振動発電を用いた鋼橋アオリ検知装置の実橋計測結果について

東日本旅客鉄道株式会社　正会員　○森井　広樹
東日本旅客鉄道株式会社　正会員　齊藤　岳季
東日本旅客鉄道株式会社　正会員　中村　大輔

1. はじめに

橋りょうが三点支持状態になると，列車通過時にアオリと呼ばれる桁のバタつきが発生する．アオリは支点部の変状（沓座の破損など）のみならず，周辺部材の亀裂発生原因となり，桁全体の健全度に大きな影響を与えることが分かっている．当社では，列車通過時の桁振動による振動発電を活用したアオリ検知装置を開発中であり，プロト機を用いた実橋計測結果について，本稿で報告する．

2. 開発概要と短期計測結果

開発した装置の概要を図1に示す．左右支点部付近の下フランジに発電器を設置し，列車通過時の左右振動発電量差に着目してアオリを検知する仕組みである．発電器は30-60Hzに発電周波帯特性を持ち，発電量が約50μJに達するとその時点から１秒後の電圧値から発電指数（発電量に比例）を記録する．本装置を用いて複数橋りょうで短期実橋計測[1)]を行った結果（図2）を以下に示す．

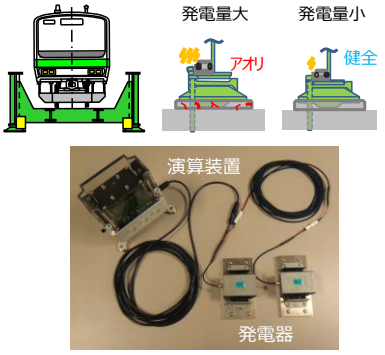

図１　開発装置概要

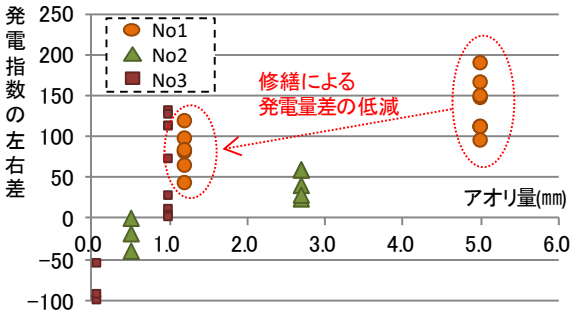

図２　短期計測結果

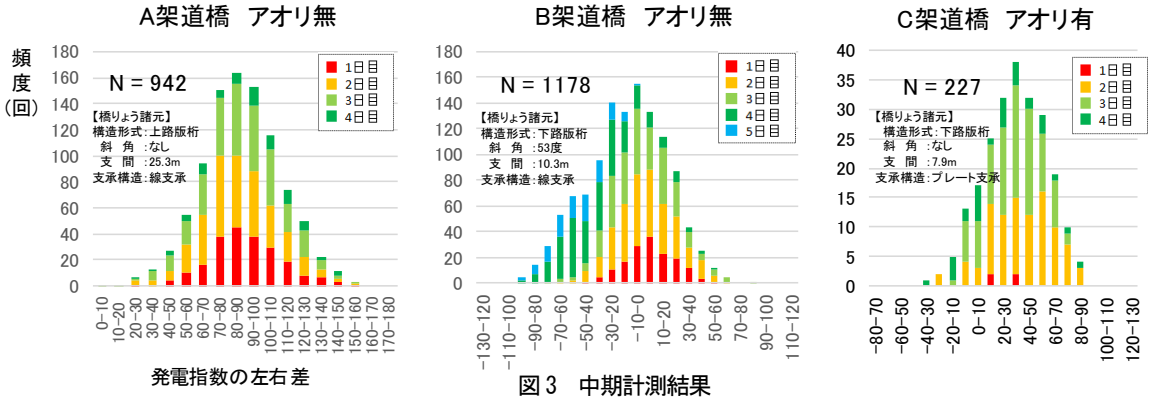

図３　中期計測結果

3. 中期実橋計測

発電量の分布を確認する目的で，5日間程度の中期実橋計測を実施した．結果を図3に示す．桁形式やアオリの有無に関わらず，以下が確認された．

① 発電指数の左右差は正規分布に近似される
② 1日毎の分布を見ると，ある程度再現性があるが，B架道橋は4日目以降に分布が左に変化している

分布の再現性から，分布変化による変化点検知が有効であると考えられる．しかしながら，数日間の測定でもB架道橋のように若干分布が変化する場合も確認された．そこで，長期実橋計測を実施し，値の長期的推移を確認した．

① アオリ修繕前後で発電指数の左右差が変化する
② 列車通過毎に発電指数のバラつきが存在する

急激な変化に対する検知可能性は高いことが分かったが，長期的な変化点検知を行う場合には、値のバラつき（分布）を適切に評価する必要がある．そこで，中長期的な実橋計測を実施した．

キーワード　鋼橋、　アオリ、　モニタリング、　振動発電
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

表1　対象橋りょうと計測の概要

橋りょう緒元	構造形式	下路版桁
	斜　角	36度
	支　間	15.5m
	支承構造	線支承
計測期間		H29.8～H30.3(継続中)

表2　計測期間内のアオリ程度の変化状況

状況番号	時期	内容
①	H29.8～H29.11	アオリ増大（プレート徐々に抜落ち）
②	H29.11	アオリ解消（プレート再挿入）
③	H29.11～H29.12	アオリ再発生・増大（プレート徐々に抜落ち）
④	H29.12	アオリ解消（プレート再挿入・万力による固定）
⑤	H30.1～H30.3	アオリ再発生・増大（原因調査中）

4.　長期実橋計測概要

Y架道橋において，長期実橋計測を実施した．対象橋りょうと計測の概要を表1に示す．対象のY架道橋は，アオリ修繕と再発を繰り返しており，計測開始時点ではプレート挿入によるアオリ修繕が実施されていた．H29.7の目視検査ではプレートの挿入状況は健全であったことが確認されている．しかしながら，計測期間中にプレートの抜落ちや再挿入を繰返したため，アオリの程度が変動している（表2）．

5.　長期実橋計測結果

発電指数の左右差の平均値・分散値推移（1日単位）を図4に示す．平均値のグラフに表2の状況番号を振っている．なおデータロガーの容量制約から，一部データが離散的になっている箇所がある．

平均値・分散値ともにアオリ解消により（②④），データが一時的になくなり（起動に必要な発電量が得られなくなったため），アオリ再発生によりデータが再発現している．2章の結果と同様，急激な変化に対する検知は十分可能と考えられる．

プレートの抜落ち等による緩やかな変化（①③⑤）については，アオリの再発生・増大（③⑤）では平均値・分散値ともに上昇傾向が認められた．アオリ解消前の増大（①）では分散値の上昇は見られるが，平均値には明瞭な変化は認められなかった．また，発電指数の左右差の98パーセンタイル値推移（1日単位）を図5に示す．平均値や分散値に比べて、①③⑤どの段階においても，緩やかな上昇傾向が見られる．分散値と比較すると値の変動が小さいため，データ推移の評価が若干容易である．

今回は1日単位でのデータ推移を確認したが，検知指標やその閾値設定に際しては、適切なデータ単位を検討する必要がある．

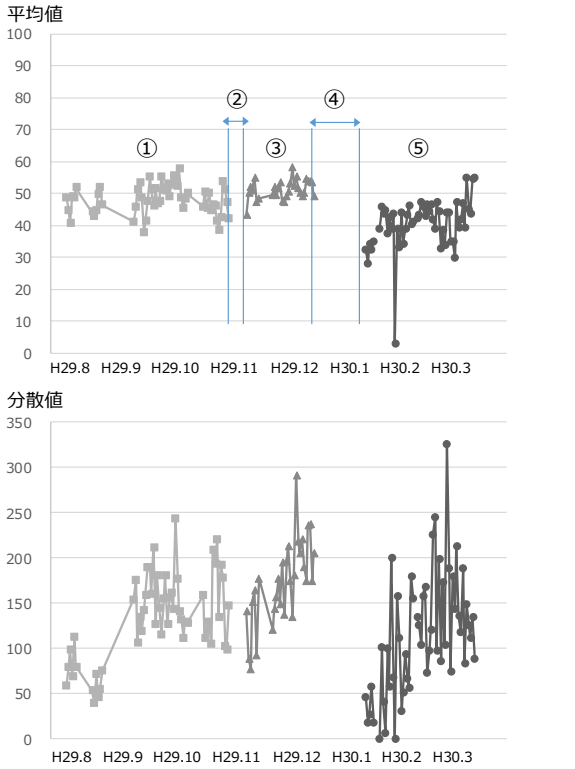

図4　発電指数の左右差の平均値・分散値推移（1日単位）

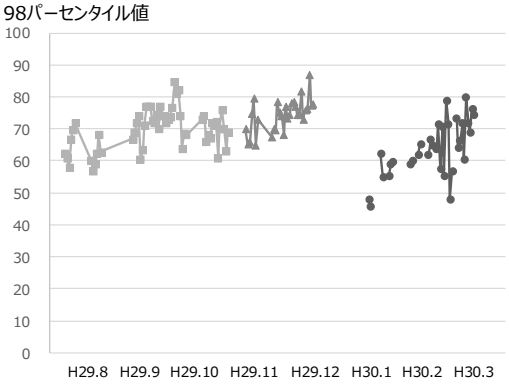

図5　発電指数の左右差の98パーセンタイル値推移（1日単位）

6.　まとめと今後の課題

振動発電を用いたアオリ検知装置による実橋計測を実施し，発電量（発電指数）分布の変化によるアオリ検知の可能性を検証した．結果と課題を記す．

・急激な変化（アオリの発生）は検知可能性が高い

・緩やかな変化（アオリの増大）は分布変化による検知可能性がある

・変化点検知手法やその閾値については，設置橋りょう数を増やし検討を行う必要がある（アオリのない健全な箇所・アオリの進展がない箇所での検証も必要である）

参　考　文　献

森井 広樹，中村 大輔，齋藤 岳季：振動発電を用いたアオリ検知装置の開発，鋼構造年次論文報告集，Vol.24（2016.11）