

## 鉄道鋼橋における軌道モニタリングデータを利用した支点部アオリ検知の検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○石澤 俊希  
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. 背景および目的

支点部の変状は鉄道鋼橋の変状の大半を占めており、き裂やボルト弛緩の原因となる支点部のアオリは維持管理上重要である。アオリとは、沓座モルタルの劣化や橋台の沈下により、支承の上沓と下沓の間に隙間が生じて、列車通過時に支点部が上下に動く現象である。

鋼橋支点部のモニタリング手法としては変位センサ等を設置してアオリを計測する方法がある。しかし、当社の管理している鋼橋は膨大な量であるため、全てにセンサを設置することは困難である。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（以下、軌道データ）を活用することによりアオリを検知する手法を検討している。本稿は、軌道データから得られる指標とアオリの関係について考察する。図-1 に軌道データによるアオリ検知のイメージを示す。

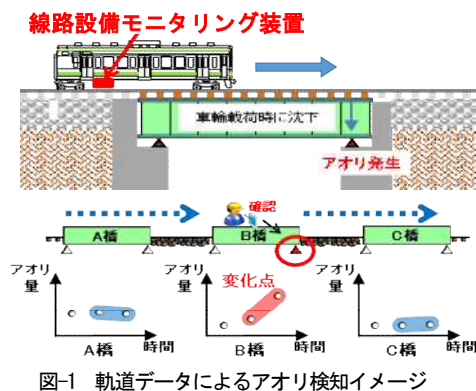


図-1 軌道データによるアオリ検知イメージ

### 2. 線路設備モニタリング装置

線路設備の検査は、検査専用車両 East-i 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（図-2）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」で構成されている<sup>12)</sup>。「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、平面性等を計測しており、East-i と同等の機能を有する装置である。

「軌道材料モニタリング装置」は画像により軌道締



図-2 線路設備モニタリング装置

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。

### 3. 検討内容

#### (1) 対象橋りょう

支点部にアオリが生じている橋りょうにおいて、上沓と下沓の隙間にライナープレート（以下、ライナー）を挿入して、アオリ量を強制的に小さくした箇所を対象とした（19橋25支点）。

#### (2) アオリ検知のための指標

既往の研究<sup>34)</sup>において、軌道データのうち5m弦高低変位の変化量（パラペット前面間の橋りょう範囲）がアオリ検知に有効である可能性があることが示されている。そこで、本検討では5m弦高低変位に着目して指標を検討することとした。図-3 に5m弦高低変位の波形と、アオリ変化を検知できると想定される以下の4つの指標を示す。

- ①橋りょう範囲の極小値（参考文献3,4より）
- ②着目支点から5m範囲の極小値
- ③着目支点から5m範囲の最小値
- ④着目支点の値

本検討では、既往の研究で提案されている①に加え、5m弦高低変位を扱うことから、着目支点から5m範囲を対象とした②③を追加した。また、アオリが発生している支点部の値④を検討した。

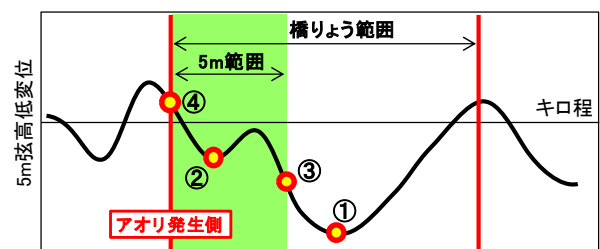


図-3 5m弦高低変位と4つの指標

#### (3) 時系列分析手法と指標の変化量

指標の時系列変化を評価するため、図-4 に示すように7日間移動平均を算定し、ライナー挿入の前後7日間の最大の差を変化量とした。

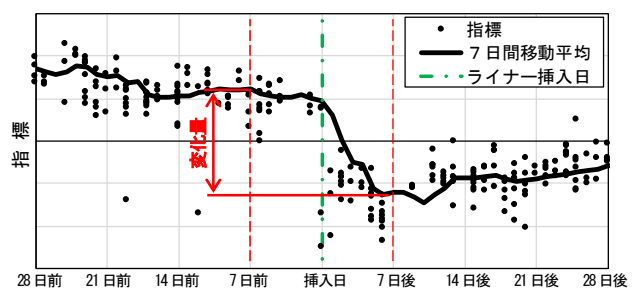


図-4 移動平均と指標変化量

キーワード 鋼橋, モニタリング, 軌道変位モニタリング

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

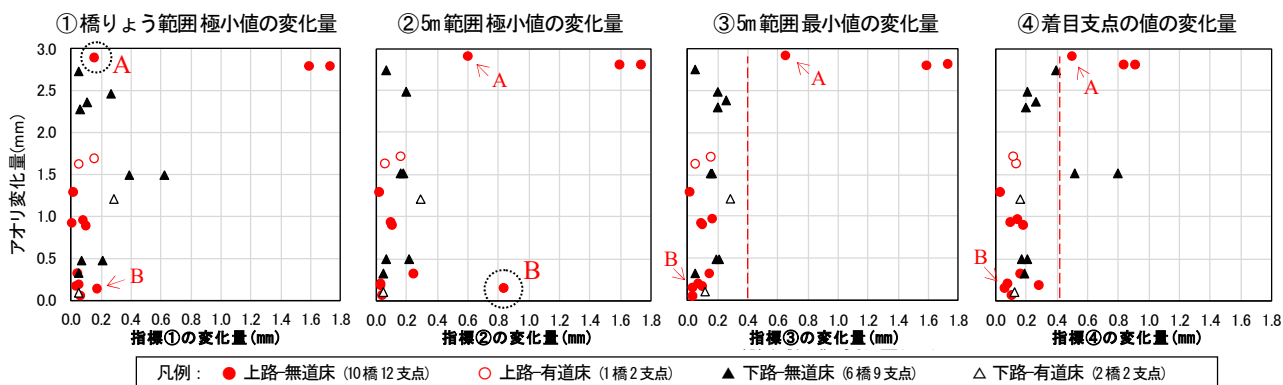


図-5 着目支点における各指標の変化量とアオリ変化量の関係

#### 4. 検討結果

図-5に着目支点における各指標の変化量とアオリ変化量の関係を示す。図では、桁形式（上路，下路）と軌道種類（無道床，有道床）に分類してプロットした。なお，②では5m範囲に極小値が存在しないケースがあり，未検出の3支点は除外した。

上路の無道床（●）では，全ての指標において概ね右上がりの傾向がみられ，特に(c)，(d)では，指標変化量0.4mm以上（図中の赤破線）を閾値とすることで，アオリ変化量2.0mm以上を検出できる可能性が考えられる。ただし，アオリ変化量が1.5mm～2.5mm程度のデータがないため，更なる検証が必要と考えられる。

下路の無道床（▲）では，全ての指標においてバラツキがあり，アオリ変化を検知する指標としては，不十分な結果であった。

上路の有道床（○）および下路の有道床（△）については，それぞれ2ケースしかなく，母数が少ないため，更なる検証が必要と考えられる。

#### 5. 考察

図-5①(橋りょう範囲の極小値)における点Aの指標の変化量は，②③④に比べて小さい値となっている。そこで，図-6に示すようにライナー挿入前後の5m弦高低変位を確認したところ，着目支点から離れた位置に①があり，アオリの影響が小さいため，指標の変化量が小さくなったと推定される。

次に，図-5②(5m範囲の極小値)における点Bの指標の変化量は，①③④に比べて大きい値となっている。そこで，図-7に示すように5m弦高低変位を確認したところ，極小値が5m範囲内と範囲外になる場合があった。その結果，図-8に示すように5m範囲の極小値として0.2程度と-2.2程度の値が不規則に生じ，移動平均の値が安定しないため，指標②の変化量が異常な値になったと推定される。

#### 6. まとめ

本研究では，実測の軌道データを用いて支点部のアオリ変化を検知する指標を検討した。今回提案した指標において，上路桁の無道床では，ある程度の有用性を示すことができたが，データ数が少ないため，更なる検証が必要と考えている。

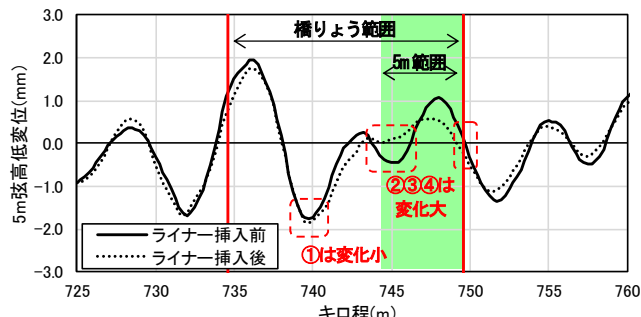


図-6 点Aにおける5m弦高低変位(ライナー挿入前後)

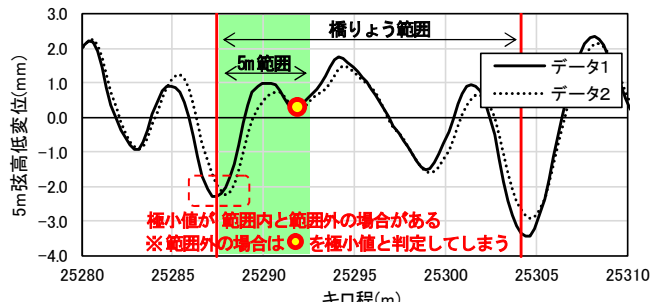


図-7 点Bにおける5m弦高低変位(ライナー挿入前のみ)

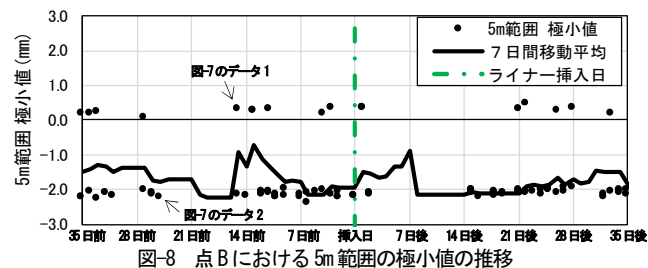


図-8 点Bにおける5m範囲の極小値の推移

また，実測の軌道データには，支点部のアオリだけでなく，マクラギのアオリや橋台背面土の剛性低下の影響等も含まれている。今後は，支点部のアオリのみによって軌道データにどのような影響があるのかを走行解析シミュレーションによって検証し，その結果を指標の設定等に反映し，検知精度の向上を検討していきたい。

#### 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, 20122
- 2) JR EAST Technical Review-No32: 営業列車による線路設備モニタリング
- 3) 秋山ら: 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, 令和3年度土木学会全国大会第76回年次学術講演会, I-26
- 4) 秋山ら: 鋼橋支点部のアオリが軌道変位に与える影響の検討, 令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会, VI-328