

鋼鉄道橋の斜角桁におけるモニタリング手法導入に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 ○清田 玲央*
東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 阿部 嘉貴

1. 研究目的

当社の鉄道構造物は、歴史が古く、明治大正時代に建設されたものも多い。鋼鉄道橋については、平均経年 70 年であり、長期にわたり使用するために、的確な検査による変状の早期発見が重要である。土木構造物の変状は、経年による劣化だけでなく、その環境や地震等の外力の影響など、さまざまな要因が関係している。その中で、在来線の鋼橋梁の取替えは、コストや輸送への影響が大きく容易ではないため、長寿命化を図る必要がある。また鋼橋梁の老朽化の進行とともに、変状発生数は増加傾向にあり、変状の早期検知、初期対応が課題となっている。そのような中、近年の情報通信技術の発達に伴い、活用が期待されているモニタリング技術により、変状の兆候を検知できれば、変状が初期の段階で簡易な補修で対策が可能となり、土木構造物の長寿命化、構造物の信頼性向上および修繕費投入の軽減が可能となる。そこで、本研究は鋼鉄道橋におけるヘルスマニタリング手法導入について研究を行った。

2. 研究内容

2-1 計測方法

具体的な計測方法としては、橋梁の支点部に変状が発生すると、他の変状が誘発されることが分かっている。そこで、支点部の変状をセンサで感知することで、早期に発見できるかどうか検討を行った。なお、既往の研究では、直角桁を対象として検討していることや、過去に発生した亀裂の発生割合を見ると、直角桁よりも斜角桁の方が亀裂が発生しやすいことが分かっているため、斜角桁の支点沈下をモニタリングすることで早期発見と、適切な管理していくことが出来ないか検討を行った。



図－1 S 架道橋 全景

計測対象とする橋梁は、S 架道橋で角度 34 度の斜角桁となっており、終点左に支点沈下が発生している。対象橋梁の概況写真を図－1 に示す。修繕方法は、支点部の隙間にライナープレートを挿入し、支点部沈下によるあおりの影響を改善させることで、ライナープレート挿入前後の、測定値の変化を把握することで、効果の検証を行った。

計測機器の配置は、現場計測作業のしやすさや計測機器の市場汎用性などを加味し、左右主桁支点部及び中央部にサーボ型加速度計（鉛直方向）を計 6 台設置した。また橋梁の挙動の分析を行うため、ダイヤルゲージ（4 個）、ひずみゲージ（6 個）も合わせて設置し計測を実施した。

2-2 計測結果

計測は、15 本の列車（対策前 8 本、対策後 7 本）に対して行った。既往の研究では、直角桁において、支点部鉛直の最大加速度、支点部の二乗平均平方根である RMS 値、支点部のフーリエスペクトルがモニタリング指標となりうる可能性があることが指摘されている。本研究においても、この指標を用いることとする。なお、RMS 値を、式(1)に示す。

$$RMS = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2}{N}} \quad (1)$$

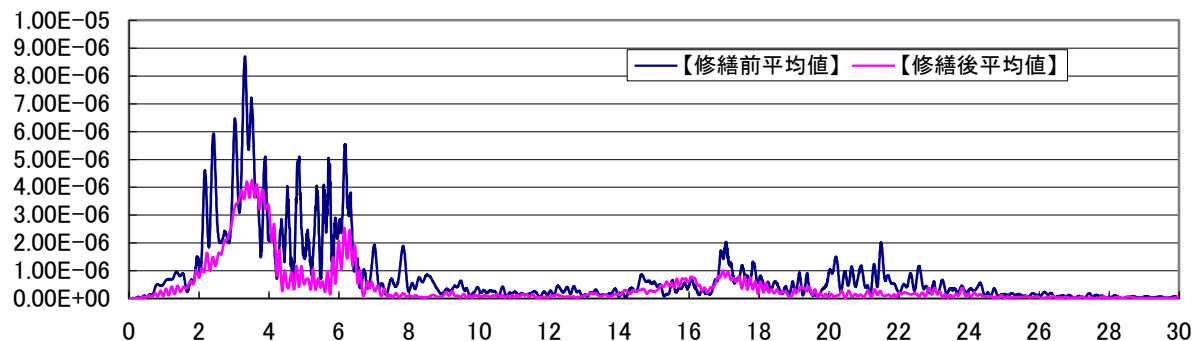
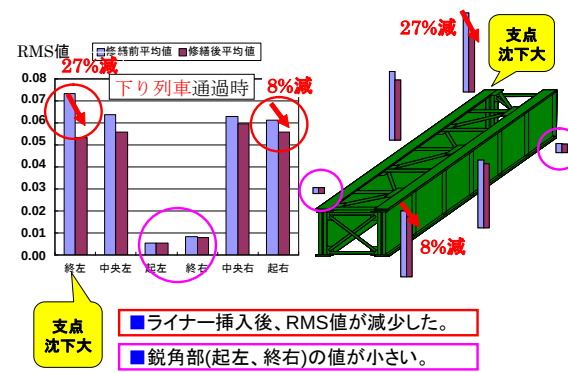
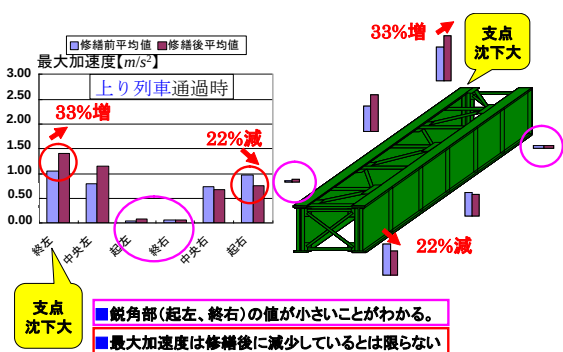
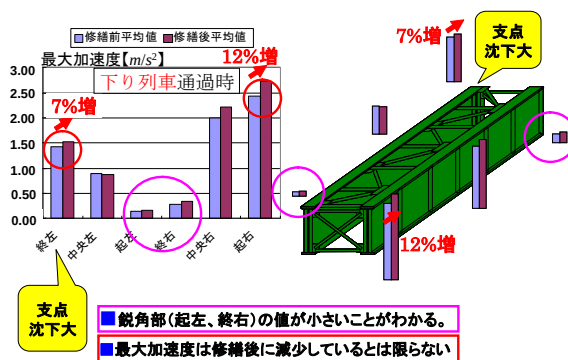
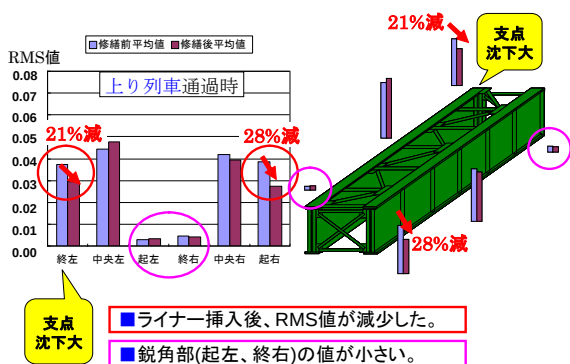
しかし、斜角桁を対象とした今回の測定では、支点部の鉛直最大加速度については、対策後に増加や減少等、ばらつきのある値を示し、モニタリング指標としての優位性を示すことが出来ない結果であった（図－2、図－3）。

RMS 値に着目すると、終点左の RMS 値が大きく減少しており、あおりが減少していることが分かる（図－4、図－5）。

Key Words : 斜角桁, フーリエスペクトル, RMS 値, 支点沈下

連絡先 : *〒983-0853 宮城県仙台市宮城野区東六番町 31-2 Tel 022-266-2397 Fax 022-227-6605

フーリエ振幅スペクトルについては、対策後、全体の面積が小さくなっている。この2つの指標については、あおりが減少したことによる影響が出ていると考えられる(図-6)。



3. 研究成果

支点沈下が発生している斜角桁について、加速度計測を行い、モニタリング適用可能性について検討した。その結果、斜角桁において修繕後に、RMS 値が減少していることと、フーリエ振幅スペクトルの面積が減少していることが分かった。すなわち、これらの値を継続的にモニタリングし、値が変化した場合、変状が発生、または悪化した可能性が高いと考えることができる。モニタリングを行うことで、変状発生後早い段階で詳細検査または早期修繕を行うことができ、列車の安全安定輸送の確保及び効率的なメンテナンスが可能であることを示すことができた。

4. 今後の課題

本研究を通して、斜角桁のモニタリング指標として加速度計を用いることで支点部変状を補足することが可能であることが示された。今後は、同指標を用いて支間や桁種別による差異についてフィールド試験の回数を増やして精度を高めるとともに、早期変状の把握と措置に繋げることで、列車の安全安定輸送の確保と効率的なメンテナンス業務に努めていく。