

⑭ プローブ車両の現状と軌道の保守例について

交通システム研究領域
日本大学生産工学部

※森 裕貴
網島 均

大野 寛之 佐藤 安弘 竹内 俊裕

1. はじめに

車輪がレールで支持案内されて走行する鉄道にとって、軌道の安全管理は重要である。軌道状況を把握し、事故に至る前に補修していく予防保全が不可欠である。そのためには、軌道の状態を常時あるいは高頻度で監視することが望ましい。しかし、軌道検測車などの検査用車両により、精密な軌道検査が可能になっているものの、コストや要員などの点から走行頻度は非常に制限される。さらに地方鉄道では、施設の経年劣化が著しい一方、費用の確保や技術力の維持が難しく、十分な検査が行えない事業者も少なくない。

このような問題に対して、簡便な方法により軌道状態の常時監視と診断が可能になれば、より確実な予防保全の実現が期待できる。常時監視を実現する一つの方法として、車両に安価な汎用センサを付加し、営業運転を行いながら軌道の状態診断を行う方法が考えられる。このような車両をプローブ車両^①と呼び、このプローブ車両を実現するため、我々は持ち運びが容易で、車両と非接続で軌道の状態診断の行える可搬型プローブ装置を開発^②し、鉄道事業者協力のもと実用に供するための走行実験を行なっている。

本報告では、プローブ車両により特定された軌道の要注意区間について、長期に渡って継続調査を行った結果及び、その期間に実施された軌道保守による軌道状態の変化の様子について報告する。

2. プローブ車両による軌道の調査

2. 1. プローブ車両の構成

図1にプローブ車両の構成図を示す。波状摩耗を検出するための騒音計、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、位置を検出するためのGPS受信機及びWebカメラ、解析用のコンピュータ、各センサの信号をコンピュータに入力するアナログ入力ターミナルで構成される。位置推定・マップ表示ソフトによる列車位置の特定機能で、GPS受信機による位置情報

に基づき路線上の列車位置を求め、地図上に現在位置を逐次表示する。

2. 2. 軌道異常の発見

プローブ車両は、GPS情報及び、加速度の二乗平均平方根値(Root Mean Square, 以下RMS値と略記)を求めることで、路線の中で加速度振動が強くでている区間を特定することができる。また、Webカメラにより軌道状況を撮影することで、軌道の異常個所の特定がさらに容易となった。図2にプローブ車両により発見された浮き枕木の発生区間の様子を示す。

このような浮き枕木を放置すると、車両が通過する際レールの沈下によりたわみが発生し、輪重変動が大きくなるなど、安全上大きな問題が発生する。そのため、特に大きなRMS値が検出された区間については、事業者の協力の下、適宜軌道保守を行い、その前後でのプローブデータを収集した。

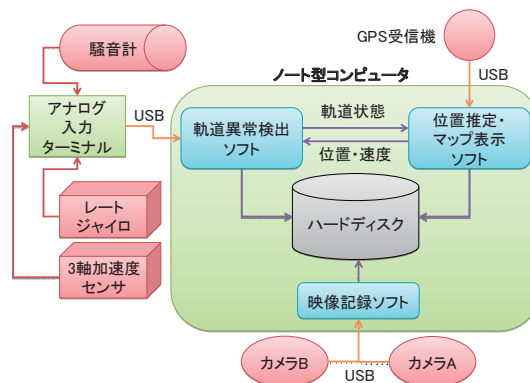


図1 プローブ車両の構成



図2 浮き枕木発生区間

3. 軌道保守前後の調査結果

3. 1. マルチプルタイタンパによる軌道保守

2010年1月初旬にマルチプルタイタンパ（以下マルタイと略記）による軌道全線の保守作業が行われた。その軌道保守の前（2009年12月）と後（2010年1月）に行われた走行試験の軌道上下加速度RMS値の結果を図3、4に示す。RMS値が高いほど軌道の状態が悪化していることを表す。マルタイによる保守後は全体的にRMS値の減少が確認された。特に 0.3m/s^2 を超える要注意区間では、軒並みRMS値が 0.2m/s^2 を下回り、軌道状態が改善されたことがわかる。

マルタイによる軌道保守の半年後に行われた走行試験の軌道上下加速度RMS値の結果を図5に示す。一般的に軌道保守を行った後半年間は、軌道状態が安定しないことが知られている。RMS値を比較すると、若干値が減少した区間もあるが、ほぼマルタイによる軌道保守前のレベルまで戻ってしまっていることが確認された。

3. 2. 短区間軌道保守

軌道状態が半年で軌道保守前の状態に戻った原因として、保守区間が全線と長区間であったため、碎石の補充が均一的になり、RMS値の高い要注意区間において、碎石の補充が不十分であった可能性が考えられる。

そこで、2010年7月の調査後にプローブデータを鉄道事業者提供し、RMS値の大きな区間について追加の保守作業を行った。作業内容としては、数mから数十mに渡って、碎石補充と突き固めを行い、保守後は継続してプローブ車両による調査を行った。

特にRMS値の戻り幅の大きかった5.7km地点について、RMS値の推移を図6に示す。マルタイの実施後と比べると、集中的に保守を行った結果、RMS値が急増せず、半年を過ぎても安定していることがわかる。

4. まとめ

プローブ車両により、長期に渡って軌道状態を調査し、軌道保守の効果を評価した。その結果、浮き枕木が発生するような脆弱な地盤の路線においては、画一的な軌道保守を行うのではなく、碎石の補充量の変更など、軌道状態に合わせた軌道保守が必要であることがわかった。また、継続的に軌道状態を監視することで、軌道の状況変化に対応できる可能性を示した。

今後は可搬型プローブ装置の小型化、高機能化を進めるとともに、インターフェースの改善を図り、地方鉄道事業者などが簡易に取り扱えるようにしたい。

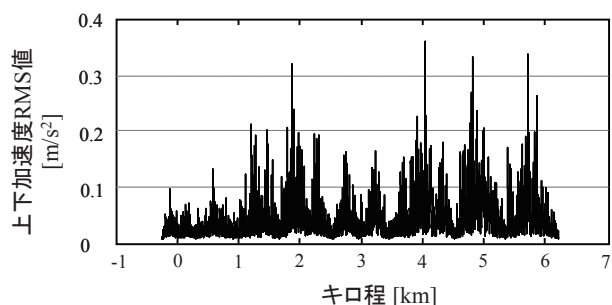


図3 上下加速度RMS値（2009年12月12日）

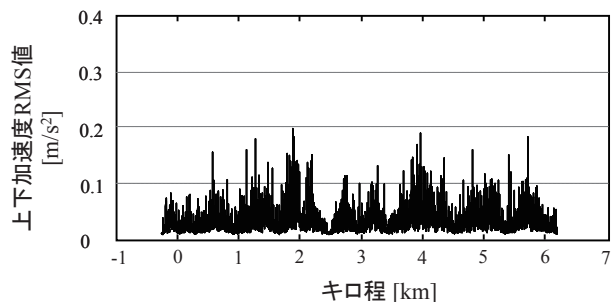


図4 上下加速度RMS値（2010年1月13日）

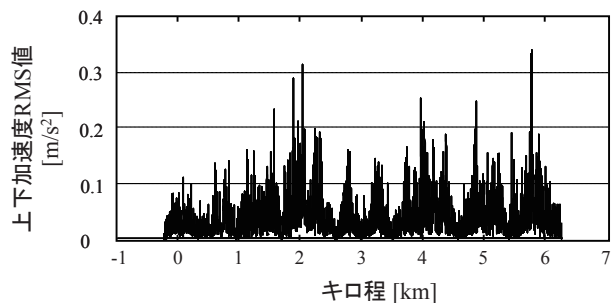


図5 上下加速度RMS値（2010年7月28日）

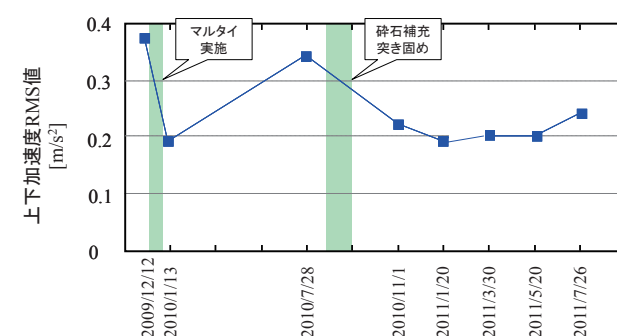


図6 上下RMS値の推移（5.7km地点）

参考文献

- 1) H. Tsunashima, A. Matsumoto, H. Nakamura and H. Yamashita: Fundamental Studies on Development of Probe-Vehicle System for Advanced Railway Inspection, The 13th Transportation and Logistics Conference pp. 241-242, 2004
- 2) 小島崇, 網島均, 松本陽, 水間毅, 車上測定データによる軌道の異常検出（第2報, プローブシステムの開発と検証）, 日本機械学会論文集（C編）, Vol. 754, No. 75, pp.1798-1805, 2009