

G P S携帯電話を活用した列車接近警報装置の開発

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○川添 雅弘

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 清水 郁夫

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、列車の接近を目視で検知し、作業員に列車が接近したことを通知することで、作業員の安全を確保しているため、列車見張員が列車の接近を見落とすと、作業員は大変危険な状態に陥ることになる。また、列車見通しの悪い区間では多数の列車見張員を配置している。

そこで、列車見張員のヒューマンエラー対策として、列車接近検知機能と接近情報伝達機能をシステム化することで保安度を向上させ、さらに複数名配置する列車見張員の一部を代替することにより、効率的な作業体制の構築を目的として、G P S携帯電話を活用した列車接近警報装置を開発している。

2. システムの概要

本システムは、図1に示すとおり、作業員位置を作業責任者が持つG P S携帯電話から取得し、一方、列車在線位置をC T C中央装置から取得する。そして、それぞれの位置情報を制御サーバに伝達し、制御サーバ内で列車接近及び通過の判定を行い、列車が接近した場合には、無線回線を通じて列車見張員が持つ警報端末に列車接近情報を警報音等で通知する仕組みである。

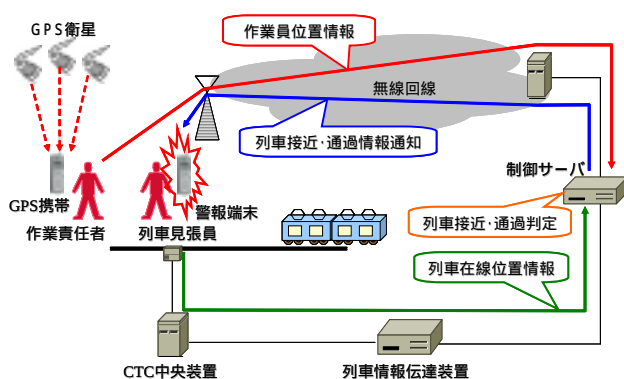


図1 システム概要

3. 作業員位置の取得

作業責任者が、線路立入り前にG P S携帯電話の電源を投入すると、G P S衛星から現在地の緯度・経度を自動で取得する。そして、取得した緯度・経度情報は制御

サーバに送信され、制御サーバ内で線路キロ程に変換し、作業員位置が認識される。一方、線路キロ程情報はG P S携帯電話に返信され、作業責任者は現在の作業位置を現場で認識することもできる。線路キロ程を表示した携帯電話画面を写真1に示す。



写真1 G P S携帯画面

なお、G P S携帯電話の測位誤差は数m～数十mとなっているため、作業員位置の上下線の区別は行っていない。

4. 列車在線位置の取得

今回、本システムのために製作した列車情報伝達装置がC T C中央装置から線区、線別、列車番号、在線軌道回路等の列車運行情報を抜き出し、2秒周期で制御サーバへ送信し、サーバ内で列車在線位置が認識される。

なお、C T C装置のセキュリティ対策として、情報の伝達は列車情報伝達装置から制御サーバ方向への一方通行としている。

5. 列車接近・通過の判定

5.1 判定処理の概要

列車の接近・通過の判定については、図2に示すように、あらかじめ100m単位で線路を区別した作業エリアを設定し、その作業エリアから列車見通し距離を確保できる軌道回路を接近軌道回路として、接近軌道回路が落下すれば列車接近と判定する仕組みとした。

一方、通過については、列車の去り側方向で作業エリア直近の軌道回路を通過軌道回路として、通過軌道回路が落下すれば通過と判定する仕組みとした。また、折返し列車のような現場を通過しない列車については、作業エリアに接近してくる場合は安全のため接近と認識して警報を発するが、折返し時の列車番号の変化をトリガーとして警報を停止する仕組みとし、警報の鳴りっ放しを防止した。

キーワード：列車接近警報装置、列車見張員、G P S携帯電話、C T C中央装置、列車運行情報
連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田二丁目4番24号 Tel：06-6375-8734 Fax：06-6376-6154

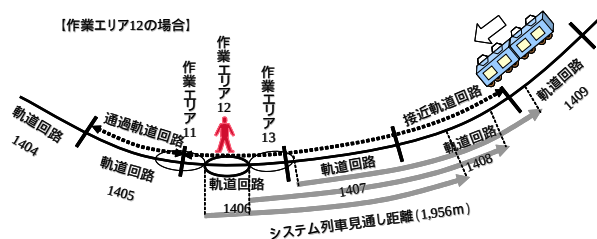


図2 列車接近・通過判定

接近・通過判定処理は、あらかじめ各作業エリアに対して接近または通過と判定する軌道回路を表1のようなマスタテーブルとして制御サーバで管理している。サーバ内で常に作業エリアと軌道回路落下情報を照合しておき、接近と判定された場合には警報端末を警報させる、一方、通過と判定された場合には警報を停止させる仕組みとなっている。

表1 接近・通過判定マスタテーブル

作業エリア	接近軌道回路	通過軌道回路
11	1406、1407、1408	1404
12	1406、1407、1408	1405
13	1407、1408、1409	1405

5.2 列車見通し距離

携帯端末が列車接近の警報を発した時点で、列車と作業員間の距離は、最低でも列車見通し距離以上必要である。ちなみに、現在試験中の線区では最高速度 110km/h のため、列車見通し距離は1,000mである。

しかし、本システムでは、測位結果に数m～数十m程度の誤差があるGPS測位情報や、現場と若干のタイムラグがあるCTC列車情報、さらに情報の伝達には無線回線を利用していること、また作業員が移動することなどを考慮して、安全を担保するために現行の列車見通し距離に対して式1のように下記の項目を付加して、システム列車見通し距離を設定している。

●システム列車見通し距離

$$= \text{現行の列車見通し距離} + \text{GPSの測位誤差} + \text{通信伝送時間} + \text{作業員の移動} \cdots \text{式1}$$

GPSの測位誤差

GPS携帯電話の測位誤差は数m～数十mとされているが、本システムでは測位誤差は最大100mと想定して、安全担保として現行の列車見通し距離に100mを付加している。

通信伝送時間

列車が、接近軌道回路に進入してから警報端末が警報を開始するまでに、CTC中央装置から列車在線情報を制御サーバに取込み、制御サーバで接近・通過の判定を

行い、さらに無線回線で警報端末に接近・通過情報を伝えるなど、最大26秒を要する仕様となっている。

つまり、列車が接近軌道回路に進入してから最大806m ($26 \text{秒} \times 31 \text{m/s}$ (列車最高速度 110km/h)) 作業員側に列車が接近した時点で警報が開始する可能性があるため、安全担保として列車見通し距離に806mを付加している。

作業員の移動

GPSによる作業員の位置測定は、一定周期で行っているため、次の測位結果が出力されるまでに作業員が列車接近方向に移動すると危険な状態となる。

そこで、作業員の線路内での移動速度は3km/h程度と想定し、測位間隔時間で約50m列車に接近して移動する可能性があることから、安全担保として列車見通し距離に作業員の移動距離50mを付加している。

6. 警報端末の鳴動

列車が接近すると、警報端末から接近警報音が発せられるとともに、端末が振動することで、列車見張り員に接近を通知している。また、写真2のように端末画面には接近列車の列車番号及び線別(上り、下り)を表示させ、通過列車の確認も可能としている。

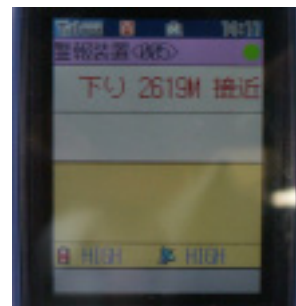


写真2 警報端末画面

なお、列車が遅延している場合や臨時列車であっても、CTC装置を活用してリアルタイムな列車運行情報を接近判定に使用しているため、列車を見落とすことなく確実に列車接近を通知することができるシステムである。

7. システムの生存監視

通信遅延や大きな測位誤差が発生した場合や、端末やサーバに故障が発生した場合には、列車接近警報が発せられない可能性がある。そこで、作業員の安全を担保するために、通信遅延状態や測位精度、また各装置の故障状態を常に監視し、何らかの不具合が発生すると端末がエラー警報を発する仕組みとなっている。

8. さいごに

これまで実施してきたモニタリング試験においては、列車接近時及びエラー発生時において確実に警報を発することが確認できている。今後は、エラー警報回数を低減させ、安価で使い勝手の良いシステムの構築を目指していきたい。