

## 無線式加速度計を用いた路盤変状に対するモニタリングの検討

西日本旅客鉄道㈱ 正会員 ○吉田 昇平  
 西日本旅客鉄道㈱ 正会員 西田 寿生  
 西日本旅客鉄道㈱ 正会員 後藤 優典  
 西日本旅客鉄道㈱ 非会員 川添 僚太  
 CACH㈱ 非会員 鈴木 良昌

## 1. 概要

線路下でのアンダーパス工事等においては、施工に伴い路盤陥没等の地盤変状を生じさせ、列車の乗り心地や走行安全性を悪化させる恐れがある。そのため施工管理として、軌道や路盤の変状有無を確認するため、一般には軌道の静的計測や定期的に列車に添乗して列車動揺加速度計測を行っている。ここで列車動揺計測については計測に労力を要することが課題である。これについて既往の文献<sup>1)2)</sup>では路盤陥没の発生メカニズムとして盛土内の空隙や緩み状態が拡大し、振動などにより局所的沈下に至ること、またこのような箇所は地盤に緩みのない箇所に比べ、車両の上下振動加速度が大きい傾向があるとされている。

そこで本研究では、まくらぎに加速度計を設置し、振動加速度をモニタリングすることで、路盤変状の発生有無や列車の動揺加速度を監視できないか、試験計測を実施した。

## 2. 加速度計の検討

工事区間内のまくらぎに設置するため、設置箇所が多点到及ぶが、現地に設置する機器や配線は最小限に留める必要がある。そこで有線加速度計は用いず、無線式加速度計とした。さらに、計測した加速度を小容量の数値データに変換して送信する機能を持つものを検討し、CACH㈱のAC-COMM(汎用加速度センサ)(以下、本装置)を選定した(図1)。



図1.CACH㈱製 AC-COMM

## 3. 試験概要

## (1) 本装置の性能等

本装置およびシステム特徴を以下に示す。

- ・小型軽量の機器であり(幅・奥行 8cm 程度、高さ 5cm 程度)、まくらぎ等に簡単に設置、撤去できる
- ・低電力無線通信方式(Sigfox)を利用するため通信コストが安く、電池寿命が数か月と長い
- ・設定値以上の振動を感知することにより自動で電源が入り、列車通過中は計測が継続され、通過後はスリープ状態となる
- ・端末内部に計算機能を有しているため、振動を計測した時間、時刻、計測した加速度の代表値等の数値データを出力し送信できる(今回追加機能)
- ・データはクラウド上に保管され、日々指定した時刻に関係者にメールで csv データが送信される

## (2) 現地概要

現地試験は、線路直下に非開削工法でボックスカルバート構築を進めている現場を選定した。現在、刃口推進工法にてパイプルーフ(φ800mm)を施工中であり、パイプルーフ天端から施工基面までは最小 1.0m 程度と薄く、施工中は路盤への影響を及ぼすリスクが比較的高いと想定されている。この施工範囲に跨るように合計 8 箇所に本装置を設置した(図2)。

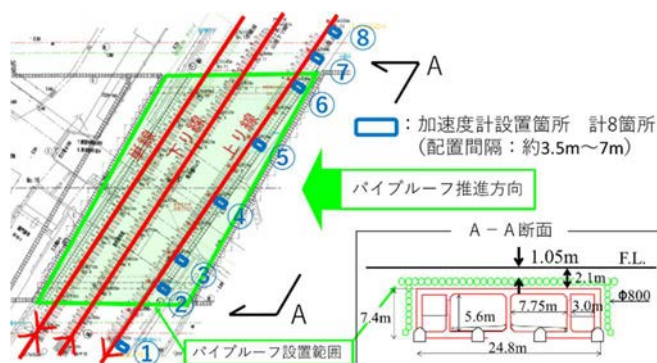


図2.現地概要図

キーワード 鉄道施設, 路盤変状, 線路下工事, 無線式加速度計, 動的計測, モニタリング

連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 西日本旅客鉄道㈱ 大阪工事事務所 施設技術課 TEL06-6100-0046

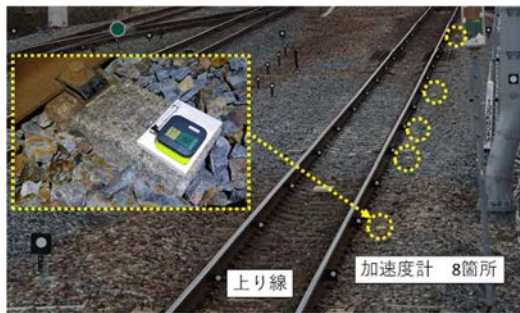


図3. 現地設置状況

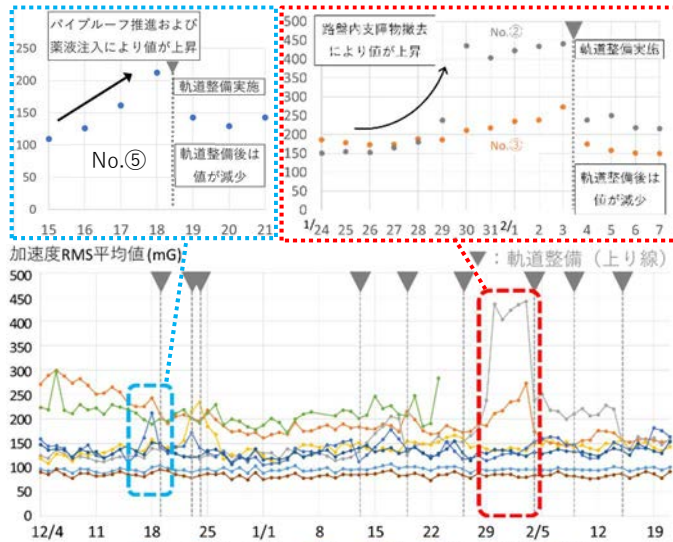


図4. 試験計測期間中の RMS 平均値

### (3) 測定方法

現地まくらぎと本装置は木板を介して接着し、鉛直方向の加速度を計測した(図3)。計測期間は約2か月間とし、1列車通過ごとの加速度のRMS(2乗平均平方根)を算出し、さらにそれらを1日ごとに平均した上で分析を行った(以下、RMS平均値)。

## 4. 分析と考察

本装置によって得られた結果を図4に示す。

- RMS平均値は、100~300mG程度(特異値を除く)
- パイプルーフ施工範囲外(No. ①, ⑧)と範囲内(No. ②~⑦)の値を比較すると範囲内の方が値や変化量が大きい。
- 12/16~19(青枠)はNo. ⑤近傍の推進施工、薬液注入に伴って値の上昇が見られ、軌道整備により値の減少が見られる。
- 1/27~2/4頃(赤枠)における急激な値の上下については、この期間にNo. ②および③の設置位置直下では推進工にあわせて路盤内の支障物撤去を行っており、それによって路盤を乱したことで変化が生じたと考えられる。なお、2/3夜間に行った軌道整備後に値の減少が見られる。

表1. 各種計測結果まとめ

軌道へ影響が考えられる工事	本装置	列車動揺計測	静的計測(自動計測)
近傍の推進施工、薬液注入 12/16~19頃(図4.青枠)	変化あり	変化なし	変化あり (No.⑤付近で 約9mm隆起)
パイプルーフ推進工における 路盤内の支障物撤去 1/27~2/4頃(図4.赤枠)	変化あり	変化なし	顕著な 変化なし

計測期間中に現地で定期的に行った列車動揺計測結果は、100~120mG程度と比較的小さい加速度で推移しており、列車動揺とRMS平均値の明確な相関は確認できなかった。これは、RMS平均値の変化発生が局所的であったため列車動揺の変化には至らなかったものと推定される。

現地の同位置に設置している静的な軌道変位の自動計測システムでは、計測期間中、大きな変動は見られなかった。

以上のことから、本装置を用いて計測したRMS平均値の推移によって、既存の計測手段では捉えられなかった軌道の局所的な動的な挙動について捉えることができた(表1)。

## 5. まとめ

本研究では、軌道の路盤状態についてモニタリングを簡易的に行う方法として、まくらぎに設置した無線式加速度計により、列車通過時に生じる鉛直方向の加速度を計測する方法を検討した。その結果、モニタリング方法として活用できる可能性があるといえる。

今後は、列車動揺が大きい箇所でのデータ収集ならびに既存の計測手段との相関を検証すること、および本試験計測で得られた知見に基づき他現場への適用を検討したいと考える。

最後に現場をお借りした広成建設(株)・(株)大本組JVの方々および、試験設置にあたり多大なご協力をいただいたジェイアール西日本コンサルタンツ(株)の方々に対し、紙面をお借りして感謝申し上げます。

## 参考文献

- 1) 泉並良二, 高馬太一, 西田幹嗣, 荒平義生: 橋台等背面盛土の状態評価と大型供試体注入試験, JR西日本構造技術資料, Vol. 3, 2014
- 2) 矢坂健太, 坪川洋友: 構造物の境界・盛土内部の異常を軌道検測データから診断する, RRR, Vol. 71, No. 9, 2014. 9