

211・205系用情報送受信装置の開発



小島 央士* 井上 健造* 辺田 文彦* 渡邊 貴志*

ダイヤ乱れの早期復旧を目的に開発してきた運用トータル管理システムは、209系以降の新形式車両が配置されている線区を対象にしており、211系や205系等モニタ表示装置を搭載していない車両が配置されている東海道線、埼京線等には対応していない。

そこで、運用トータル管理システムの使用線区の拡大を図るために必要となる車両側の装備として、低コストで車両に搭載可能な情報送受信装置および簡易的なモニタ装置を開発した。本開発では一定の成果が得られ、現在計画されている在来線列車無線のデジタル化において展開されることとなっている。

●キーワード：運用トータル管理システム、TIMS、MON 8、仕業カードシステム

1 はじめに

首都圏では超高密度な運転が行われており、ひとたび人身事故、踏切事故など重大事故が発生すればもちろんのこと、数分程度の列車停止などでも正常な運行に対して多大な影響を及ぼし、大きな輸送混乱へとつながる。

このような中、ダイヤ乱れの早期復旧を図ることを目的に、運転通告や乗務員への情報伝達、車両・乗務員運用の整理作業を支援する運用トータル管理システム（「通告伝達システム」「車両運用整理支援システム」「乗務員運用整理支援システム」「乗務員用携帯情報端末」）の開発を進めてきた。運用トータル管理システム（図1）では、車上から地上に逐次送信される位置情報（編成番号、列車番号、現在駅名、駅間キロ程、担当乗務員の行路番号等）がキーポイントとなっており、車両の現在位置、編成割り当て、乗務員の乗務実績把握、通告送付先の特定にこの情報を使用している。これまでの開発ターゲット線区としてきた中央総武緩行線の車両（209系、E231系）では、搭載されている車両制御伝送装置（MON）や車両情報管理装置（TIMS）等により、位置情報が管理されていたため、通信機器及びプロトコル変換機能を有する情報送受信装置を接続すれば、位置情報や通告の送受信を地上装置と行うことができた。

しかし、運用トータル管理システムを首都圏で展開するには、MON、TIMSを搭載していない車両についてもこのような仕組みを車両に設ける必要があった。



図1 運用トータル管理システム

そこでMON、TIMS非搭載であり、かつ今後も使用計画のある211系や205系をターゲットに、簡易的な情報管理機能（簡易モニタ装置）を兼ね備えた情報送受信装置の開発を行った。

2 開発概要

2.1 開発のポイント

本開発ではこれまで開発してきた通告伝達システムの車上装置をベースに、以下の項目をポイントとして開発を進めてきた。

(1) 情報送受信装置

通告伝達システムで開発した情報伝送機能、プロトコル変換機能等を有すること。

(2) 簡易モニタ装置

乗務員室が狭小な環境においても設置可能とし、かつ低コストシステムとする。また、モニタ表示器におけるGUIは、現行MON、TIMSと同等とする。

(3) 分割／併合線区でのデータ送受信方法

単編成、併合編成の別に関わらず、一列車につき一つの通信機器のみがデータ送受信を行うようにコントロールする。また車上から送信する位置情報には、自編成の情報のほか、併合編成の情報を加える。

(4) 車両間伝送

地上から受信した通告等のデータは、自編成および併合した隣接編成の運転台簡易モニタで共有する。また分割・併合時は、データ授受により列車内の蓄積情報を共有化する。

(5) 既存引き通し線を利用した車両間伝送

DC100V加圧引き通し線を活用することにより、車両の大幅な装改造を行うことなく、車両間で安定した伝送システムを構築する。

2.2 車上システム概要

簡易モニタ装置は、カードスロット部とコネクタ部に分かれる。カードスロットには電源カード、CPUカード、DLANカード(DoPa接続用)及び情報送受信機能を盛り込んだWMS(Web and Media Server)カードが内蔵されている。また外部コネクタはモニタ表示器、ICカードR/Wと接続するほか、引き通し線を介して他号車の簡易モニタ装置と接続される(図2)。

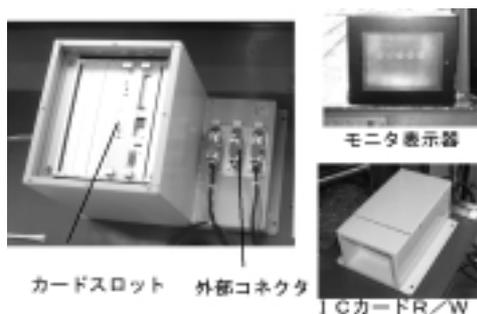


図2 車上装置

2.3 機能概要

2.3.1 車両間伝送機能

今回、車両間のデータ伝送に使用する既存引き通し線は単線2本であり、ツイストペア線と比較して、データ伝送時にノイズ影響による信号減衰が大きく、長大編成では伝送不良が懸念される。このため“バケツリレー”で短区間をデータ伝送する1対向接続ベースバンド伝送方式を採用した。

2.3.2 仕業カード情報表示機能

従来のモニタ装置と同様に、仕業カード内のダイヤ情報を取得することにより、「行路選択画面」「運転情報画面」等、乗務員支援表示を行う。「運転情報画面」については、駅名・時刻

のスクロール表示や、走行距離演算機能についても従来どおりである。

2.3.3 車上地上間伝送機能

車上地上間通信には(株)NTTドコモのバケット通信(DoPa)を使用し、伝送手順については、通告伝達システムで製作した手順を流用した。

無線機(バケット通信端末:図3)は、デジタル列車無線を考慮して、各運転台の簡易モニタ装置毎に設置・接続するが、無線区間のトラフィックを極力小さくするため、一次局簡易モニタ装置に付属する無線機を代表無線機として扱い、編成内で地上システムと通信できる端末はこの代表無線機1台のみとした。また、編成併結により複数の代表無線機がある場合には、代表無線機をさらに選択する。この他、簡易モニタ装置故障もしくは車上-地上間通信不可など、無線機の動作を保証できなくなった場合に、隣接する無線機を代表無線機とする機能も付加した。



図3 バケット通信端末(DoPa)

2.3.4 位置情報伝送機能

自列車の位置情報として、編成番号、列車番号、現在駅、駅間キロ程、担当乗務員番号等の各データを逐次伝送する。これらのデータは車両電源投入、列番設定、運転士乗継、仕業カード抜取時など列車の状態変化時毎に伝送されるとともに、5分周期でも伝送される。

2.3.5 通告伝達機能

輸送混乱時に必要となる運転通告業務の負担軽減、輸送サービス向上を目的に、指令と乗務員間で情報を直接伝達する機能であり、具体的には、通告内容のモニタ表示機能、受領確認機能、失念防止支援機能、通告データ蓄積機能などを備える。

3 現車試験

3.1 試験システムの構成

機能確認を行うために構築した試験システムを図4に示す。車上システムについては、基本編成1号車・10号車、付属編成11号車・15号車の各運転台に簡易モニタ装置、運転台モニタ表示器、ICカードR/W、DoPa通信端末およびアンテナを設置し、車両間伝送が長距離になる基本編成については、4号車

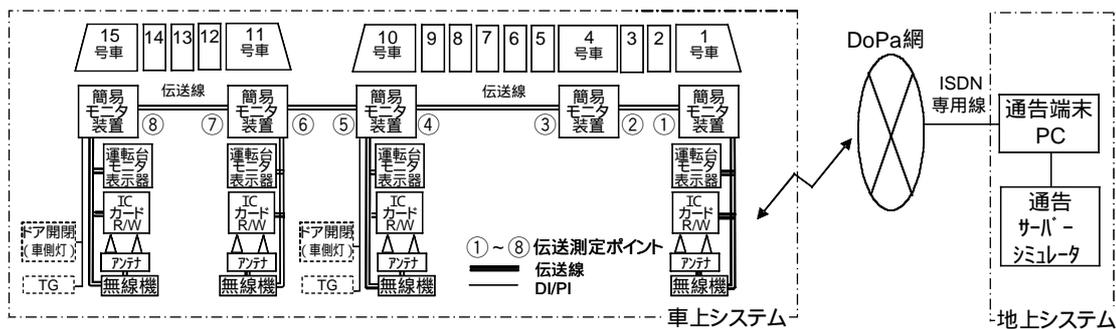


図4 試験システム構成

にリピータとして簡易モニタ装置を設置した。また車上～地上間の通信試験を行うため、DoPa網を介して、地上システムとして通告端末パソコン、通告サーバシミュレータを設置した。

3.2 試験結果と考察

3.2.1 アプリケーション

(1) 仕業カード情報表示試験

事前に仮行路をダウンロードした仕業カードを、運転台に仮設したICカードR/Wに挿入し、各運転台におけるモニタ表示器の表示状態(図5)を確認した。組成状態としては基本編成・付属編成15両での試験、分割および併合試験を行い、すべて良好な結果が得られた。

(2) 回線接続および位置情報伝送試験

各運転台における回線接続状態(図5)が常に「オンライン」となっており、地上との接続が問題なく行われていることを確認した。また車上から地上装置にむけて送信する位置情報についても、電源立ち上げ、列車設定などの状態変化毎、および一定周期に地上システムで受信確認ができ、これらの情報の運用トータル管理システムでの使用に問題ないことが確認できた。

各運転台モニタ表示器で、伝送状態表示画面(図6)を確認した結果、分割/併合試験および無線機故障模擬試験において、代表無線機の遷移を確認できた。

(3) 通告伝達機能確認試験

通告サーバシミュレータから、試験データとして送信された通告データについて、各運転台での表示、受信確認操作を行い、機能を満足していることを確認できた。代表無線機の遷移を確認できた。



図5 仕業カード情報表示画面例



図6 伝送状態表示画面

3.2.2 車両間伝送

(1) 車両間伝送試験Ⅰ

図4の車上システムにおいて伝送線2本を予備線とし、①～⑧の各ポイント(送信点および受信点)における送信電圧および受信電圧を計測するとともに、伝送誤り率の計測も行った。

$$\text{伝送誤り率(\%)} = \frac{\text{エラー件数}}{\text{送受信パケット数}} \times 100$$

表1に示すとおり、全ての測定ポイントにおいて、送信電圧に対し受信電圧が低下しないことを確認した。また、各号車の簡易モニタにおいて、伝送パケット数に対する伝送誤り率は、いずれの測定ポイントでも0%であり、伝送エラーがないことを確認した。これは、伝送線で使用した予備線間の離隔距離が非常に短く(近い位置にぎ装されている)、線路インピーダンスが小さかったためであると考えられる。

表1 各測定ポイントにおける送受信電圧

| 測定ポイント | 送信電圧 | 受信電圧 |
|--------------------------|----------|----------|
| No.1, No.2 【1-4号車間】 | 23.4Vp-p | 23.4Vp-p |
| No.3, No.4 【4-10号車間】 | 23.4Vp-p | 23.4Vp-p |
| No.5, No.6 【10-11号車間】 | 24.6Vp-p | 24.6Vp-p |
| No.7, No.8 【11-15号車間】 | 23.4Vp-p | 23.4Vp-p |

Vp-p : Volt peak to peak

(2) 車両間伝送試験Ⅱ

長大編成におけるリピータの必要性を検証するため、4号車リピータ機能を外し、予備線2本を伝送線とした状態で、(1)と同様の試験を行った。計測ポイントは基本編成①④のみとした。

各測定ポイントにおける送信電圧を表2に示す。(1)のリピー

タがある場合と比べ、受信電圧は若干小さく17.8Vp-pになっている。これはリピータを外すことで、簡易モニタ装置間の距離が長くなったためであると考えられる。しかし伝送誤り率は0%で伝送エラーがなかった。以上のことから本試験で用いた基本編成10両ではリピータが不要と判断できる。

表2 各測定ポイントにおける送受信電圧

| 測定ポイント | 送信電圧 | 受信電圧 |
|-------------------------|----------|----------|
| No.1, No.4 【1-10号車間】 | 22.5Vp-p | 17.8Vp-p |

(3)車両間伝送試験Ⅲ

(1)(2)の試験では、予備線を簡易モニタ間の伝送線として使用したが、予備線を確保できない車両もあるため、既に100V加圧線として使用している線を伝送線として活用可能か確認した。試験では加圧線として連絡ブザー線1本を用い、もう1本は予備線を用いた。計測ポイントは基本編成の①④とし、リピータ機能を外した。

車両間伝送を実施した際、連絡ブザーが誤動作しないことで、既存加圧機能に影響のないことは確認できた。しかし表3の送受信電圧を示すように、(2)の予備線2本使用の伝送と比べ、受信電圧は低く8.28Vp-pとなっている。これは、2線間が大きく離隔している(遠い位置にぎ装されている)ため線路インピーダンスが大きくなり、これにより減衰量が大きくなったことで、受信電圧が小さくなったものと考えられる。

表3 各測定ポイントにおける送受信電圧

| 測定ポイント | 送信電圧 | 受信電圧V |
|-------------------------|----------|----------|
| No.1, No.4 【1-10号車間】 | 22.5Vp-p | 8.28Vp-p |

またブザー鳴動による影響を確認するため、試験では(A)ブザー鳴動状態を継続、(B)ブザー鳴動(入り)⇔切りを1秒毎に繰り返し、(C)ブザー鳴動(入り)⇔切りを手動にて高速繰り返し、について行い、その伝送誤り率結果を表4に示す。

ブザー鳴動(入り)⇔切りの周期を短くするのに従い、誤り率が高くなっていることがわかる。これはブザー鳴動(入り)/切り時に発生するノイズ(図7)が原因で伝送波形が歪み、伝送エラーが起こったと考えられる。

伝送誤りについては、エラー発生を考慮した再送処理など誤

表4 伝送誤り率結果

| 測定ポイント | 各試験ケースの誤り率(%) | | |
|--------|---------------|------|------|
| | A | B | C |
| 1号車 | 0.01 | 0.19 | 0.86 |
| 10号車 | 0 | 0.04 | 0.11 |

り制御ソフトウェアとしており、系統的に問題が発生することはないと考えられるが、ブザー線等、加圧線の使用は慎重に検討する必要がある。

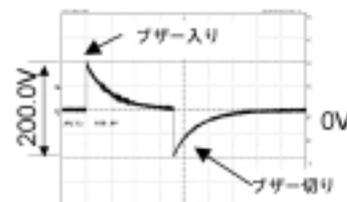


図7 連絡ブザー線によるノイズ

4 開発結果

- (1)モニタ装置を搭載していない車両に、本開発で試作した装置を搭載することにより、運用トータル管理システムで必要な情報授受およびモニタ表示がすべて行えることを確認した。
- (2)分割併合時には、編成間データ伝送を行うことができ、また地上との通信を、代表となる無線機を自動的に選択することにより、無線区間のトラフィック低減を図ることができた。
- (3)車両間伝送については、10両編成におけるデータ伝送を、中間車両にリピータを設置することなく実現できることを確認した。
- (4)既存引き通し線の使用については、予備線であれば問題なく伝送できることを確認できた。なお既に使用している加圧線を使用する際には更なる検討が必要である。

5 おわりに

本開発では、211系・205系を対象として進め、一定の成果を得ることができ、この成果については、現在首都圏で予定されている「在来線列車無線のデジタル化」で、車上システムとしてMON、TIMS非搭載編成に展開される予定となっている。これに伴い、車両間伝送性能について、車両形式ごとに確認試験を実施している。これによれば、全対象車両においてもリピータは不要と判断され、簡易モニタ設置工事に関しては、ハードウェア員数および設置工事の省略を実現することができた。しかし既存加圧線の活用については、ブザー線のほかいくつかの指令線で試験したが、ノイズ影響等思わしくない結果が得られたため、伝送線は予備線を基本的に活用し、予備線を確保できない場合には、新たに引き通し線を引くことを予定している。

参考文献

- 1) 原、小島、辺田、渡邊；運用トータル管理システムの開発, JR EAST Technical Review, NO.5, pp.43-54, 2003