

# 3214 走行試験用分散計測システムの構築事例

○徳丸 琢也 (JR 東海)

坂口 彰 (JR 東海)

## Case Study of Distributed Measurement System for Vehicle Running Tests

Takuya TOKUMARU, Central Japan Railway Company 1545-33, Oyama, Komaki City, Aichi Pref.

Akira SAKAGUCHI, Central Japan Railway Company

We have been advancing the development of technologies for brush-up of railway technology leading to a new maintenance, energy savings and increasing comfort to make rail transportation services higher. We present the overview and features of distributed measurement system on the scale of 1,000 channels which was developed for the test vehicle running tests, utilizing an IP network.

*Keywords:* vehicle running tests, distributed measurement system, experiment, IP network, bandwidth control

### 1. はじめに

JR東海では、東海道新幹線をさらに安心・快適にご利用頂くため、快適性向上・省エネルギー化や新しいメンテナンスにつながる開発など、より高いレベルの鉄道輸送サービスを提供すべく鉄道技術のブラッシュアップのための技術開発を小牧研究施設にて進めている。

これら、東海道新幹線の競争力強化のための質的向上を図る技術開発を進める上で、走行試験による大量のフィールドデータの取得・解析は、欠くべからざるものであり開発上の重要なプロセスと位置づけ、その高精度化・効率化、迅速化等の質的向上に取り組んできた。

本報告では、N700系を用いた走行試験向けに開発した、IPネットワークを活用した1,000ch規模の分散計測システムの概要及び特徴について紹介する。

### 2. 走行試験計測の効率化・省力化

新幹線を用いた走行試験においては、貴重な走行機会を十分に活用するため、車両の挙動解析・評価、運転曲線や消費電力等の編成全体の挙動計測と並行して、個別機器や特定事象を対象とする多数多様な計測を実施してきたが、数回走行のみの試験が多く頻繁な計測架設・撤去作業が発生すること、個別架設ゆえに試験時に多くの要員が必要となることが懸案となっていた。

そこで、N700系を用いた走行試験の実施に向けて、走行試験の効率化・省力化を図るべく、複数の試験計測を一括して実施可能なシステムとして、分散計測システムを開発した。

### 3. システム仕様

#### 3.1 概要

本システムは、迅速な架設変更と架設コストの低減を図るため、複数の号車に分散配置した移動可能な計測拠点と、固定設備として編成全体に敷設した計測LANで構成した、各種試験の計測信号を一括して収録するシステムである(図1)。

システムには、車両各機器・部位に架設した複数の試験項目のセンサ・プリアンプ出力をデータ収集ニーズに合わせて各号車に分散配置したデータコンディショナ(集約装置)にて集約・デジタル化・物理量変換し、全号車間を引き通したネットワーク経由で記録装置に一括集約・保存する機能を実装した。

なお、システム構成は、ネットワーク類の固定設備と集約装置他の移動設備を組み合わせた構成とし、多様な試験に柔軟に対応可能な構成とした。

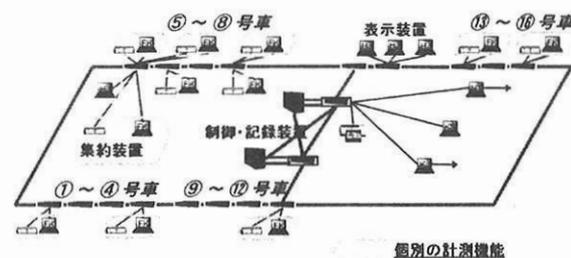


図1 ネットワーク構成

#### 3.2 システムネットワーク

固定設備のうち、ネットワークスイッチ、光ファイバで構成したネットワークについて説明する。

編成全号車にネットワークのアクセスポイントであるエッジスイッチを設置した。これにより個別の計測機能の接続・撤去を容易にしている。スイッチ間の接続には車両間絶縁を考慮した光ケーブルを用い、編成内のユニット電源落下も想定したパターンに拠ってリングを構成した。

リング上での障害発生時に障害点を迂回するため、冗長化したバックボーンスイッチにてリングの一部を架橋し、変形2リング型(日の字)のトポロジー構成とするとともに、高速な経路切替機能(Ethernet Ring Protection)

を実装した上で、接続機器の制御・監視、データ転送、表示情報、列車情報の他、試験項目別にプライベートネットワークを提供するために複数のVLAN（ヴァーチャルLAN）を設定した（表1）。なお、バックボーンスイッチの設置により各VLAN間の相互接続を可能としている。

この堅牢性を高めたネットワーク上に、エッジスイッチ用電源、集約装置、サーバ（制御・記録装置）・PC類等数10台の機器を接続し、計測インフラとしての役割を担う計測システムを構築した。

表1 主なVLANセグメント

- ・制御
- ・データ転送
- ・波形監視用
- ・監視等
- ・個別試験項目向け（※複数）

### 3.3 分散制御

システム設計においては、ネットワーク帯域の確保が最大の課題となった。

複数の計測拠点のデータを集約する場合、集約規模に比例したデータ経路の帯域とサーバ（記録装置）の処理能力の確保が必要となる。そのため実システムの構築に先立ち、必要な計測点数を満たすための集約装置の接続台数を想定し、システムが具備すべきネットワーク帯域とサーバの記録性能を検証した。

具体的には、集約装置出力、伝送系、記録装置上でのデータ処理・媒体書込速度の各帯域について、ボトルネックと成り得る要因と、ワーストケース時、特にネットワーク障害時の影響伝播状況想定を机上にて検討した上で、実機を調達し、模擬負荷装置を用いたベンチ試験により検証した。

その結果、ネットワークにて一時切断障害が発生した後の障害解消時に、集約装置内でバッファリングされたデータが再送されるために転送帯域が極大化し、車上の振動環境下に設置可能なサーバの処理能力を超えるデータが到達、処理が破綻する恐れがあることがわかった。

そこで、帯域の極端な増大を抑制するため、分散配置した複数の集約装置から記録装置へのデータ転送スケジュールを記録装置側で制御し記録装置が安定動作する帯域以下まで転送帯域を抑える仕組み（図2）を開発した。

この結果、スケールアップと耐振動性能の低下がトレードオフの関係にあるサーバ性能上の課題の回避及び集約装置メーカーが提供するソフトウェアを用いる場合の運用台数上限を超える規模での安定稼働を確認できたことから、N700系用実機を調達、本システムを構築した。

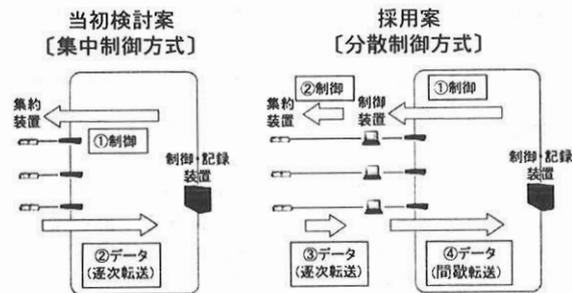


図2 集約装置の制御方式

### 3.4 リアルタイム波形監視機能

任意の号車に設置した任意台数の波形観測用PC上にて、全ての計測点から任意の複数点を選択して数値・時系列波形をリアルタイム監視可能な仕組みを、IPマルチキャスト機能を用いて実現した（図3）。

ルーティングプロトコルにはPIM-SM, IGMPを用いて、計測中のPC接続を可能にした。

その他、機器障害の発生を迅速に把握する状態監視機能を、SNMP他を用いて実装した。



図3 リアルタイム波形監視表示例

### 4. 運用実績

平成19年の稼働開始から現在まで、重大なデータ欠損を起こす事無く、N700系試験車両上での計測インフラとして安定稼働を継続している。N700系、N700A向けの重要な技術開発成果である車体傾斜装置や中央締結ブレーキディスクの計測等、運用実績を重ねつつある。

### 5. おわりに

新幹線走行試験に供する、多種多様なセンサ信号を高精度で一括収録する分散計測システムを開発した。

N700系を用いた走行試験向けに本システムを構築し、計測業務の省力化、効率化を実現した。

### 参考文献

- 1) 徳丸琢也: 新しい車上計測・データ管理システムの開発, 第45回 鉄道サイバネ・シンポジウム論文集, No.531, 2008.11