

⑩ 小型レール状態診断装置の開発

交通システム研究領域
日本大学生産工学部
株式会社京三製作所

※森 裕貴
綱島 均
齊藤 嘉久

竹内 俊裕 佐藤 安弘 大野 寛之

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、レール側の安全管理は非常に重要である。そのため、事故に至るリスクが顕在化する前に、軌道状況を把握し補修するためには、高頻度で監視することが望ましい。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、簡便な方法による軌道状態の診断方法の開発が期待されている。その一つの方法として、車両に小型の軌道診断装置を設置し、営業運転を行いながら軌道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、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⁾した。鉄道事業者の協力のもと長期間の調査を行い、測定データの再現性、軌道異常の発生箇所の特特定、測定データと軌道状態の相関などを示した³⁾。これらの成果を受け、独立行政法人科学技術振興機構平成23年度研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラムの支援により、日本大学及び株式会社京三製作所と共同で、地方鉄道向けの実用化を想定した信頼性の高い小型レール状態診断装置の製作に発展させた。

本報告では、長期に渡って軌道状態の継続調査を行った結果の一例について述べるとともに、可搬型プローブ装置の発展型である小型レール状態診断装置の概要について説明する。

2. プローブ車両による軌道診断

2. 1. 可搬型プローブ装置の構成

波状摩耗を検出する騒音計、軌道変位を検出する加速度センサ・レートジャイロ、列車位置を検出するGPS受信機、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等で構成される。(図1)

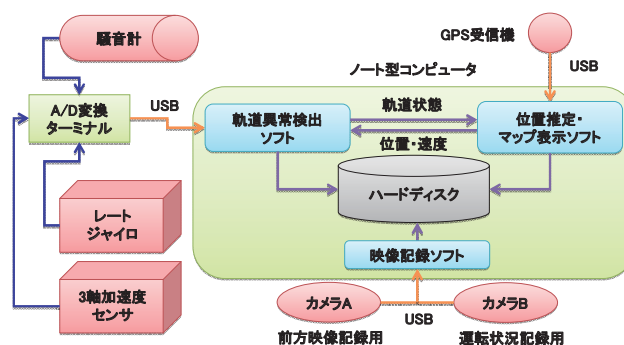


図1 プローブ装置の構成



図2 浮きまくらぎ

2. 2. 軌道異常の発見

プローブ車両は、GPS情報および加速度のRMS値を測定することで、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。RMS値が高いほど軌道の状態が悪化していると考えられるため、特に大きなRMS値を計測した場所を現地調査したところ、図2に示すような浮きまくらぎが発見された。

このような浮きまくらぎを放置すると、車両が通過する際のレール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。

2. 3. 軌道保守効果の検証

プローブ車両により浮きまくらぎが発生した区間を長期間にわたり計測した結果を図3に示す。この区間については、事業者が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。

2010年1月初旬にマルチプルタイタンパ（以下マルチと略記）による軌道全線の保守作業が行われた。マルチによる保守後はRMS値の減少が確認され、軌道

状態が改善されたことがわかる。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ため、マルチによる軌道保守の半年後に追跡調査を行った。試験の結果、上下加速度 RMS 値はほぼマルチ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。原因として、保守区間が全線と長区間であったため、作業時間や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、測定データを鉄道事業者に提供し、追加の保守作業が行われた。作業内容としては、数 m から十数 m に渡って碎石補充と突き固めが行われた。保守後は継続してプローブ車両による調査を行ったが、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。

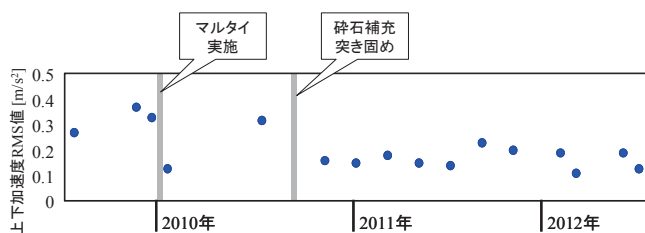


図3 プローブ測定データ

3. 小型レール状態診断装置

これまで使用してきた可搬型プローブ装置は、市販の汎用モジュールを組み合わせた試作品であるため、安定動作に対する信頼性を確保することが課題であった。さらに、設置スペースが限られていることから小型化が望まれる。一方、軌道診断を必要としている地方鉄道においては、測定・診断の専門員を用意することは難しい。そのため、鉄道事業者においては軌道状態を診断する装置を購入あるいは借用し、測定データを診断機関へ送り、診断結果を受け取るといった運用が望ましいといえる。このことから、診断装置に求められるのは、容易に測定が開始され、データを取り出せるなど、インターフェースの改善が望まれる。

そこで、小型レール状態診断装置においては、測定開始については、電源が車内で確保できる場合は通電と同時に起動、確保出来ない場合はバッテリー駆動かつ起動スイッチのみで測定を開始することとした。データについては、データの損失を防ぐため内蔵フラッシュメモリへ記録するとともに、取り出し可能な外部メディア (microSD カード) に書き込むこととする。また、携帯電話回線を利用したデータ送信にも対応させる。

開発された小型レール状態診断装置を図4に示す。内

蔵バッテリー駆動型であるが、ディスプレイの省略、一体型の3軸加速度センサ・レートジャイロの採用、筐体がヒートシンクの役割も担うなどの結果、既存のプローブ装置と比べ、設置面積比で40%以上低減し、A4用紙より一回り小さい程度に収まった。

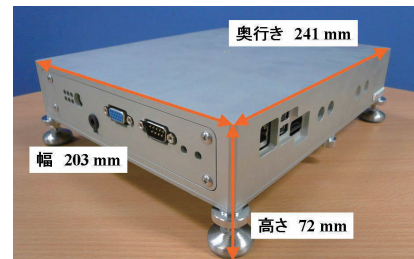


図4 小型レール状態診断装置の外観



図5 既存プローブ装置との比較

4. まとめ

本報告では、これまでに蓄積した軌道状態診断技術の知見を基に、地方鉄道向けの小型で信頼性の高いレール状態診断装置を実現したので、その概要について述べた。本研究の最終的な目的は、各鉄道事業者に導入したレール状態診断装置から得られるデータを統一的に解析、管理することにより、地方鉄道の軌道の保守管理を一元的に行うことである。現在、経営難にあえぐ地方鉄道を支援するため、経営資源を運行だけに集中させる上下分離方式が各地でとりいれられているが、事業者間での知識や情報の共有がより活発に行われれば、より効率的でより安全性の高い保守管理が可能になると考える。

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
- 3) 森裕貴 ほか, 交通研フォーラム 2011 講演概要, pp.109-110