

新幹線保守用車の 新型保守作業安全 システムの開発



北村 太郎*



石瀬 裕之*



佐々木 敦*

新幹線保守用車の「新型保守作業安全システム」は、分岐器割出し防止、進路未設定区間への進出防止、駅構内における保守用車同士の衝突防止を実現するシステムである。現在運用中の「保守作業安全システム」からキロ程情報を取り込むとともに、「新幹線保守作業管理システム」のハンディターミナルから保守用車の進路情報を取り込むことにより、分岐器割出し防止機能等を実現する。この他、ユーザインタフェースの機能向上として、モニタ画面上の線路図に、保守用車の在線位置、設定進路等をリアルタイムに表示する機能を備えている。

機能検証試験の結果、機能を満足していることが確認できたため、2007年度下期より導入の予定である。

●キーワード：新幹線保守用車、位置検知、データ通信、ユーザインタフェース、分岐器割出し防止、未承認区間への進出防止

1. はじめに

新幹線保守用車にはレール削正車（スペノ）等の大型保守用車や最高速度90km/hで走行する確認車がある。そのため、衝突、脱線事故が発生すると、その復旧に多大な時間を要することが想定される。そこで、安全研究所では、2000年度に駅中間における保守用車同士の衝突等を未然に防止する「保守作業安全システム」（以下、現行安全システムという）を開発し、2003年度までに全ての新幹線保守用車に導入してきた。

しかしながら、駅構内での入換え作業時の転てつ器の開通方向の確認や承認区間の確認等は、依然として人間の注意力に依存しており、分岐器割出し等による地上設備破損や保守用車の脱線事故に至る可能性が残されている。このほか、駅構内における保守用車同士の衝突の可能性もある。

そこで、2005年度に更なる新幹線保守用車の安全性向上を図るため、分岐器割出し、進路未設定区間への進出、駅構内での保守用車同士の衝突を未然に防止する「分岐器割出し装置」（以下、割出し防止装置という）を開発し、2006年度は「現行安全システム」と一体化を図った「新型保守作業安全システム」（以下、新型安全システムという）の機能検証試験を高崎駅構内等で実施し、導入することとなった。

2. 保守作業安全システムの概要

「現行安全システム」は、駅中間における保守用車同士の衝突防止や線路閉鎖区間への進入防止を目的としたシステムである。概要を図1、1運転台の保守用車における機器構成を図2に示す。

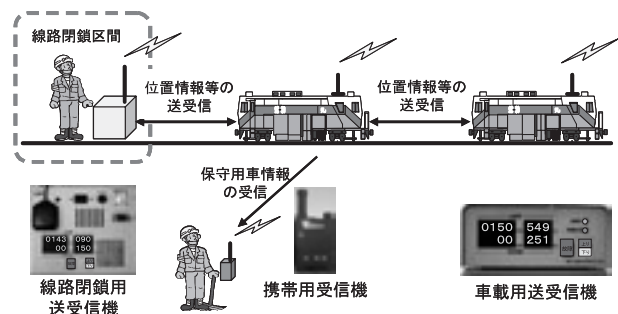


図1 現行安全システムの概要

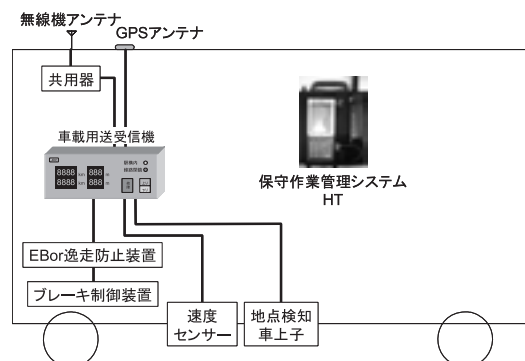


図2 現行安全システムの機器構成（1運転台の例）

2.1 位置検知

位置検知は、保守用車に設置した速度センサーからのパルス信号により走行距離を求め、キロ程を演算するほか、本線上1km毎に敷設されている地上子を地点検知車上子が検知することにより位置補正を行う。進行方向（正転／逆転）は、図3に示すように2相で出力される速度パルスの位相差により決定する。

なお、線別は保守用車のオペレータ等が手動にて設定を行う。

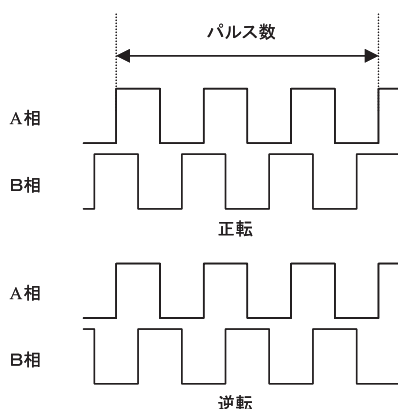


図3 速度パルス

2.2 データ通信

「現行安全システム」は保守用車間でキロ程、進行方向、速度等のデータ通信を行う。そして、接近距離、相対速度により、衝突の危険性がある場合は、警報及びブレイキ信号を出力させ、衝突事故防止を実現する。

装置間のデータ通信は、400MHz帯の業務用無線機により行う。使用周波数は、上下線により使い分けている。通信速度は2400bpsで行い、2秒を1サイクルに18台分のデータが通信可能となっている。データ通信は時分割多重通信方式を採用し、そのスロット獲得方式を図4に示す。また、通信データのスロット構造を図5、データフォーマットを図6に示す。

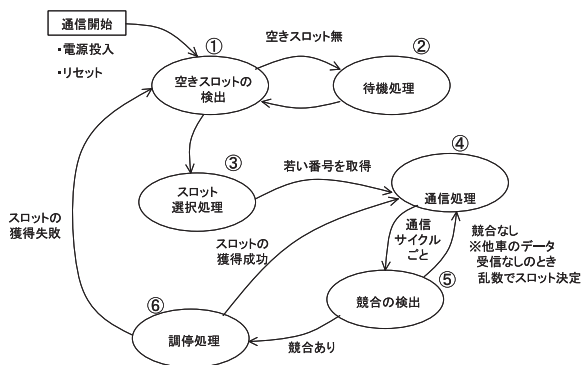


図4 スロット獲得方式

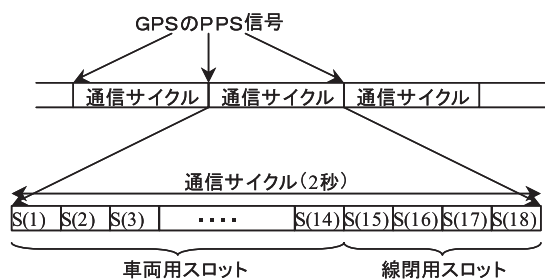


図5 スロット構造

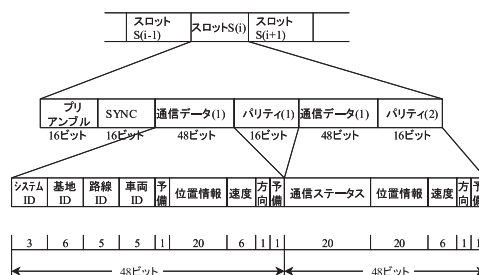


図6 データフォーマット

3. 分岐器割出し防止装置の概要

「割出し防止装置」は、分岐器割出し防止をはじめとし、進路未設定区間への進出防止、駅構内での保守用車同士の衝突防止も実現するシステムである。

「現行安全システム」のキロ程情報を取り込むとともに、保守用車進路の設定、復位を行う「新幹線保守作業管理システム（COSMOSサブシステム）」（以下、保守作業管理システムという）のハンディターミナル（以下、HTという）から進路情報を取り込むことで、分岐器割出し防止機能等を実現する。「割出し防止装置」のシステム構成を図7に示す。

この他、ユーザインタフェースの機能向上として、モニタ画面上の線路図に、保守用車の在線位置、設定進路等をリアルタイムに表示する機能を備えている。

なお、「割出し防止装置」は各種機能を実現するため、線路図や絶縁継目の位置等の独自のデータベースを保有している。

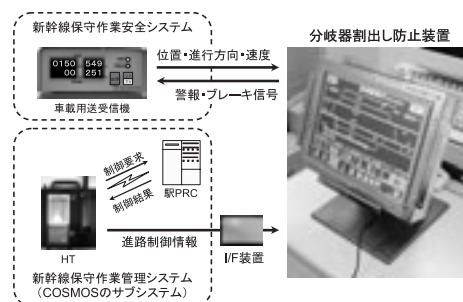


図7 分岐器割出し防止装置のシステム構成

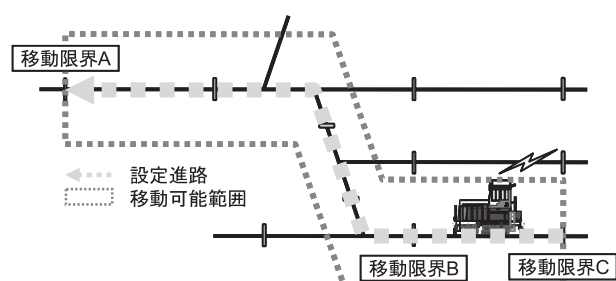
3.1 分岐器割出し防止機能（進路未設定区間への進出防止機能）

分岐器割出し防止機能のイメージを図8に示す。この機能は、「現行安全システム」から取り込んだキロ程情報と「保守作業管理システム」から取り込んだ進路情報から、保守用車の在線位置を認識し、移動可能範囲（設定進路）との正当性を判断する機能である。

進路が設定されている場合、設定進路内は移動可能となるが、移動限界Aに接近した場合は手前で停車するよう、警報及びブレーキ信号を出力させて、進路未設定区間への進出を防止する（反対側の移動限界Cの場合も同様）。また、進路が設定されていない場合は移動限界Bの手前で停車するよう、警報及びブレーキ信号を出力させて、分岐器割出しを防止する（反対側の移動限界Cの場合も同様）。

以上より、移動限界までの接近距離、速度により、分岐器割出し等の危険性がある場合は、警報及びブレーキ信号を出力させ、移動可能範囲外への進出を防止する機能である。

警報・ブレーキ信号出力の速度と距離の関係を図9に示す。



進路が設定されている場合 ⇒ 進行OK
進路が設定されていない場合 ⇒ 停車
進路が設定されていて、反対方向に移動した場合 ⇒ 停車

図8 分岐器割出し防止機能のイメージ

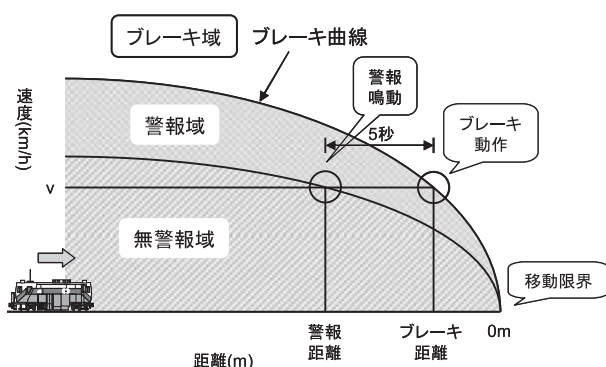
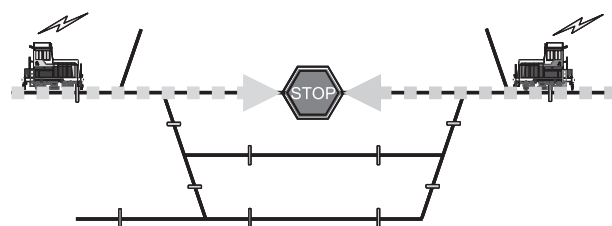


図9 警報・ブレーキ信号出力の速度と距離の関係

3.2 駅構内での保守用車同士の衝突防止機能

駅構内での保守用車同士の衝突防止機能のイメージを図10に示す。駅中間については「現行安全システム」が実現している機能であるが、「保守作業管理システム」からの進路情報の取得により、在線している番線の認識が可能となった。さらに、「現行安全システム」の無線通信のデータフォーマットを一部変更し、進路情報等を追加することで、「割出し防止装置」は駅構内においても衝突防止機能を実現している。



他の保守用車、線閉区間に接近した場合 ⇒ 停車

図10 保守用車同士の衝突防止機能のイメージ

3.3 グラフィック表示機能・音声案内機能

ユーザインタフェースの機能向上として、モニタ画面に表示した線路図上に保守用車の在線位置、進路情報等をリアルタイムに表示する機能を設けている。モニタ画面の表示例を図11、図12に示す。また、進路制御時や警報及びブレーキ動作時等は、モニタ画面上にメッセージを表示し、音声による注意喚起等も行う。

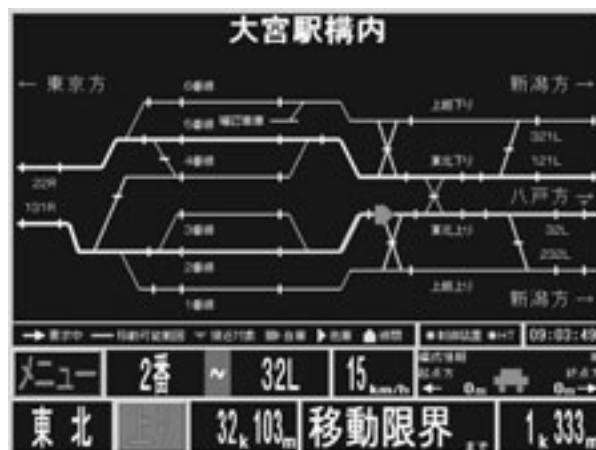


図11 モニタ画面の表示例

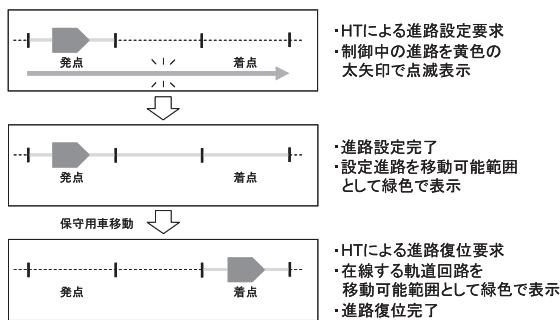


図12 進路構成における表示例

4. 保守作業安全システムとの一体化

2005年度に試作した「割出し防止装置」の機能検証試験等により、試作装置の液晶パネルの防振性、耐熱性、防塵性について、実運用に課題があることが判明した。そのため、材料の選定からシステム構成にわたるまで再検討を行った結果、「割出し防止装置」の制御部と液晶モニタを分けること、そして、制御部は「現行安全システム」の車載用送受信機に組み込み一体型とすることで、システム構成を簡素にすることが可能となるとともに、保守用車の運転室内に設置する装置の省スペース化を図ることとした。なお、「割出し防止装置」の制御部の小型化を図り、一体型の車載用送受信機のサイズは、現行機 of 車載用送受信機と同サイズ（164（W）×198（D）×76（H））を実現した。

一体型の「新型安全システム」のシステム構成を図13に、1運転台保守用車における機器構成を図14に示す。「現行安全システム」の車載用送受信機を現行装置から新型装置に置換え、10.4インチのタッチパネル付液晶モニタを新たに設置する。新型車載用送受信機と「保守作業管理システム」のHTはインタフェース装置（以下、I/F装置という）を介して接続する。その他の速度センサーと地点検知車上子については「現行安全システム」のものを使用する。

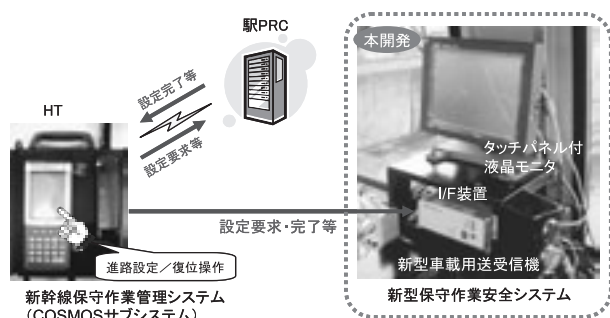


図13 新型安全システムのシステム構成

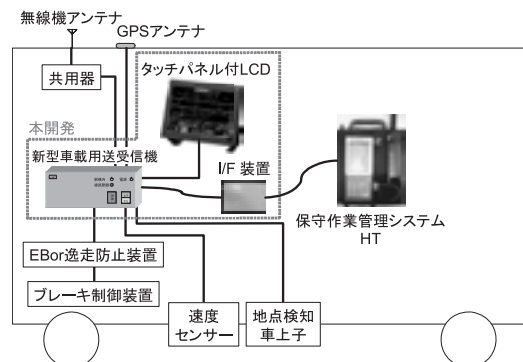


図14 新型安全システムの機器構成（1運転台の例）

5. 一体型装置の機能検証試験

導入する一体型の「新型安全システム」を保守用車に搭載し、2006年11月から2007年4月にかけて、高崎駅、大宮駅構内等で機能検証のための走行試験を実施した。試験の項目と結果は表1のとおりであり、機能を満足していることを確認した。

表1 機能検証試験結果

項 目	結果
HT情報が正常に取得できること	良
モニタ画面の表示が状況に合わせて正常に変化すること	良
分岐器割出しの危険性を検知した際、警報及びブレーキ信号が正常に出力すること	良
衝突の危険性を検知した際、警報及びブレーキ信号が正常に出力すること	良
複数運転台保守用車で、上記機能が全て満足すること	良

6. おわりに

「新型安全システム」は2007年度下期から新幹線保守用車に順次搭載の予定である。「新型安全システム」の導入により、新幹線の保守作業の安全性向上に貢献していきたい。

今後とも保守作業の更なる安全性向上を目指し、研究開発に取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 田中豊；保守係員の安全に関する研究開発，JR East Technical Review No.03-Spring2003,pp.19～21,2003.5.
- 2) 小山内政廣，小林潤，黒澤良史；新幹線保守作業安全システムについて，JREA,Vol.44,No.6,2001.6
- 3) 佐々木敦，石瀬裕之，北村太郎；新幹線保守用車の分岐器割出し防止装置の開発，JREA,Vol.49,No.6,2006.6