

Ⅳ-297

軌道アラームシステムの開発

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○吉田 寛
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 鈴木 喜也
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 大田 健治
 西日本旅客鉄道株式会社 井上 淳太

1. はじめに

JR西日本では、21世紀を目指し3Kの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性向上を実現する「新しい保全システムの構築」に向けて以下の三つのテーマを柱とし総合的に技術開発を行っている。

○総合アラームシステム

500系新幹線車両の営業開始に合わせて、車両、軌道、架線等の機能劣化を振動や画像等により検知し、保安度や信頼性の一層の向上を図る総合アラームシステムを構築する。

○新しい軌道・架線・車両構造

保守区（モデル区）のデータに基づく統計管理を深度化し、必要な新しい長寿命部品・装置の機能・構造・形状等の見極めを行い順次導入拡大を図る。

○一斉交換システム等作業の機械化・自動化

新しい軌道・架線・車両構造に対応した交換作業システムの検討を進め、省人化・コスト削減効果の高いものを対象に技術開発を行い順次実用化を図る。

本文では、新幹線において軌道の機能異常を検知する軌道アラームシステムの取組み・開発について報告する。

2. 軌道アラームシステムの考え方

(1) 軌道機能異常の検知

軌道アラームシステムでは以下の軌道の機能異常を検知する。

- ・走行安全性を阻害する可能性のある軌道の機能異常
- ・乗り心地を阻害する軌道の機能異常

(2) 軌道アラームシステムの検知内容

軌道アラームシステムでは車体振動加速度、台車枠振動加速度、軸箱振動加速度から表-1のような軌道の機能異常の検知を行う。

○車体振動加速度による異常検知

車体振動加速度と長波長軌道狂いについては、新幹線車両の車体共振振動数が $1 \sim 1.5\text{Hz}$ 付近にあり、車体振動は 300km/h 走行時において $55 \sim 85\text{m}$ 相当の軌道狂いに対して共振し、図-1のような高い相関性が得られている。アラームシステムでは、車体床上の加速度計により乗り心地を阻害する長波長軌道狂いを検知する。

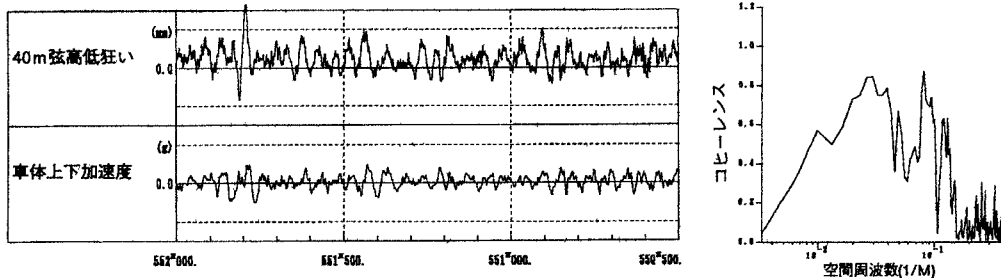


図-1 車体振動加速度と長波長軌道狂い

○台車枠振動加速度による異常検知

開発中の500系新幹線車両では、乗り心地改善の目的でアクティブサスペンションの導入を検討している。アクティブサスペンション導入時には車体振動加速度測定に代わり台車枠の加速度計により乗り心地を阻害する軌道狂いを検知する。また、台車枠振動加速度は、車体振動加速度や軸箱振動加速度では検知しづらい波長の軌道狂いの検知を目的としている。

○軸箱振動加速度による異常検知

軸箱上下加速度と著大輪重の関係(図-2)、軸箱左右加速度と衝撃的な横圧については高い相関性がある。また、軸箱上下加速度から軌道の異常状態、例えば浮きマクラギ(図-3)、レール波状摩耗(図-4)、レール頭頂面凹凸の識別が可能になりつつある。アラームシステムでは軸箱振動加速度からこれらのレール短波長に関する機能異常を検知する。

○振動加速度による軌道区間評価

計画的な保守作業のために、異常箇所の検知だけでなく、軸箱上下加速度の標準偏差等を用いた一定区間毎の軌道状態評価を行う(図-5)。

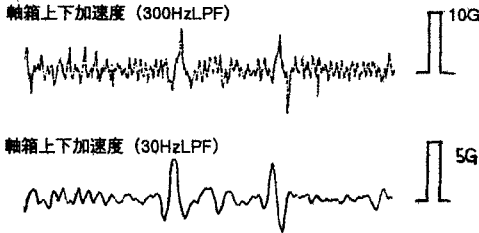


図-3 浮きマクラギ箇所波形

3. システム化への取り組み

(1) 軌道アラームシステム装置概要

前述の考え方をふまえシステムの開発を行った。システム概要は図-6に示すように車上装置と地上装置からなる。主な機能は以下の通りである。

《車上装置機能》

- ・新大阪～博多間を自動で測定する
- ・リアルタイムでデータを処理する
- ・波形の最大値、異常波形、発生地点を検出する
- ・記録装置にデータを記録する
- ・異常データを車両モニターに表示する
- ・最大値、異常波形、発生キロ程を地上に伝送する

《地上装置機能》

- ・車上装置データを再生し、データを処理する
- ・波形の最大値、異常波形、発生地点を検出する
- ・異常箇所の帳票出力、チャート出力を行う
- ・頻度分布、区間評価等統計データの処理を行う

(2) 検知手法の導入

地上装置では、加速度波形からの機能異常の判断

- ・識別の精度の向上を目指しニューラルネットワーク手法を導入した。軸箱上下加速度による機能異常識別では、波形の絶対値・標準偏差・移動平均・フィルター処理等の特徴量を入力とし、浮きマクラギ、波状摩耗等を出力としたバックプロパゲーション型の階層ネットワークを構成した。ニューラルネットワークの教示では、実際のデータを用いて軌道の状態を正常・浮きマクラギ・波状摩耗・レール頭頂面凹凸に判別する学習を行い、機能異常を識別した出力結果が得られた。

4. おわりに

現在、500系試験車両(WIN350)にアラームシステムを搭載し測定を行っているが、500系営業車両に装置を搭載し測定を開始する。今後、データを蓄積し、振動加速度と機能異常の関係についての検討および、システムのレベルアップを行っていく。

参考文献

須永陽一、井手寅三郎、金尾裕：軸箱加速度を活用した短波長軌道狂いの管理手法、鉄道総研報告、P.35,1995.2

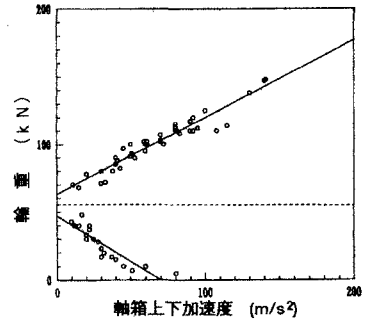


図-2 軸箱上下加速度と輪重の関係

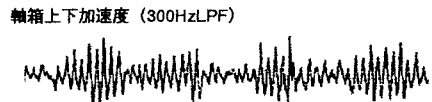


図-4 レール波状摩耗箇所波形

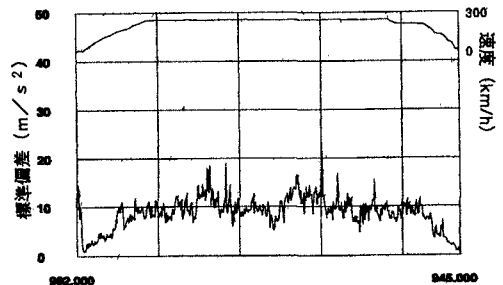


図-5 軸箱上下加速度の標準偏差

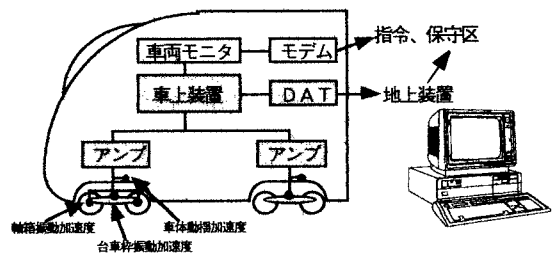


図-6 軌道アラームシステム概要