

画像処理を用いた新幹線総合アラームシステムの開発

01703584*山形毅章 YAMAGATA Takeaki
村田 聡 MURATA Satoshi

西日本旅客鉄道株式会社技術開発推進部レールウェイセンター

1. はじめに

JR西日本では、21世紀を目指して、3K的作業からの脱却を図り、鉄道事業における抜本的な省人化と信頼度向上を実現する「新しい保全システムの構築」に向けて、次に示す通り平成5年度より総合的な技術開発に着手している。^(文献1)

○昔ながらの人手による巡回、目視主体の保守体系から、部品毎の信頼性管理により定期的な検査業務は極力廃止すると共に、摩耗部品・劣化部品については一定の周期で一斉交換を行うシステムへの移行を目指す。

○部品・装置交換周期の2倍以上の大幅な延伸を図ると共に交換作業の省人化を実現する。「30年もつ電車線」「キロ1億円、25年もつ省力化軌道」「20年解体不要な車両」等を旗印に、長寿命化に取り組んでいる。^(文献3, 4)

○更に、信頼度の一層の向上を目指し、軌道・架線・車両等の系の基本に関する機能の異常を振動や画像等により検知する、新たな総合アラームシステムを構築する。^(文献5) 新幹線で先行開発を進めており、300km/h営業運転可能な500系量産先行車両の営業開始に合わせて、保安度や信頼性の一層の向上を図る「新幹線総合アラームシステム」の構築を目指している。

2. 新幹線総合アラームシステムの概要

各技術分野毎の縦割り検査体系から脱却し、車両搭載の検知装置で軌道・架線等地上設備の基本機能異常を検知、また地上に設置した検知装置で走行中の車両の基本機能異常を検知するシステムとし、高速域における営業列車の保安度及び信頼性をより高めたシステムを目指している。^{(表1)(図1)}

OR手法を適用した振動解析については既報の通りである。^(文献2)

①車上に取付けた検知装置で検知するシステム

軌道については、車体動揺加速度・軸箱振動加速度及び台車枠振動加速度を測定し、それぞれの振動特性と設備の機能劣化との相関性について検証を進めている。

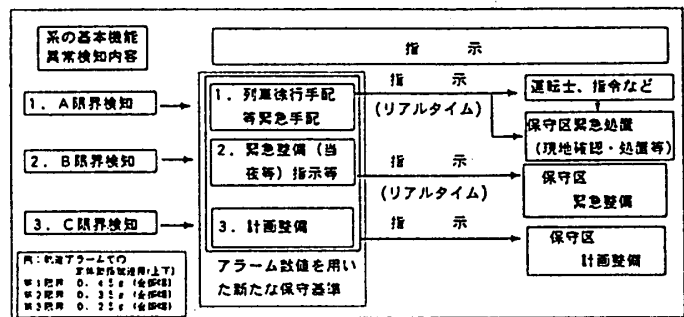
架線については、舟体振動加速度の測定及び画像からそれぞれの特徴抽出による分析特性と設備の基本機能異常との相関性の検証を進めている。

以上の取組みをWIN350、電気軌道総合試験車(T3)、300系F1編成等での走行試験等で得られた測定・分析結果に基づき、異常の検知から実際の保守作業までを含め、モデル区において具体的な検証を進めるとともに、データ処理システムの構築を目指してレベルアップを図りつつある。

表1 新幹線総合アラームシステム

機別	主な検知装置	概要
車両上で検知	<ul style="list-style-type: none"> 振動加速度センサー (先頭車両台車軸箱に設置) 車体動揺加速度計 (先頭車両床上に設置) 振動解析処理装置 	営業車両の軸箱振動加速度や車体動揺加速度を測定し、軌道の基本機能の劣化(著大な通り狂いや高低狂い等)を事前に検知する。
架線検知	<ul style="list-style-type: none"> 特殊カメラ 振動計 (車両屋根上に設置) 画像処理装置 	営業車両に取り付けた特殊カメラにより、著大な放電現象(アーク等)や大の物をとらえると共にパンタグラフ舟体の振動を検出し、架線の基本機能の劣化を事前に検知する。
軌道検知	<ul style="list-style-type: none"> 振動加速度センサー (レールに取付) 	レールの振動を測定し、異常振動を判定することにより、通過する車両の台車周りの基本機能の劣化を事前に検知する。
架線検知	<ul style="list-style-type: none"> 特殊カメラ (高速走行区間沿線に設置) 押上車測定装置 (高速走行区間吐側線に設置) 	著大な放電現象や架線に対する押上車の変化を測定し、通過する車両のパンタグラフ周りの集電状態異常を事前に検知する。
自己診断システム	<ul style="list-style-type: none"> 異型パンタグラフ不良検知 ブレーキ不良検知 車輪滑走検知 主変換装置不良検知 輪温上昇検知 	異型パンタグラフの基本機能の劣化を事前に検知する。 等のシステムを500系に搭載する。

② アラームシステムによる主な指示パターン



③ 振動・画像解析検討課題

- 系の基本機能異常とアラームシステム指示の判定限界指標との相関の明確化
- 1. 系の基本機能異常(安全・異心地等)と振動数値(振幅、周波数、パターン等)との対応の明確化
- 2. アラームシステム指示の判定限界指標の設定と最適化、レベルアップ

図1 アラームシステムによる主な指示パターン

また、これらのシステムを設計段階から500系量産先行車両に組込んでいる。

②地上に設置した検知装置で検知するシステム

300km/hの高速域で走行中の500系車両の全車輪について、回転異常や車輪のフラット等とレール振動等との相関性の検証をすすめている。また走行中の車両の全パンタグラフについても、架線の振動、押上量及び画像等から基本機能異常との相関性の検証を進めている。

③自己診断システム モーター軸受け異常検知等新たなシステムの開発も進めている。

3. 架線アラームシステム等の概要

(1)画像による検知システム

300km/h高速集電時の画像から著大な放電現象や火の粉を量的に把握し架線の集電機能異常を検知するとともに、トロリ線の高さ、偏位の不良箇所を検出し架線の基本機能の劣化を事前に検知するシステムである。

〔検出方法〕

集電状態はCCDカメラにより撮影するが、可視光領域の画像では昼間の放電現象や火の粉を把握するのは太陽光の影響により困難である。これを解決するためアークから発生する紫外線、火の粉から発生する赤外線をそれぞれの領域に感度の良いカメラ、レンズ、フィルターを用いて集電状態を撮影する。この方法について新幹線電気軌道試験車(T3)を使用し集電状態観測ドームから集電状態を撮影し基礎試験を行い検出可能なことを確認済である。

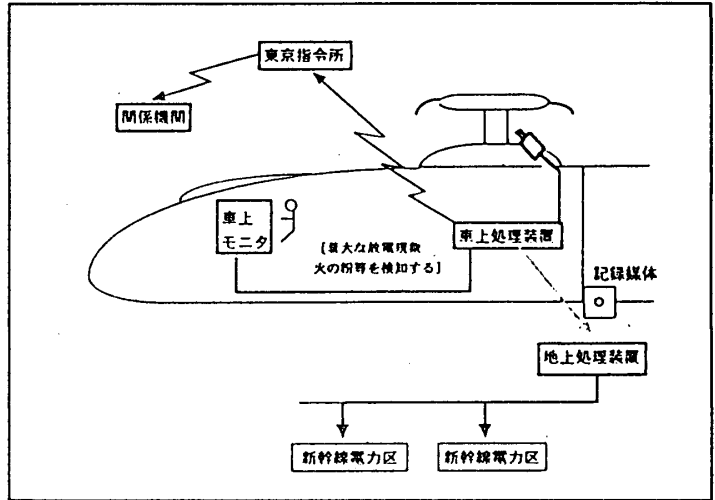


図2 架線アラームシステムのデータ処理システム構成図

(2)パンタグラフ舟体振動測定による検知システム

300km/h高速集電時の翼型パンタグラフ舟体の上下振動加速度を測定し架線の著大な硬点や波状摩耗箇所等を検知するシステムである。

〔検出方法〕

架線電圧(25000v)との絶縁を保ち、翼型パンタグラフの性能に影響を与えないため非接触で測定可能なレーザードップラー振動計を使用する。

(3)データ処理システムの構成を図2に示す。

4. 今後の課題

新幹線総合アラームシステム開発スケジュールは図3に示す通りである。500系量産先行車両による営業開始に合わせた導入を目指して、WIN350搭載装置等による常時測定を継続するとともに、各種手法による測定データ解析の深度化と現地設備突合等の検証を繰り返し実施しつつ、データ処理システムの開発を目指している。

5. 終わりに

「新幹線総合アラームシステム」の開発に際し、御指導・御支援頂いている関係各位に深く感謝の意を表します。

アラームシステム開発スケジュール

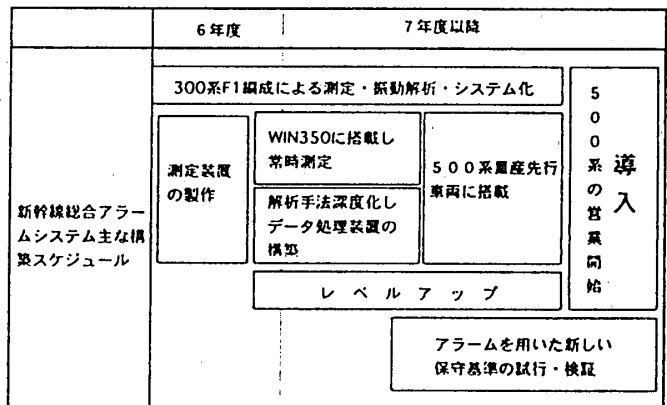


図3 新幹線総合アラームシステム開発スケジュール

参考文献

- (1)日高秀登・山形毅章・鈴木喜也「新しい保全システムの構築について」 JREA Vol.37/No.7(1994)P16~18
- (2)山形毅章「各種OR手法による振動解析を用いたJR西日本総合アラームシステムの開発」 日本OR学会1994年度秋季研究発表会 2-E-7
- (3)山形毅章「カーボン系すり板による「整面効果」にもとづく導入手順」 電気学会 交通・電気鉄道研究会資料 TER-94-41 1994.12.13
- (4)山形毅章・塚本幹夫他「アルミ合金製メンテナンスフリートラスビームの開発」 電気学会 交通・電気鉄道研究会資料 TER-94-37 1994.12.13
- (5)山形毅章・村田聡・奥村喜久「新幹線総合アラームシステムの開発」 電気学会 交通・電気鉄道研究会資料 TER-95-3 1995.2.9