

軌道モニタリングデータを活用した鋼橋アオリ検知のための 走行解析シミュレーションによる検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○秋山 啓太
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 秋山 保行
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 神谷 弘志
株式会社構造計画研究所 正会員 矢部 明人

1. 背景および目的

鉄道鋼橋の変状の大部分を占める支点部の変状の中で、支点部の亀裂につながる橋りょうのアオリを把握することは維持管理上重要である。アオリとは橋りょう支点部において、支点部の基礎モルタルの劣化や橋台の沈下により上沓と下沓の間等に隙間が発生して支点部が上下に振動する現象である。

鋼橋支点部のモニタリング手法としては支点部に直接変位センサ等を設置してアオリ量を計測する手法がある。しかし当社の管理している橋りょうは膨大な量であるため、全橋りょうにセンサを設置するのはコストがかかる。そこで一部の営業列車に搭載されている線路設備モニタリング装置の軌道モニタリングデータを活用することにより橋りょうのアオリを検知する手法について検討している。本検討では走行解析シミュレーションを用い、アオリ量の変化に伴う軌道モニタリングデータへの影響を確認することを目的とする。図-1 に軌道モニタリングデータによるアオリ検知のイメージを示す。

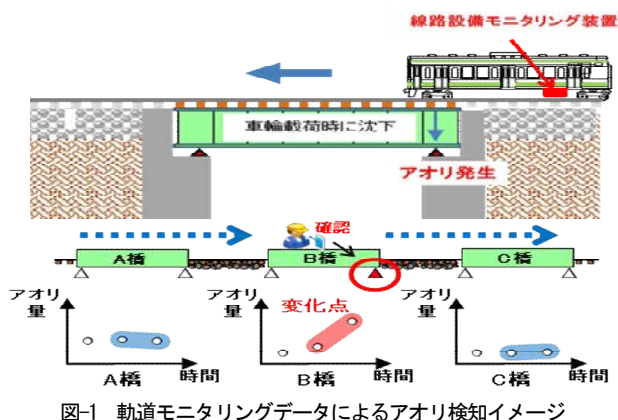


図-1 軌道モニタリングデータによるアオリ検知イメージ

2. 線路設備モニタリング装置

線路設備の検査は East-i の検査専用の車両等により定期的に行われている。一方 CBM 型メンテナンス手法の導入を図るため、一部の営業列車に線路設備モニタリング装置の導入を進めている。線路設備モニタリング装置は「軌道変位モニタリング装置」および「軌道材料モニタリング装置」から構成されている¹⁾²⁾。軌道変位モニタリング装置は軌道の高低変位通り、軌間、水準、平面性等当社が軌道計測に使用している East-i と同等の軌道計測を行える装置と

なっている。一方、軌道材料モニタリング装置は画像により軌道締結装置等の異常の有無を判定している。今回は軌道変位モニタリング装置による軌道データを用いて鋼橋のアオリ検知の可能性について検討した。図-2 に線路設備モニタリング装置を示す。



図-2 線路設備モニタリング装置

3. 検討内容

鋼橋のアオリ量が増加したとき軌道モニタリングデータへの影響を確認するため以下の2項目について走行解析シミュレーションを行い検討した（図-3）。

- (1) 軌道変位モニタリング装置位置の影響
- (2) アオリ量および橋台背面路盤剛性の影響

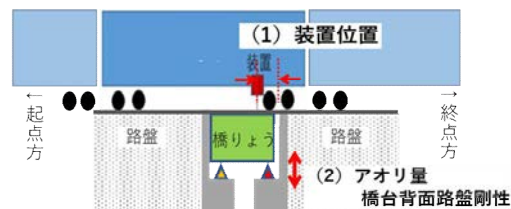


図-3 走行解析シミュレーションによる検討項目

4. 対象橋りょう

走行解析シミュレーションに用いた橋りょうは支間長が 5.05m で構造形式が I ビームの無道床の橋りょうを採用した。

5. 走行解析シミュレーション手法

走行解析シミュレーション手法は車両と橋りょうの動的相互作用を反映させるためにサブストラクチャー法を使用した（図-4）。使用ソフトは列車走行時における安全性評価や乗り心地評価で実績のある動的相互作用プログラム DALIA を使用している。車両モデルは営業列車を模した車両モデルを、橋りょうは現地計測による固有振動数と同等となる橋りょう

キーワード 鋼橋、モニタリング、軌道変位モニタリング、走行解析シミュレーション

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町二丁目 479 番地 J R 東日本研究開発センター TEL 048-651-2552

うと軌道モデルを作成した(図-5, 6)。



図-4 サブストラクチャー法概念図

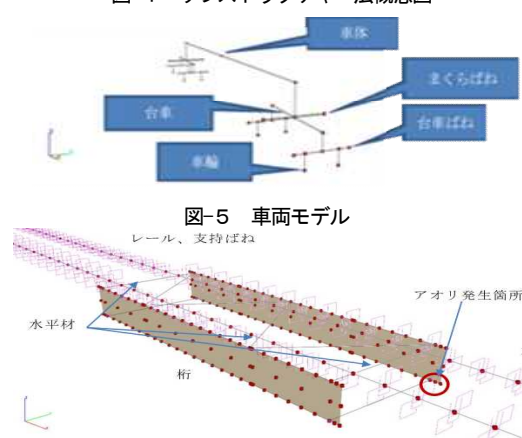


図-6 橋りょうと軌道モデル

6. 検討結果

(1) 軌道変位モニタリング装置位置の影響

アオリを発生させる車軸の位置と軌道変位モニタリング装置の計測点が離れているため、その影響について検討した。検討結果より最大値の位置はモニタリング装置位置と車軸位置で若干変わるが最大値は変わらないことを確認されモニタリング装置位置による影響はほとんどないことが確認された(図-7)。なお軌道データ左レール右レールの軌道データがあるがアオリが発生している側の軌道データを採用している。

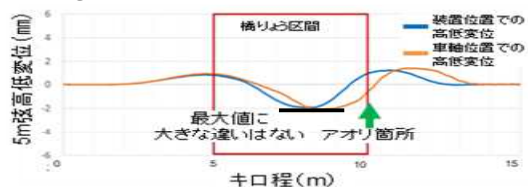


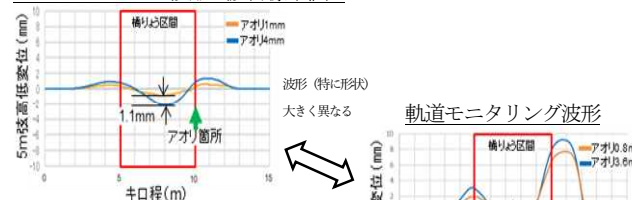
図-7 モニタリング装置位置の影響(シミュレーション)

(2) アオリ量および橋台背面路盤剛性の影響

図-8 に 5m 弦高低変位におけるシミュレーション波形と軌道モニタリング波形を示す。シミュレーション波形(設計標準値)は軌道モニタリング波形と比較すると波形の形状が異なっているため橋台背面路盤剛性を現地の状態に合わせたモデルを検討した。検討の結果、シミュレーション波形(剛性低下値)の波形は軌道モニタリング波形に近い形状を再現することができた。また、アオリ量が変化したことによる最大値の変化の傾向は橋台背面路盤の剛性低下を考慮しない設計標準値モデルや橋台背面路盤剛性低下を考慮するモデルでも、橋りょう区間内における 5m 弦高低変位の最大値の傾向に大きな違いがないことが確認された。このことよりアオリ量の変化

を確認するのは橋りょう区間で最大値の傾向に着目すれば良いことが確認できた。また、図-9 に 10m 弦高低変位におけるシミュレーション波形と軌道モニタリング波形を示す。シミュレーション波形(剛性低下値)のモデルは軌道モニタリング波形に近い波形を再現することができたが最大値の判別が難しい波形となっておりアオリ量の変化を判別するには適していない弦長であった。

シミュレーション波形(設計標準値)



シミュレーション波形(剛性低下値)

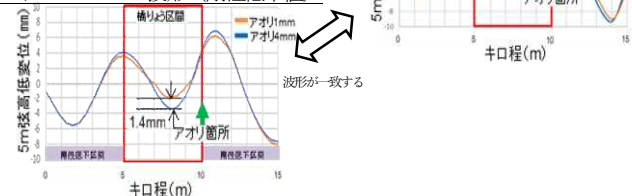
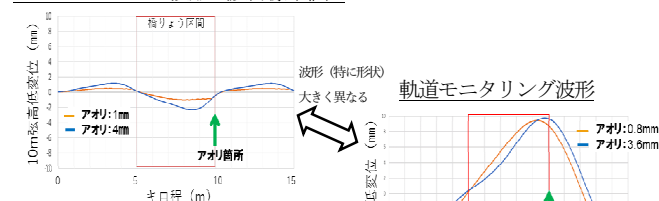


図-8 シミュレーション波形と軌道モニタリング波形(5m弦高低変位)

シミュレーション波形(設計標準値)



シミュレーション波形(剛性低下値)

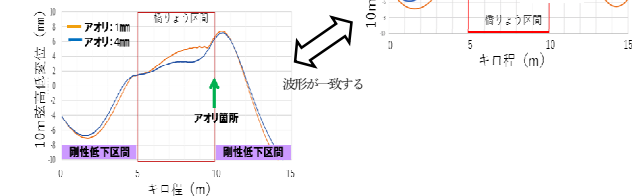


図-9 シミュレーション波形と軌道モニタリング波形データ(10m弦高低変位)

7. まとめ

今回走行解析シミュレーションにより軌道モニタリング装置位置の影響とアオリ量および橋台背面剛性の影響を検討した。今後は走行解析シミュレーションで得た知見を基にアオリ量が変化した実橋りょうにおける軌道モニタリングデータの変化を確認していくことを検討している。

参考文献

- 1) 鉄道総研報告書：車体装架型慣性正矢軌道装置の開発，2012年2月
- 2) JR EAST Technical Review-No.32：営業列車による線路設備モニタリング