

鉄道鋼橋の支点部における異常検知指標の検討

東日本旅客鉄道㈱ ○正会員 和泉 大祐
東日本旅客鉄道㈱ 正会員 栗林 健一

1. はじめに

老朽化した構造物の維持管理が重要となってきた。構造物を維持管理する上で検査の強化と効率化が必要となっており、ヘルスマonitoringの導入が期待されている。土木構造物の中でも老朽化が進んでいる鋼橋では、支点部付近の変状が最も多く確認されている。特に支点沈下(アオリ)の発生は周辺部材の亀裂を急激に進展させる恐れがあり、列車運行の安全性に影響を及ぼす可能性がある。

これまでの検討¹⁾により、鉛直変位や加速度が支点部変状の指標となりうる可能性があることを確認することができた。そこで本稿では、小型化・省電力化が期待できるセンサを用いて鋼橋支点部の測定を行い、異常検知指標の可能性について検討を行った。

2 使用機器等の概要

本研究では、今後の実運用を考慮し、小型化や省電力化また低コスト化が期待できるセンサを選定し、現地での試験測定などにより精度等の確認を行った。

2.1 変位センサ

省力化・小型化が期待できる近接リニアセンサについて、測定精度等の検証を行った。測距範囲は7mm以下という制約があるが、耐久性(粉塵など)が優れ、長期測定に適していることが確認された(図2.1)。

2.2 加速度センサ

従来から使用してきたサーボ加速度計と省力化および小型化が期待できるMEMS加速度計について比較検証を行った。試験室測定では結果が一致し、現地測定でも波形の差異はおおむね一致したことから、加速度センサはMEMS加速度計を基本とした(図2.2)。

2.3 測定におけるトリガー

センサはバッテリーで動作するが、消費電力を抑えるため、運行ダイヤに従って、タイマー制御によりスリープ状態と測定状態を1日数回繰り返し動作させる。

また、車両の加速度を監視し、車両の車軸に起因する加速度変化をトリガーとして、そこから10秒間データ測定を行うものとする(図2.3)。

2.4 適用イメージ

一般に、橋りょうを含めた構造物は、他の設備に比べると劣化速度が緩やかであるため、常時監視する必要がある構造物は少ないと考えられる。そこで本研究では、より定量的なデータを定期的に把握することで健全性を確保できる橋りょうを対象として検討を行った。外部からの供給電源が不要なシステムとすることで経済的にも期待できるシステムを目指した。適用イメージを図2.4に示す。測定頻度は、1日/1週間程度に設定し消費電力を抑え、測定データは全般検査時に携帯している端末(タブレット端末等)を用いて基地局に蓄積され



図 2.1 近接リニアセンサ



図 2.2 MEMS 加速度計

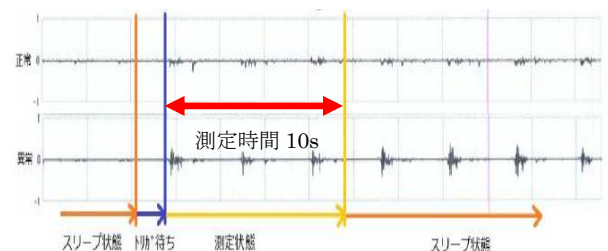


図 2.3 トリガー条件



図 2.4 システム適用イメージ

キーワード 鋼橋, 支点部, モニタリング, 加速度, 変位

連絡先 〒331-8513 さいたま市北区日進町2丁目479番地 JR 東日本 研究開発センター テクニカルセンター

た測定データを収集するシステムとした。

表 3.1 測定概要

対象鋼橋	上路桁支点部(図 3.1)
アオリ発生箇所(2mm)	上り線(左)支点部
アオリ無	上り線(右)支点部 下り線(左右)支点部
測定期間	H25.10～H26.1

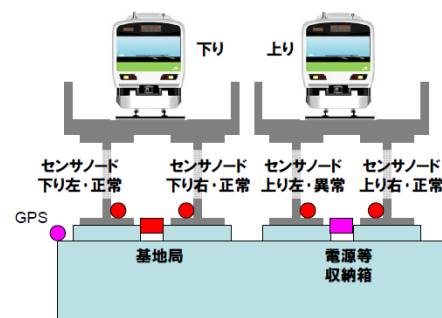


図 3.1 対象鋼橋の概要

3. 測定結果の一例と考察

測定概要を表 3.1, 図 3.1 に示す。アオリ発生箇所である支点部(上り線左)にプレート挿入し、挿入前後の変化の解析を行った。

3.1 変位データ (図 3.2)

プレート挿入後は、沈下変位のピークが減少した。減少量は挿入プレートの厚さにほぼ相当し、沈下抑制の効果が認められた。

また、プレート挿入前は、正弦波に加え尖り波形が確認されたが、挿入前の尖り波形が消失し、正弦波に近い形状となった。

3.2 加速度データ (図 3.3)

加速度を周波数分解した結果、アオリ部では 30～50Hz の周波数帯にピークが確認された。プレート挿入後はピークが消失し、明らかな差異であると考えられる。また、車軸の通過毎に同様の変化が発生していた。

3.3 今後の検討課題

変位データで確認された尖り波形は、局所的な応力と関係する可能性を有すると考えられるため、局部応力と尖り波形の関係について検証を行う必要がある。

加速度データで確認された周波数 30～50Hz の顕著なピークは、支点部のアオリの異常を示す値の可能性を有すると考えられるため、他構造形式の測定等により検証を行う必要がある。また、車軸の通過毎に同様な変形が確認されたことから、一部の波形(例えば数回の車軸通過)でも異常有無を確認できる可能性を有する。

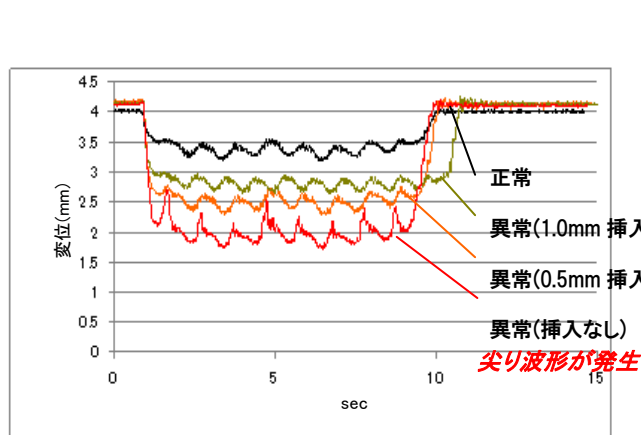


図 3.2 変位センサ測定結果

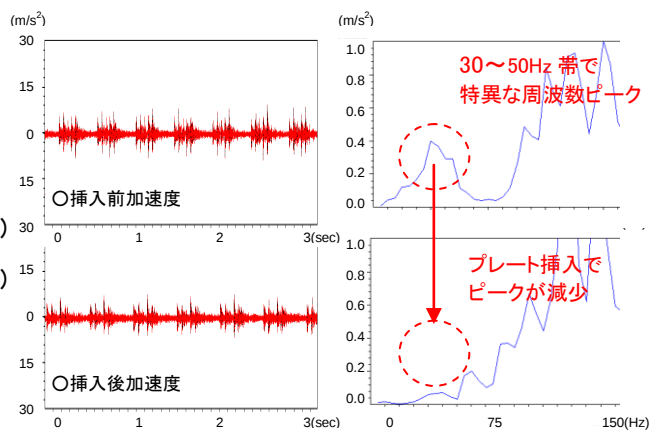


図 3.3 加速度 (左: 加速度データ, 右: 周波数分解)

4. おわりに

支点沈下が発生した場合、変位・加速度データには一定の波形傾向が確認された。これらを検証するために、今後は様々な構造形式にて測定解析を行い、異常検知指標の検討を行っていきたい。

参考文献

- 1) 栗林健一, 露木寿, 岡本陽介, 杉崎 光一: 鉄道鋼橋の異常検知手法の基礎検討, 日本機械学会 第 19 回鉄道技術連合シンポジウム講演論文集, 2012-12
- 2) 小川修一, 三田章: 構造ヘルスマモニタリングの実用化に関する研究, 日本地震工学会論文集. 2009, vol19, no5, p1-15