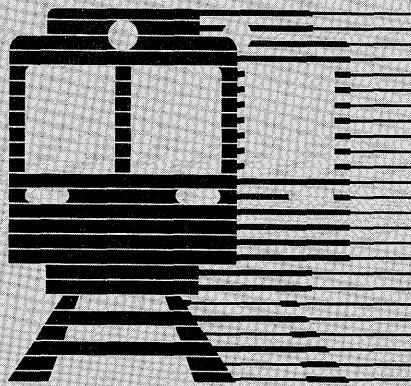


交 通

電気鉄道地上システム
車両システム



展 望

1994年は長期間にわたる景気低迷がようやく底を打ち、回復基調が一部の業種で出始めた。新幹線も開業30周年を迎えてますます大量輸送・速達性が追求されると同時に乗客への快適性にウエートを置いた対応がみられた。海外においても英-仏間のドーバー海峡を結んだユーロトンネルが完成し、鉄道によって結ばれるなど国内外にて大都市を結ぶ高速列車への新しい展開が見られた。

今後の鉄道への新しい展開は、新幹線に加えて大都市圏の在来線、特に通勤列車に及ぶと考える。そのときの技術開発の方向は、運輸技術審議会にて答申された「21世紀に向けての鉄道技術開発のあり方」に示されたキーワード、鉄道の高速化、快適性、安全性の向上、効率化にあると推測する。

電気鉄道地上システム分野では、従来からの機器・システムのニーズである機能・性能・信頼性などの向上に加え、電源系統の安定化、高調波抑制など電源の質の向上、機器のガス絶縁化の促進、機器・システムのインテリジェント化などの新しいニーズが強まつた。富士電機はパワーエレクトロニクス、ガス絶縁、マイクロエレクトロニクス(ME)技術など最新の技術を駆使してこれらの要求にこたえるべくシステムおよび装置を提供した。新幹線では電力回生ブレーキ付車両の投入や列車本数の増大により系統電圧の変動、不平衡分が増大する傾向にあり、電源系統の安定化のために無効電力補償装置を導入しつつある。また都市部での変電所機器の不燃化防災対策として開閉器のガス絶縁化、集合化および変圧器のガス絶縁化の進展が著しい。

また、デジタルリレーとプログラマブルコントローラ(PLC)を採用したME化制御配電盤についてはデジタルリレーの小形化・多機能化により、またPLCの高機能化によりさらに適用範囲の拡大が顕著である。

富士電機は東日本旅客鉄道(株)のき電用変電所、駅舎電源配電所更新および設備指令システムに対して、ME化制御配電盤を採用した設備を納入した。東海旅客鉄道(株)では東海道新幹線の変電設備増設、電源系統安定化対策が引

き続き進められており、その一環として、き電区分所の変電所昇格電源設備を納入するとともに、列車負荷の増加に対応した系統安定化用自励式無効電力補償装置(自励式SVC)を納入し、現地性能検証試験を実施し運用に入っている。

公営・民営鉄道分野においては、特に大都市圏における混雑緩和を担った輸送力増強のための変電所の新設・更新・増強が急務になっている。変電所全体の信頼性・メンテナンス性の向上および省スペース化のニーズは強く、それにこたえるガス絶縁技術、ME化制御技術が不可欠である。

富士電機は、京阪電鉄(株)滋賀変電所、山陽電鉄(株)霞ヶ丘変電所、千葉急行電鉄(株)椎名変電所などの変電所新設工事および東京都交通局板橋変電所、大阪市交通局中津変電所など設備更新工事に機器のガス絶縁化や制御配電盤のME化を進めるなどして実績を重ねた。また、第三セクタ一分野においては直流き電変電所設備、変電所電力管理システムなどを納入した。

車両システム分野では、主機・補機とも新しいシステムの開発よりは、従来の技術のブラッシュアップ(小形化、低騒音化、メンテナンス改善)が進められた。新しい方向として、変換機能(インバータ、コンバータなど)をつかさどる半導体素子として、高出力容量のIGBT素子が製品化されたことが特筆される。

富士電機はこのIGBT素子(2,000V 400A)を応用した主機用3レベルVVVFインバータシステムを開発し製品化した。

従来機種は、東海旅客鉄道(株)300系新幹線電車用に、1993年に引き続き3編成分の電動機、変換器(インバータ、コンバータ)、変圧器、パンタグラフを製作し納入した。なお、300系の次世代高速化(350km/hを当面の目標)をめざした300X試験車用主回路用電気品も製作し納入した。

交流電車用機器として、東日本旅客鉄道(株)701系および九州旅客鉄道(株)813/883系に主機用機器・補助電源装置を製作し納入した。

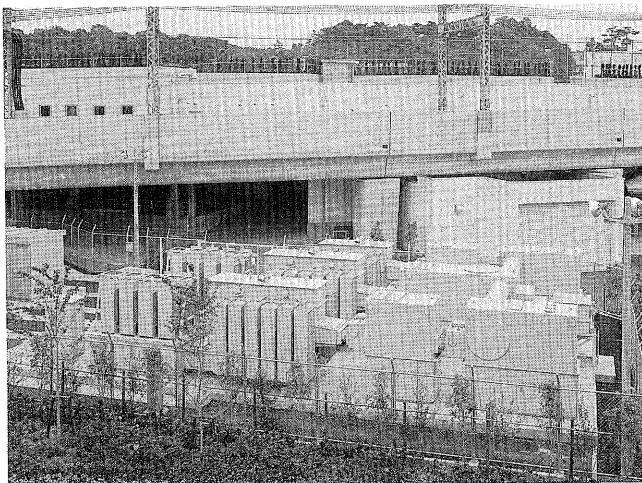
電気鉄道地上システム

① 小田急電鉄(株)喜多見変電所の受変電設備

小田急電鉄(株)における輸送力増強・複複線化事業の一環として新設された喜多見変電所に受変電設備一式を納入した。主な納入機器は、72kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS) × 1組、6 MW シリコン整流設備 × 2組、6 MVA 高圧配電用変圧器 × 1台、高圧・直流閉鎖配電盤 × 27面、プログラマブルコントローラとユニット形ディジタル保護リレーで構成した配電盤 × 11面などである。特長は次のとおりである。

- (1) 72kV C-GIS と変圧器・整流器は、直結構造とし、据付面積の縮小・安全性向上を実現した。
- (2) 制御保護装置にはマイクロエレクトロニクス機器を採用し、保守性・信頼性の向上を図るとともに、CRT との信号連係で監視機能の高機能化を図った。

図1 喜多見変電所の受変電設備

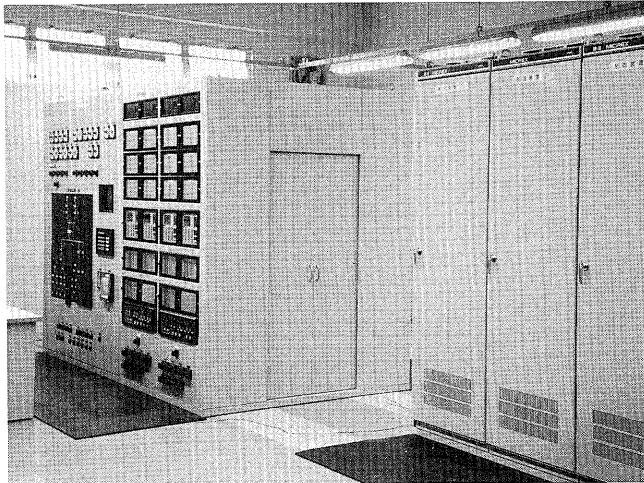


② 千葉急行電鉄(株)椎名変電所のME化変電設備

千葉急行電鉄(株)の延伸路線に電力を供給する椎名変電所に変電設備一式を納入した。主な設備はマイクロエレクトロニクス (ME) 技術によるプログラマブルコントローラ (PLC) とディジタル形保護リレーで構成される ME 化配電盤、72kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置、沸騰冷却式整流設備、直流 1,500V・交流 6.6kV のキュービクルなどで構成し、安全性、対環境性、高信頼性、保守性向上を配慮している。また、GTO 式回生電力吸収装置も併せて納入した。特長は次のとおりである。

- (1) ディジタル形保護リレーは装置形二重化とし、主回路系統に合わせ、システムは縦割 2 系構成としている。
- (2) PLC は二重化し、各種シーケンス処理、CRT・プリンタによる故障および計測の表示・記録、保護運動自動点検、シーケンス点検などを行っている。

図2 椎名変電所のME化配電盤

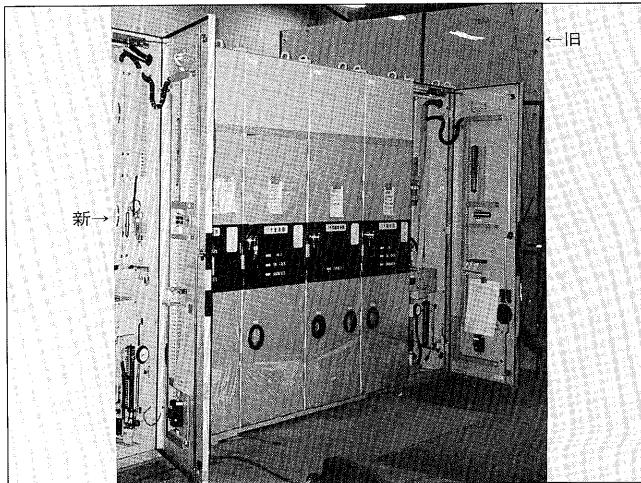


③ 東京都交通局板橋変電所の更新工事

板橋変電所 [1968年(昭和43年)納入] の老朽化および都営三田線の輸送力増強に伴い、主要機器の更新および増設工事を完了した。主な設備および特長は次のとおりである。

- (1) 更新機器は 24kV キュービクル形ガス絶縁開閉装置、SF₆ガス絶縁変圧器、沸騰冷却シリコン整流器、DC1,500 V キュービクル、ディジタル保護リレーを使用の主配電盤である。これらの新鋭機器採用により、縮小化・保守省力化・高信頼化を図っている。
- (2) 切換工事では、電車運転電力の確保、限られた場所・停電時間の制約のもと、機器分割による同一場所での更新および回路仮設など、切換手順を十分配慮することにより円滑な工事が可能となった。また、作業手順書作成などにより作業・変電所運転上の安全も確保し、無事切換を完了した。

図3 板橋変電所の新・旧 24kV キュービクル



電気鉄道地上システム

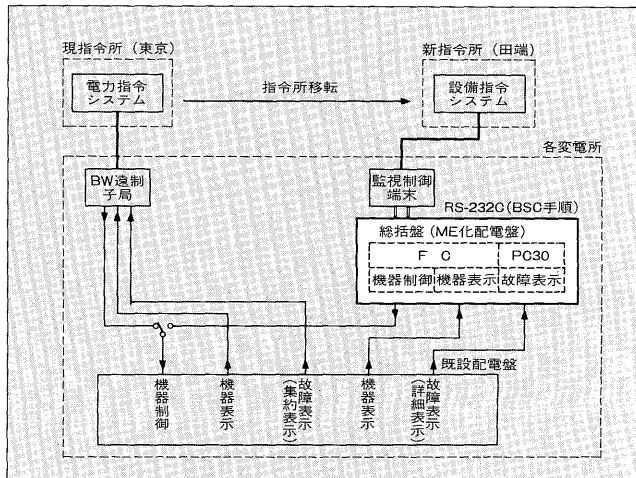
4 東日本旅客鉄道(株)設備指令システム対応の ME 化配電盤

東日本旅客鉄道(株)東京圏設備指令システム導入の一環として、14変電所にマイクロエレクトロニクス(ME)化配電盤を納入した。ME化配電盤では、プログラマブルコントローラ(PLC)を機能ブロックごとに設置しているが、今回のシステムでは遠方制御結合用PLC(FC)と故障表示入力用PLC(PC30)から構成されている。

特長は次のとおりである。

- (1) 遠方制御装置との直列データ伝送方式(BSC手順)を採用したことによる豊富な情報伝送機能の付加
- (2) 将来の配電盤ME化対応が容易に行える高い拡張性
- (3) FCとPC30の分散配置による機能分担およびハードウェアとソフトウェアの標準化

図4 設備指令システム配電盤概要図



5 東日本旅客鉄道(株)盛岡・福島駅配電所用制御保護装置

既設装置の更新用制御保護装置を東北新幹線の盛岡・福島駅配電所に納入した。この装置は、既設装置に対して信頼性、監視・操作性の向上とインテリジェント化を図っている。装置の概略構成および特長は次のとおりである。

- (1) ディジタル保護継電器盤：既設トランジスタ形保護継電器盤との更新が容易な装置形であり、二重化、監視点検機能の充実により高信頼度化を図った。
- (2) プログラムルコントローラ盤：システムの二重化を行い、従来の部分二重化に対して高信頼度化を図った。
- (3) 情報処理装置：状態・故障情報のCRT表示、各種負荷管理データ・故障情報の帳票印字、点検機能のCRT操作化などによりインテリジェント化を実現した。
- (4) 集約形監視制御盤、無停電電源装置、その他。

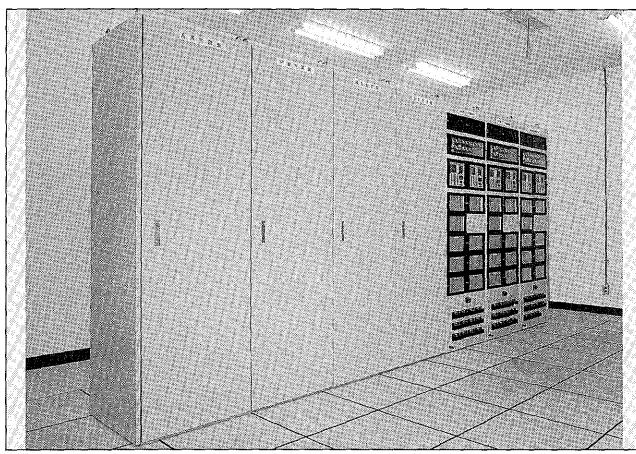
車両システム

1 直流電車駆動用VVVFインバータシステム

大出力容量のIGBT素子を適用した直流電車駆動用VVVFインバータシステムを開発し、系列化を完了した。このシステムの特長は次のとおりである。

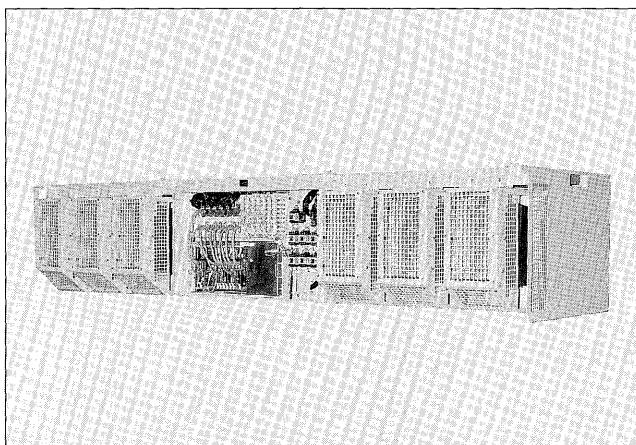
- (1) IGBTを適用した高周波PWM制御によりパルス切換音を低減させ、かつ3レベル制御を採用し高調波電流の低減による低騒音化を達成した。
- (2) 電動機各軸制御方式を採用して空転時・滑走時のトルク変化量を最小限とし、滑らかな加減速を実現した。
- (3) 制御装置は、汎用CPUと高速DSPによるマルチプロセッサ構成、自由度の高いゲートアレー(FPGA)の採用、部品の表面実装などにより高集積化を実現した。
- 入力：直流1,500V（定格）
- 出力：370kVA×4台、三相、交流1,100V

図5 盛岡駅第一配電所の制御保護装置



N99-2197-5

図6 直流電車駆動用VVVFインバータ装置



車両システム

② 東海旅客鉄道(株)300X系新幹線試験車両用電気機器

東海旅客鉄道(株)は、次世代新幹線の総合的システムの技術革新に役立てることを目的として300X系試験車両を開発中で、1994年末に完成予定である。試験は1995年5月から2年間の予定で行われ、当面、時速350kmでの安定走行をめざす。富士電機はこの車両に搭載する電気機器として下記を製作・納入した。

(1) 主変換装置 1台

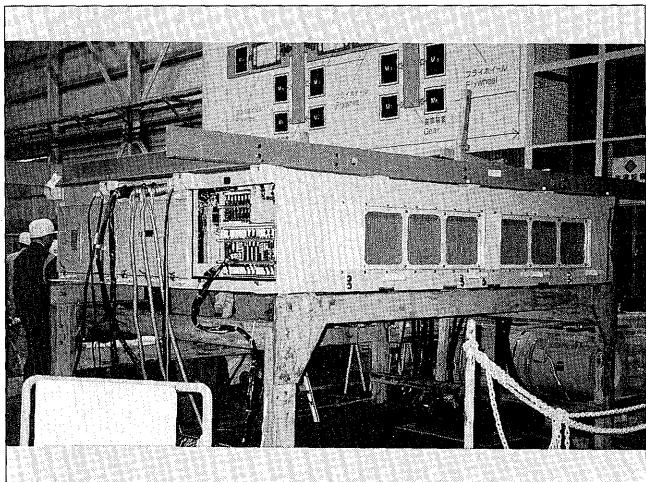
コンバータ部：单相電圧形 PWM コンバータ
(二相並列)

インバータ部：三相電圧形 PWM インバータ
主素子：GTO サイリスタ (4,500V 4,000A)

(2) 主電動機 4台

三相かご形誘導電動機、405kW, 1,580V, 188A,
150Hz, 4,445r/min, H種絶縁、強制風冷式

図7 組合せ試験中の主変換装置

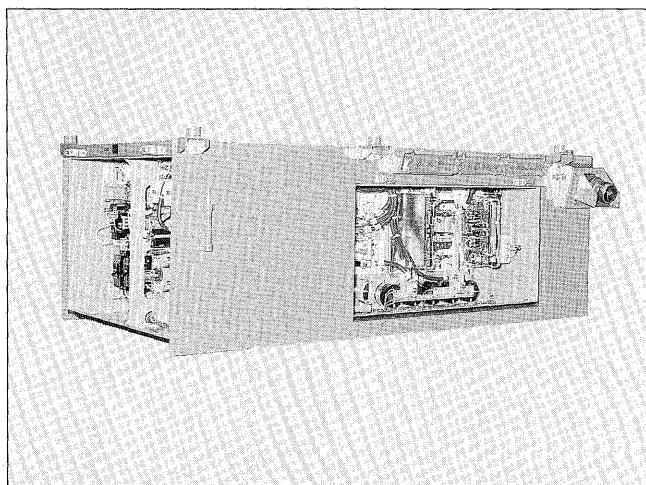


③ 東日本旅客鉄道(株)701系交流電車用補助電源装置

東日本旅客鉄道(株)は、1993年度に引き続き701系近郊形交流電車(第二次車)を投入した。第二次車から補助電源装置として従来の電動発電機に代わり、保守性・効率の向上をめざして静止形が採用された。富士電機はこの静止形補助電源装置を30セット製作し納入した。

これは主変圧器の三次巻線から交流電源を入力し、安定した直流および交流電圧を出力して制御および補助回路機器への給電を行う。直流中間回路には蓄電池が接続されており、交交セクション通過時でも無停電給電が可能である。また、第一次車との併結時、直流出力は電動発電機との並列運転になるが、この点にも配慮した設計になっている。出力仕様は AC100V 単相 3.5kVA × 2 50Hz, DC100V 5kW である。

図8 SC49形補助電源装置



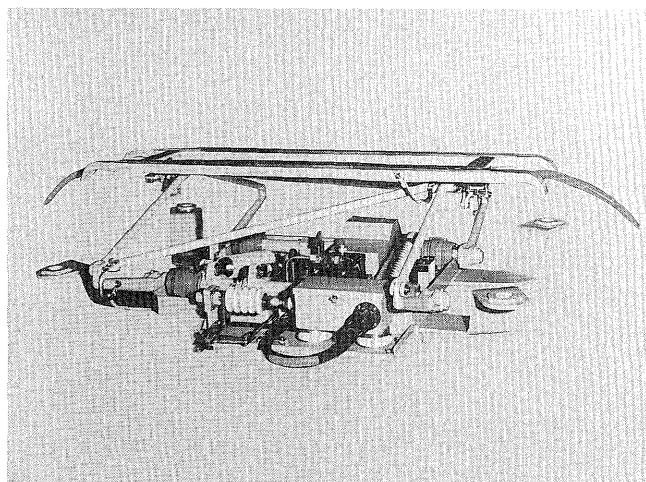
④ 札幌市交通局地下鉄車両用パンタグラフ

札幌市交通局東豊線7000系車両用パンタグラフを45台納入した。高騰化する建設費の低減を図るために、延長部はすい道断面を縮小することになった。この縮小部においても従来の車両で走行するには、折りたたみ高さが低くて作用範囲の大きいパンタグラフの開発が重要課題となる。さまざまな試験検証を重ねて、安定な動作、高性能、長寿命、容易な保守の要望にこたえ、1994年10月から営業運転に使用されている。

主な特長は次のとおりである。

- (1) 各部品の薄形化と導電レール剛体架線に対応する強度を維持して、菱枠形では国内初の折りたたみ高さ 170mm (従来品の 60%) を実現している。
- (2) すり板、舟体の寸法および集電舟の固有振動数を最適にして、しゅう動の安定化を図っている。

図9 札幌市交通局7000系車両用小形パンタグラフ





*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。