

鋼橋支点部のアオリが軌道変位に与える影響の検討

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

1. 概要

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することにより支点部が上下に振動する現象である。

日々走行している営業列車の一部に搭載された線路設備モニタリング装置でアオリを検知できれば効率的な維持管理につながると考えられるが、アオリが発生した場合の軌道の挙動および橋りょう前後の軌道状態の影響が不明である。そこで本研究では走行解析シミュレーションを実施し、アオリおよび橋りょう前後の軌道状態の影響を確認することを目的とする。

2. 解析モデル作成

走行解析シミュレーションは動的相互作用を考慮できるソフトを使用した。図-1 に概念図を示す。

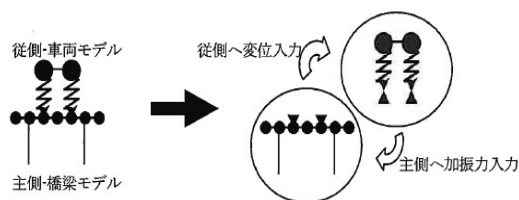


図-1 サブストラクチャー法概念図

①列車モデル作成

車両は営業列車を模した 10 両編成とし、図-2 に示す諸元を基に車両モデルを作成した。図-3 に作成した車両モデルを示す。

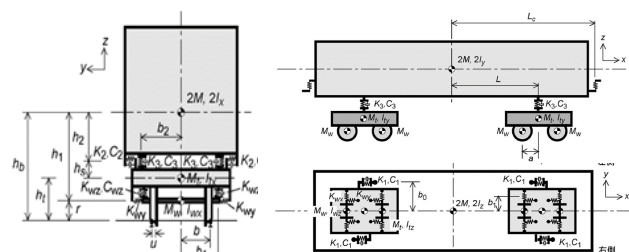


図-2 車両の諸元

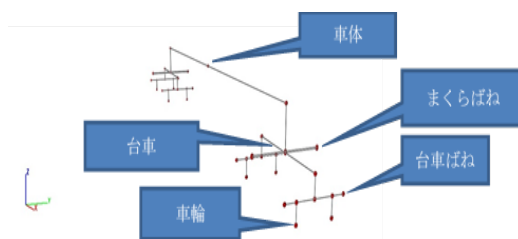


図-3 車両モデル

②橋りょうモデル作成

検討対象の橋りょう諸元と現地状況を表-1、写真-1、図-4 に示す。また、現地調査により桁の自由振動計測も実施し、作成した橋りょうモデル¹⁾の固有値解析結果と比較しながらモデルの再現性を確認した。現地における振動計測結果より得た橋りょうの鉛直固有振動数が 30.8Hz (図-5) であり、モデル作成にあたってはレール剛性や支点部状態等を加味して橋りょうの一次固有振動数が 29.1Hz となった (図-6)。このことより剛性、質量について現状を再現したモデルとなった。また、線路設備モニタリングデータのアオリ発生側レールの 5m 弦高低変位の測定結果を図-7 に示す。

表-1 橋りょう諸元

項目	内容
構造形式	I 梁橋
支承構造	鋼板支承
支間長	5.05m
軌道種別	橋マクラギ式



写真-1 現地状況

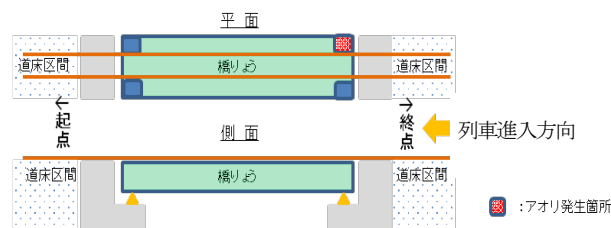


図-4 アオリ発生箇所および現地状況

キーワード 鋼橋、亀裂、モニタリング、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 JR 東日本研究開発センター TEL 048-651-2552

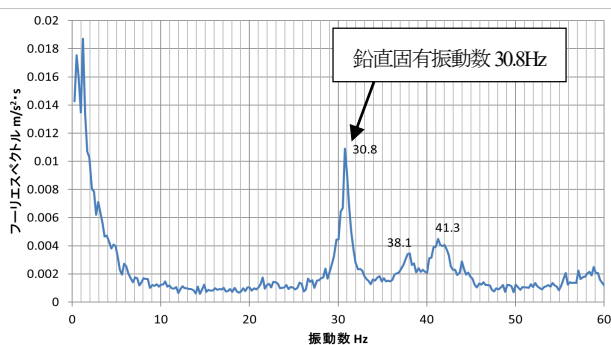


図-5 振動計測結果より得た鉛直固有振動数

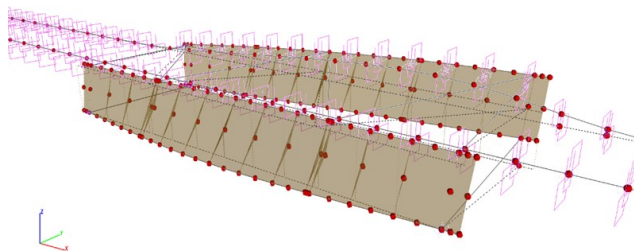


図-6 橋りょうモデル1次固有振動数 (29.1Hz)

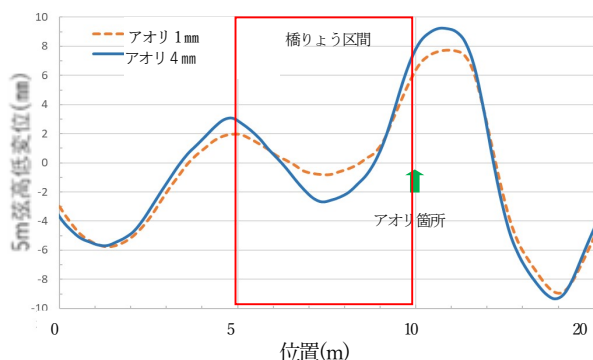


図-7 線路設備モニタリングデータ (実測データ)

3. 走行解析シミュレーション結果

アオリ量を 1 mm と 4 mm と設定した橋りょうモデルに対して走行シミュレーションを実施した。図-8 に 5m 弦高低変位の走行解析シミュレーション結果を示す。

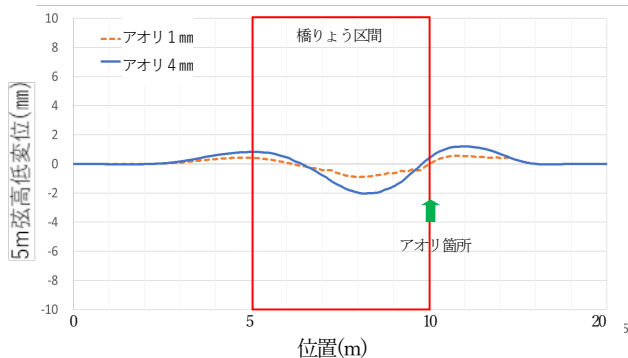


図-8 走行解析シミュレーション結果 (5m弦高低変位)

4. 実測値データとの比較

軌道モニタリング装置で計測した実測値データ (図-7) と走行解析シミュレーション結果 (図-8) との比較を行った。両データを比較するとアオリ量の変化に伴う橋りょう区間中央付近の値と差、および大小関係については概ね類似した結果を得られているものの、橋りょう区間外を含む支点部近傍付近の値は違いが顕著である。この違いは橋りょうモデルの固有値結果と振動計測結果の比較から橋りょうモデルの違いではないと考えられる。高低変位測定結果に影響を与える構造上の要因として、レール自身の高低のゆがみと橋台背面の道床剛性の低下に伴う沈み込みが想定される。違いが顕著なのは、橋りょう両側の橋台背面部で、現地調査より橋台背面の道床剛性低下に伴う沈み込みが顕著であることが確認されたため、橋台背面の道床剛性を低減させて再度シミュレーションを実施した。その結果実測データと同等の結果を得ることができた (図-9)。このことよりアオリがある場合の橋りょう前後の軌道変位の状態を再現することができた。

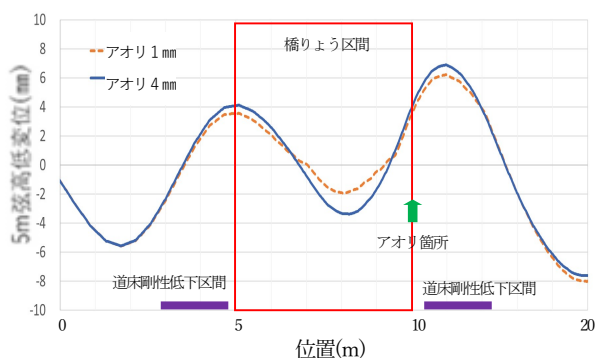


図-9 走行解析シミュレーション結果 (補正後)

5. まとめ

設定アオリ量ごとの 5m 弦高低変位の変位量を確認することができた。またアオリ量の変化以外に橋りょう前後の道床剛性も 5m 弦高低変位に影響することが確認できた。今後はシミュレーションを進めて、アオリを検知するための最適な軌道検測データの集計範囲の検討や軌道検測データの評価手法についても検討を実施していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 変位制限, 鉄道総合技術研究所, 2006.2