

## 車両情報制御伝送システム の開発



中村 信彦\* 安井 義隆\*\* 古田 良介\*

新幹線高速試験電車(FASTECH360S)は、300km/hを超える速度での走行を目標として開発を進めており、車両情報制御伝送システムによって主回路・制御回路やブレーキ回路の一元制御を行うことで、高度な編成制御を実現するとともに、伝送化による車内配線の削減を行い、ラダー型接続のワイヤーによる高速伝送方式によって信頼性やメンテナンス性の向上を図っている。さらに、車内高速ネットワークを中心とした情報システムの搭載により、各車両において走行試験に必要な情報の配信や前方カメラ画像の表示ができる機能を有しており、今後はお客さまサービスの向上を目的とした情報ネットワークのインフラとして活用可能である。

●キーワード：車両情報制御装置、車両間伝送、編成制御、車両内LAN

### 1 はじめに

FASTECH360Sのコンセプトにある走行速度の向上、信頼性の確保を実現するために、新幹線の高速化に寄与し、かつ信頼性、メンテナンス性の向上を目的として、車両情報制御伝送システム：S-AIMS (Shinkansen Advanced train Information Management System) の開発を行った。S-AIMSの開発コンセプトは次のとおりである。

- (a) システムの信頼性向上
- (b) 制御系システムにおける10Mbps高速メタル線伝送の確立
- (c) 力行・ブレーキ機能における高度な編成制御の実現
- (d) 制御・モニタ機能の統合・集約による車両間引き通し線、車内配線数の削減
- (e) 試験電車として、試験・測定を円滑に実施できる、車内高速ネットワークインフラの実現

S-AIMSは従来の車両に搭載されていた伝送システムの特長を活かしつつ、ハードウェアの仕様向上によって更なる性能の向上を行うとともに、システムの見直しにより信頼性の高いシステムとなるよう開発を行った。あわせて、情報技術の急速な発展を見据えて、汎用性の高い車両内の情報ネットワークシステムを開発することで走行試験における情報配信機能に供するだけでなく、今後のお客様への情報提供技術の導入に必要な基盤を築くことを目的としている。

### 2 システムの構成

S-AIMS全体のシステムブロック図を図1に示す。

S-AIMSは車両に搭載された編成内の各機器(主変換装置:CI、ブレーキ制御装置:BCU、補助電源装置:APUなど)をソフトウェア論理と伝送機能を用いて車両全体で統合制御しており、大きく分けて次の二つの機能を有している。

- (a) 車両を制御し、運転台の表示器で状態をモニタする「制御系システム」
- (b) 高速な車内高速ネットワークをはじめとする試験用情報インフラを有する「情報系システム」

#### 2.1 制御系システム

「制御系システム」は、両先頭車に、中央A、中央B演算ユニット、中間車両各車に端末演算ユニットを搭載し、それぞれが基幹となる車両間伝送により接続している。車両床下に搭載した端末演算ユニットの外観を図2に示す。中央演算ユニットおよび端末演算ユニットは内部で2重系を構成し、主となる1系側が故障した場合には2系側でバックアップ動作を行う。

また、運転台に各2台、運転台後方デッキに1台の12インチ車両情報表示器を搭載し、



図2 S-AIMS端末演算ユニットの外観

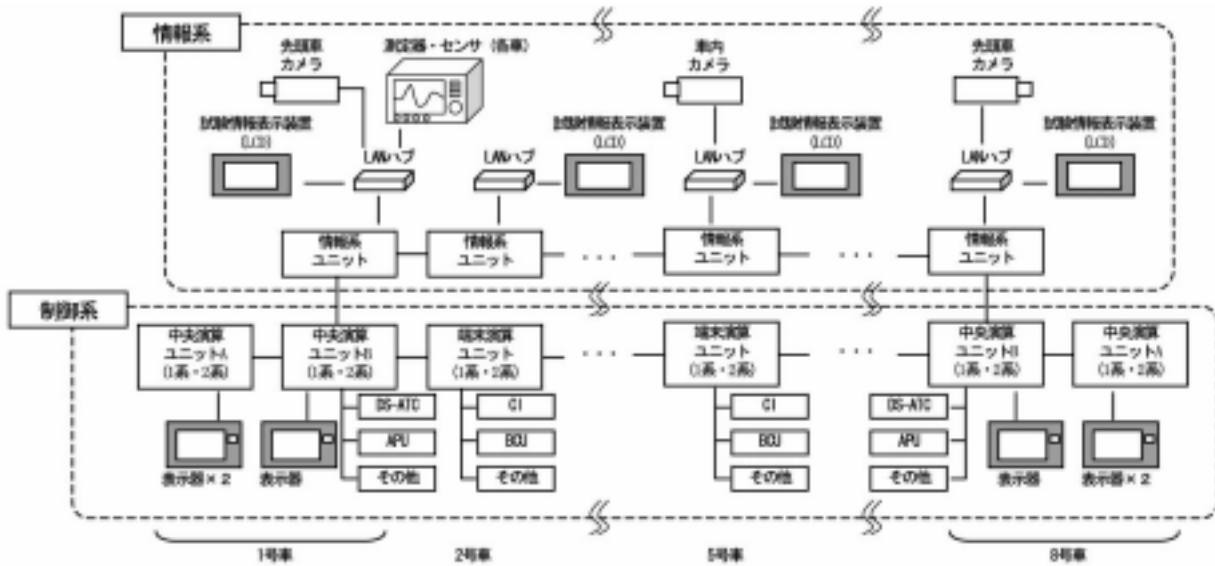


図1 S-AMSのシステムブロック図

車両の状態表示、機器の設定などを行うとともに、運転台の表示器では先頭車・客室に設置したカメラ画像が表示可能である。

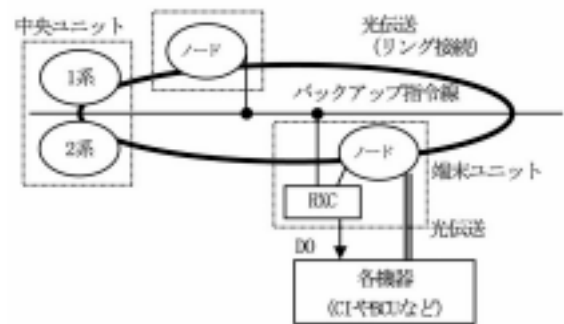
## 2.2 情報系システム

「情報系システム」は、各車両に設置されたハブを中心とする車両内LANと情報系ユニットによって車両間で通信を行う車両間LANを構成しており、走行試験における測定を円滑、精密に実施するための高速な車内汎用ネットワークインフラとして機能している。

各車両の客室には図3に示す試験情報表示装置(22インチディスプレイ)を設置しており、速度やキロ程といった試験走行での測定に必要な情報や車両の状態、先頭車・客室に設置したカメラ画像が表示可能である。



図3 客室内の試験情報表示装置



従来の新幹線における光によるリング型伝送 端末ユニットの故障時には、電線によるバックアップ指令により、主変換装置、ブレーキへ接点出力を行い、力行・ブレーキ制御についてはバックアップが可能であるが、故障した端末ユニットの車両に搭載されている機器のモニタ機能が制約されていた。

S-AMSでは、制御系システムの車両間伝送方式として、図5に示す10Mbpsのラダー型電気伝送方式を採用することにより、完全2重系構成とした。

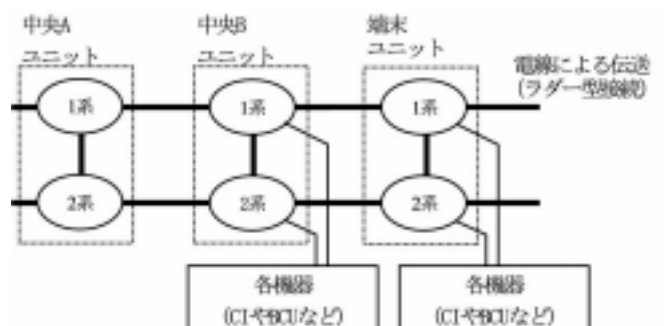


図5 S-AMSにおける電線によるラダー型伝送

## 3 制御系システムの伝送

### 3.1 ラダー型伝送による信頼性の向上

従来の新幹線では車両間伝送方式として、図4に示す伝送速度2.5Mbpsのリング型光伝送を採用している。

システム内で故障が発生しても各号車における演算処理部は2重系であるため、直ちにシステムの異常とはならない構成としている。

さらに、図6に示すように、ラダー型伝送を用いたバックアップ方式を採用することで、伝送不良発生時において信頼性低下の原因となる切換回路、切換処理を排除し、シンプルな構成とすることで、従来システムと比較して、制御機能、モニタ機能ともに冗長性が高まり、信頼性が向上している。

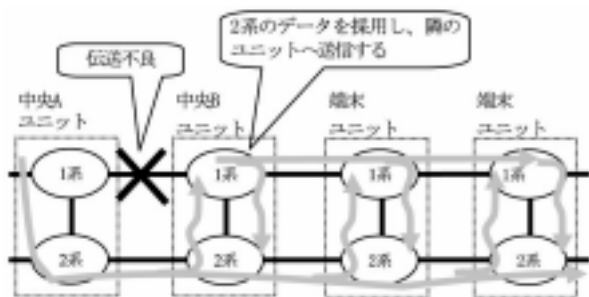


図6 伝送不良時のデータの流れ

### 3.2 伝送の高速化とメンテナンス性向上

制御系システムの電線による伝送速度の高速化を図るため、伝送ドライバICを新たに開発することで伝送速度を10Mbpsとし、従来の25Mbpsと比較して大容量のデータを伝送可能とした。

また、在来線車両で実績のあるツイストペア電線による電気伝送の採用により、従来の光伝送では必要であった、光モジュールの調整などが不要となり、メンテナンス性が向上している。

### 3.3 引き通し線、車内配線の削減

S-AIMSによる高速・大容量の伝送によって、制御関係の指令線だけでなくサービス機器の指令線についても伝送化を図ることができ、従来の新幹線と比較して車両間の引き通し線を約20%削減した。

また、S-AIMSに制御情報を集約することで従来のモニタ装置で実施していた入出力信号を伝送化し、図7に示すようにユニット表示灯などの各種表示灯をS-AIMSの表示画面に取り込んだことで、従来の新幹線よりも約20%の車内配線の削減を図るとともに各車配電盤表示灯を廃止した。

これらは、配線作業コストを削減するとともに車両質量の軽減による高速運転へ寄与している。

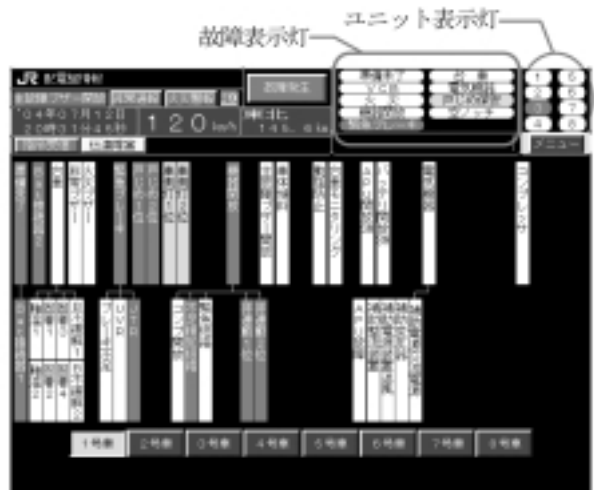


図7 S-AIMSによる各種表示灯の表示状態

## 4 S-AIMSによる編成制御

S-AIMSの伝送の特徴である車両全体の一元制御を利用して、編成全体の動作を考慮した制御を行うことにより、安全を配慮した高速運転が可能となる。

S-AIMSが行っている代表的な編成制御を次に述べる。

### (1) 編成トルク制御・編成ブレーキ力制御

車輪の駆動力を有効にレールに伝えるために空転・滑走が発生した場合には編成内の軸位に応じた最適なトルク配分を行い、主変換装置へ指令を行うことで、編成全体の加速力を確保している。

また、ブレーキエネルギー回生率の向上、制輪子の磨耗減を図るために、回生ブレーキ負担率を極力引き上げ、可能な限り回生ブレーキで編成ブレーキ力を負担する制御(T車遅れ込め制御)を行うことで編成全体のブレーキ力を考慮した最適なブレーキ制御を可能とした。

また、試験車仕様として、各車の減速度をパラメータ化することにより、柔軟な設定変更を行い、様々な試験データの採取を可能としている。

図8に、編成ブレーキ力制御時のS-AIMS画面を示す。

### (2) 力行応荷重制御

編成内でバランスの取れた力行制御を行えるように編成全体の制御AS圧から各車の制御AS圧に応じて荷重配分した力行指令相当量を、主変換装置に対して送信している。

また、試験要素としてS-AIMSから応荷重制御の実行切替指令や、各車の応荷重を主変換装置に対して指令可能である。

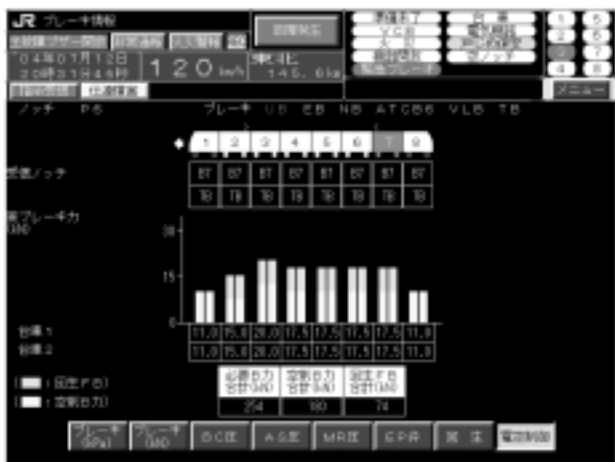


図8 S-AIMSによる編成制御表示(ブレーキ制御画面)

(3) 定速制御

従来の新幹線では、各車の主変換装置にて各々が認識している基準速度と現在速度を用いて定速制御を行っていたが、試験車ではユニット間の負荷アンバランスを制御するために、定速スイッチ押下時の速度(=基準速度)と現在速度をS-AIMSから各主変換装置へ伝送し、定速制御を行っている。

5 情報系システムの構築

図9に情報系システムにおける車内高速ネットワークの構成を示す。本システムは、前述のように車両間LANと車両内のLANを構成した汎用のネットワークであり、車両編成内で測定用情報(速度、キロ程)の配信だけでなく、カメラ画像の伝送や各種試験・測定車両をまたぐ通信手段として使用している。

5.1 車両間LANの特長

車内高速ネットワークの構成に不可欠である車両間LANについて次に特長を述べる。

(1) ツイストペア線による高速伝送

車両間LANには広帯域周波数に複数の伝送キャリア(伝搬波)を重畳する伝送方式を適用することで、一般的な鉄道車両用シールドツイストペア線上で最大物理速度100Mbpsの高速伝送を実現している。

(2) 耐ノイズ性

ノイズ影響を最も受けやすい車両間LANでは、複数の伝送キャリア(伝搬波)による伝送を採用し、一部の伝送キャ

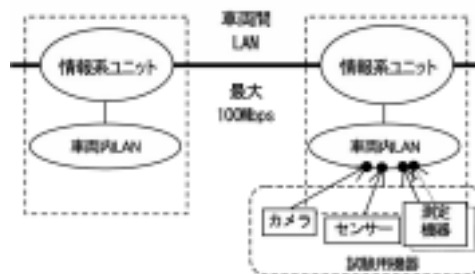


図9 車内高速ネットワーク構成

リアが影響を受けても他の伝送キャリアで補うことで、途切れない、安定した伝送が可能となった。

5.2 試験用電車としての機能

車内高速ネットワークインフラをベースとして、試験環境の充実を目的に次の走行試験支援機能を実現している。

- (a) 客室に設置した試験情報表示装置(LCD)での車両情報および試験情報の表示(図10)
- (b) 先頭車・車内に設置したカメラの映像配信
- (c) 測定用情報(速度、キロ程)の測定機器への配信
- (d) 車両案内表示・コンテンツなどの評価画面の表示(図11)

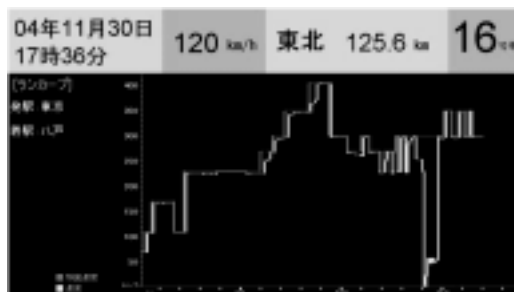


図10 試験情報表示装置の表示例(ランカーブ表示)



図11 試験情報表示装置の表示例(車両案内表示)

6 おわりに

本開発により従来の車両情報制御装置と比較して信頼性や機能の向上を図ることができ、新幹線高速試験電車に必要な性能を有することができた。

さらに、これまで積み重ねてきた車両情報制御技術の集大成として、今後も機能拡張を図っていく予定である。