

⑪ 営業車両を活用した軌道監視事例と 遠隔自動収録に向けた取組

交通システム研究部
鉄道認証室
日本大学生産工学部
(株)京三製作所

※森 裕貴
佐藤 安弘
綱島 均
浅野 晃

緒方 正剛 大野 寛之 山口 大助

1. はじめに

鉄道の優れた特徴である定時性、大量輸送、省エネルギー性等を実現する要素として、鉄車輪が専用軌道で支持案内されていることが挙げられる。一方、軌道で案内されているが故に、軌道異常が発生した場合は、運転士による事故回避は困難であり、脱線・転覆といった大事故へ繋がる可能性がある。そのため、小さな軌道異常を早期に発見し、軌道整備を実施することが安全上非常に重要となる。

近年、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検査頻度は著しく制限される。このような問題に対して、より高頻度に軌道検査を実施するため、営業列車等を活用して軌道状態を監視する取り組みが数多く報告¹⁾されている。しかしながら、測定センサの設置位置が台車や輪軸等、測定環境が苛烈であるケースが殆どであり、軌道監視システムの導入費用やメンテナンス費用に課題が残されている。

特に、施設の経年劣化が著しく、軌道監視の需要が高まっている地方鉄道では、メンテナンス費用の確保や技術力の維持が大きな課題となっており、安全管理に係る十分な検査が行えない事業者も少なくない。そのため、営業車両を活用した軌道監視が可能となれば、その安全性向上に寄与すると考えられるが、コストや要員の点では、車両に大幅な改修が必要としない、専門の測定員が必要ない等、より簡便な手法であることが望ましい。

本報告では、車両に大幅な改修を必要とせず車体動揺等を測定する装置²⁾を用いて、鉄道事業者の協力のもと、営業車両により軌道整備前後の軌道監視を実施した事例を紹介するとともに、遠隔地からの軌道監視を目的とした、測定の自動収録及び測定データの遠隔転送に関する取り組みについて報告する。

2. 営業車両による軌道監視

2. 1. 軌道状態の評価方法

地方鉄道における軌道保守計画において、軌道整備の優先順位を決定する主な評価指標として軌道変位の測定データが挙げられる。しかし、軌道変位データの測定回数が少ない(年に数回以下)事業者も多く、そのような事業者では、軌道変位測定間の保守計画の修正や、整備による改善結果の評価は保守員の主観(経験)により行われている。このような主観的な評価では、保守員の熟練度によって評価結果が左右されることが懸念される。

軌道の状態監視においては、軌道変位量を推定するアプローチが主流であるが、地方鉄道を含めて軌道監視を普及するためには、コストの課題を解決することを念頭に、抜本的にアプローチを変更する必要があると考えられる。筆者らは、軌道整備直後の状態を維持するといった観点から、車体動揺の二乗平均平方根(RMS: Root Mean Square)値による評価等を提案している²⁾。いずれの評価も、営業車両による繰り返しの測定で日々の変動を捉え解析することで、保守員による評価に客観性を持たせるとともに、より効率的な軌道整備に有用であることを確認している。

2. 2. 測定装置の構成

図1に測定装置の構成図を示す。軌道異常を検出するための加速度センサ及びレートジャイロ、列車位置を検出するためのGPS受信機、各センサの信号を入力するセンサインタフェース、記録及び解析用ソフトウェアで構成される。また、オプション機能として波状摩耗を検出するための騒音計、軌道異常箇所の状況を撮影するためのWebカメラを接続することも可能である。測定された計測データについては、ソリッドステートドライブ(SSD)及びmicro SDカードに記録される。

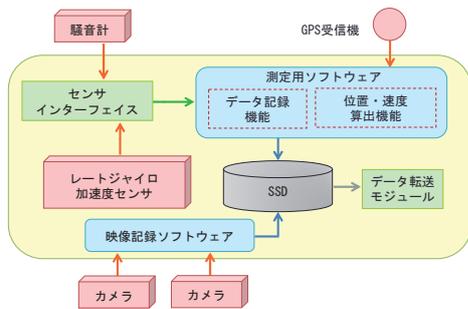


図1 測定装置の構成

3. 営業路線における取り組み

3. 1. 軌道整備前後の軌道監視例

鉄道事業者の協力のもと、軌道整備前後に軌道監視を実施した例について紹介する。本路線では軌道検査が実施された後に、2015年の5月から6月にかけて軌道整備が実施されている。軌道検査の結果、軌道変位の86.3%が高低変位であったことから、車体上下加速度及び車体上下加速度RMS値に着目することとした。

軌道整備の実施例が比較的多い駅間について、5月の軌道整備前後の結果を図2に示す。5月8日の測定において4500m地点付近及び6000m地点で比較的大きなRMS値が確認されているが、1ヶ月後にRMS値が低減していることから、グラフ上において軌道整備が実施されたと推察できる。実際に軌道整備の有無を鉄道事業者へ確認したところ、4530m～4650m区間及び6030m地点を中心として高低変位の軌道整備を実施していたことが確認された。いずれの区間も軌道整備はRMS値が $1.6\text{m/s}^2 \sim 1.8\text{m/s}^2$ を超えた場合に実施され、軌道整備後は 1.5m/s^2 以下に抑えられている。この判断基準によれば、5500m付近等では 2.5m/s^2 を超えるRMS値が観測されており、軌道整備を実施する必要がある。

6月の軌道整備前後の結果を図3に示す。著大なRMS値が確認されていた5500m付近も軌道整備(5550m～5580mを中心)が実施され、7月30日時点の測定においてRMS値が 1.0m/s^2 以下に抑えられており、軌道整備の効果が確認できた。

鉄道事業者により軌道整備が必要であると判断された区間とRMS値が著大な区間が一致したことから、車体上下加速度RMS値は、軌道整備を実施すべき箇所を特定するための有効な指標となることが示された。

3. 2. 遠隔自動収録について

前節において、RMS値と軌道補正の間に一定の相関性が確認されているが、図3の4600m地点で再びRMS値が増加していたり、5200m地点で軌道整備がなされていないにも関わらずRMS値が減少したりといったケ

ースが確認される。現在の計測頻度ではRMS値に変化のあった日付を特定できず、変動した要因を推察することしかできないが、遠隔地において毎日軌道監視が可能となれば、より詳細な軌道診断が可能になると考える。遠隔自動収録を実現するためには、測定員が不要となる自動収録及びデータ転送の機能が必要である。自動収録については、車両からの給電をトリガーとして測定を開始し、軌道監視に必要なデータのみ転送することとした。データ転送については、将来的な普及を鑑み携帯電話回線を通じてサーバへ測定データを送信することとし、データ転送モジュールによる転送実験を開始している。

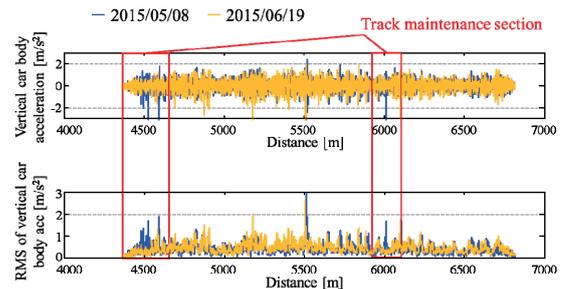


図2 5月の軌道整備前後の測定結果

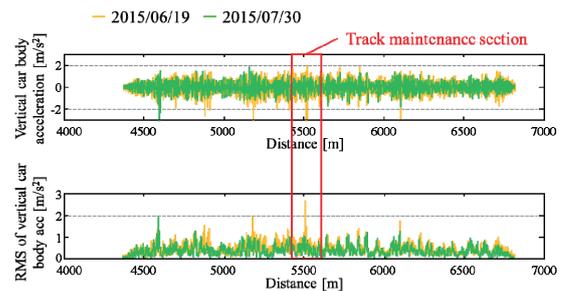


図3 6月の軌道整備前後の測定結果

4. まとめ

本報告では、車体振動加速度を活用した軌道の状態監視手法を提案し、鉄道事業者に協力頂いて軌道補修前後の軌道状態の評価を実施した。その結果、上下変位を補修する必要性について、鉄道事業者の判断と上下加速度RMS値の相関が確認され、軌道監視システムの有用性が示された。しかしながら、判断基準が完全に合致していない箇所も見受けられた。今後は、遠隔自動収録により高頻度の測定データを取得することで、軌道診断の精度向上を図る予定である。

参考文献

- 1) 古川敦, “軌道の検査・監視技術に関する最近の動向”, 鉄道総研報告, Vol.28, No.6, pp.1-4, 2014
- 2) H. Mori, Y. Sato, H. Ohno, H. Tsunashima, Y. Saito, Development of compact size onboard device for condition monitoring of railway tracks, Journal of Mechanical Systems for Transportation and Logistics (JSME), Vol.6, No.2, pp. 142-149, 2013