

# 東海旅客鉄道(株)及び西日本旅客鉄道(株)向け 新型新幹線用電機品

Electrical Equipment for N700 Series Shinkansen Train

吉田 憲二

■ YOSHIDA Kenji

2007年7月1日に、東海道・山陽新幹線用の新しい車両としてN700系新幹線電車(以下、N700系と略記)が登場した。東芝は、このN700系の開発当初から車両用電機品の中核となる設計・製造担当メーカーとして参画し、このたび量産車用の電機品を東海旅客鉄道(株)及び西日本旅客鉄道(株)に納入した。

現時点での最新鋭の技術を取り入れたN700系は、主変換装置や、静止型変換装置、モニタリング装置、車体傾斜制御装置など、当社の多くの技術を反映した電機品を装備しており、N700系が目指している、速く、経済的で快適な新幹線を実現する役割を果たしている。

The N700 series Shinkansen for the Tokaido Shinkansen Line and the Sanyo Shinkansen Line was put into service on July 1, 2007. Toshiba supplied electrical equipment for the mass-produced N700 series trains to Central Japan Railway Company and West Japan Railway Company as a core manufacturer from the beginning of the project.

The N700 series trains have been constructed with state-of-the-art technologies, and our electrical equipment has contributed to the realization of this fast, economical, and comfortable Shinkansen series.

## 1 まえがき

東海道・山陽新幹線用に新たに導入されたN700系新幹線電車(以下、N700系と略記)は、従来の700系新幹線電車(以下、700系と略記)から更に高速化や快適性、静粛性を追求した車両として計画された。一方で、一般社会で携帯電話やモバイル用パソコン(PC)などの普及が進んだことにより、乗客がそれらの機器を扱う際の利便性を向上させる必要性も高まってきていた。更には、列車の高速化も行いながら、省エネルギー化も実現する必要があるなど、種々の高いニーズを満たすことが課題であった。

N700系では、現時点での最新鋭技術を導入して、高速化や快適性を実現するための装置が開発されたが、これらの装置に東芝の持つ種々の技術が採用されている。

ここでは、N700系の車両システムを支えている当社の技術について述べる。

## 2 車両システムにおける東芝製主要装置

車両システムは、車体自身のほかに、次に示す各種のシステムで構成されている。

- (1) 主回路システム 列車を走らせる主電動機を駆動する
- (2) ブレーキシステム 列車を停止させる
- (3) 補助回路システム 照明などの各装置に電源を供給する

(4) 情報制御システム 種々の装置に制御情報を配信したり、それらの装置の動作状況などを監視(モニタリング)したり、文字や音声による車内案内などの情報を総合的に制御する

(5) 走り装置システム 車体を支える台車を中心に走行中の振動などを抑制する

当社は、主回路システムの中心となる“主変換装置”や、補助回路システムの中心となる“静止型変換装置”、情報制御システムの中心となる“モニタリング装置”、走り装置システムで初めて採用となった“車体傾斜制御装置”などの設計及び製造を担い、N700系用電機品として多数を納入した。また、列車を安全に停止させる“デジタルATC(自動列車制御装置)”にも当社の製品が使用されている。このほか、主変圧器、主電動機及び空気調和装置の製造も担当した。

ここでは、それらのなかから主変換装置、静止型変換装置、モニタリング装置、及び車体傾斜制御装置について、技術と特長を述べる。

## 3 東芝製主要装置の技術と特長

### 3.1 主変換装置

主回路システムの中核をなす主変換装置は、主変圧器の2次側コイルから電源供給を受け、主変換装置内部のコンバータでいったん整流した後にインバータで主電動機を駆動する、3相交流電源を作る装置である。主変換装置は、これらコン

バータ部とインバータ部を内蔵するとともに、素子のスイッチングを制御したり外部情報の授受などを行う制御装置、コンデンサの充電回路、そのほか保護回路などを一式搭載している。この装置1台で1車両分の主電動機4台を駆動することができる。

従来の700系の主変換装置に比べ装置内部の構成はほぼ同じであるが、700系の加速度が最大1.96 km/h/sであるのに対しN700系は2.6 km/h/sに増強して高速化したことによるパワー増加分を考慮して、コンバータの出力電圧を上げて電流を抑制するとともに、低損失の素子を使用して発熱を抑えることに努めた。その結果、高出力でありながら軽量化が実現し、700系用主変換装置に比べて質量比約7%の低減を実現した。車両全体の軽量化や、車体形状の工夫による走行抵抗の低減と併せて、主回路システムも高効率化を図ることによって省エネルギーにも貢献している。

主変換装置の外観を図1に示す。

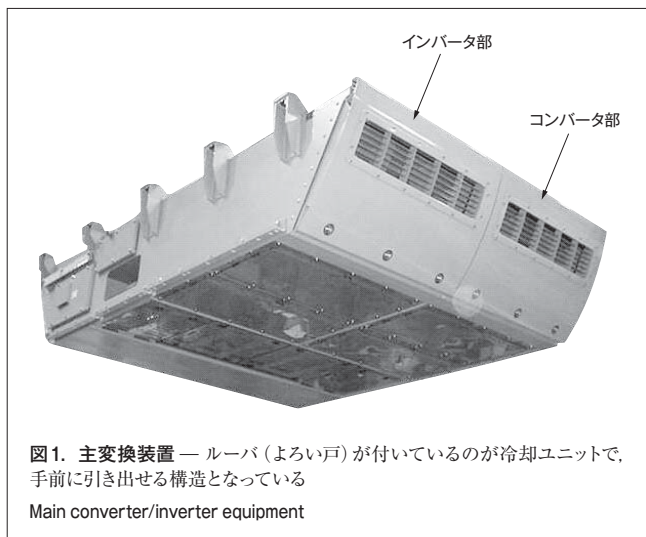


図1. 主変換装置 — ルーバ(よろい戸)が付いているのが冷却ユニットで、手前に引き出せる構造となっている  
Main converter/inverter equipment

コンバータとインバータ部の双方にIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 素子を用いており、新幹線用のインバータとしては初めてキャリア周波数を一定としない方法で、高調波による主電動機の磁歪(わい)音を低減させ騒音の抑制に寄与させている。

また、素子の冷却ユニット(コンバータ部とインバータ部の2種類)は、装置の外部へ枕木方向に引き出せる構造を採り、保守面での作業性を改善した。

### 3.2 静止型変換装置

最近のモバイル化を反映し、乗客のために携帯電話やPC用の電源を準備する要請が高まってきていた。

N700系では、グリーン車の全座席だけでなく、普通車でも座席定員の約40%相当分に商用電源コンセントを設置し、モバイル機器を使いやすくする環境を整えた。

これらの電源容量の増加を賄うため、負荷の変動にも強靱(きょうじん)に耐える当社の瞬時電源補正の技術を生かした、大容量の静止型変換装置(低圧回路用インバータ装置)を開発した。

主変圧器の3次側コイルから、交流440Vに降圧した電源供給を受け、IGBT素子で構成されたコンバータ+インバータで、単相交流100V(60Hz)の商用電源を作り出している。また、車両に搭載しているほとんどの装置の主電源である直流100Vも作り出している。電源供給元の急激な電圧変動や、出力側の負荷変動にも即座に追従して安定した電源供給を行っている。

電源容量の増大による磁歪音の増大に対しても騒音低減対策を行い、騒音に配慮した。

静止型変換装置の外観を図2に示す。



図2. 静止型変換装置 — N700系では、車体側面の曲線部に合わせたデザインとなった。

Auxiliary power source equipment

### 3.3 モニタリング装置<sup>(1)</sup>

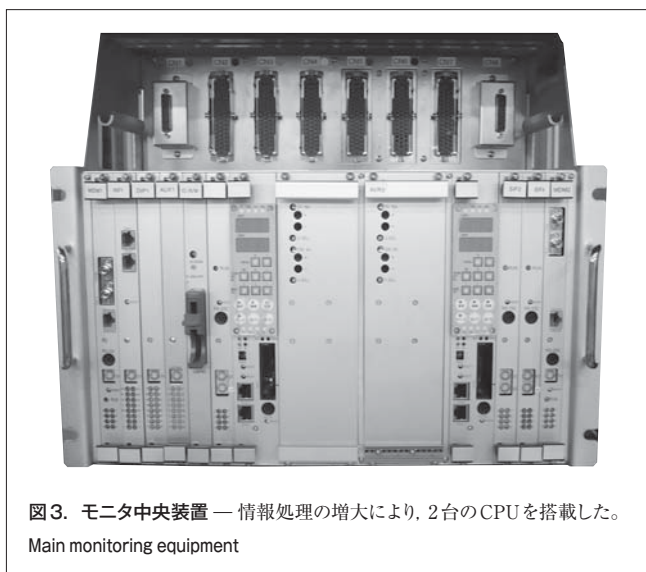
N700系のモニタリング装置は、前後の先頭車両に搭載されて編成内のモニタリング情報を管理する“モニタ中央装置”と、各車両ごとに搭載されて多数の装置と情報通信を行う“モニタ端末器”，及び乗務員に装置の状況を伝えたり一部の機器の操作指令などを行う“モニタ表示器”から構成されている。

新幹線のモニタリングシステムには、モニタ中央装置とモニタ端末器間を結ぶ車両間の情報伝送路に、古くから光ファイバを使用してきた。N700系では、これまでと同様に車両間伝送路に光ファイバを使用しているが、装置の情報収集能力の向上と扱う情報量そのものの増大、そして情報伝達の高速度などの要請を受けて、100Mビット/sの光Ethernetの技術を応用した伝送システムを車両間の幹線伝送路に採用した。このため、100Mビット/s用としてGI(Graded Index)型の光ファイバを初めて新幹線に使用した。

この伝送路は光Ethernetを基本に構築されているが、重要な情報は確実なQOS(Quality Of Service)を確保するなどのカスタマイズを施しており、光モジュールにもリピーター方式を採用してリアルタイム性を確保している。16両編成全体では、モニタ中央装置が2台、モニタ端末器が16台装備されており、光モジュールで数えると全体で18ノード(接続口)で構

成される幹線伝送路は、16両全体でも40 μs前後の遅延に抑えられる性能がある。

モニタ中央装置の外観を図3に示す。



モニタ中央装置は、従来のモニタリング機能のほかに、乗務員の支援機能をモニタ中央装置に取り込んだことや、情報量の強化を行ったことなどから、二つのCPUを装備して処理している。また、各機器のふだんの動作状況をつぶさに記録することにより、各機器の故障の兆候をつかめるようにするため、N700系ではモニタ中央装置、モニタ端末器双方にそれらの情報を記録するための大容量のメモリを装備した。車両間の大容量伝送路は、それらの大量の情報を処理するために役だっている。

また、モニタ端末器と種々の機器との伝送は、これまでの車両と同様にRS-485<sup>(注1)</sup>を用いているが、伝送量の多い一部の機器に、10 Mビット/s又は100 Mビット/sのEthernetを使用している。この伝送路はワイヤ伝送である。

一方で、情報制御システムのマンマシン インタフェースは、車両に搭載されている各装置の機能強化とあわせて、乗務員に伝達すべきモニタリング情報が増えてきたことから、従来の大きさの画面では情報の表示内容が不十分になるおそれがあったため、新幹線のモニタリング装置としては初めて12型液晶を使ったモニタ表示器を採用した。

### 3.4 車体傾斜制御装置

東海道新幹線では曲線区間が多く、また、直線での最高速度も270 km/hとなっている。高速で曲線区間を走行すると、遠心力の影響で乗客の体が曲線の外側に強く押し付けられるような力が働いて乗りごちを悪化させるため、これまでの車

両は曲線で速度を落として走行していた。所要時間を更に短縮するためには、曲線区間の通過速度を高めることが有効とされ、高速で曲線を通しても乗りごちを悪化させないように、N700系では、新幹線で初めてとなる車体傾斜制御のシステムを導入した。

車体傾斜の概念図を図4に示す。



このシステムは、曲線で車体を曲線内側に少し傾斜させることで、乗客が遠心力によって曲線の外側方向に受ける力を和らげるものである。これによって、曲線でも速度を落とすことなくスムーズな走行を維持することができるようになった。乗客も曲線で受ける力が緩和されることで、乗りごちを損なわずに所要時間の短縮を達成できるという大きな効果があり、N700系での大きな特長の一つとなっている。

この車体傾斜制御のシステムは、東海旅客鉄道(株)、川崎重工(株)、及び当社の3社共同で開発し、制御の中心となっている“車体傾斜制御装置”にはN700系にも採用されている当社のデジタルATCの基本技術と同様のフェイルセーフ<sup>(注2)</sup> CPUの技術が採用されている。車体傾斜制御装置はこのシステムの要ではあるが、そのほかにも台車周りの機構部分や、情報の出力元となるデジタルATC及びその情報を伝える制御伝送システムなど、多くの装置が一体となってこの車体傾斜制御システムを支えている。

車体傾斜制御装置は、列車の位置情報を基に曲線位置を検出して、更に位置とそのときの列車速度に応じた車体の傾斜角

(注1) シリアル伝送のインタフェース規格の一つで、最大32個のドライバとレシーバが接続できる。RS-232Cに比べてノイズに強く、高速伝送ができる。

(注2) 誤操作、誤動作による障害が発生した場合、常に安全を維持できる状態になるよう制御すること。

度を計算し、車両に装備されている空気ばねに空気を送り込んで車体を傾斜させる仕組みである。車体傾斜制御装置は、走行位置情報や速度による傾斜量の算出だけでなく、空気ばねの高さを検出して制御量に応じた空気量を増減させるように弁を操作し、傾斜が適切な状態であるかどうかを監視することができる仕組みを装備している。これらの検出系のセンサ回路は、今回新しく開発したものである。

車体傾斜制御装置の外観を図5に示す。

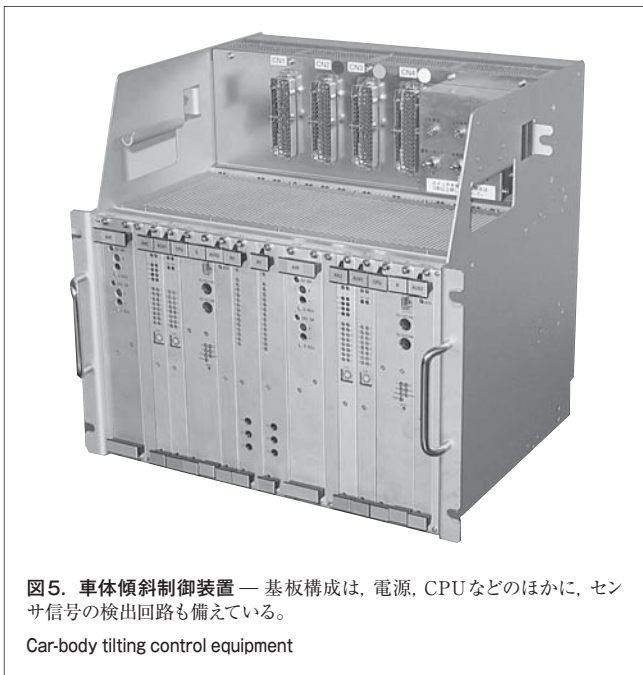


図5. 車体傾斜制御装置 — 基板構成は、電源、CPUなどのほかに、センサ信号の検出回路も備えている。

Car-body tilting control equipment

## 4 あとがき

N700系は、より速く快適に走行できるように工夫された技術を満載し、2007年7月1日から営業運転を開始した。また、従来の車両に比べて快適な車内環境を提供しているだけでなく、高速化を達成しながら省エネルギーにも貢献している。その主要装置には当社の種々の技術が活躍している。

今後も当社の技術を更に高め、乗客に、より愛される車両となるよう貢献していきたい。

## 文 献

- (1) 鴨 雄史, ほか. より安全, 快適に, そして魅力を高める次世代車両情報システム. 東芝レビュー. 58, 9, 2003, p.6-9.



吉田 憲二 YOSHIDA Kenji

産業システム社 交通システム事業部 交通車両システム技術  
部主務。鉄道及び車両システムの技術開発に従事。  
Transportation Systems Div.