

GPS 式列車接近警報装置の単線自動閉そく（特殊）式区間への適用の検討

西日本旅客鉄道株式会社 正会員○溝口 敦司

正会員 高尾 賢一

正会員 井手 寅三郎

1. はじめに

鉄道線路内で作業や調査を行う場合に配置される列車見張員は、列車接近を目視で検知して、作業員に列車接近を通知して、作業員を線路外に待避させることにより安全を確保している。しかし、ダイヤ見誤り等のヒューマンエラーにより、最悪の場合は触車事故が発生する恐れがある。そこで、触車事故防止対策として、「列車接近検知」と「列車接近情報通知」をシステム化したGPS携帯電話を活用した列車接近警報装置¹⁾（以下「GPS式列近」という）の開発を単線自動閉そく式の区間【奈良線：木津～京都】にて進め、現在奈良線はじめ伯備線・宇野線等にて導入を進めている。

本稿では、線区拡大を目指して停車場間の軌道回路が1つとなる単線自動閉そく（特殊）区間で進めているシステム開発の概況について報告する。

2. システムの概要

GPS式列近の基本概要を図1に示す。

現場見張員が所持するGPS携帯を用いてGPS測位により作業員位置を作成するとともに、CTC中央装置から取得した軌道回路に関する情報より列車の在線を示す列車在線位置情報を列車情報伝達装置にて作成する。

各々の位置情報は一定周期で制御サーバに伝達され、接近有無の判定が行われる。接近と判定されれば、公衆無線回線を通じて現場見張員が持つ警報用携帯電話に接近情報を通知し、警報音、音声（「上り接近」「下り接近」、及びバイブレーション）を動作させる。

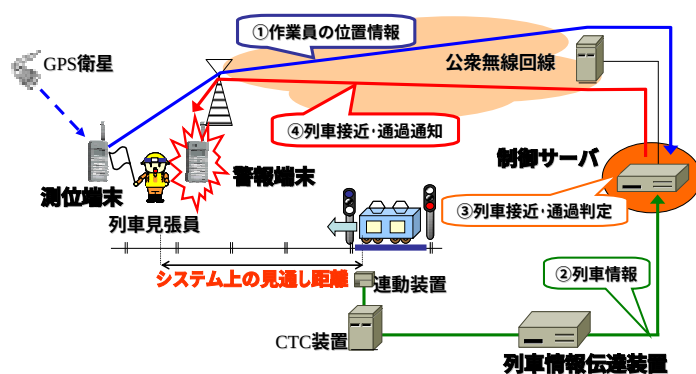


図1 基本概要

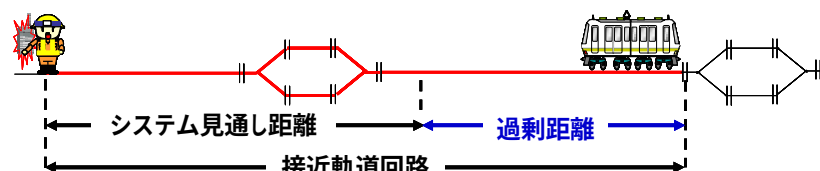


図2 列車接近警報の仕組み

3. モニタリング試験

単線自動閉そく（特殊）式の区間【和歌山線：粉河～田井ノ瀬】にて、奈良線で開発した仕様で装置を試作し、列車接近警報やシステムエラー時の異常警報の動作状態を確認するモニタリング試験を実施した。試験の結果、列車接近警報および異常警報等は確実に鳴動して機能は満足しているものの、図2に示す列車接近判定の仕組みによって列車接近警報が長時間鳴動するため、日常の作業に支障をきたすおそれがあることがわかった。

そこで、停車場間、停車場、停車場近傍の計4箇所で列車接近警報の鳴動時間を調査した。表1に示すように列車通過までの最大鳴動時間は行違いによる停車時間も含んだ7分42秒で、平均鳴動時間は5分17秒であり、作業員にとって列車接近までの鳴動時間が長く感じる意見が大半であった。

表1 鳴動時間の実態と短縮

実施箇所		実態（測定）		短縮（推定）	
		下り	上り	下り	上り
停車場間	①	4:50	2:53	3:10	2:40
	②	3:13	5:58	1:55	2:32
停車場内	③	7:42	4:10	3:10	4:10
停車場近傍	④	6:11	7:20	6:11	2:47
4箇所の上下平均		5:12		3:19	

キーワード 列車接近警報装置、GPS携帯電話、単線自動閉そく（特殊）式、システム見通し距離

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2-4-24 JR西日本鉄道本部技術部（保安技術） TEL06-6375-8734

4. 鳴動時間短縮の検討

モニタリング試験の結果から、鳴動時間を短縮するためにシステム見通し距離の短縮を検討した。システム見通し距離は、現行の列車見通し距離に①GPSの測位誤差、②通信伝送時間、③作業員の移動距離を付加した距離(式1)で、システムエラー時の異常警報を列車通過前に鳴動させるため通常の列車見通し距離より長く設定している。なお、和歌山線のシステム見通し距離は一律2300m程度である。

[システム見通し距離] = 列車見通し距離 + ①GPSの測位誤差 + ②通信伝送時間 + ③作業員の移動距離…(式1)

システム見通し距離を短縮する方法として、列車の最高速度に着目した。

見通し距離等は、線区毎の列車の最高速度に基づき速度×時間により算出されている。ただし、列車の最高速度は条件により減速するので、特定区間での制限速度の適用を検討した。

制限速度として分岐器・曲線・下り勾配等の条件があるが、比較的容易に把握できる分岐器の制限速度を適用した。分岐器の制限速度は、図3に示すように信号機の配置等より列車入進出を確認した上で分岐器の構造による通過制限速度の大きいほうを制限速度とし、分岐器間を制限速度区間とした。分岐器の制限速度の適用により最大600m程度の短縮が可能となった。

鳴動時間の短縮結果は、表1に示すように短縮が見込まれない箇所も存在するが、平均で約2分の短縮が見込まれる。

5. 鳴動時間の指標作成と今後の展望

GPS式列車近を単線自動閉そく(特殊)区間に広く適用していくためには、列車見通し距離、駅間の距離、行違い箇所の既知の情報から適合性を評価する必要がある。そこで、鳴動時間の長さを示す指標を作成した。

単線自動閉そく(特殊)式では停車場間が1つの軌道回路であることから、図4に示すように隣々の停車場間からの鳴動範囲の割合 L_1 および行違いによる長時間鳴動範囲の割合 L_2 を算出した上で列車走行により付加される鳴動時間の指標P(式2)を定義した。

鳴動の長さ: $P = P_1 + P_2 \dots$ (式2)

ただし、 $P_1: L_1 \times \text{通過時間}$ 、 $P_2: L_2 \times \text{行違い待ち時間 } 120\text{s} \times \text{行違い頻度}$

和歌山線および単線自動閉そく(特殊)の他線区(A線区)にて表2のデータを基に指標Pを算出し、その結果を表3に示す。現在改修を進めている和歌山線の指標と同等の数値にて、A線区の装置を設計することが可能となり、和歌山線のモニタリング試験結果を用いて事前に適合の可否が判断できる。

今後、改修後の和歌山線にてモニタリング試験を実施して指標の評価を行う予定である。

[参考文献] 1) 川添雅弘、清水郁夫: GPS携帯電話を活用した列車接近警報装置、第60回土木学会年講、2005.9

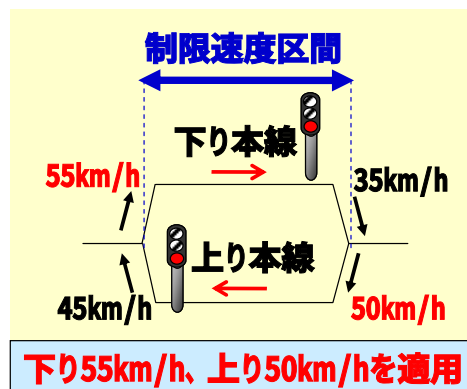


図3 制限速度区間の考え方

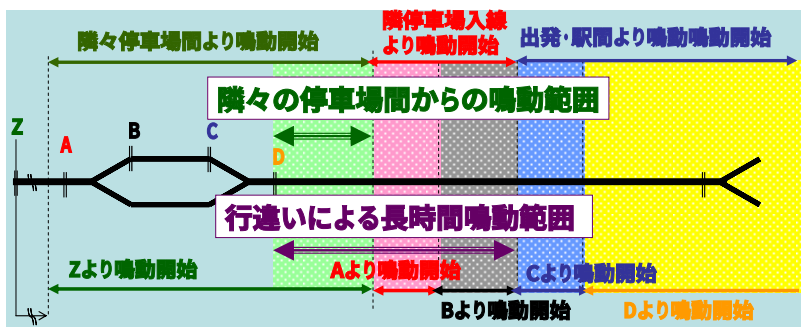


図4 停車場間の鳴動範囲の分布

表2 指標算出のための各諸元

線区	和歌山線	A線
最高速度	85km/h	110km/h
分岐器制限速度	35~85km/h	50~110km/h
平均停車場間	2,696m	4,472m
L_1	0.50 (0.94)	0.44
L_2	0.61 (0.98)	0.72
停車場間の延長	12,481m	22,358m
1日の列車本数	73本	44本
行違い頻度	0.38	0.23

() の数字は、システム見通し距離短縮前の割合

表3 鳴動長さの指標

線区	システム見通し距離	指標P
和歌山線	短縮なし	157s
	短縮あり	85s
A線	短縮あり	84s