

交通

電鉄変電
車両
船舶



展望

交通部門は、電鉄変電、車両、船舶の三つを包含するが、低成長経済の環境下にあつて、国内・国外ともに大きな成長はみられなかった。

しかし技術的には、昭和60年に引き続きパワーエレクトロニクス及びマイクロエレクトロニクスを中心に新技術が開発され、これらを適用したより高機能の、より信頼性の高い製品を需要家に届けることができた。

パワーエレクトロニクスの発展は、半導体デバイスの進歩に負うところが大きい。高耐圧・大容量 GTO サイリスタの実用化に伴い、これを利用した多くの装置を完成し納入した。

電動力応用の分野では誘導電動機の VVVF 駆動が一般的になりつつあるが、鉄道車両への適用についても実用期を迎えた。

電鉄変電分野においてはまず、津軽海峡線の青函トンネルが62年完成をめざして現在工事中であるが、トンネル内の全電力を供給するための受配電設備一式を製作納入した。世界最長の海底トンネルに信頼性の高い電力を供給するために、新しい試みが採り入れられている。

交流電化におけるき電方式は、いわゆる BT 方式が多く採用され、東海道新幹線でも例外ではなかった。その後 AT 方式が実用化されるに至って山陽新幹線、東北・上越新幹線などで採用され、現在、東海道新幹線で AT 化工事が進められている。この度、これに関連した設備を納入した。

仙台市交通局から南北線の駅舎ほかの配電室の電気設備及び全線の制御装置を受注し、この度納入した。大量輸送機関としての高い信頼性を確保するために、主要な回路は二重化している。また制御装置についても各種の自動点検機能を持たせ、信頼性の向上と保守の省力化を図っている。

最近、チョップ制御装置などによる回生ブレーキを装備した車両が増えつつあるが、ブレーキ時の発生電力が力行車で吸収されないと架線電圧が上昇し、回生失効に至る。この電力が電源側に返還されれば理想的であるが、このためには変電所設備の大がかりな変更が必要である。この度、抵抗器とチョップ装置を組み合わせた回生電力吸収装置を

京阪電気鉄道(株)に納入し、好評を得ている。

車両分野においてはまず、直流電動機で駆動される従来の電車で代わって、VVVF インバータ制御装置と交流電動機で駆動される電車が日本国有鉄道で実用化された。長い鉄道の歴史のなかで、交流電動機駆動は技術者の夢であったが、高耐圧大容量 GTO サイリスタの完成、制御技術の進歩により、この度207系電車として登場したわけで、これを機会にインバータ電車はその数を増すことになるろう。

電気車の回生ブレーキ方式には種々のものがあるが、直巻電動機の界磁に外部から電流を重畳して界磁制御を行う、いわゆる界磁添加励磁方式は日本国有鉄道で実用化されたものである。この度これを改良し、MGなどを必要としない電源内蔵形の制御装置を山陽電気鉄道(株)に納入した。ここでも DC-DC コンバータとして GTO サイリスタが用いられている。

船舶分野においては、円高の影響もあつて市況はますます低迷している。このような中であつて電機品については、幾つかの特筆すべき動きがみられた。

一般商船では軸発電装置の採用が定着してきており、電気式、機械式の各種方式が装備されている。富士電機は、サイリスタ式軸発電装置について50セットの実績を有するが、60年度に(財)日本造船振興財団の補助金を受け、川崎重工業(株)と共同で差動式軸発電装置の開発を61年度に完了した。この装置はシンプルな構成で高効率、高経済性を有しており、実用化が期待される。

また、省エネルギーを目的とした冷却水ポンプ用 VVVF インバータ2台、トロールウィンチ用としてサイリスタモーター3台を納入した。このほか各種の特殊船に交流可変速システムを採用した電気推進装置が計画されており、船用電動力応用にも交流可変速駆動が主流を占めつつある。

三分野について61年の業績を瞥見したが、技術的にはパワーエレクトロニクスを中心として幾つかの見るべき成果があつた。62年はこれに加え、マイクロエレクトロニクスの応用についても推進してゆく所存である。

電鉄変電

① 日本鉄道建設公団竜飛配電所受配電設備

本州・北海道を結ぶ青函トンネルは世界最長の海底トンネルとして、昭和62年完成を目指して工事中であるが、この度、日本鉄道建設公団竜飛配電所に受配電設備一式を納入した。この配電所は津軽海峡線の青函トンネル内の電力供給設備として、青函トンネルの本州側に設置されるものである。

今回の設備は、長大トンネル内に品質の良い電力を供給するよう、従来の配電用電源システムに加え、東北・上越新幹線の変電システム技術を導入して、信頼性の高い電源設備を実現した。

(1) 主回路設備

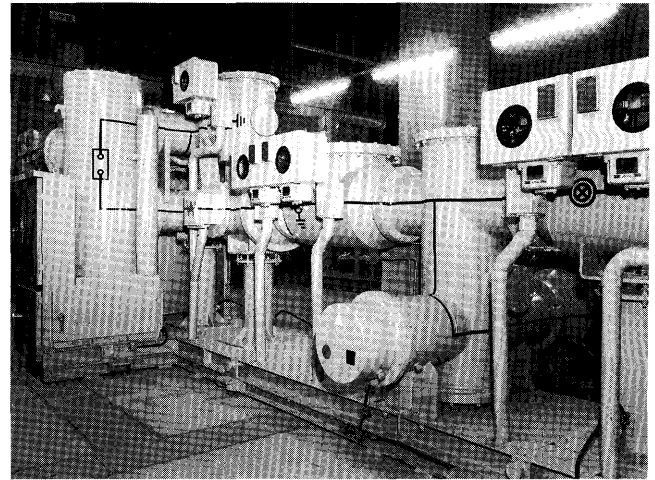
受電は東北電力(株)の青函トンネル線からの66kV 2回線である。特別高圧部分はガス絶縁開閉装置と主変圧器(7,500kVA)の2バンク構成とし、容量は100%予備の容量を考慮している。高圧(6kV)フィーダは二重化されており、高圧母線あるいはフィーダの事故の場合は健全母線から給電可能になっている。更に、商用電源停電時の非常用電源としてディーゼル発電装置4セット(総容量:8,500kVA)を備え、継続して給電可能なシステムである。

(2) 制御保護装置

本装置は、配電所電源設備全体を制御するとともに、装置の常時検定及び保護連動・操作連動・停電連動の各検定を行っている。

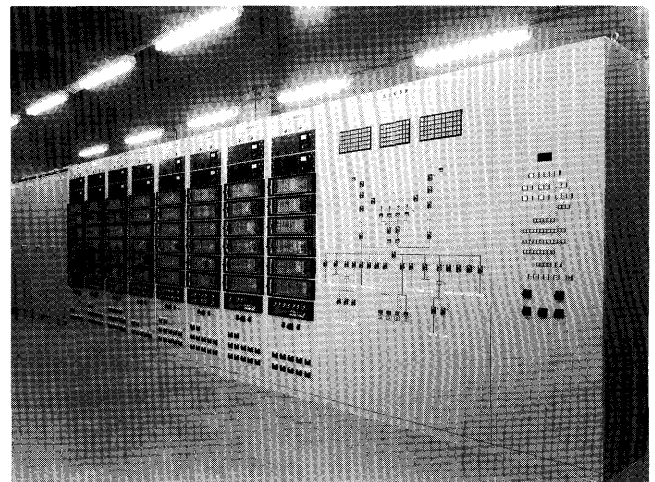
制御の高速化及び装置全体の信頼性を向上させるため、トランジスタ形保護リレー、シーケンサを採用して静止化を図るとともに、保護装置は二重化し、制御装置はデュプレックス方式としている。

図1 ガス絶縁開閉装置



N99-1617-15

図2 制御保護装置



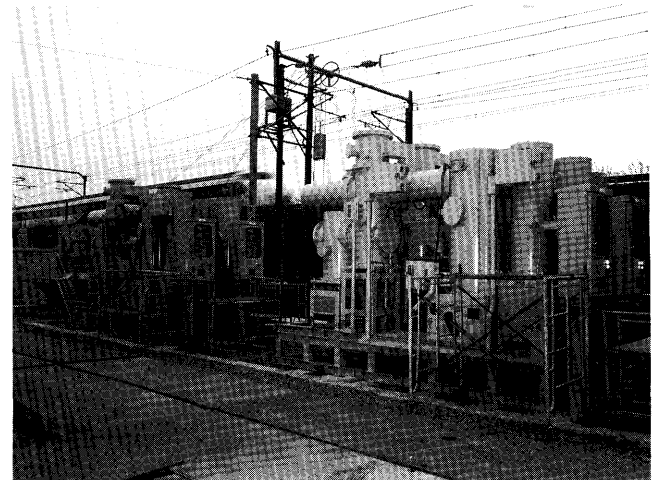
N99-1617-32

② 日本国有鉄道東海道新幹線 AT 化き電設備

日本国有鉄道では、東海道新幹線のき電設備を BT 方式から AT 方式に変更する工事を推進している。ここでは現状変電所敷地内に設けた仮設備でき電する一方、本設備の更新を行うという工事のため、据付面積の小さいガス絶縁開閉装置 (GIS) が採用された。富士電機は栗東、大高、安城の各変電所に納入した。

本 GIS は何箇所かの工事に移設し使用された後、本設のき電回路としても使用されるので、特に栗東及び大高変電所向け GIS は BT, AT 両き電回路に適用可能な主回路構成としている。更に、外部主回路はすべてスリップオン構造のケーブルヘッドにて接続する構造とし、施工の簡略化を図っているほか、各ユニットは低床トレーラにて一括輸送が可能な縮小形構造となっていることが今回の GIS の特徴である。

図3 ガス絶縁開閉装置



N99-1625-14

電鉄変電

③ 日本国有鉄道浮上式鉄道用区分閉器

日本国有鉄道では、浮上式鉄道宮崎実験線の開発計画に基づき、電気設備の増強が図られた。この一環として、真空開閉器と制御盤で構成した高耐圧間区分用及びき電区分用（リニアモーターカーの地上コイル群へ電力を区分供給する）開閉器を納入した。リニアモーターカーの走行に随い、順次開閉操作を行うため、切換性能として、高速・多頻度、機械的寿命5万回以上の高信頼性を有している。

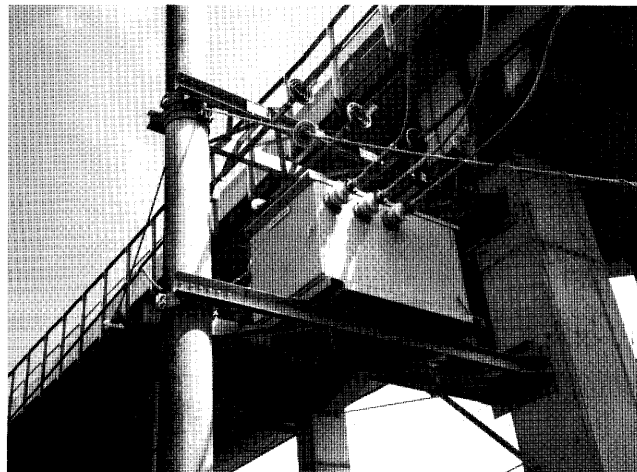
(1) 高耐圧区間区分閉器

定格 三相, 6,000V (相電圧), 0 ~ 33.1Hz
900~460A 間欠繰返し定格

(2) き電区分閉器

定格 三相, 6,000V (相電圧), 0 ~ 33.1Hz
900A 短時間定格

図4 区分閉器



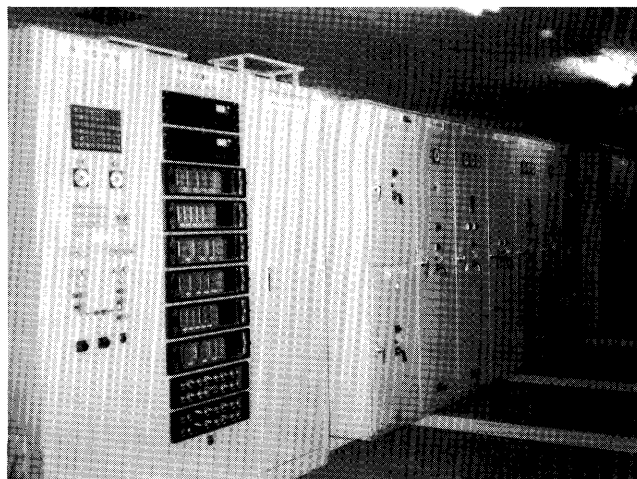
④ 仙台市交通局駅・車両基地配電設備

東北の中核都市・仙台市の大動脈となる地下鉄南北線用駅舎6配電室、車両基地用3配電室の電気設備及び全線の制御装置を納入した。

主な機器は、6kV 閉鎖盤、モールド変圧器（最大1,500kVA）、低圧コントロールセンタ及び下記の制御装置などで、極めて高い信頼性を要求されているため、主回路は二重化している。

制御装置には、駅・基地ともリレー、シーケンスの自動点検、低圧電路の自動絶縁点検、動作・故障の記録などの機能をもたせ、信頼性向上と保守省力化を図っている。基地では、CRTによる操作、監視及びリモート I/O 方式を採用し、一つの配電室で残りの2配電室を一括監視している。ハードウェアは、プログラマブルコントローラ MICREX-E HDC200、マンマシンコントローラ PMS-200である。

図5 配電設備



⑤ 京阪電気鉄道(株)GTO 式回生電力吸収装置

京阪電気鉄道(株)大津線に GTO サイリスタを適用したチョッパ式回生電力吸収装置を日本で初めて納入した。

急こう配の多い大津線では、古くから回生車がいられ、抑速ブレーキが多用されていたが、閑散時などに回生失効が発生していた。本装置の使用により失効回数が90%以上低減し、著しい設置効果を発揮している。

名称：GTO サイリスタチョッパ式回生電力吸収装置

定格電圧：DC750V

定格電流：DC2,600A 30秒, 8分周期

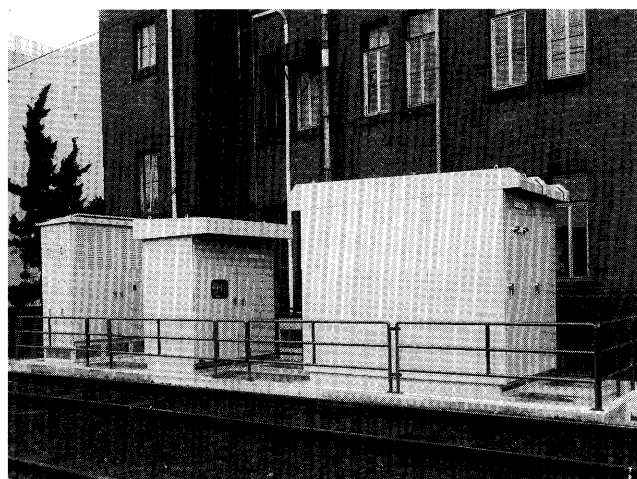
使用 GTO 素子：EFR23-25 1S1P6A

特長：①無負荷損失がなく、低電力損失 (80kWh/日) である。

②構成がシンプルで経済的、設置面積が小さい。

③主回路電源が不要で、工事が容易である。

図6 回生電力吸収装置



N99-1585-5

車両

① 日本国有鉄道207系電车用電気機器

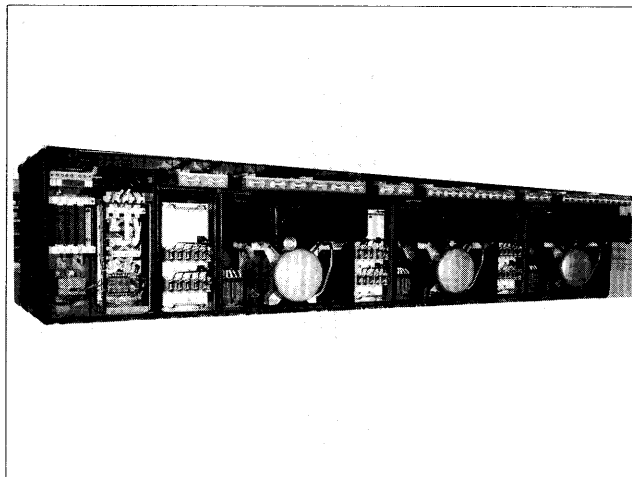
日本国有鉄道は、初のVVVF制御車両として、207系電車を常磐緩行線（帝都高速度交通営団千代田線と相互乗り入れ）用として1編成を完成させた。この電車は、従来の抵抗制御車、チョッパ制御車が直流電動機で駆動されるのに対し、VVVFインバータ制御装置により、誘導電動機で駆動される方式である。

富士電機は、VVVFインバータ制御装置一組、主電動機（三相かご形誘導電動機）4台を製作・納入した。

インバータ制御装置の仕様を以下に記す。

①入力：DC1.5kV。②出力：最大1,330kVA、AC三相1.1kV、0～200Hz。③電圧形PWMインバータ方式。④4.5kV、2kA GTO使用。主電動機仕様：150kW、AC1.1kV、2,200rpm、H種絶縁。

図7 VVVFインバータ制御装置



② 山陽電気鉄道(株)5000系電车用電気機器

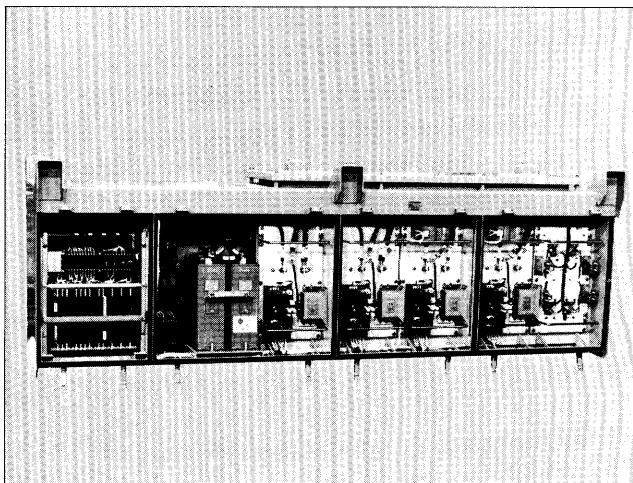
山陽電気鉄道(株)では、5000系電車7編成を完成し、昭和61年7月から営業運転を行っている。

富士電機は、主制御器、添加励磁制御装置、断流器、主幹制御器・補助電源装置（GTOインバータ）を製作・納入した。

この電車の添加励磁制御装置は直巻電動機の励磁制御に用いられ、次の特徴を有している。

①GTOサイリスタを使用したDC-DCコンバータ方式による電車線直接給電方式のため、補助電源装置の容量増の必要がない。②8ビットのマイクロコンピュータ制御部を内蔵しており、制御性能を向上している。③マイクロコンピュータ制御部にモニタ機能を有しているため、故障時の復旧時間を短縮できる。④制御対象主電動機：125kW、340V、410A×8台。

図8 添加励磁制御装置



③ インド国有鉄道電车用主電動機

インド国有鉄道向けに昭和60年第1ロットとして納入した4台の電车用主電動機はその後順調に運転中であり、61年は引き続き22台を製作・納入した。この電動機は熱帯地区での厳しい環境条件が設計上考慮されている。

主電動機の主な仕様を以下に記す。

(1) 1時間定格出力

直流：300kW、700V、465A、1,450rpm

脈流：227kW、535V、465A、1,120rpm

(2) 連続定格出力

直流：275kW、700V、425A、1,510rpm

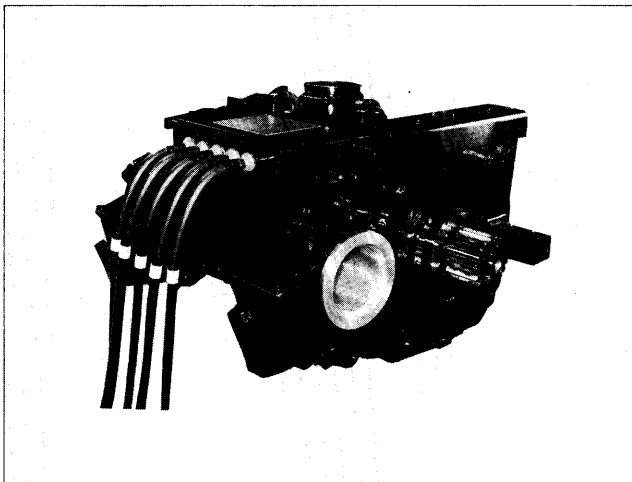
脈流：207kW、535V、425A、1,170rpm

(3) 絶縁：H種

(4) 冷却：自己通風

(5) 駆動方式：釣り掛け方式

図9 300kW主電動機



N65-1823-4

船舶

① 差動式軸発電装置

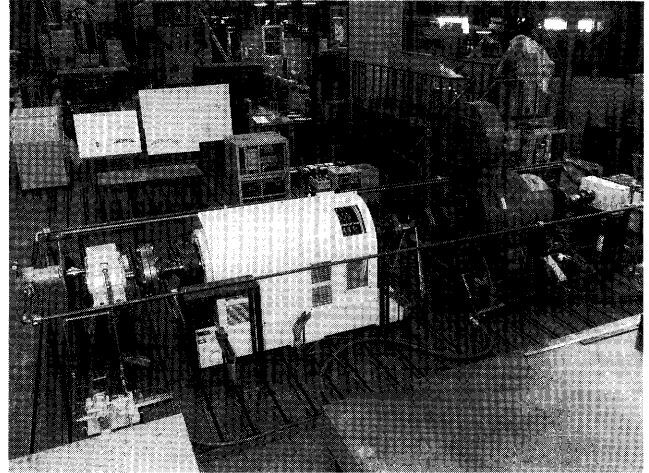
この発電装置は、電機子用及び励磁用巻線とも回転可能な構造が採用されており、可変速駆動軸から一定周波数の交流電力が容易に取り出せることを特長としている。

(財)日本造船振興財団の昭和60年度、補助金交付を受け、300kWの試作機を川崎重工業(株)と共同開発し、期待どおりの性能が確認された。

この装置は、発電装置の省エネルギー、省力化を目的として、船舶の主機(プロペラ駆動機)に結合して使用される。他の軸発電装置に比し、シンプルな機器構成となっており、効率、寸法、価格及び保守上の点でも非常に改善されたものになっている。

現在、系列化もほぼ完了し、実船搭載を計画中である。

図10 試験中の差動式軸発電装置



N89-4817 5

② 船用電気品の省エネルギーシステム

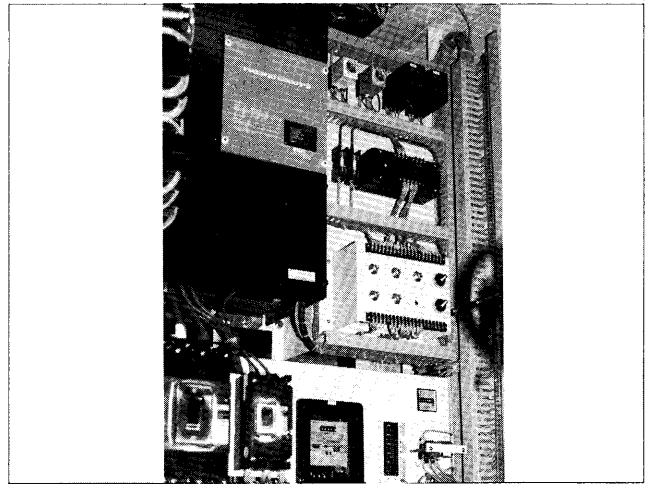
川崎重工業(株)1395番船向けに軸発電電動機と主冷却海水ポンプ用VVVFを納入した。

軸発電電動機は排ガスタービン発電機と組み合わせ、排ガスの過不足に応じて、発電機(定格400kW)及び電動機(定格300kW)運転の切換、出力の調整が行われ、排ガス利用の徹底が図られている。

主冷却海水ポンプ用45kWトランジスタインバータ(FRENIC5000P)は、マイクロコントローラと組み合わせて冷却用海水温度と主機回転速度を基に、ポンプ回転速度を最適に制御する。従来的一定速運転に比べ、省エネルギー効果のほか、主機過冷却防止にも役立っている。

本システムは、船用主機及び補機に対する省エネルギー化の代表的モデルとして注目される。

図11 主冷却海水ポンプ制御盤

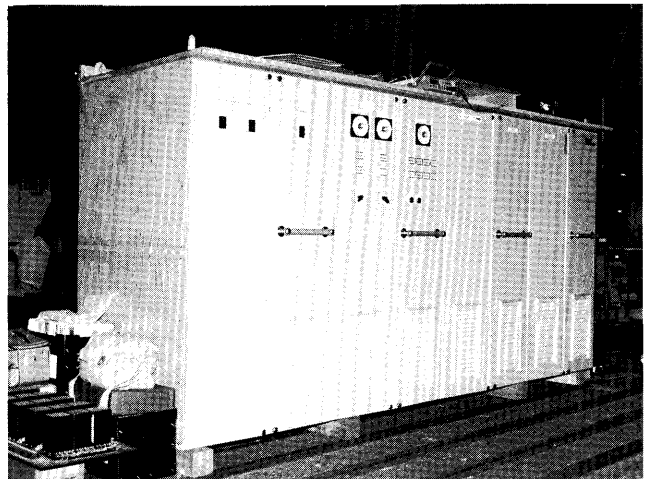


③ トロールウィンチ用電機品

トロールウィンチ用電機品として、新造船用に無整流子電動機3セットを完成、設備更新用にサイリスタレオナード装置5セットを製作中である。

最近の新造船用トロールウィンチの特徴として、操作能率、信頼性の向上から、駆動機の複数化があるが、それに対応し、負荷分担運転、使い勝手など、システムの対応を図っている。更に昭和61年度の特徴として、初めてトロールウィンチ専用軸発電機が採用された。補機ディーゼル台数減少のほか、船速の低い揚網時には、トロール負荷が主機の軽負荷を防ぎ、船速を高くする投網時は、トロール側からの回生電力が主機の重負荷を防止するため、主機負荷の均一化が可能となり、合理的なシステムとして、今後のトロール船の電源計画上のベースとなるものと考えられる。

図12 無整流子電動機制御盤





*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。