

Invitation To Railway Technology

高密度線区GPS式列車接近警報装置の開発

1. はじめに

鉄道線路上で作業や検査を行う場合、列車の接近を目視で確認する列車見張員を配置し、列車の接近に伴い保守係員に通知して線路外に待避させることで安全を確保しています。このように列車の接近を人間の注意力に頼らざるを得ない現状から列車見張員の業務をバックアップするため「列車の接近を検知し「列車の接近情報を通知」するGPS携帯電話を活用した列車接近警報装置（以下「GPS式列車」という）の開発を行っています。

現在では奈良線をはじめ伯備線や宇野線・山陰線などに約1,700km導入しています。しかし、単線やローカル線を対象に開発してきた従来方式のGPS式列車近を大阪環状線のような高密度線区に導入した場合、過剰に鳴動し列車接近警報装置としての役割を果たせないことが想定されました。そのため列車の接近鳴動判定処理などの機能を見直し、さらに信頼性を考慮した鳴動時間を短縮するシステムの開発を行いましたので大阪環状線で検証した特徴を踏まえ概要について紹介します。

2. システムの概要

GPS式列車近〔高密度線区対応〕（以下「本装置」という）の概要を図1に示します。

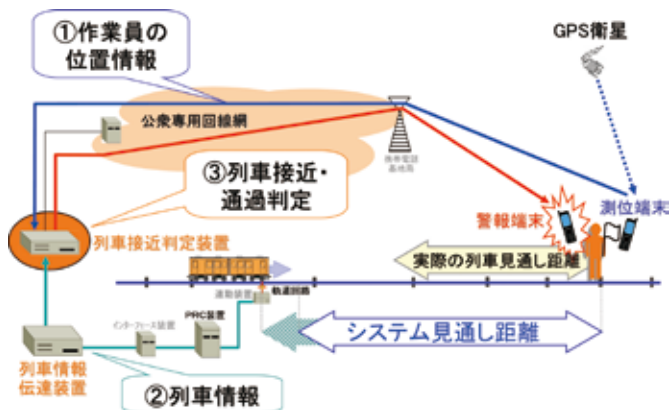


図1：本装置の概要

現場見張員が所持するGPS携帯端末（以下「測位端末」という）からGPSの測位による位置情報を本装置へ送信させるとともに、PRC装置の上位装置から軌道回路情報などの列車位置を示す列車情報を本装置で取得します。各々の位置情報は一定周期に処理し、常に接近の有無について判定を行っていることから接近と判定した場合は、携帯電話網などを通じて現場見張員が所持する警報用携帯電話（以下「警報端末」という）に接近情報を通知し、警報音や音声などを動作させています。

主な機能については、次の7項目に分類されます。

- 1) 現場見張員位置の検知機能（測位端末）
- 2) 本装置と警報端末や測位端末との通信機能
- 3) 列車在線位置の検知機能
- 4) 列車在線状況の追跡機能
- 5) 列車接近通過の判定機能
- 6) 列車接近・停車の警報機能（警報端末）
- 7) システム異常の検知機能

なお、PRC装置などは情報伝送システムでフェールセーフ性を備えたシステムではないため、PRCなどを活用した本装置を列車見張員の代りをさせることはできません。そのため、本装置は列車見張をバックアップする補助装置の扱いとなっています。



図2：測位・警報端末

3. 高密度線区での課題

従来方式のGPS式列車近を大阪環状線という高密度線区に導入した場合、図3に示すとおり接近鳴動が鳴り止むまでに次列車が接近するため接近鳴動が継続してしまいます。

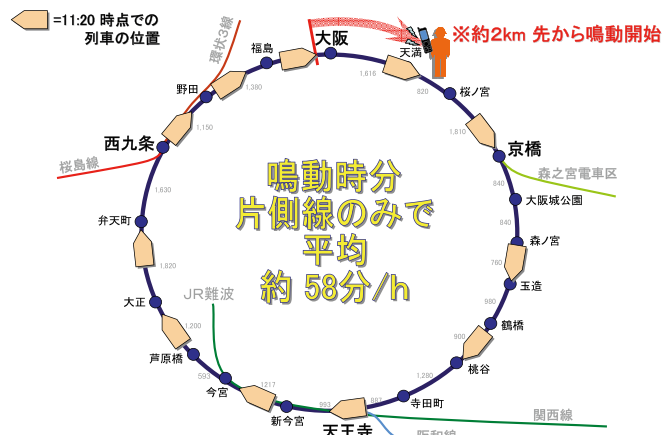


図3：従来方式を導入した場合

鳴動時間の短縮を実現させるため、設計段階において接近鳴動の判定処理機能を大きく変更する必要性がありました。



4. 従来方式との違い

(1) 従来方式の接近判定ロジック

従来方式のGPS式列近のシステム列車見通し距離は、触車事故防止準則に定められた列車見通し距離相当の距離に、最悪伝送ロスが発生した場合も必ず鳴動させることを目的に設計されています。そのシステム列車見通し距離には、軌道回路～PRCなどへの列車情報の伝送において仮にデータ誤りが発生することを考慮して伝送ロスを2倍に設定しており、加えてGPS測位誤差などの他、現地見張員の移動距離を含めた余裕距離を確保しています。そのため総延長が約2kmとなり、システム見通し距離の先端にかかる軌道回路に列車が進入した場合、直ちに鳴動指示する機能を有しています。

(2) 今回開発の接近判定ロジック

従来方式と同様に列車見通し距離相当以上の距離で必ず鳴動させる機能を有しています。列車の接近判定には従来方式の課題から、第一段階としてあらかじめ全線でGPS測位の調査を行い、GPS測位誤差許容延長を見直すなどシステム列車見通し距離を短縮することで過剰鳴動の軽減を図ることとしました。

次に第二段階として短縮したシステム列車見通し距離の先に列車の追跡判定軌道回路を設定することで伝送誤りが生じても列車接近状況の認識ができ従来方式のシステム列車見通し距離との不足分を補うことを可能にしています。

さらに加えて列車接近鳴動の特徴として、システム列車見通し距離の先端にかかる軌道回路に列車が進入した場合、これまでのように直ちに鳴動指示をするのではなく、軌道回路から「鳴動目標位置（触車事故防止準則に定められた列車見通し距離相当+各種誤差許容範囲）」までの列車が到達する時間を計算し、算出した鳴動時刻を指示する接近判定ロジック（以下「本方式」という）の開発を行っています。そのため、システム列車見通し距離の見直しに加え本方式により鳴動時間の短縮を実現しています。

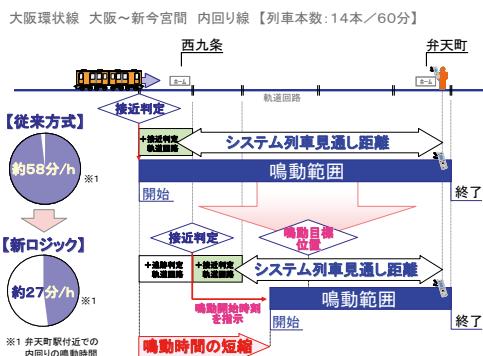


図4：接近判定ロジックの比較

5. 列車接近鳴動の特徴と性能評価

人の目に頼る現行の待避指示は、触車事故防止準則に定められた列車見通し距離に、列車の接近を確認した場合に待避指示を与えています。一方、本方式による鳴り始めは、接近した列車が鳴動目標位置までを最高速度で到達する時刻を計算し、予め鳴動時刻を警報端末に与えており、その時刻に達した時点で鳴動させています。また、列車が現場を通過後、線路内に立入が可能なのに対し、本装置では現場見張員の位置する軌道回路上を列車が完全に抜け切った状態で鳴り止むため鳴動時間が長くなる特徴を有しています。

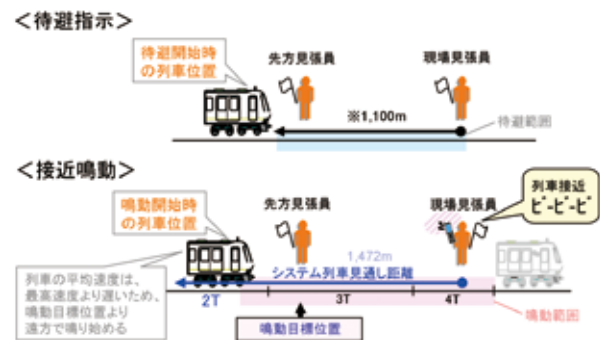


図5：列車接近鳴動の特徴

その特徴を踏まえたうえで、全エリアの平均鳴動時間を実際の待避時間（約26分/h）と比較すると、鳴り始めから鳴り止みまで47%増（平均38分/h）にとどまり概ね実用の範囲と評価を得ています。

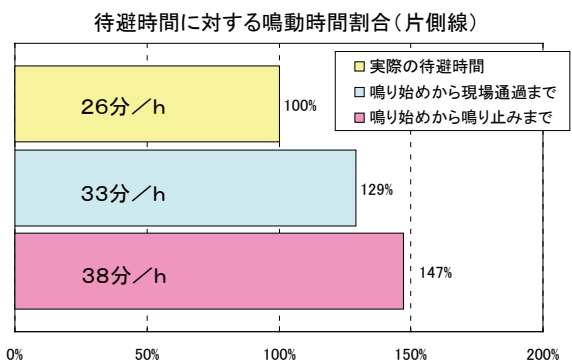


図6：待避時間に対する鳴動時間割合

6. おわりに

GPSという汎用技術を活用し鉄道の保守作業におけるヒューマンエラーをバックアップする補助装置の開発を実施してきましたが、今回開発した接近判定ロジックを組み込むことで、近畿圏の列車往來が非常に多い線区においても本装置の導入が可能となり保守係員の保安度の向上に貢献できるものと考えています。