

可搬型プローブシステムによる軌道の異常検出

交通安全環境研究所 正会員 ○ 佐藤 安弘 大野 寛之 吉永 純 森 裕貴
日本大学 綱島 均

1. はじめに

鉄道施設や車両においては、定期検査や巡回、監視などにより、所定の状態が保全され、列車運転の安全性が担保されている。しかしながら、高価な検測車を導入できない事業者もある一方で、保守員による計測作業は人件費等の負担が大きく、いずれも計測の頻度には限界がある。

このため、営業車両に各種センサを取付け、軌道状態を監視する「プローブ車両」の研究を日本大学などと共同で進め¹⁾、営業車両に簡単に設置可能な「可搬型プローブシステム」を開発した²⁾³⁾。

今回、同システムを用いて実車走行試験を行い、営業列車による軌道の異常検出について検討したので報告する。

2. プローブ車両の特徴

営業車両に簡単に設置可能な可搬型のセンサとデータ処理システムによって、以下の機能を実現する。

- 車体振動による軌道変位異常の検出機能
- 車内騒音によるレール波状摩耗の検出機能
- コンピュータ画面に表示した地図上の位置に異常発生箇所を表示（現場の特定が容易）

システムは、軌道変位を検出するための加速度センサ及びレートジャイロ、波状摩耗を検出するための騒音計、位置を検出するための GPS 受信機、解析用のコンピュータ等で構成される。これらを 1 筐体+市販のノートブック型パソコンにまとめ、可搬型で任意の営業車両に簡単に設置できる。可搬型プローブシステムの構成、外観、内部及び車両への設置状況を図 1～図 4 にそれぞれ示す。

軌道変位に対する車両の応答特性は、車両固有の諸元、走行速度や荷重などの条件により変化するが、上下振動加速度 RMS 値から高低変位を検出し、急曲線内軌のレール波状摩耗については、周波数帯域 120～240Hz の車内騒音スペクトルピークを逐次求めることで、発生箇所を特定できることがわかった。

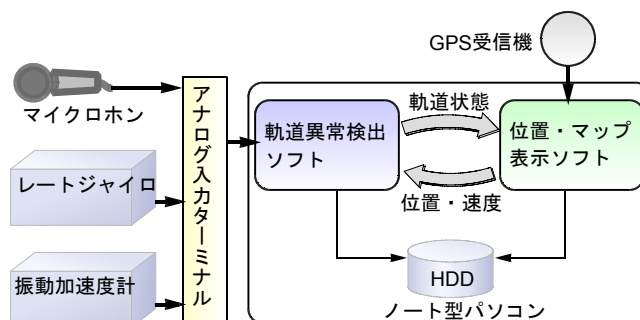


図 1 可搬型プローブシステムの構成

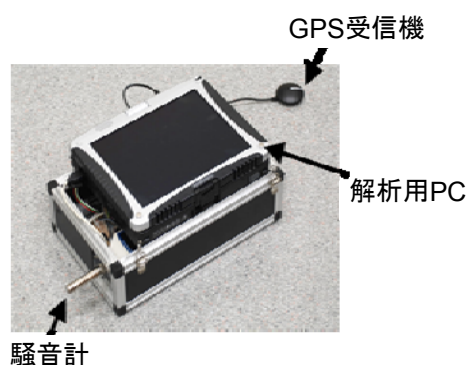


図 2 可搬型プローブシステムの外観

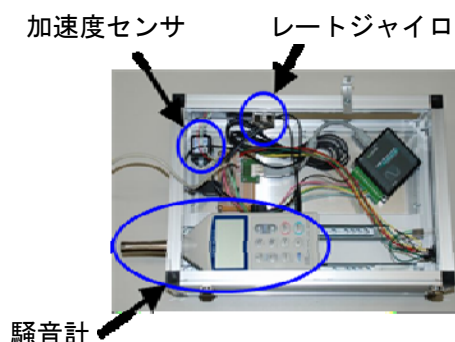


図 3 可搬型プローブシステムの内部



図 4 車両へのプローブシステムの設置状況

キーワード: 鉄道、軌道変位、検測、状態監視、波状摩耗

連絡先: 〒 182-0012 東京都調布市深大寺東町 7 丁目 42 番地 27 TEL. 0422-41-3210 FAX. 0422-76-8602

3. 営業列車による軌道の異常検出

可搬型プローブシステムを乗務員室内に設置し、GPS 受信機を車内窓枠に固定し、ある中小民鉄路線を走行した。測定項目の内、上下振動加速度の RMS 値を算出した例を図 5 に示す。同図の 2.3 キロ～2.4 キロ付近の○印で示したピーク箇所に対応する位置を図 6 に示す。測定データの異常箇所を地図上に表示できるため、当該箇所の現地調査にきわめて便利である。なお、プログラム上で閾値(例えば 0.1m/s^2)を設定すれば、閾値を上回った場合に注意(黄色)または警告(赤色)を表示し、列車走行位置とともにリアルタイムに軌道異常を検出することが可能である。

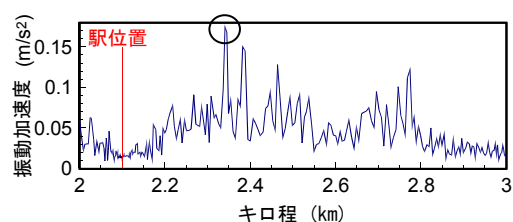


図 5 上下振動加速度測定値 (RMS 値)



図 6 地図表示による現場との照合

図 5 のようにデータが大きな値を示している複数箇所について、現況調査を実施した。図 6 で示される箇所は、図 7 のように「浮きまくらぎ」の状態となっていた。なお、一般的な 10m 弦高低変位の検測では、検測特性上、短波長軌道変位の抽出が困難なこと、手検測では断続的な(5m おき等)測定である上、検測時にレールに荷重がかからないためレールは沈下しないことから、浮きまくらぎや継目落ちが存在しても検測結果に異常値として現れない可能性がある。



図 7 現場状況例

また、約 1 年後に再測定を行い、再現性を確認した結果を図 8 に示す。この間、大がかりな軌道整備は実施されておらず、1 年後は振動加速度が若干増加していることがわかる。

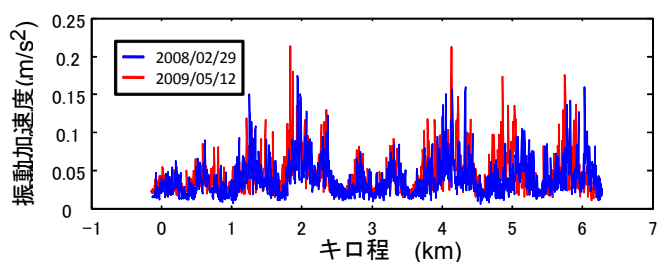


図 8 上下振動加速度測定値 (RMS 値) の推移

4. まとめ

本システムにより、軌道異常を検出できることが確認された。

本システムは、高価な軌道検測車を導入できない鉄道事業者において、保守員による軌道の巡回目視や手検測作業を補完し、軌道状態の変化をいち早く発見・監視する目的に使用できる。従来の手検測では高低変位の異常値として現れにくい継目落ち及び浮きまくらぎの発生箇所の特定に有効である。

異常箇所や要注意箇所が絞り込まれること、測定頻度が高められるため当該箇所でのデータの推移を監視できることから、安全を確保しつつ保守の省力化に有効である。

本研究は、平成 19 年度まで独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」の補助を受けたものである。また、実車走行試験や現地調査に協力いただいた鉄道事業者各位に感謝します。

【参考文献】

- 1) 小島他：機論 C 編, Vol.720, No.72, 2447-2454 (2006)
- 2) 小島他：機論 C 編, Vol.754, No.75, 1798-1805 (2009)
- 3) 森 他：J-Rail, 機講論 No.09-65, 233-236 (2009)