上式鉄道実験線用リニアモータ駆動用電源装置として納入した大容量無効電力補償形サイクロコンバータ(5.4MVA)は、模擬負荷装置による基礎実験を重ねていたが、56年3月からリニアモータを負荷とした走行試験が開始された。リニアモータによる走行は、車両の存在する所にだけ電力を供給する必要から、き電区分制御が行われる。電力変換器側から見ると、このき電区分制御は、1秒程度の周期で全負荷から無負荷に切り換わる変化の激しい負荷となる。したがって、模擬負荷による静的な特性に加えて過酷な動的制御性能が要求される。走行試験は速度向上試験、制御性能試験、入力電力特性など多岐にわたって行われたが、全項目に対し優れた特性が確認された。

この無効電力補償形サイクロコンバータを用いた走行試験は、月に3日程度のペースで実施され早くも昭和56年5月に行われた3回目の試験において、当サイクロコンバータの目標であった最高速度250km/hの走行に成功

した。図は走行試験におけるサイクロコンバータの各部動作オシログラムであり、高速走行時においても優れた出力特性を示していることがわかる。

●関連論文：富士時報，54，2，pp.156～161(1981)



第24図 走行時の動作オシログラム
Fig. 24. Oscillogram in operation



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。