

高頻度動揺を活用した軌道整備後の軌道状態把握への検証

西日本旅客鉄道（株）正会員 松谷 真吾

1. はじめに

在来線における軌道整備後の軌道状態は、施工当日に実施する当日検査、及び整備後から約2週間後に実施する引継検査により確認を行っている。しかしながら、これらの検査はいずれも人力、または軌道検測装置による静的な検測であり、動的な軌道検測は軌道検測車による年2～6回程度の頻度に限られているため、軌道整備後の動的な軌道状態把握が困難であり、管理に苦慮している現状がある。

そこで本研究では、営業列車によりデータ収集を可能とした車両挙動監視装置から高頻度に取得される列車動揺データ（以下「高頻度動揺データ」と記す）を用い、軌道整備後の動的な軌道状態把握への活用について検証を進めることとした。

2. 車両挙動監視装置の概要

図1に、車両挙動監視装置及びデータ収録装置の設置状況を示す。車両挙動監視装置は、運転台直下の車体床下に振動加速度計を設置することにより、営業列車の動揺を自動的に取得可能としたものである。取得されるデータはGPSにより測位した緯度・経度情報、及び上下・左右動揺である。また、軌道検測車で測定した上下動揺を基準データとして、LABOCSコマンドの相互相関法を活用した位置合わせを行い、精度の高い位置情報を得ることを可能としている。¹⁾

車両挙動監視装置は特急形電車287系の2編成で



図1 車両挙動監視装置等の設置状況

	条件
車両条件	・特急形電車287系の2編成
列車速度	・分析対象箇所のある平均通過速度±5km/h以内
動揺測定位置	・列車先頭車両のデータを使用

表1 各種項目の条件

キーワード 高頻度、列車動揺、営業列車、軌道工事

連絡先：〒532-0003 大阪市淀川区宮原 4-3-39 西日本旅客鉄道株式会社 近畿統括本部 施設課 TEL:06-7668-7071

データ収集を行っている。測定頻度については、最も測定頻度の少ない区間においても3日に1回程度の頻度でデータ取得を行っており、軌道検測車の検測頻度である年2～6回と比較すると高頻度にデータ取得が可能であることが分かる。

3. 軌道整備後の軌道状態把握について

本研究では、軌道狂いと動揺に高い相関があることが知られている高低狂いと上下動揺に着目し、上下動揺を活用し、軌道整備後の高低狂い進みの把握の可否について確認を行うこととした。検証に用いる高低狂いについては、軌道検測車のデータを使用した。また、分析を行う施工対象は、施工後に軌道狂いに急進が見られやすく、管理に苦慮している道床修繕作業等の大きく道床を緩める作業を対象とした。

3.1 高頻度動揺データの条件設定

動揺は軌道状態以外にも列車編成、列車速度、動揺測定位置等、さまざまな影響を受けることが既往の研究²⁾³⁾より分かっている。そこで検証にあたり軌道状態の変化以外の影響を極力取り除くために、使用する高頻度動揺データの各種項目の条件を表1のとおりとした。また、その他条件として、高頻度動揺データは車体の微振動等の影響を排除するため、8Hzローパスフィルター処理を行い、動揺値については全振幅を使用することとした。

3.2 軌道整備後の軌道状態把握への検証

高頻度動揺データを用いた軌道整備後の軌道状態把握の検証を行うために、データ収集区間で2020年度に道床修繕を実施した箇所を対象に、施工前後の上下動揺と高低狂いの推移について確認を行った。

図2に、道床修繕前後の上下動揺と高低狂いの推移の例を示す。施工後に高低狂いに進みがみられる箇所(a)について、施工後一時的に上下動揺が大きく減少しているが、その後徐々に増加し、施工前と

同程度の水準まで大きくなっていることが分かる。この結果は、施工により高低狂いが一時的に良化されたが、その後徐々に悪化していったためと考えられる。一方、施工後に高低狂いが落ち着いている箇所(b)について、(a)と同じく施工後上下動揺が減少し、その後もほとんど変化しておらず0.1 g前後で安定していることが分かる。以上の結果より、施工前後の上下動揺の推移を確認することにより、軌道状態の落ち着きの把握ができる可能性を確認した。

次に図3は、道床修繕施工後から施工後1回目軌道検測車までの上下動揺進みと高低狂い進みの関係を示す。高低狂い進みを算出するにあたり、道床修繕後の高低狂いを0 mmと仮定した。同図より、上下動揺進みと高低狂い進みには概ね正の相関があることが分かる。1箇所上下動揺に進みがほとんどないにも関わらず、高低狂い進みが5 mm程度と他のデータと異なる特徴を示すものがあるが、当該施工箇所は駅構内であり、平均列車速度が25 km/h程度と低速度であるため、軌道状態の変化による動揺の変化が小さいためと考えられる。

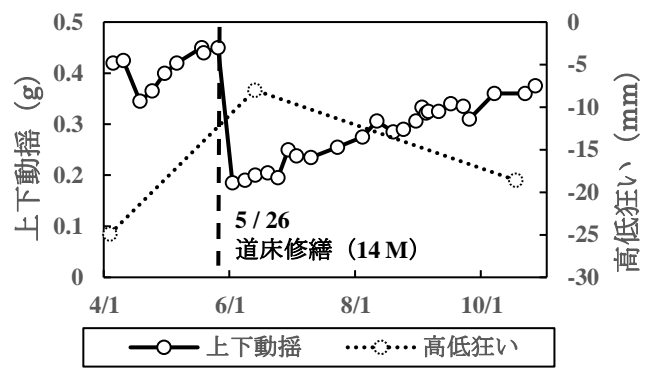
以上の結果より、列車速度が低速度の箇所については課題が残るものの、軌道整備箇所の上下動揺進みを確認することにより、高低狂い進みが大きいと想定される箇所の抽出が可能である。

4. まとめ

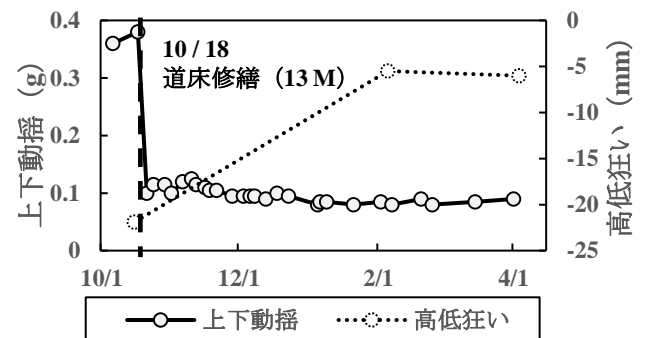
本研究では、営業列車から取得できる上下動揺を用い、軌道整備後の軌道状態把握への活用について検証を行い、以下の知見は得た。

- (1) 道床修繕作業を実施した箇所について、施工後の上下動揺進みと高低狂い進みの関係を確認した。その結果、上下動揺進みと高低狂い進みに正の相関を確認することができ、上下動揺進みを確認することにより高低狂いの悪化が想定される箇所の把握に活用できる可能性を確認した。
- (2) 上下動揺進みと高低狂い進みについて、概ね正の相関が確認できたものの、列車速度が低速度の箇所については、上下動揺が発生しづらいため、別途取扱いについて検討が必要と考えられる。

今回の検証では、分析対象を道床修繕等に限定し分析を実施したが、今後についてその他の施工においても同様な分析を進めていく予定である。



(a) 高低狂いに進みがある箇所



(b) 高低狂いが落ち着いている箇所

図2 上下動揺と高低狂いの推移

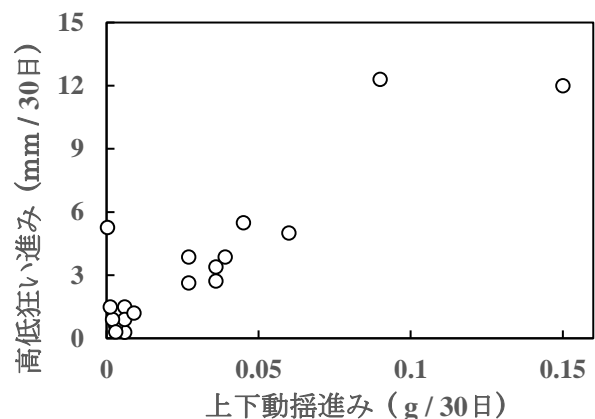


図3 上下動揺進みと高低狂い進みの関係

参考文献

- 1) 松本麻美, 原田祐樹, 田中博文, 西島悠太: 在来線における高頻度動揺測定を活用した軌道工事の動的検収手法の提案, 土木学会第74回年次学術講演会」
- 2) 原田祐樹, 松村隆範, 沢田悠, 小林祐介: 高頻度列車動揺の線路メンテナンスへの活用に向けた基礎的検討, 鉄道工学シンポジウム論文, 2020.6
- 3) 横川雅成, 原田祐樹: 高頻度動揺データを用いた軌道状態把握手法の検討, 土木学会第76回年次学術講演会」