

北陸新幹線 保守用車運転支援装置の開発

Development of Hokuriku Shinkansen line Maintenance work Safety support system

辻 本 和 巳 五十嵐 裕 明 佐 藤 久 嗣
Kazumi Tsujimoto Hiroaki Igarashi Hisashi Sato

要 旨

本装置は北陸新幹線の線路や架線等の保守を行う保守用車に搭載し、保守用車同士の衝突や作業員との接触事故を回避するなど、作業員の安全確保を支援する目的で開発された運転支援装置である。山陽新幹線に導入済みの装置を基に、雪の多い地方を走る北陸新幹線に新たに加わった除雪車の運行で必要となった機能を追加した。

Abstract

This equipment is a driving support system which is installed in the maintenance car maintaining the tracks and overhead lines of the Hokuriku Shinkansen line, to avoid collision between maintenance vehicles, and any contact accident with maintenance workers. Based on the system which was already installed in the Sanyo Shinkansen line, JRC has added a new function that is necessary for the operation of a newly-introduced snowplow into the Hokuriku Shinkansen line running in a region with much snow.

1. まえがき

保守用車運転支援装置⁽¹⁾(以下、支援装置)は、地区毎の設置・運用試験を経て、2014年度末から山陽新幹線の全線で運用されており⁽²⁾、北陸新幹線においても、西日本旅客鉄道株式会社(以下、JR西日本)の営業区間である上越妙高から金沢の開業に伴い、山陽新幹線で実績のある支援装置を納入する運びとなった⁽³⁾。

北陸新幹線ではこれまで山陽新幹線で運用の無かった除雪車の運行がある。除雪車は車両の前後にロータリーあるいはラッセルの除雪機能を装備しており(図1)、ロータリーあるいはラッセル装置は左右に取り付けたウイングの開閉が可能となっているため、除雪車を保守用車両として運用した場合には、ウイングを開いた状態で走行すると線路周

辺の地上設備や、隣接線で走行する保守用車に接触する可能性がある。

これら北陸新幹線の相違点に対応し、従来の支援装置に変更を加えた新しい支援装置を開発した。

2. 装置概要

支援装置は、以下の3つの装置から構成され、他の保守用車や線路閉鎖区間への接近及び居眠り・逸走・転動などの危険が発生した場合、警報出力やブレーキ指令を行うことで総合的な安全支援を行う。システム構成を図2に示す。これらの機器構成は山陽新幹線と同等である。

・車上装置

保守用車に搭載して業務用無線を用いて、自車位置情報の発信と他車や作業区間の位置情報の受信を行う。周辺車両や自車の状況により各種支援や警報出力、ブレーキ指令を行う。

・線路閉鎖用装置

線路などの保守で車両が通行できない線路閉鎖区間に設置し、業務用無線を用いて保守用車に作業区間(線路閉鎖区間)を通知する。

・携帯用受信機

保守作業員が携帯して業務用無線を受信し、車両接近時に警報音を発する。



図1 除雪車(ロータリー側)

Fig.1 Snowplow vehicle (Rotary side)

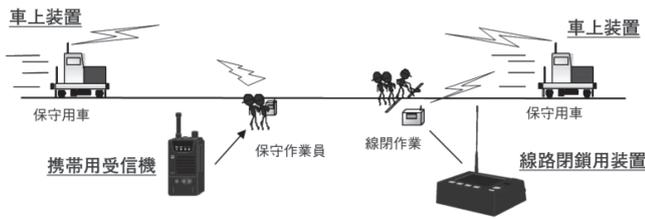


図2 システム構成図
Fig.2 System Configuration

本開発では山陽新幹線の保守用車の機器に変更を加え、除雪車のウイングの開閉状態を取り込み可能な信号入力端子の追加と、北陸新幹線区間で導入しているニュー新幹線総合システム（以下、COSMOS）への対応のため進路情報を取り込むI/Fボックスの追加を行った。車上装置の構成を図3に示す。

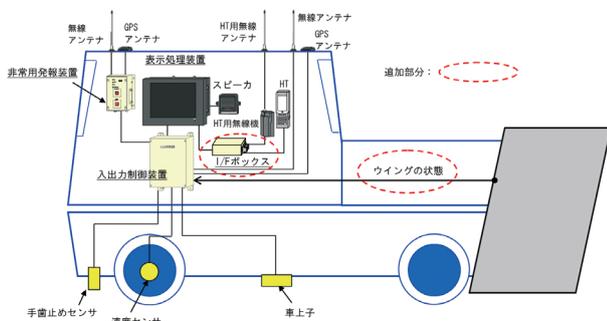


図3 除雪車の車上装置の構成
Fig.3 Configuration of Snowplow vehicle

3. 開発内容

本開発の変更内容について、以下にその詳細を記載する。

3.1 除雪車への対応

除雪車がウイングを開いて除雪作業を行うと、隣り合った線路の建築限界を超えるため隣接線で除雪作業中の除雪車との衝突や、トンネル等の構造物への接触などの可能性がある。そこで以下の機能を新たに設け、除雪車がウイングを開いた場合に画面に接近距離を表示し、警報音声を鳴動させるなどの支援動作を行うこととした。

- ・当該線だけではなく隣接線の保守用車に対しても衝突防止機能を働かせる
 - ・ウイングを開いたままトンネル等の構造物に接近した場合に手前で停止させる
- 各機能において詳細の動作を以下に記載する。

3.1.1 隣接線の保守用車への対応

通常の保守用車の運用では、隣接線の保守用車とは衝突しないため支援動作を行わない。除雪車がウイングを広げて除雪中の場合は、隣接線の保守用車と衝突する可能性があるため支援動作を行う。

画面に表示される他車が除雪中かどうか判別出来るように

アイコンを変更した。除雪中と非除雪中のアイコンを図4、図5に示す。

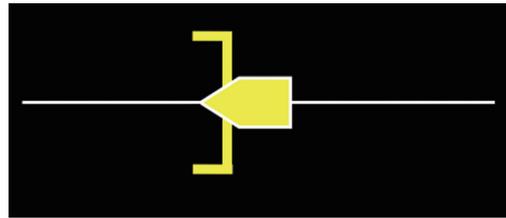


図4 除雪中の他車のアイコン

Fig.4 Another car icon in snow-removal operation

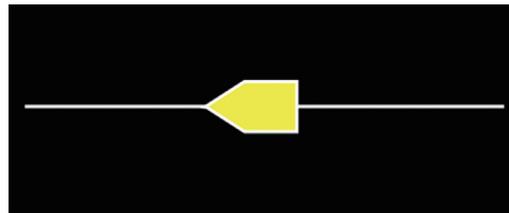


図5 非除雪中の他車のアイコン

Fig.5 Another car icon out of snow-removal operation

隣接線の保守用車、あるいは自車が除雪中の場合は、接近対象として支援動作を行う。接近中の他車が除雪中の場合の表示例を図6に示す。隣接線に居る除雪中の他車を、支援動作の対象として接近距離（画面の右下）を表示している。



図6 除雪中の他車が接近した場合の表示例

Fig.6 Display example for an oncoming car in snow-removal operation

また、山陽新幹線の支援装置では上り線に在線する保守用車と下り線に在線する保守用車で、通信に異なる周波数を使用していた。除雪車の運用に伴い、上り線、下り線の保守用車間で通信を行う必要があり、自車位置などを送受信する周波数を上り線、下り線とも同一周波数とした。

3.1.2 除雪可能区間への対応

除雪車がウイングを広げて除雪中の場合は、ウイングがトンネルや地上設備などの構造物と衝突する可能性がある。除雪可能な区間の両端を除雪限界として、その区間から外

に出る場合に、ウイングが開いたまま除雪限界を超えないように支援動作を追加した。トンネルへの支援の位置と支援方向のイメージを図7に示す。トンネルに入る方向では赤の矢印の様に速度と接近距離により支援を行い、逆に青の矢印の方向では除雪限界への支援は行わない。

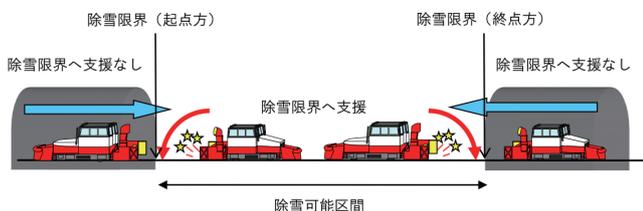


図7 除雪限界への支援

Fig.7 Support for the boundary points in snow-removal section

除雪可能な区間は除雪限界として画面に青い枠線を表示し、除雪中の除雪車が除雪限界に接近すると、除雪限界までの距離を表示する。一旦停止しないまま進むと、警報表示を行い、それでも停止しない場合は制御介入する。除雪限界の表示と接近距離の表示を図8に、警報表示を図9にそれぞれ示す。なお、除雪限界への接近、警報は音声でも知らせる。また警報後も停車しない場合は、車両にブレーキ信号を出力し停止させる。

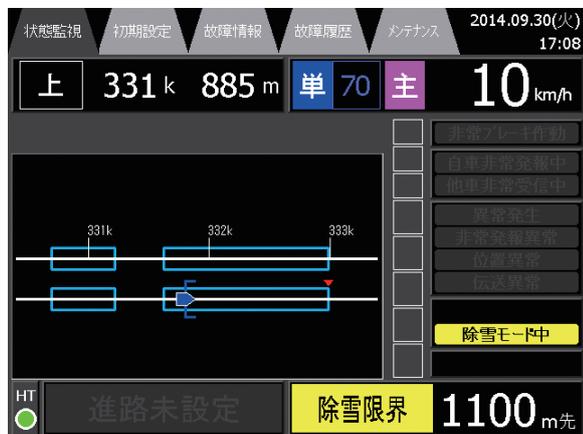


図8 除雪限界の表示例

Fig.8 Display example for snow-removal section



図9 警報表示例

Fig.9 Display example for operation instructions in the warning

3.2 COSMOS への対応

北陸新幹線の区間では、駅構内で保守用車が移動する場合に、車内で作業員が携帯しているCOSMOS サブシステムのハンディターミナル（以下、HT）を操作して、ハンディターミナル無線機（HT無線機）で駅PRC（自動進路制御装置）と通信を行い、駅構内の何処から何処まで移動するか“進路”の設定を行う⁽⁴⁾。設定された進路の情報はHTとHT無線機の間で接続されたI/Fボックス経由で車上装置に送られ、画面に進路の設定状態が表示される。車上装置は、車両が自車で設定した進路外に移動しないように支援を行う。また、設定した進路上に他車や線路作業区間がある場合にも支援を行う。進路を解放する場合にも、進路情報がI/Fボックス経由で車上装置に送られ車上装置の画面上から進路表示が消える。

進路情報取り込み経路を図10に示す。

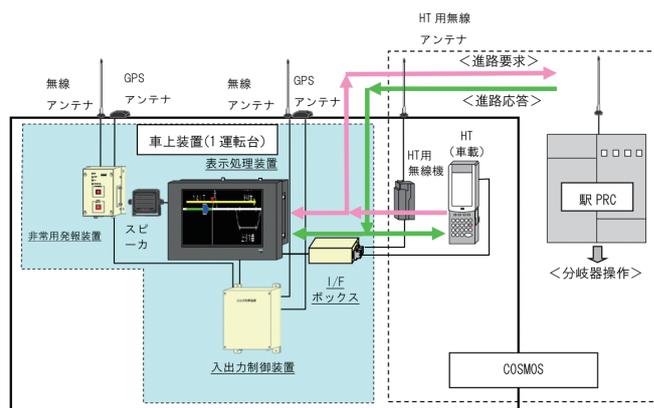


図10 HTからの進路情報の取り込み

Fig.10 Route data flow from HT

4. 評価試験

以下の評価試験を通して、システムの信頼性と操作性が良好に運用条件を満足することを確認した。

- ・ハードウェアの信頼性：環境試験（温湿度，振動衝撃，電磁波特性，電源変動，耐サージ，ほか）
- ・ソフトウェアの信頼性：網羅性試験・カバレッジ
- ・運用評価：基地内及び本線試行

5. あとがき

今回開発した北陸新幹線保守用車運転支援装置は、2015年3月から運用されている。

保守用車同士の接触や保守用車と地上設備との接触は、大きな事故につながる可能性がある。今回の機能追加では事故を未然に防止するため、従来支援動作の対象とならなかった地上設備や反対線の車両へ対応し、保守作業を支援するシステムを構築できた。今後も顧客の要望や、新たな保守用車の導入に合わせ柔軟に対応していきたい。

* 本システムはJR 西日本殿から開発委託を受け、開発したものである。

参考文献

- (1) 五十嵐裕明，辻本和巳，佐藤久嗣：新幹線保守用車運転支援装置の開発，日本無線技報 No.65，2014，pp.20-23.
- (2) 古満 亮人，小園 耕平，春名 聡，他：線路部門 山陽新幹線における新たな保守用車運転支援装置の導入，日本鉄道施設協会誌 53(6)，2105
- (3) 小園 耕平：北陸新幹線保守用車支援装置の開発，技術の泉 2016 No.34，2016
- (4) 山田哲志，大槻秀夫，佐藤久嗣，太田尚伸，佐々木敦，石瀬裕之，北村太郎：新幹線保守作業安全システムの開発，日本無線技報 No.52，2007，pp.34-37.

用語一覧

GPS: Global Positioning System (全地球測位システム)

JR: Japan Railway

建築限界: 線路に対して建築物を設置してはならないクリアランス。