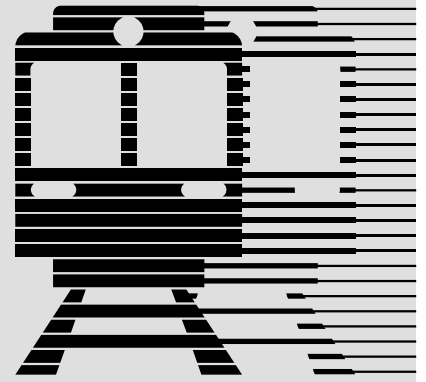


産業・交通システム

パワーエレクトロニクス・電力変換
 回転機・可変速駆動システム
 産業機器システム
 発電システム
 電気加熱
 設備・機器
 電気鉄道地上システム
 鉄道車両システム



展 望

世紀末となる2000年は、米国経済の強力なけん引の下に世界中が成長を続けてきており、新世紀に向けた期待が高い。しかし、日本経済は半導体分野の先行一人走りの感があるが、また、食品・薬品業界などにも回復の兆しが見られるものの、鉄鋼・金属分野はいまだ新規投資の気運が見られず、投資注力分野を模索中と見られる。

従来の機器・システムの更新においても、低価格、省エネルギーに加え、新規な要素として、環境対策、情報化、バリアフリー化などが追加要望されている。この間、次期立上りに向けて、要望に沿うべく高密度化・高機能化商品の開発に取り組み、一部はすでに市場で成果を発揮している。今後は、製造者としても使用者の立場からのソリューションや、細かいサービスでの視野を広げた活動を進める。

パワーエレクトロニクス・電力変換の分野では、単器世界最大級のクロールアルカリ用をはじめとする大型整流装置（S フォーム）を米国や中国など世界各国に輸出し、順調に稼動を開始している。また、制御精度の向上やますます密接になる情報系とインタフェースを重視した各種パワーエレクトロニクス装置用多目的64ビット DDC 制御装置を完成させ、各種装置への適用を開始した。

回転機・可変速駆動システムの分野では、プラント・システム用の大半はリニューアルを目的としたものであり、省エネルギーを目的とした 300 kW までの永久磁石同期電動機も市場投入した。世界最大トルクを誇る巻上げ用永久磁石同期電動機を送り出した富士電機は、培った技術力を基に省エネルギー目的以外にもその特徴を発揮する超高速用途向けを開発中である。

産業機器システムの分野では、あらゆるデジタル制御装置へ搭載し、リモートメンテナンスを目的としたフィールド Web アダプタを開発し可変速駆動への適用を開始した。爆発的に拡大しつつあるインターネットの世界とプラント・システムの融合を図るものである。

発電システムの分野では、海外向けに 161 kV GIS 58 回線に及ぶ大規模な変電設備を完成させ運転を開始した。国内の発電および変電のシステムにおいてはリモートメンテナンスを含むサービス性の向上が要請された。

電気加熱の分野では、世界最大級真空誘導炉を納入した。炉枠ベッセル式を採用し、コンパクト化を実現するとともに真空度を向上させることが可能となり、不純物の除去を容易にした。

設備・機器の分野では、富士電機の特徴とする気流制御方式高潔浄クリーンルームシステムを数多く納入あるいは製作中である。本分野での清浄度やガス成分除去への性能向上の要請は液晶パネルの大型化に伴いますます深まり、これにこたえるフィルタおよびシステムを開発した。

鉄道交通分野においては2000年は台湾新幹線に 700 系方式が採用されることが決定された注目すべき年であった。国内では 700 系やレイルスター新幹線が増備され、在来線では首都圏電車に E231 系の投入が開始された。

環境対応機器の開発や IT 化の加速により、快適性や利便性の向上が図られているが、高齢者や身体障害者などの公共交通機関を利用した移動の円滑化を促進するための交通バリアフリー法が制定され、人や環境にさらに優しい設備への期待が増している。

電気鉄道地上システム分野では従来の小型化、省保守、省エネルギー化に加えて地球環境を考慮した装置の開発を進めた。地球温暖化係数の高いフロンカーボン（PFC）を使用しない純水沸騰冷却式シリコン整流器を開発し、大幅な部品点数の削減と小型軽量化を実現するとともに、地球環境の負担を皆無とした。また、保守性ならびに小型化を実現したアークレス式直流高速度真空遮断器を神戸市交通局へ納入した。駅舎の電源設備として操作連動、保護連動、停電連動などの点検を自動で行う自動検出装置を備え、点検作業の大幅な省力化を図った受変電設備を東日本旅客鉄道（株）にて運開した。

新幹線分野では 700 系に主変換装置、主変圧器、主電動機、ドクターイエローに主変換装置を納入し、次期新幹線先行量産車 E2 系 1000 番代向けに 2.5 kV、1.8 kA 平型 IGBT を適用した 3 レベル変調 PWM 制御主変換装置を納入した。在来線分野では直流電車用に補助電源を中心に電源装置や首都圏電車 E231 系に側引戸駆動用にリニアモータ式駆動システムを納入した。

パワーエレクトロニクス・電力変換

① ダウケミカル向けクロールアルカリ用整流設備

単器世界最大級のクロールアルカリ電解用サイリスタ整流装置（Sフォーマ）を米国・ダウケミカル社に2台納入した。各Sフォーマは入力14.2kV、77.68MVA、出力DC860V、 2×36 kA、61.92MWで、次の特長を有する。

- 1) 36kA \times 2回路の出力は個別にかつ任意に制御できる。また、二つの出力を並列に接続することによって、72kAを一括して一つの電解槽に給電することも可能である。
- 2) 整流器用変圧器は、この種のサイリスタ整流装置としてはきわめて広いDC860VからDC372Vまでのレンジを持つ無電圧タップ切換器を備え、種々の電解槽特性に対応できるようになっている。
- 3) 出力電流制御用の電流検出は交流側等価計測方式を採用し、信頼性の向上を図っている。

図1 ダウケミカル向けクロールアルカリ電解用サイリスタ整流設備

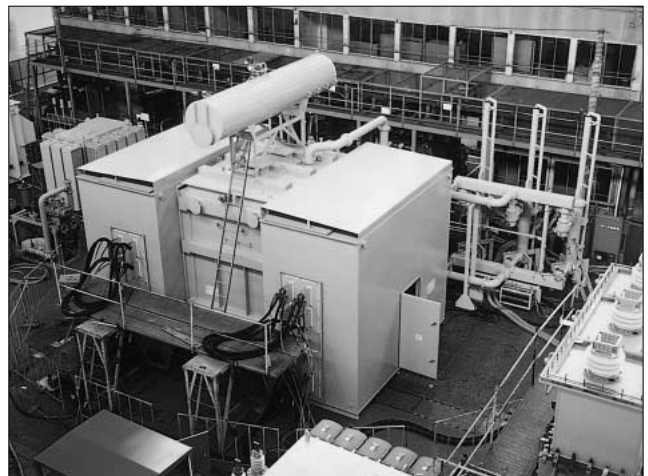


② 台湾プラスチック向けクロールアルカリ用整流設備

富士電機はすでに台湾プラスチック（FPC）向けに設備定格DC430V、13.5kA \times 8、出力46,440kWのSフォーマを4台納入し、現在順調に運転中である。今回さらに容量の大きな設備（設備定格DC425V、16.2kA \times 8、出力55,080kW）を2台追加納入し、現在営業運転に向けて調整中である。この設備の特長は次のとおりである。

- 1) 単器で8回路を収納し、各直流出力を個別に制御できる。
- 2) 局部過熱解析を行い簡素な回路構成とし、省スペースを実現した。
- 3) 高調波流出量を抑制するため2台で48相整流とした。
- 4) 変圧器、整流器ともコンパクトに設計し、同仕様の整流設備に比べ高効率である。

図2 FPC向けクロールアルカリ電解用サイリスタ整流設備



AM182599

③ 中国・貴州アルミ向けアルミ精錬用整流設備

中国・貴州アルミ工場第三系列向けに機器定格DC920V、60kA、55,200kWの大容量サイリスタ整流装置（Sフォーマ）を2台納入した。本プロジェクトは生産を続けながら既設整流装置を順次交換し、プラントの信頼性向上を図るものである。1998年に納入した同一仕様Sフォーマ2台と合わせ、今回全整流装置の置換えを完了する。

この設備はSフォーマ単器6相の4台構成（総合24相整流）で1系列のポットラインに接続されている。単器整流装置ごとに降圧変圧器（220/22kV）、力率改善兼高調波フィルタを具備した構成で、プラントの信頼性向上を図っている。

図3 中国・貴州アルミ向けアルミ精錬用整流設備



パワーエレクトロニクス・電力変換

④ LEONIC-M600 の大容量試験設備への適用

全デジタル制御サイリスタレオナード装置「LEONIC-M600」を大容量回転機試験設備（4,500 kW + 3,000 kW の直流電動機 2 台タンDEM）へ適用した。主変換器構成は三相ブリッジ逆並列結線 × 4 台で、主な特長は次のとおりである。

- 1) 32ビット RISC プロセッサ採用による高速演算
- 2) M600 制御装置を高速光伝送で結合することにより、フレキシブルな制御方式および多種の主回路構成に対応。本設備は 4 台の制御装置により 2 × ASR（速度制御）+ 4 × ACR（電機子電流制御）+ 2 × AFR（界磁制御）を構成し、2 台の電動機のタンDEM運転および各電動機を切り離しての単独運転が可能
- 3) 極低速の速度制御を達成（低速限界 16,000 : 1）

図 4 大容量サイリスタレオナード装置



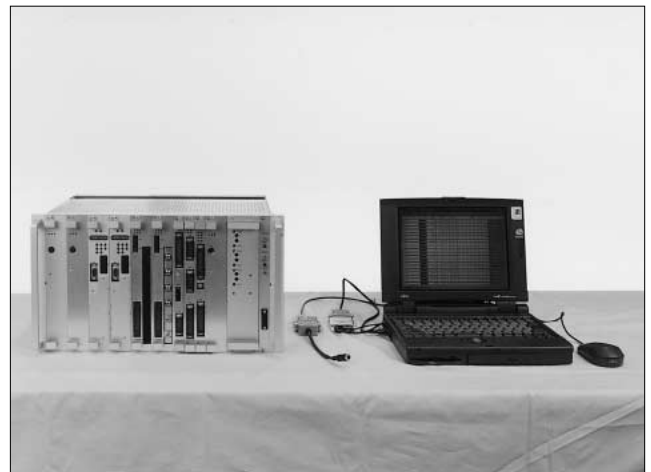
⑤ 産業用 64 ビット DDC 装置

浮動小数点型の 64 ビット RISC プロセッサと 32 ビット DSP を搭載した産業用パワーエレクトロニクス制御装置を製品化した。

コア演算部と I/O 部とをシリアル伝送で結合し、同一シェルフへの格納はもちろん、インテリジェント化されたりリモート I/O としての構成も可能な柔軟性の高いシステム構成を特徴とする。ソフトウェアは汎用の制御系設計ツールで生成したプログラムをそのまま実行でき、ソフトウェア作成効率と可視性を高めている。またローダでは、アナログ信号やゲート信号を非常に高い分解能で波形表示可能で、RAS 機能の高度化を図った。

本制御装置は、大容量同期電動機のサイリスタ始動装置、自動式無効電力フリッカ補償装置などへの製品適用が進んでいる。

図 5 64 ビット DDC 装置とパソコンローダ



A8120-20-272

⑥ 航空機用 400 Hz 電源の容量拡大

近年、航空機の電源容量が増大し、400 Hz 地上電源もこれに対応するため、90 kVA に加え 120 kVA を製品化した。

装置の実装設計を最適化し、冷却性能を高めることで、90 kVA と同一の装置外形で、容量アップを実現することができた。

航空機は、搭載の補助動力装置（APU）から給電を受けており、APU が騒音や大気汚染の原因の一つとなっているため、空港での使用を規制する動きがすでに始まっている。駐機中の航空機へは、本電源装置から給電することで、APU を停止することができ、環境問題解決の一翼を担っていると同時に、省エネルギーにも貢献することができる。

図 6 航空機用 120 kVA 400 Hz 電源



N89-6216-3

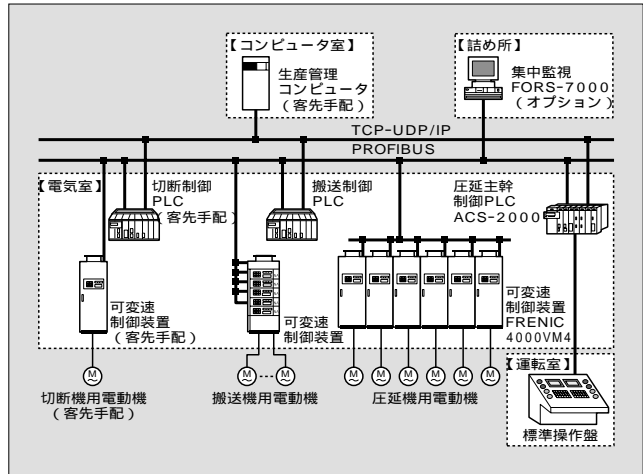
回転機・可変速駆動システム

① パイプ圧延設備用電気品

製品高品質化，多品種少ロット生産，安定操業，保守省力化を実現するパイプ圧延設備用電気品を納入した。特長は次のとおりである。

1. 主機誘導電動機の機械強度，過負荷耐量は，圧延機用直流電動機の規格 JEM1157-2 種に準拠
2. 主機用可変速駆動装置にベクトル制御インバータ FRENIC4000VM4 を適用，材料かみ込み時の速度瞬時降下抑制制御付き
3. 圧延主幹制御をプログラマブルコントローラ（PLC）MICREX ACS-2000，補機制御を汎用 PLC に機能分担
4. 材料位置トラッキングによる速度変更制御
5. 操業状態監視，トラブル時早期原因究明のための監視，表示機能

図7 パイプ圧延設備制御システム

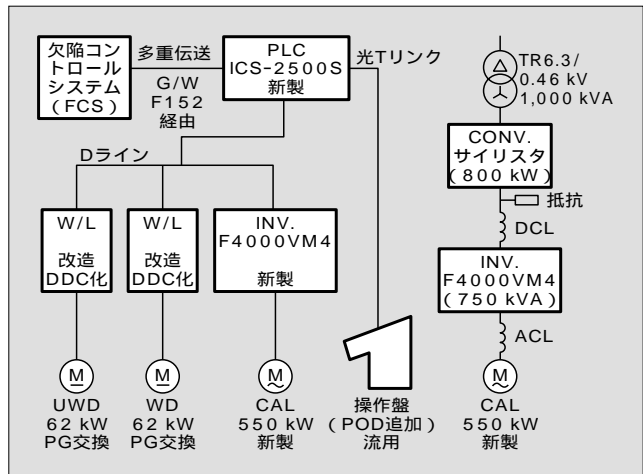


② スーパーカレンダー設備

既設スーパーカレンダー設備にドライブ制御システムを納入した。既設直流電動機，サイリスタレオナード装置，操作盤を流用しながら全デジタル制御を実現した。システム構成と特長は次のとおりである。

1. アンワインダ，ワインダは既設のアナログサイリスタレオナード装置の主回路・サイリスタ部を流用し，制御部分のみをデジタル化（LEONIC-M500）改造し高精度な張力制御を実現した。
2. 主幹プログラマブルコントローラ（ICS-2500S）により高精度なロール径計測，残紙長・径制御（精度長：0～1m，径：±1mm）を実現した。
3. 欠陥コントロールシステムとは多重伝送を採用し，欠陥補修制御の全自動化を実現した。

図8 ドライブ制御システムの構成

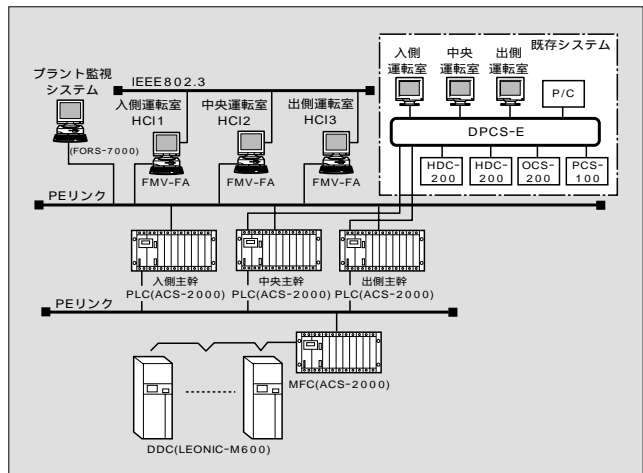


③ 川鉄鋼板(株)CGL設備のリニューアル

低コストで既存プラントの生産性を向上させる手法として，電気品（制御装置）のリニューアルがある。現在，富士電機が1971年に川鉄鋼板(株)に納入した CGL（連続溶融亜鉛めっきライン）設備の更新を進めている。今回の更新では，安定操業，省力化，省保守化，更新工期短縮をコンセプトとして，最新技術の採用と既設操作の継承に配慮しながらエンジニアリングを行い，2001年春に工期工事完了予定である。主な更新（追加）項目は次のとおりである。

1. ドライブ装置を DDC 化（LEONIC-M600）
2. ハードウェア回路を PLC 化（ACS-2000）
3. HCI 装置には汎用パソコン + SCADA を採用
4. プラント集中監視システム（FORS-7000）の導入

図9 更新後のシステム構成



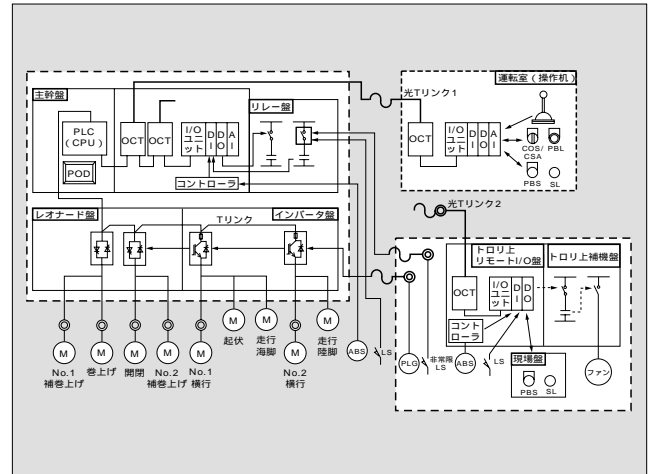
回転機・可変速駆動システム

④ アンローダ駆動電気品

大型アンローダの更新に伴い、制御性、操作性および保守性の高い最新の駆動制御システムを納入した。主な特長は次のとおりである。

- ① 高精度、高性能を追求した駆動制御装置の適用
DDC サイリスタレオナード (LEONIC-M600)
IGBT PWM インバータ (FRENIC5000VG7S)
- ② 12相整流による高調波抑制
- ③ 光伝送による信頼性向上および省配線
- ④ 液晶ディスプレイ (POD) による状態表示, インタロック表示および故障ガイダンス
- ⑤ プログラマブルコントローラによる半自動運転制御, 振れ止め制御

図 10 システム構成



⑤ 高圧マルチレベルインバータの系列拡大

省エネルギーを目的としたファン、ポンプ、ブロワなどの可変速運転用として、出力トランスレスで高圧電動機を直接駆動できる 3.3/6.6 kV IGBT インバータをすでに製品化し、納入済みである。このたび適用範囲の拡大とコストダウンを目的に、以下の系列、機能を製品化した。

- ① 6.6 kV 2,500 ~ 5,000 kVA の製品化
- ② 3.3 kV 1,250 kVA インバータのコストダウンタイプとして 1.4 kV 耐圧 IGBT 素子を適用したタイプを製品化
- ③ 商用からインバータ運転, インバータから商用運転への運転中切換をショックレスで行う商用切換機能の追加ほか

図 11 高圧マルチレベルインバータ



⑥ 中小容量永久磁石電動機

高効率、省エネルギー、小型・軽量化を実現した中小容量永久磁石電動機駆動システムを系列化した。主な仕様は次のとおりである。

- ① 出力 : 11 ~ 300 kW
- ② 回転速度 : 1,000, 1,500, 1,800, 3,600 (r/min)
- ③ 電圧 : AC400 V 級
- ④ 駆動方法 : PWM インバータ FRENIC5000VG7 駆動
- ⑤ 制御方式 : V/f 一定制御, ベクトル制御, 速度センサレスベクトル制御, 界磁弱め制御対応

電磁界解析, 構造解析により磁石配置と極数を最適化し, 新磁極判別法を適用した。誘導電動機に比べ損失 38 % 減, 体積 35 % 減, 質量 40 % 減 (当社比, 平均値) となる。ファン, ポンプやクレーン, エレベータほかの用途に適する。

図 12 永久磁石電動機とインバータ



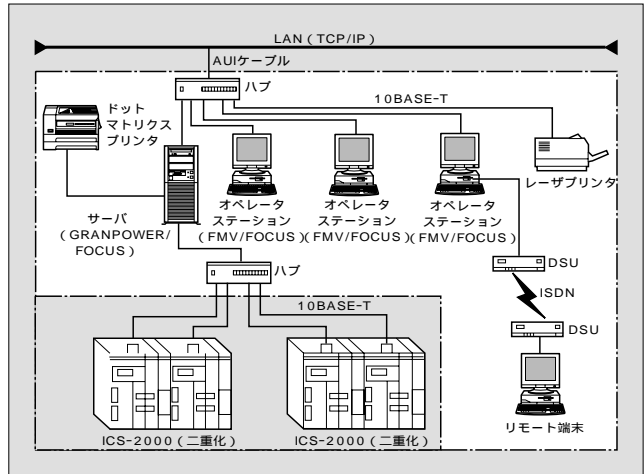
産業機器システム

① エンジニアリングメーカー向け監視制御システム

富士電機はこれまで多くの監視制御システムを国内外に納入してきた。この経験を生かし、プラントエンジニアリングメーカー向けに監視制御システムのハードウェア・ミドルウェアの提供（ソフトウェアレス提供）およびエンジニアリングサポートを行った。主な特長は次のとおりである。

1. システム構成計画，機器選定などの受注活動を支援
2. 受注後のエンジニアリングを提供
3. 富士電機にてハードウェア・ミドルウェアの組合せ試験を実施し，基本システムの品質を保証
4. 提供先のアプリケーション設計・試験作業を強力にサポート（サンプルアプリケーションの提供など）
5. 現地調整作業をサポート（調査員派遣を含む）
6. オプションとして完成後のメンテナンスも実施

図 13 監視制御システムの構成



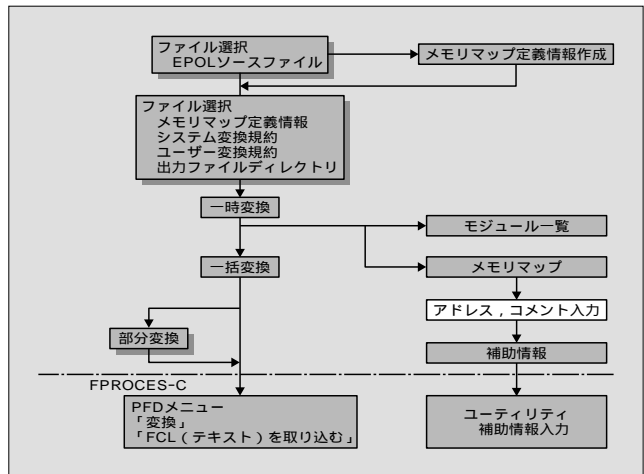
② プラント用 PLC ソフトウェアコンバータ

最近の国内プラント設備投資の主体は、新規建設から既設電気設備の更新に移行しつつある。既設電気設備更新における課題は既設システムの安定性を損なうことなく新しい技術を導入して生産性の向上を図ることであり、既設ソフトウェアを最新ハードウェアで動作させることは、この課題解決の一つである。富士電機は旧型 PLC (MICREX-E シリーズ) のソフトウェア (EPOL 言語) を最新 PLC (MICREX-AX シリーズ/ 支援ツール: FPROCESS-C) のソフトウェア (FCL 言語) に変換するソフトウェアコンバータを開発した。主な特長は次のとおりである。

1. メモリマップ定義情報にてメモリマップの一覧を作成
2. PG (プログラム) の一覧を作成
3. 「一括」「部分」のコンバートを選択可能
4. ユーザー変換規約にて変換規約のカスタマイズが可能

●関連論文：富士時報 2000.11 p.606-613

図 14 ソフトウェアコンバートの作業フロー



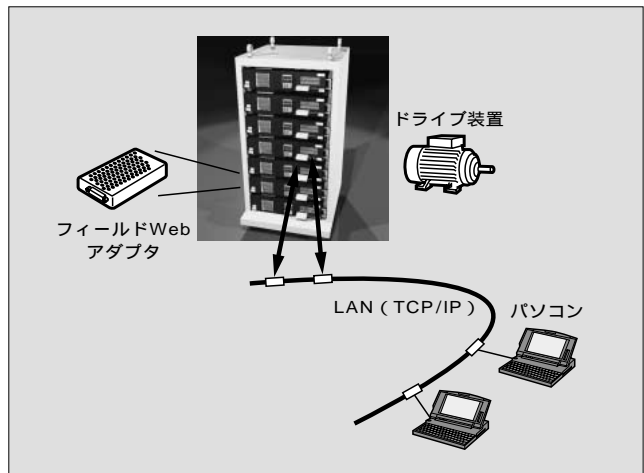
③ フィールド Web アダプタ

Web 技術を利用して DDC ドライブ装置の監視を行うフィールド Web アダプタを開発した。この装置は DDC ドライブ装置のローダインタフェース (RS-232C) を汎用 LAN (10BASE-T) に変換するとともに DDC ドライブ装置の Web サーバとして機能し、DDC ドライブ装置の監視を LAN 接続されたパソコンの Web ブラウザから行うことができる。主な特長は次のとおりである。

1. RS-232C⇄汎用 LAN のプロトコルを変換
2. Web サーバ機能により専用ソフトウェアを用いずにパソコンの Web ブラウザで DDC ドライブ装置を遠隔監視
3. メール発信機能により動作状態 (運転状況・故障状況) を電子メールで発信
4. 小型・軽量かつコネクタ接続のため取付けが簡単

●関連論文：富士時報 2000.11 p.628-633

図 15 フィールド Web アダプタを利用した監視例



発電システム

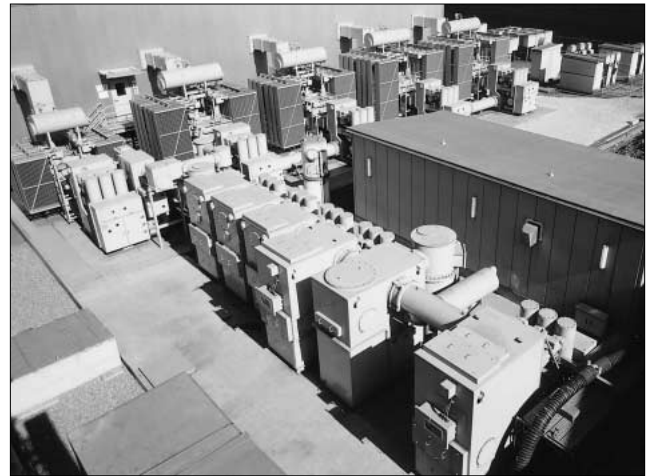
① 大規模変電所設備のリニューアル

日新製鋼(株)呉製鉄所の中央変電所設備一式を納入し全面更新を完了した。今回納入した機器は次のとおりである。

- 1) 110kV キューピクル形ガス絶縁開閉装置(C-GIS) : 平行2回線受電8フィーダ
- 2) 15～40MVA 変圧器:5台
- 3) 110kV デジタルリレー盤:6面
- 4) 特別高圧・高圧配電盤:47面

機器の更新により変電所の占有面積は既設面積の30%程度に縮小化された。また、各機器間のダクト接続構造による裸充電部の排除、配電盤主母線の絶縁、CPUが二重化されたマルチデジタルリレーの採用などにより信頼性と保守性の向上を図っている。総合管理システム(DCS)との伝送信号取合いにより、高機能化と工事の簡素化が図られ既設との切替が短時間で完了した。

図16 110kV変電所屋外機器



N99-2527-2

② 離島用IPP発電装置のリモート監視

佐渡島のニチメン佐和田火力発電所向けに、6,223kVA(5,600kW)、6.6kV、60Hz、10P、720r/minのディーゼル発電設備用電機品一式を納入した。本発電装置は、佐渡島の昼間電力供給用としてDSS(Daily Start & Stop)運転され、東北電力(株)の系統に連系して同社への売電を行っている。また、発電出力を±3%に制御することで、電力品質の安定化に寄与している。

設備を運転監視するパソコンを使用した集中監視制御システムを、電話回線で富士電機・東京工場地区(東京都日野市)コールセンター(24時間遠隔監視センター)のコンピュータに接続し、専門技術員による運転監視を試験運用しており、良好な結果を確認している。このシステムにより迅速な事故対応や予防保全が可能となる。

図17 遠方監視画面とコールセンター



③ 輸出用161kV 50kAガス絶縁開閉装置

台湾プラスチックグループ麥寮石油化学プラントの海豊地区用として、台塑石化公司(FPCC)向けに161kV級50kA定格のガス絶縁開閉装置(GIS)15ユニット、581MVA変圧器2台などの161/33kV変電設備一式を納入した。1997年同社向け麥寮地区用として納入した変電設備と合わせ、161kV GIS計58回線、150MVA級変圧器計22台、33kV GIS計149回線に及ぶ大規模な変電設備を完成し、麥寮石油化学プラント用主変電設備として1999年12月から順調に運転を開始した。

屋内用GISと電力ケーブルによる配電方式を採用したことにより、変電所敷地の縮小化、周囲環境との調和など、GIS式変電所の特長を最大限に発揮できた。

図18 161kV 50kA GIS

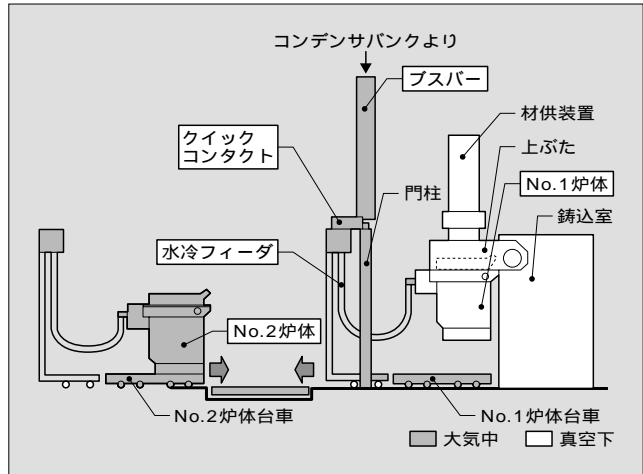


電気加熱

① 真空誘導溶解・脱ガスかくはん・注湯の複合システム

富士電機では大同特殊鋼(株)に、真空溶解・脱ガス・電磁力による一方向の溶湯かくはんおよび真空下での注湯という複合システム真空誘導炉を納入した。これは9トン2,750kW炉で国内最大、世界的にも最大級の最新鋭炉である。炉体は炉枠ベッセル式のため、非常にコンパクトとなっており、従来タイプ(チャンバ式)と比較すると、真空容器の容積は十分の一以下であり、その分、真空度も向上し、不純物の除去が容易である。また炉体は移動台車上に設置されており、予備炉と相互に移動切替が可能で鋼種交換が速かに行え、きわめて稼働効率を高くできる。45,000Aの大電流回路および冷却水回路もワンタッチで切離し、接続が可能な構造としている。なお、このシステムはドイツのALD社と共同で計画および設計を実施した。

図19 複合システム真空誘導炉の炉体まわりの構成



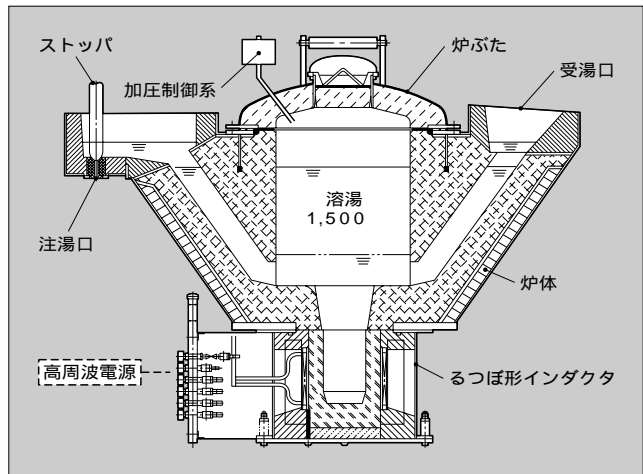
② りつぽ形インダクタを備えた空炉可能な自動注湯設備

某自動車メーカーに鉄溶湯用加圧/ストップ併用自動注湯炉を納入した。従来使用されていた注湯設備からの省力化、生産性向上を狙った設備である。この設備はりつぽ形インダクタを採用することで、加圧式の特長に加え次のような特長がある。

- 1) 溶湯の全出湯が可能で、材質変更が容易である。
- 2) 空炉とできることで、休日の溶湯監視が不要となる。
- 3) 高周波電源により、きめ細かな電力、温度調整が可能となる。
- 4) 溝形炉で必要とされる非常用発電機が不要である。

また、注湯量フィードバックによるストップ制御を採用することにより受湯中の注湯精度の向上など、設備導入のメリットは大きい。なお、本設備は運転開始後数回の全出湯を含め、8か月を経過しているが順調に稼働中である。

図20 自動注湯炉の構造



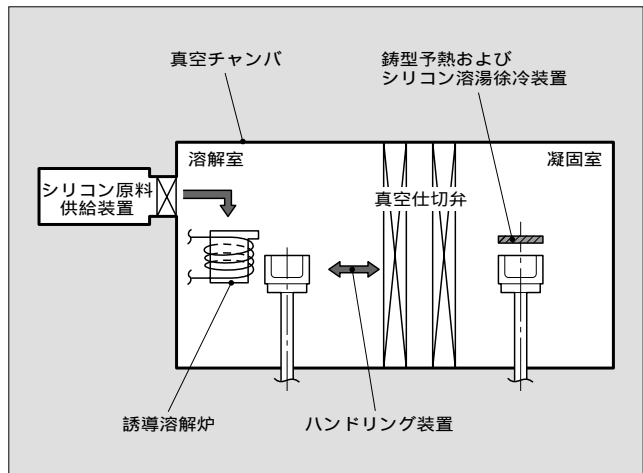
③ 新型多結晶シリコン溶解用誘導加熱装置

近年、クリーンエネルギーとして注目され、大きな伸びをみせている太陽電池の原料である多結晶シリコンの生産設備を完成させたので、その概要を紹介する。

構成は、シリコン原料供給装置、誘導加熱式溶解炉、鋳型の予熱装置とシリコン溶湯の徐冷装置および鋳型の移送装置にて構成されており、これらの装置はすべて真空容器内に収納されている。半導体であるシリコンの溶解は、石英つぼの外面に黒鉛の容器を配置し、その黒鉛容器を誘導加熱する間接加熱方式を採用している。また、鋳型の予熱およびシリコン溶湯の徐冷装置には、複合型抵抗加熱方式を採用している。

この装置は、シリコン原料の供給からシリコン溶湯の一方向凝固完了までを自動化し、半連続的にインゴットが製造できる生産効率の高い設備である。

図21 多結晶シリコン鋳造装置の構成



設備・機器

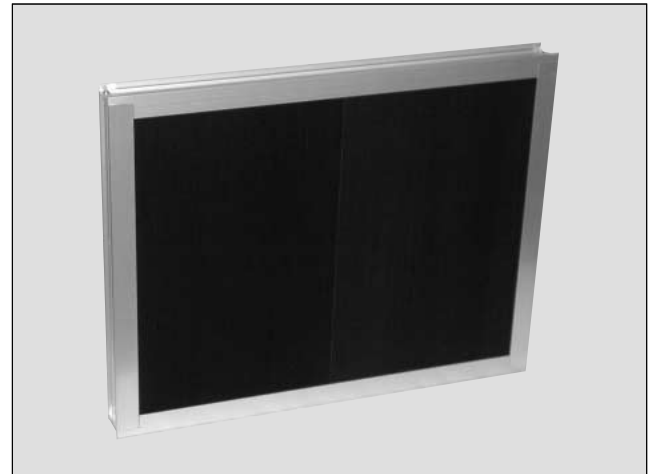
① ケミカルフィルタ

従来のクリーンルームは、浮遊微粒子の制御を主体に運用されていたが、半導体・磁気媒体などの製造環境の高精度化が進むにつれ、ガス状成分の濃度管理が求められるようになってきた。

富士電機ではこのようなガス成分の除去を目的としたケミカルフィルタを開発し、商品化した。

富士電機のケミカルフィルタの特長としては、アンモニアガス (NH₃)、亜硫酸ガス (SO₂)、亜硝酸ガス (NO₂)、塩化水素ガス (HCl) といった多種類の無機ガスへの適応が可能であること、高い除去率と長寿命、低圧損 (0.5 m/s において 20 Pa) を低価格で実現していることがあげられる。

図 22 ケミカルフィルタ



② 台湾向けターンキークリーンルームシステム

富士電機では、このたび台湾某社向け液晶ディスプレイ (LCD) 工場用大規模クリーンルームシステム (50,000 m²) を企画段階から参画し、施工・装置導入後のクリーンルーム性能試験まで含めたターンキーで受注した。このクリーンルームは、製造プロセスで発生するパーティクルやケミカルガスの高清浄エリア (0.1 μm クラス10) への流入防止のために、気流制御方式を採用している。

従来のクリーンルームは、制御の容易性から圧力制御方式を採用しているため、密閉性が必要であり、大型ガラス基板を自動搬送する LCD 工場では、改善が要求されていた。

富士電機は、コンピュータによる気流解析手法やクリーンルーム実験室でのモデル実験を行い、大規模クリーンルームの気流制御方式を実現した。

図 23 台湾某社向けクリーンルーム

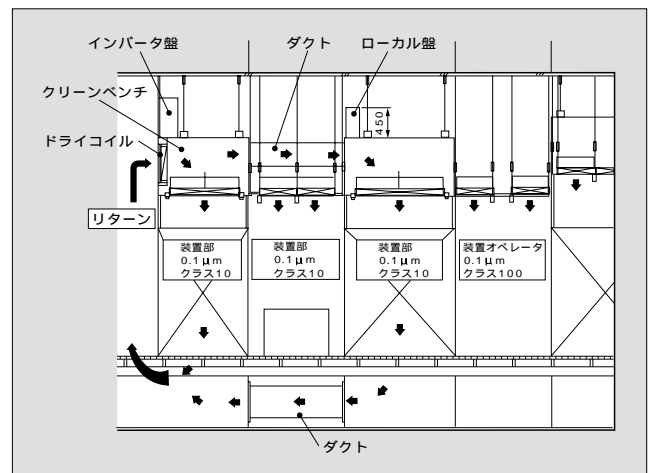


③ 国内某社向け液晶工程用クリーンルーム

液晶工程用クリーンルームは、これまで 0.3 μm のじんあいを管理してきたが、液晶の高精度化に伴いじんあい管理の口径も 0.1 μm まで進んでいる。また、作業環境の改善としてクリーンルーム内の作業者を保護する目的で、臭気対策も要求されてきている。富士電機は、このたび上記の要求をクリアした大規模クリーンルームを納入した。

1. 高浄度化：特に清浄度が要求される通路部・ローダ部にはシステム天井を採用し FFU (ファンフィルタユニット) には、0.1 μm のじんあいを捕集する ULPA フィルタを搭載した。
2. 臭気対策：天井部から供給されるクリーンエアの風量と排気量を調整し、かつエアの流路をクリーンベンチで完全に分離して溶剤の飛散を防止した。

図 24 液晶工程用クリーンルーム断面図



電気鉄道地上システム

① 電気鉄道変電所用新型沸騰冷却式シリコン整流器

富士電機は、地球環境に優しい小型軽量の純水沸騰冷却式シリコン整流器の開発を完了し、製作を開始した。新型整流器の主な特長は次のとおりである。

- ① 地球温暖化係数が零である純水を冷媒としており、地球環境への負担を皆無としている。
- ② 国内最大級の高電圧大容量シリコン整流素子を独自に開発し、大幅な部品点数削減と小型軽量化および損失低減を実現している。
- ③ 高い絶縁性と伝熱性を併せ持つファインセラミックスを採用し、シリコン整流素子や主回路導体を絶縁することで装置全体を接地電位として安全性に配慮している。
- ④ スナバ抵抗器なども含めた沸騰冷却によりスタック収納部の温度上昇を低減し、省保守型完全閉鎖構造を実現している。

図 25 新型沸騰冷却式シリコン整流器



② 東日本旅客鉄道(株)上野駅新南部配電所受配電設備

上野駅改修工事の一環として新南部配電所向け受配電設備一式を納入した。設備は、高圧・低圧閉鎖配電盤、電力監視盤、検測装置からなり、主な特長は次のとおりである。

- ① リモート入出力装置を採用し、配電盤間の外線ケーブル削減と工事の簡略化を図っている。
- ② スケルトン、機器状態、故障、計測および動作履歴の表示を液晶カラーディスプレイで行い、電力監視盤の大幅な小型化を実現している。
- ③ 検測装置は、プログラマブルコントローラ、パソコン、リレー試験器およびプリンタで構成され、操作連動、保護連動、停電連動の点検を自動で行う。また、点検結果をリアルタイムに表示、印字する。本装置の導入によって点検作業の大幅な省力化を実現している。

図 26 電力監視盤・検測装置盤



③ 帝都高速度交通営団東六本木変電所受変電設備

帝都高速度交通営団南北線の延伸に伴い、東六本木変電所に受変電設備一式を納入した。主な設備は、24kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS)、整流器用ガス絶縁変圧器、シリコン整流器、直流 1.5kV 閉鎖配電盤、主制御用配電盤などである。主な特長は次のとおりである。

- ① 沸騰冷却式シリコン整流器、ガス絶縁機器の採用により不燃化を実現している。
- ② 並列12相整流器 (相間リアクトルなし) の採用により、高調波抑制対策を図っている。
- ③ 主配電盤は、プログラマブルコントローラとデジタルリレーで構成した分散方式とし、また、点検作業用として、液晶カラーディスプレイを採用し、高信頼性、保守省力化を実現している。

図 27 整流器設備



電気鉄道地上システム

④ 神戸市交通局海岸線き電設備

神戸市交通局の海岸線新設に伴い、御崎車庫き電開閉所設備、神戸き電開閉所設備（タイポスト）および駅舎などの電気室設備一式を納入した。き電設備は次世代型直流高速度真空遮断器を採用した。主な特長は次のとおりである。

- ① アークスペースが不要なため、高速度気中遮断器（HSCB）盤に比較して約 50 %の容積に小型化している。
- ② 小電流から大電流まで全領域にわたって確実に遮断でき、負荷投入性能も優れている。
- ③ アークレス遮断方式であるためにほとんど損耗がなく、保守点検周期を大幅に延長できる。
- ④ 保安上安全な構造とし、また SF₆ ガスを使用しない新しいガスコンデンサの採用により、地球環境を配慮した不燃化を実現している。

図 28 御崎車庫直流高速度真空遮断器



⑤ 東京急行電鉄(株)大岡山開閉所回生電力吸収装置

東京急行電鉄(株)目黒線ではワンマン運転化に伴い、車両の定位置停止が必要となった。このため車両の回生失効防止対策として、地上側で容易に対策可能な抵抗式回生電力吸収装置一式を大岡山開閉所に納入した。

本装置は、GTOサイリスタチョッパ装置、抵抗器および直流遮断器盤で構成されており、主な特長は次のとおりである。

- ① 主回路交流電源と接続する必要がないため、設置場所に自由度がある。
- ② 主回路機器構成が非常にシンプルである。

今回は、線路脇に隣接するスペースを活用して本装置を設置したものであり、前述の特長を十分に発揮した。今回のケースのように既存路線の回生失効対策に非常に有効である。

図 29 GTOサイリスタチョッパ装置



⑥ 川崎重工業(株)新幹線車両試験用周波数変換装置

川崎重工業(株)兵庫工場の新幹線車両試験用周波数変換装置の老朽化更新および容量増強のため、最新技術を導入した変換装置一式を納入した。この装置は、主に車両走行試験の電源として使用するものであり、負荷が発生する高調波を抑制する制御機能を有する 25 kV、2 MVA の自励式変換装置である。既設設備と比較して主な特長は次のとおりである。

- ① 少ない系統電源容量で運転を可能とする入力力率 1 制御および回生車両の運転に対応している。
- ② 負荷側の高調波に起因する共振現象を 2 kHz 帯まで抑制する制御機能により、LC フィルタを不要としている。
- ③ DDC 制御の採用により、制御性および保守性の向上を実現している。

図 30 周波数変換装置



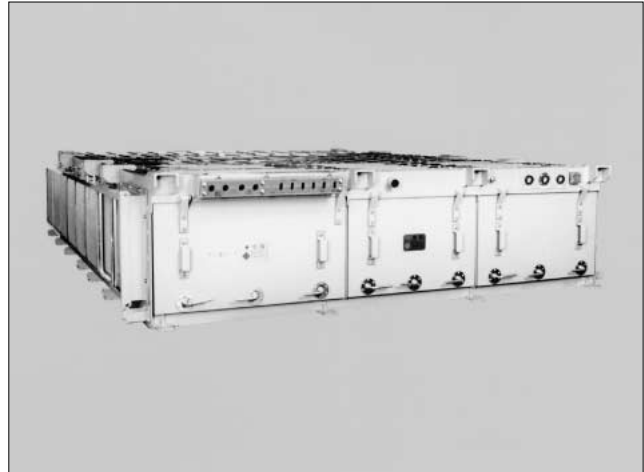
鉄道車両システム

① E2系1000番代新幹線電車用主変換装置

東日本旅客鉄道(株)は、次期主力新幹線電車として、E2系1000番代新幹線電車(量産先行車)を開発し、2001年1月に落成する。富士電機は、2.5kV 1.8kA 平型 IGBT を適用した CI11C 型主変換装置を設計・製作し、納入した。この装置の特長は次のとおりである。

- ① 大容量平型 IGBT を適用したコンバータ、インバータとともに 2S1P2A 接続構成による高周波 3 レベル変調 PWM 制御方式を採用し、主回路機器(主変圧器、主電動機)の低騒音化、高効率化および高調波の低減を達成した。また、直流電圧を 3,000V に設定し、ロスを低減することで部品の小型化を図っている。
- ② 機器室内密閉循環冷却方式を採用し、防じん性・防水性・気密性を向上し、高品質・高信頼性を実現している。

図 31 E2系1000番代新幹線電車用主変換装置



② E231系直流電車側引戸用リニア式戸閉装置

東日本旅客鉄道(株)の今後の通勤・近郊形電車の主力量産車である E231 系直流電車の近郊車に側引戸用戸閉装置としてリニアモータシステムを納入し、2000年6月から営業運転を開始し、現在も継続納入中である。

このシステムは量産先行車である E231 系 900 番代通勤形直流電車用の改良形であり、改良点は次のとおりである。

- ① 制御方式を分散制御方式から集中制御方式に変更することにより、プリント基板の集約および配線を削減し、信頼性を向上した。
 - ② ドアレールなどの部品改良により、さらなるぎ装方法の簡略化、軽量化を達成した。
- また、量産にあたり、購入品の製造方法、現場の管理まで踏み込んだ品質管理の徹底を図っている。

図 32 E231系直流電車



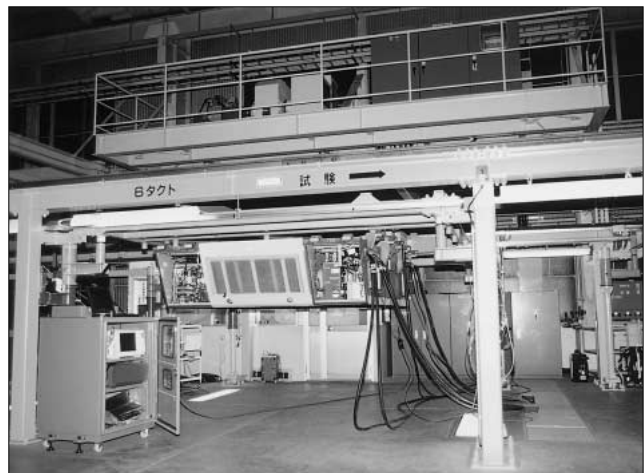
③ 300/700系新幹線電車主変換装置用試験設備

富士電機は、鉄道工場向けに各種車両搭載電気機器用試験設備および工場付帯設備を納入している。

東海旅客鉄道(株)浜松工場では、2000年春から 700 系新幹線電車が入場し、車両の全般検査を開始したが、富士電機は、主変換装置について主に分解整備後の落成検査を行う試験設備を納入した。特長は次のとおりである。

- ① 同一ラインで 300/700 系両形式の主変換装置の試験を可能とした。
- ② 実機と同じ電動機を使用して、主変換装置の総合的な動作確認ができる。
- ③ 試験設備の一部を移動可能形とし、主変換装置が所定外の場所にあっても、一部の動作確認ができるなど、臨機応変な対応を可能にした。

図 33 試験設備および 700 系主変換装置





*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。