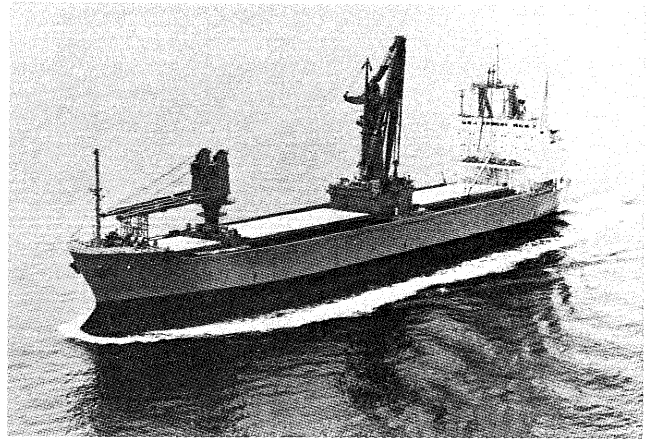


IV.

交 通

Traffic



600 t クレーン搭載の貨物船

1. 展 望 (Outlook)

公共の輸送機関に要求される機能は、速く、正確に、安全にが基本である。近年、この三原則に加えて省エネルギーと低公害が重要課題になった。更に一般の生活環境の向上から、輸送機関の快適さがヨーロッパのものとの比較から論議されるようになり、一方経営上の観点からは省力化の要求がますます高まってきた。

電鉄変電所の機器は、これらの点から特徴ある機器を開発してきた。高圧しゃ断器では低騒音の油圧操作ガスしゃ断器、中圧しゃ断器では真空しゃ断器が、また20kV 4,000kW までの整流器用変圧器にエポキシモールドのものが実用化されて、フロン冷却整流器とともに主回路機器がこれらのもので構成されることが定着化してきた。制御装置は無接点化の方向で、トランジスタリレー、シーケンサを導入し、常時監視のシステムを加えて保守の省力化を図った。今後の第一の課題は、主回路のパワーエレクトロニクスの利用拡大である。サイリスタ素子の主回路への適用で、パワーコントロールの自由度を増して省エネルギー化を図り、一方では機器を静止器化して省力化を指向するもので、装置の開発とシステムづくりに努力をしている。第二は、制御システムへのマイクロコントローラの多用化である。制御の高速化と情報の大量処理で多くの利点を生み、保護リレーのデジタル化とともに今後のシステム研究の主要課題である。

車両では幾つかの新しい誕生をみた。東北・上越新幹線電車は、試作運転も完了して量産に入った。電動機をサイリスタで制御する新しい方式のものであるが、各機器は軽量化と、低公害を考慮したものである。次の世代の技術課題は、交流回生と力率改善の問題である。この点から、今回製作した研究用のシミュレータはその第一歩といえるものである。パワーエレクトロニクスの応用は、制御機能の向上のほかに保守性、低騒音化、小形化という点も重要視して開発を進めているが、今回開発したチョッパ装置はその点を十分考慮したものである。車

両補機電源は M-G から静止形インバータへ移行する動向にある。当社はパワートランジスタ、逆導通サイリスタ素子の開発と、システムの研究から最適な補機電源装置の開発に取り組んでいる。

ヨーロッパでは新しい市街電車が生まれているが、国内では昭和55年に各社の共同開発で軽快電車の名称で新市街電車が完成し、広島、長崎で運転に入った。この分野でも、次の世代の駆動方式をもつ電車の研究を重ねてゆくつもりである。

新しい車両では、昭和56年3月完成を目標に製作中の神戸ポートアイランドの新交通が注目されている。これは次の都市交通のあり方を示す交通機関で、その運転をCPUで自動化した点で、今後の発展が期待される。

浮上式鉄道関係では、無効電力補償形サイクロコンバータを製作し、日本国有鉄道宮崎実験線での実験に入った。入力力率が高く、測帯波成分を少なくする機能をもつもので、実車運転の実験等を行い実用化の研究を継続してゆく。

船舶部門で注目する点は次の二つである。

- (1) 省エネルギー対応での主軸駆動発電装置の実用化
- (2) パワーエレクトロニクスと電子装置の応用拡大

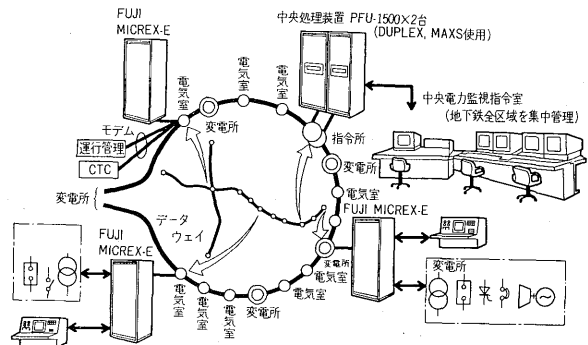
前者は必要性が高まっていたが、我が国では実用化までには至らなかった。当社は川崎重工業(株)と共同でモデルプラントを開発し、川崎汽船(株)の実船に搭載して実用試験を行ってきた。これにより機能、効果が実証され、製品化が完成して現在4セットの製作に入った。将来の発電プラントの一形態を成すものと確信している。

電子装置の船舶への応用に対し、当社は以前から研究を重ねてきた。一方、無整流子電動機の船舶への使用についても開発を行ってきた。電気推進装置、トロールウィンチ、デッキクレーンなど電動力応用分野でのサイリスタの応用ばかりでなく、船舶電源へ静止形インバータの適用を行ったが、今後も実験と経験を重ねて開発を進め、船舶の新しい電気品の応用拡大を図りたい。

2. 変電所設備 (Substation equipment)

2.1 電力管理システム

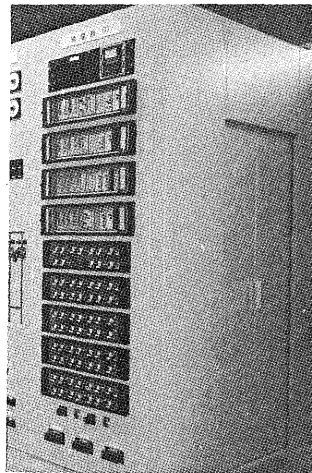
札幌市交通局から高速鉄道用電力管理システム一式を受注し、製作中である。本システムの概略構成は第 1 図のとおりであるが、従来のシステムに比し、各変電所、電気室にマイクロコントローラを採用、情報交換にデータウェイを用いるなど数多くの画期的な特徴を有する。すなわち、制御の高速化、保守性の向上をねらいとして変電所、電気室において故障処理の自動化、機器の自動点検常時監視機能の強化が図られている。また、データウェイの採用によりデータの高速伝送、増設改良対応の容易化を可能とするとともに中央における管理機能の強化、システム全体の信頼性向上が図られている。本システムは今後の電鉄用電力管理システムの一つのあり方として注目されている。



第 1 図 電力管理システムの概略構成
Fig. 1. Outline of electric power management system

2.2 直流変電所保護装置

従来、電鉄直流変電所の保護装置には電磁形のもの適用されていたが、数年前から一層の性能向上、信頼性向上、保守の省力化などをねらいとして静止形（トランジスタ形）が採用されるようになった。性能面で特異な点は、電鉄用整流器負荷による波形ひずみに対して配慮がなされていることのほか、保守の面ではシーケンサによる常時監視・自動点検あるいは手動点検を行うための配慮がなされていることがあげられる。当社は、この装置を数年前から納入し、使用いただいているが、昭和 55 年には新たに東京都交通局のもの二組が運転を開始した。今後は、デジタル形のものを含めて適用が拡大していくものと考えられる。



第 2 図 静止形保護
リレー盤
Fig. 2. Solid state
protection
relay panel

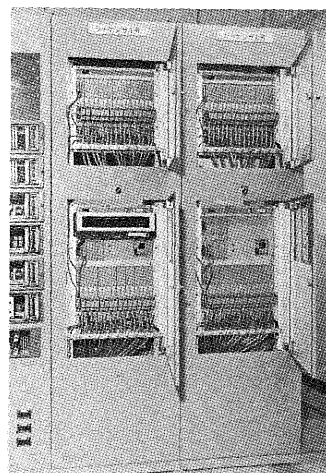
2.3 駅舎電源制御装置

日本国有鉄道では、駅舎電源設備の信頼性向上と保守作業の簡略化などのため、同設備制御保護装置の静止化を推進している。静止化の範囲は、保護リレーのトランジスタ化と制御及び点検システムへのシーケンサの導入である。

静止化により点検及び常時監視システムの付加が容易となり、不具合箇所の早期発見が可能となる。

昭和 55 年は、装置としては横浜駅に、シーケンサだけでは他社納入設備用として多数納入した。

制御装置の静止化は、更にマイクロコントローラ等を適用して東北・上越新幹線変電所にも実施されつつあり、今後は在来線にも積極的に取り入れられると思われる。



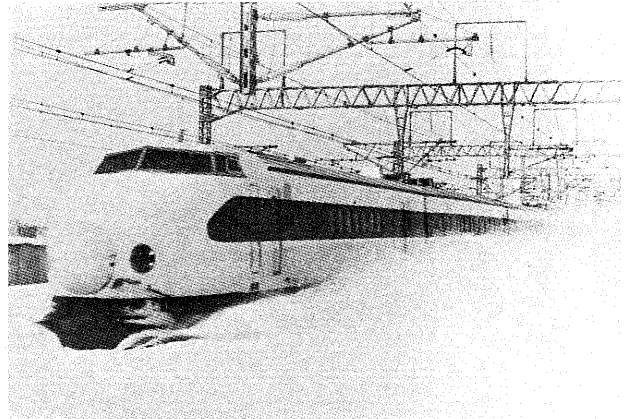
第 3 図 シーケンサ
(シーケンス
コントローラ)
SC-20
Fig. 3. Programmable
controller
SC-20

3. 車両 (Rolling stock equipment)

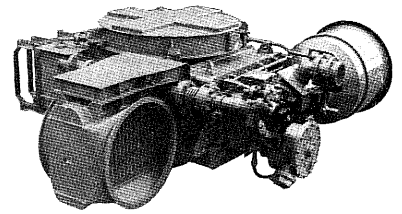
3.1 新幹線電車

日本国有鉄道では東海道・山陽新幹線に引き続き、現在、東北・上越新幹線の建設が進められている。開業に先駆け、962 形試作電車並びに 925 形電気軌道総合試験車が走行試験に供されている。これら車両の試験成果を取り入れた 200 系電車が現在、製作中である。この電車はサイリスタ制御方式、電気機器の耐寒耐雪対策、高調波障害低減、小形軽量化対策など最新の技術が取り入れられた車両である。日本国有鉄道車両設計事務所を中心としたこれら一連の車両の主要電機品の設計計画に当社は当初から参画し、962 形試作電車、925 形試験電車に引き続き 200 系電車第一・二次車用主要電機品を製作・納入した。

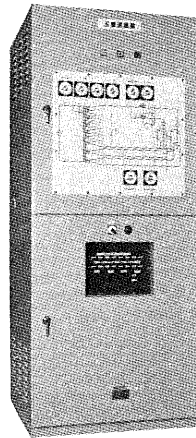
新幹線電車の将来的な姿の一つとして高効率・回生可能な車両が想定されるが、この方式の諸特性調査のためシミュレータによる研究が有効な手段の一つである。この目的のため当社は自励転流回路をもった低無効電力形単相整流器の開発に早くから取り組んでいたが、この技術を応用した回生ブレーキシステム実験装置を日本国有鉄道鉄道技術研究所に納入した。また、将来の新幹線電車については更に高速化の要請が強まることが考えられ、そのため小形・軽量で大出力を発揮できる車両のシステム・電機品の研究が必要となる。



第 4 図 東北・上越新幹線 925 形電車
Fig. 4. 925 type train for New Tohoku and Joetsu Line



第 5 図 東北・上越新幹線電車用主変圧器
Fig. 5. Main transformer for New Tohoku and Joetsu Line

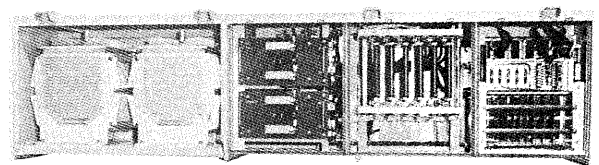


第 6 図 回生ブレーキシステム実験装置
Fig. 6. Testing equipment for regenerated brake system

3.2 山陽電気鉄道(株)チョッパ装置

当社は昭和 47 年に山陽電気鉄道(株)へ 270 系電車用チョッパ装置を納入している。本チョッパ装置は営業運転車用として昭和 55 年まで使用されてきた。最近、保守性の改善、低騒音化及び信頼性の一層の向上の要求が高まり、置換え用として新しいチョッパ装置を製作・納入した。このチョッパ装置には次のような新技術を採用している。

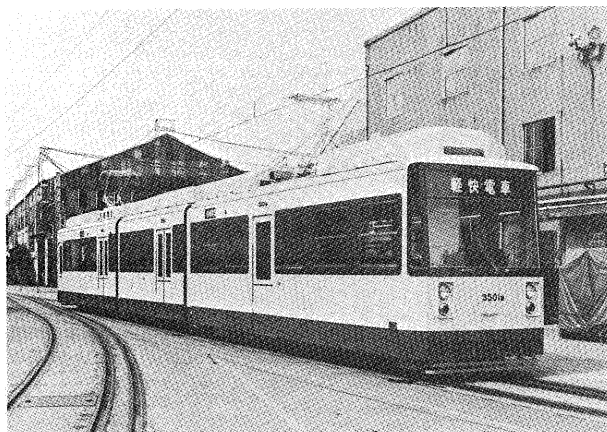
- (1) ゲート制御回路の IC 化と無接点化
- (2) 逆導通サイリスタを用いたフロン沸騰冷却自冷式チョッパの採用
- (3) マイクロプロセッサを用いた自動試験装置の採用



第 7 図 フロン沸騰冷却自冷式チョッパ制御装置
Fig. 7. Chopper controlled equipment/freon-immersed self-cooled type

3.3 軽快電車

近年、地域社会の経済・福祉の向上を目的とした中都市の近代的交通機関としての路面電車の必要性を認識する動きが、世界的な傾向として見受けられる。このような社会情勢に対応するため、市民の足として快適に利用できる高性能路面電車、これを特に「軽快電車」と名付けてその構成要素を試作して実用上の検討を行う研究開発が、日本船舶振興会の補助事業として関係メーカへ委託された。当社もその一員として参画し、広島電鉄(株)における走行試験を終了し性能を確認した。当社の担当機器は補助電源インバータ(8kVA)、空調装置、運転台制御装置である。なお、同様車両が長崎電気軌道(株)へも納入された。



第8図 軽快電車
Fig. 8. Light rail vehicle

3.4 電気機関車

1) 日本国有鉄道EF 64形直流機関車

上越線EF 15, 16形直流機関車の置換え用としてEF 64形直流機関車が発注され、当社は9両分電機品を納入した。この機関車は省力化・乗務員環境改善の要求を満たすため、従来のEF 64形に対して下記の変更が実施されている。

- (1) 送風機、空気圧縮機などを駆動する補助電動機は、直流機から誘導機に変更した。
- (2) 補助・制御電源としてサイリスタ電動発電機(120kVA)を搭載した。
- (3) 列車暖房電源として電動発電機をサイリスタインバータ(320kVA)に変更した。

2) 列車暖房用インバータ

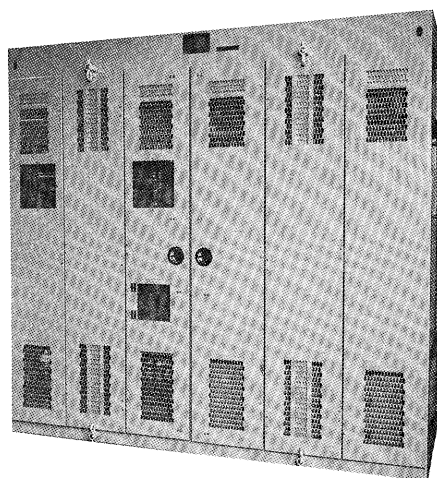
客車の電気暖房用ヒータの電源としてEF 64搭載のサイリスタインバータを16台製作・納入した。この種インバータは既に二、三の機関車には搭載されているが、今回特に容量拡大と小形軽量化を図るため最近の新しいパワーエレクトロニクス技術が随所に適用された。その仕様は下記のとおりである。

320kVA, AC 単相, 67Hz, 1,330V, 矩形波

本インバータは大容量逆導通サイリスタEJR 22-25(日本国有鉄道形式RCSI 400-25)を用いた一括転流回路方式を採用したことにより、従来の同種のものインバータ部と比較して体積は80%、重量は60%に軽減されている。



第9図 EF 64形直流電気機関車
Fig. 9. EF 64 type DC electric locomotive



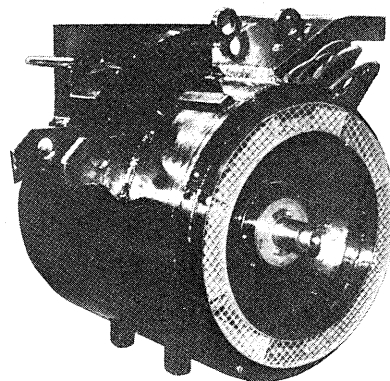
第10図 電気暖房用単相320kVAインバータ
Fig. 10. Single phase 320kVA inverter for electric heater

3. 5 大容量車軸発電装置

最近諸外国においては空調電源として客車に大容量の車軸発電機が使用される傾向にある。日本国有鉄道においても昭和53, 54年度の技術課題として採り上げられ、当社が開発を担当した。55年2月に日本国有鉄道名古屋工場において台車試験装置に組み込んで試験が行われ、所期の性能が確認された。

本装置の要目は下記のとおりである。

発電機	駆動装置
開放自己通風誘導子形	歯車形たわみ継手
定格：45kW, 直流 135V, 333A, 1,100rpm 連続	平行カルダン台車装架式 増速比：5.32：1
速度範囲：1,000～4,000rpm	回転方向：可逆
絶縁：F種	



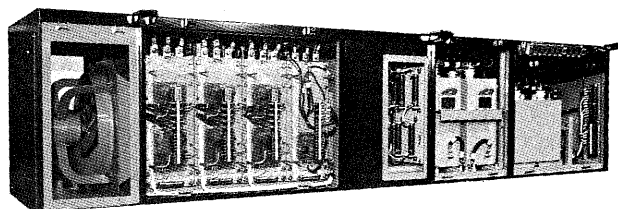
第11図 大容量車軸発電機
Fig. 11. 45 kW gear drive axle alternator

3. 6 補助電源インバータ

車両の補助電源装置として現在、各種方式のものが実用に供されているが、近年、小形軽量化、低騒音化、省エネルギー化及びメンテナンスフリー化の要求は強く、これら機器の静止化への要求が非常に強くなってきている。当社はこれまで各種インバータの開発に取り組んできたが、現在、次のような考えに基づき系列化を推進している。

架線電圧が600V以上の高圧電源に対しては、架線電源系統への適応性を考慮しチョッパ制御付インバータ方式、DC 130V以下のバッテリー電源に対しては直接変換のインバータ方式とする。構成要素としては高圧大容量回路には逆導通サイリスタ、低圧電源用にはパワートランジスタを適用する。交流出力波形は負荷の要求条件に

より波形改善対策を施す。



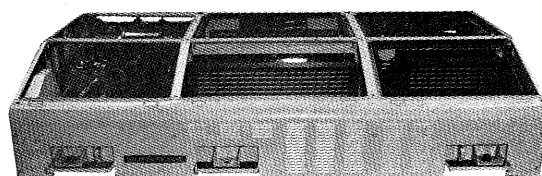
第12図 三相180kVA高圧インバータ
Fig. 12. 3-phase 180 kVA inverter

3. 7 車両用冷房装置

乗客へのサービス向上の一策として車両の冷房化が普及しつつある。当社では特に短い編成の車両用として、直流架線から直接駆動できる冷房装置を他社に先駆けて開発した。その特長は下記のとおりである。

- (1) 冷房電源用のM-G、インバータを必要としないため、従来の交流駆動方式に比べ、効率が高く（省エネルギー）、小スペース、低コストで冷房が実現できる。
- (2) 1台の直流電動機で圧縮機やファンを駆動するため機器構成が簡単であり、また運転席に設置した制御盤により始動・停止を行うため、操作が容易である。

昭和55年夏までに屋根上ユニット形を40台、室内分散形を6台製作納入した。



第13図 直流クーラ
Fig. 13. Roof type air conditioning equipment

4. 新交通 (New transportation)

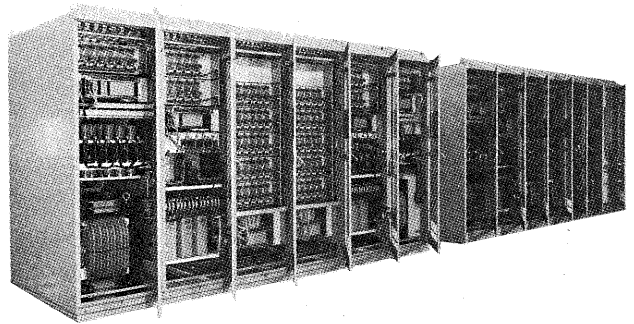
4.1 浮上式鉄道大容量無効電力補償形サイクロコンバータ

浮上式鉄道関係の研究として、かねてから日本国有鉄道鉄道技術研究所の指導で無効電力補償形サイクロコンバータの開発を進めているが、昭和55年には実用規模のものとして下記仕様の大容量器を完成させた。このサイクロコンバータは、従来のサイクロコンバータに比べ、入力力率が高く、また、対策がほとんど不可能と考えられていた入力基本波回りの側帯波成分を抑制する能力を有しているため、商用電源に直接接続することが可能である。現地における種々の特性測定を通し、このような大容量器においても理論どおりの十分満足すべき特性が得られている。

入力 6.9kV 3φ 60 Hz

出力 1,630V 1,100A 5.4MVA 3φ 0~16.7Hz

接続 24パルス、θ2段カスケード接続

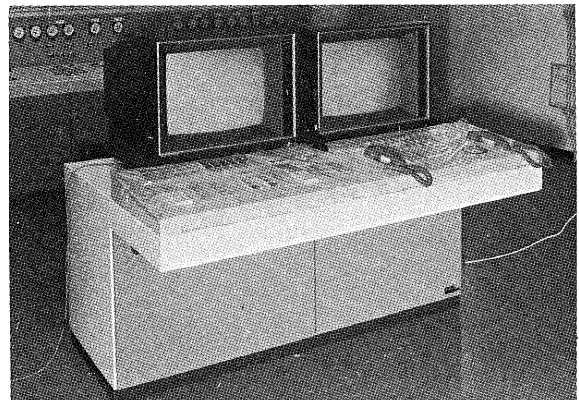


第14図 5.4 MVA 無効電力補償形サイクロコンバータ
Fig. 14. 5.4 MVA reactive power compensated cycloconverter

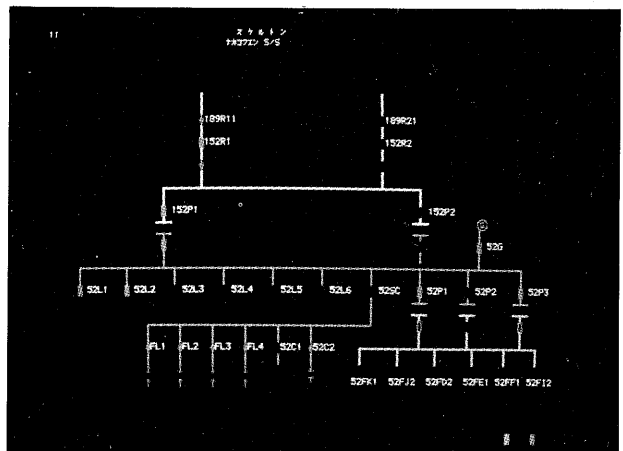
4.2 神戸ポートアイランド新交通システム総合管理システム

神戸ポートアイランドは、“人間性と緑あふれる国際色ゆたかなまち”をテーマに、各港湾施設のほか、住宅、学校、病院、公団などを備えた海上都市としてまちづくりが進められている。更に、ここと神戸市街を結ぶ主要交通手段として、安全・便利で快適な新交通システムの導入が推進されている。

当社は、川崎重工業(株)から同システムの総合管理システムを受注し、同社と協力して同システムの設計・製作を進めた。総合管理システムの中核を成す計算機システムは、運行管理システム、電力管理システム、車両基地管理システムの三つの主要なサブシステムで構成される。このうち運行管理システムで、計算機2台による動的待機二重系方式を開発・適用したほか、電力管理システムに、4,000字CRTディスプレイを採用して操作並びに監視機能の高度化を図っているなど数々の特徴を有している。本総合管理システムに付属の電源装置として、運行管理電力管理システム用に2×50kVA並列冗長式無停電電源装置、基地管理システム用に1×30kVA商用無瞬断式無停電電源装置を製作納入した。このようにフェイルセーフ、フルプルーフなど全体で安全面を十分配慮した装置構成とした。このほか車両乗車定員超過を検知して警報を発する「過積み検知装置」及び三相交流入力集電装置を製作納入した。両者は全車両に搭載され試運転に供している。神戸新交通は昭和56年春、実用路線における新交通システムとしては我が国初の開業を目指して目下最終確認中である。



第15図 電力管理システム用CRTディスプレイ
Fig. 15. CRT for electric power management



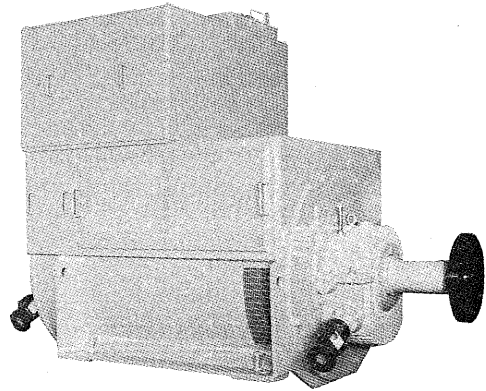
第16図 電力管理システム画面表示例
Fig. 16. Example of display for electric power management

5. 船舶 (Marine apparatus)

5.1 新系列船用交流発電機

昭和54年末に完成した新系列4形船用交流発電機が定着し、96台、78MVA（1台あたり平均810kVA）を納入した。この発電機には、パワートランジスタ式AVRを採用し、次のような特長がある。

- (1) 新形励磁装置 HIREX-80C の採用により、電圧特性の向上、励磁装置の小形化が図られている。
- (2) 発電機本体についても、F種化、交流励磁機の改良、搭載部品の簡素化などにより、小形で簡素化されており、保守性の向上にも貢献している。
- (3) 励磁装置系の大幅な改善により、予励装置が廃止でき、また AVR 及び横流補償装置は小形化され、発電機盤内取付部品が一層簡略化された。



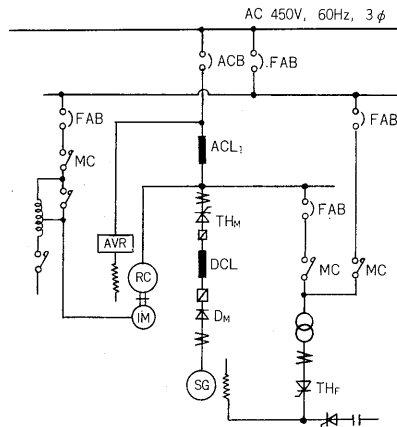
第17図 4形船用交流発電機
Fig. 17. Type 4 marine use AC generator

5.2 主軸発電機

川崎重工業(株)と共同開発した排ガス発電機との組合せによる主軸発電機は、川崎汽船(株)の60形タンカ「大和川」に実船搭載され、昭和55年4月から実稼動に入った。運転結果は良好で、船側からもその有効性が評価されており、その実用性が実証されているが、引き続きデータ収集を継続していく予定である。

主軸発電機の専用システムとして、川崎重工業(株)向けに700kW装置を2セット製作中である。この方式は、欧州では実績があり、出力(周波数)調整が軸発電機の励磁電流により行われるため、整流器部はダイオード機能だけで運転でき、また軸発電機の小形・軽量化が図れ、力率向上、信頼性向上に効果がある。機能的には一般の

発電機と変わらない特性を有し、負荷側の短絡事故等保護対策も十分に考慮している。



第18図 川崎重工業(株)向け700kW軸発電機システム主回路系統
Fig. 18. Main circuit diagram of 700 kW shaft generator

5.3 本格的船用静止形定電圧定周波電源装置の完成

船用としては初めての本格的静止形定電圧定周波電源装置(CVCFインバータ)を完成し、三菱重工業(株)下関造船所に納入した。本装置は970GT形ヨットの静粛化のために夜間時ずっと使用されるもので、給電電源はバッテリーだけである。

要目は次のとおりである。

静止形インバータ×1

出力：50kVA（連続）、60kVA（1分）

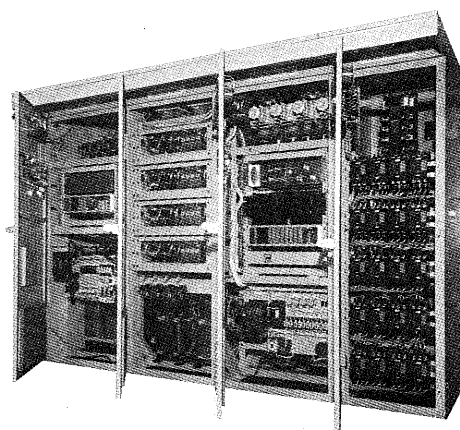
445V、60Hz、3相

電圧、周波数の変動特性は一般船用発電機並み

入力：DC 240V（バッテリーのみ）

バッテリー充電器×1

440V及び220V給電盤×1

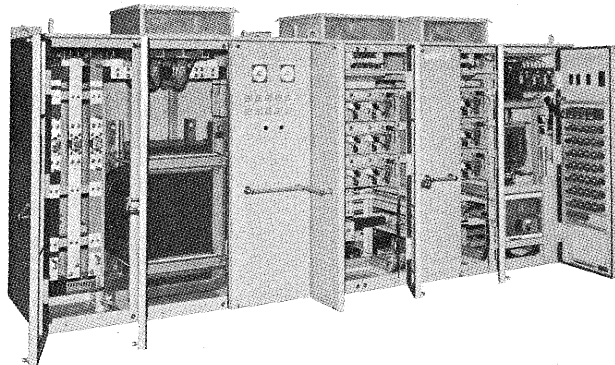


第19図 船用CVCFインバータ
Fig. 19. Marine use static inverter

5.4 トロールウィンチへの無整流子電動機の定着

船用としては国内で初めて無整流子電動機を、昭和54年に北海道漁業公社「降洋丸」用トロールウィンチ装置に、昭和55年に防衛庁海上試験船用電気推進装置にそれぞれ納入し、順調に運転されている。引き続き3隻分のトロールウィンチ用無整流子電動機を製作中である。

これらは無整流子電動機の一般的特長であるところの保守性、信頼性、耐環境性の向上や高速回転、ストール運転に強いことが評価されるものである。また当社では制御上、定余裕角制御システムを採用しているため、磁極位置検出器の節約、トルクリプルの減少、トルク制御精度の向上、力率、効率の向上、弱め界磁制御の安定化など多くの特長が実現されている。



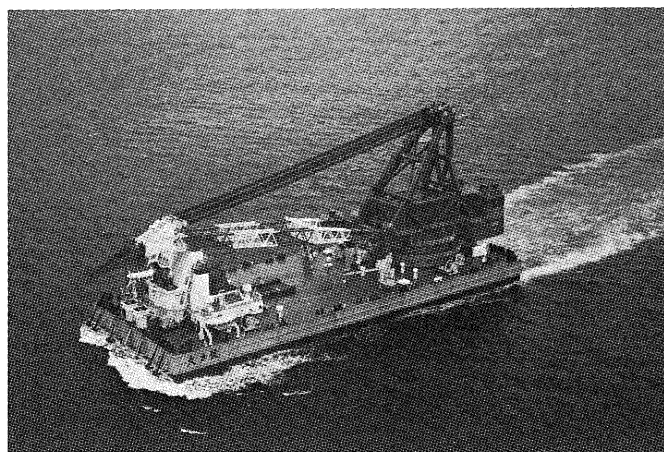
第20図 トロールウィンチ用無整流子電動機制御盤
Fig. 20. Commutatorless motor panel for trawl winch

5.5 石川島播磨重工業(株)経由中国クレーン船用電気品

世界最大の中国向け2,500tクレーン船用電気品一式を完成し、石川島播磨重工業(株)に納入した。

本電気品は500kW巻上用直流電動機2台(サイリスタレオナード制御)、750kW俯仰用直流電動機1台(サイリスタレオナード制御)、100kW旋回用直流電動機4台(サイリスタレオナード制御)、100kWホイップ用巻線形誘導電動機1台(二次抵抗及びKSブレーキ制御併用)とその制御装置、1,600kVA交流発電機3台などで構成される。

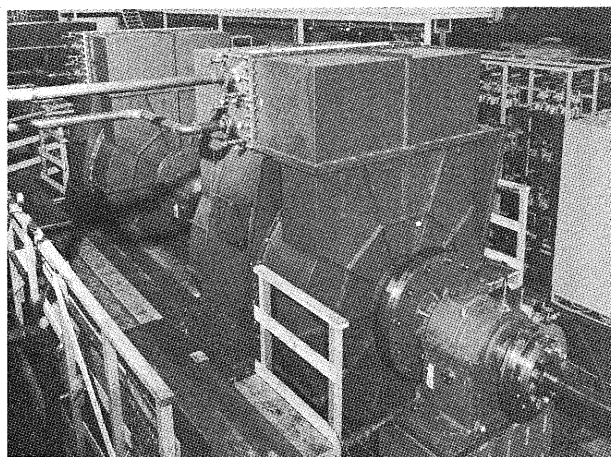
巻上、俯仰、旋回用装置はサイリスタレオナード逆並列制御が行われ、更に巻上用については界磁弱め制御付で主巻、補巻、グラブ制御の切換回路が設けられている。



第21図 2,500tクレーン船
Fig. 21. 2,500t crane ship

5.6 新砕氷艦用電気推進装置

昭和54年度新砕氷艦用電気推進装置を、55年3月に防衛庁と契約し、現在鋭意製作中である。本艦は、基準排水量約11,000t、軸出力は1軸当たり10,000PSで3軸推進の大形艦(「ふじ」に対し基準排水量で約2倍、軸出力2.5倍)である。電気推進装置は推進用発電機を交流化した新しい推進方式を採用し、4,050kW推進用交流発電機、4,000kW推進用整流器、3,680kW推進用直流電動機各々6台と、制御監視装置一式から構成される。制御監視装置にはシーケンスコントローラ、計算機及びCRTディスプレイ装置を採用し、制御・監視の集中化、省力化を図っている。主要な装置は、完成後引き続き当社川崎工場において組合せ試験、実負荷試験を実施し、56年10月に出荷予定である。なお、本艦の完成は57年11月の予定である。



第22図 試験中の推進用交流発電機4,050kW, 715V, 51.4Hz, 514rpm
Fig. 22. Propulsion ac generator on test 4,050kW, 715V, 51.4Hz, 514rpm



*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。