

コンクリート桁橋におけるモニタリング技術活用の検討 (その2) 低周波加速度解析による力学的挙動の評価

正会員 ○皆川 翔輝[†] 正会員 遠藤 義英[‡] 非会員 中野 主久[†] 非会員 長澤 正浩[†]
正会員 山岸 貴俊[†] 正会員 中津井邦喜[‡] 非会員 杉谷 真司[§]

1. はじめに

全国には70万以上の橋梁が存在し、維持管理における点検補助・補修確認の技術高度化、及びコスト縮減を目的としたモニタリングシステムの早急な開発が望まれている。本研究では、近年の高性能化が著しいMEMS型低周波3軸加速度・傾斜センサを用いたモニタリング技術の確立を目指している。著者らは既に、RC床版の輪荷重走行試験を行い、加速度情報から抽出した物理量が床版の力学的挙動を捉え、疲労損傷に伴い相関を示す事を明らかにした^[1]。そこで本稿では、実環境の橋梁における力学的挙動を把握できるか確認するため、実在RCT桁橋に対して静的載荷試験、車両走行試験、劣化促進載荷試験を行い、得られた物理量の観察により評価を行った。

2. 加速度・傾斜センサと得られる物理量

モニタリングに用いる自社製作センサは、重力加速度を含む3軸加速度（周波数範囲: DC ~ 20 Hz, 分解能: 1 μ G）を計測できるよう高精度化されており、重力方向の計算による「傾き」、時間軸方向の2階積分による「活荷重変位」、周波数軸への直交変換による「周波数スペクトル」の異なる3つの物理量を得る事ができる。

3. 試験概要とセンサ配置

加速度情報から得た物理量が、実在 RCT 桁橋においても力学的挙動を的確に把握できる事を確認するために、基準車両を用いた静的載荷試験、及び車両走行試験を行った。本試験におけるセンサ配置は図 1 とした。また、劣化時の同 RCT 桁橋から得た物理量の変化を確認するために、主桁主鉄筋の切断による劣化促進試験を行った。なお、実在 RCT 桁橋の概要、及び試験条件詳細については連編の（その1）を参照のこと。

4. 静的載荷試験、及び車両走行試験の加速度解析

図 2 に静的載荷試験における傾き[deg]、図 3 に車両走行試験における活荷重変位[mm]を示す。X 軸方向は支間中央、Y 軸方向は主桁 C を境に床版が V 字型にたわみ、変形した様子を捉えている。また、表 1 に車両重量[kN]に対する各センサの傾き、及び活荷重変位の決定係数を示す。全てのセンサにおいて高い相関性を示す事を確認した。No.6 の傾きに関する決定係数が他より低い、センサ設置位置が支間中央・主桁 C が交差する中心点のため、傾きの値が安定しなかった事が原因として考えられる。

次に、車両走行試験から得た周波数スペクトルを図 4 に示す。周波数スペクトルの算出には、車両通過後に発生する

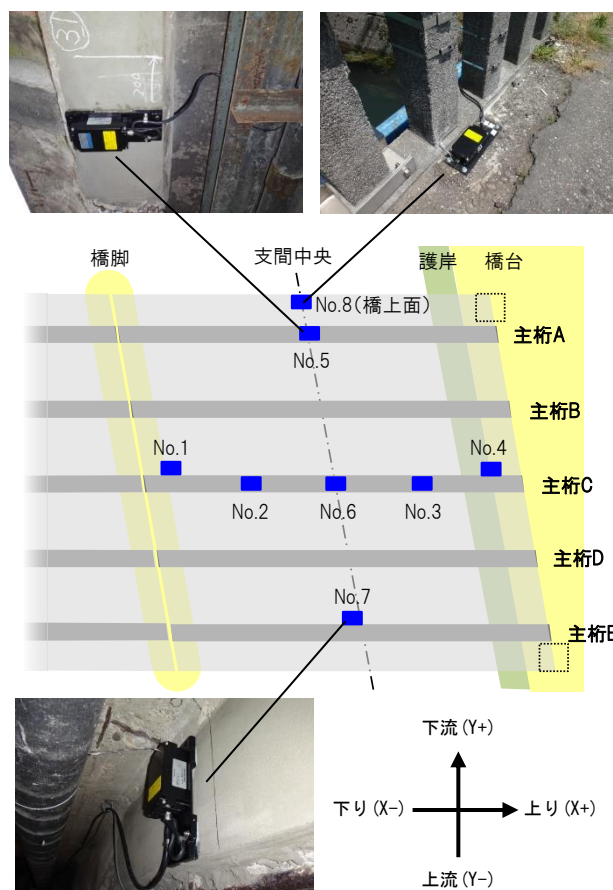


図 1. 加速度・傾斜センサ配置

[†] 能美防災(株) [‡] モニタリングシステム技術研究組合 [§] 富山市 建設部

連絡先 〒341-0038 埼玉県三郷市中央 1-18-13 能美防災(株)研究開発センター 先進技術研究室 TEL048-954-2374

キーワード モニタリングシステム, コンクリート桁橋, 3 軸加速度センサ, 疲労劣化

鉛直方向の自由減衰振動を用いた。実在 RCT 桁橋の固有振動数の理論計算値は 19.5 Hz ~ 30.5 Hz であり、設置した多くのセンサで固有振動数が 22 Hz 付近で観測された。しかしながら No.1, 4 のセンサでは傾向の異なるスペクトルを示す場合があります、これはセンサ近隣の橋脚や橋台の存在が振動特性に影響したと考えられる。

No.8 は主桁下面に設置した No.5 の真上の橋上面に設置したが、いずれの物理量においても 2 つのセンサ間で同様の結果となり、橋上面においても近傍の主桁の振動特性を測定できる可能性が示された。

5. 劣化促進載荷試験の加速度解析

主桁 A, B の主鉄筋を 2 本ずつ切断して模擬的に橋梁を損傷させ、橋上へ重錘 (376 kN) を載荷させた際の物理量を観測した。なお、活荷重変位と周波数スペクトルの各物理量については、試験に使用した重機の振動の影響により観測できなかったため、ここでは傾きのみを観測の対象とした。図 5 に、無載荷時を原点としたセンサ毎の傾きの変化量を示す。鉄筋の切断により傾きが大きくなる事を確認した。

6. まとめ

実在 RCT 桁橋を用いた試験により、低周波 3 軸加速度・傾斜センサの実環境下での適用性を検討した。センサから得た物理量により的確に力学的挙動を把握できており、本結果より鉄筋損傷による変状を検出できる可能性があると考えられる。今後は、より複雑な構造の橋梁における評価を行い、構造物の劣化診断アルゴリズムについて検討する予定である。

謝辞

本研究は、モニタリングシステム技術研究組合 (RAIMS) が実施した研究であり、内閣府の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の一環として国土交通省が実施する「社会インフラへのモニタリング技術の活用推進に関する技術研究開発」委託事業研究の成果である。

参考文献

[1] 遠藤, 皆川, 山本, 山岸: 輪荷重走行試験による RC 床版の疲労劣化に関するモニタリング技術の検討 (その 2) 低周波 3 軸加速度センサによる RC 床版の疲労損傷解析, 土木学会第 71 回年次学術講演会概要集, CS7-037, pp73-74, 2016.09

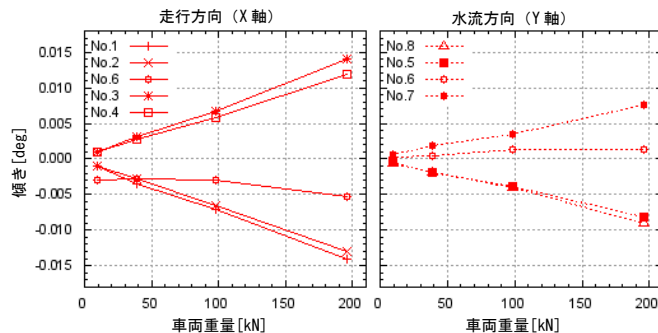


図 2. 車両重量[kN]に対する傾き[deg]

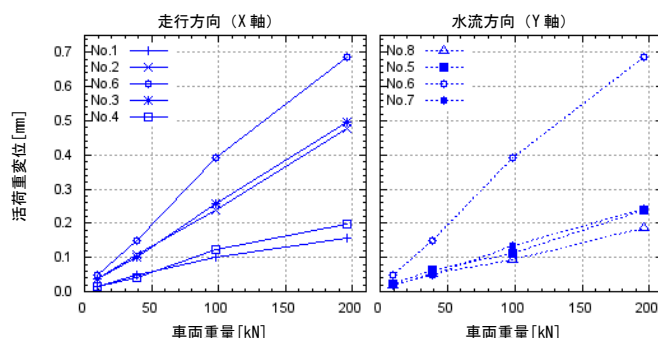


図 3. 車両重量[kN]に対する活荷重変位[mm]

表 1. 車両重量[kN]に対する傾き[deg], 活荷重変位[mm]の決定係数

センサNo.	傾き(X軸)	傾き(Y軸)	活荷重変位
1	0.9986	—	0.9807
2	0.9996	—	0.9993
3	0.9979	—	0.9993
4	0.9985	—	0.9813
5	—	0.9979	0.9930
6	0.8324	0.7961	0.9951
7	—	0.9948	0.9973
8	—	0.9953	0.9965

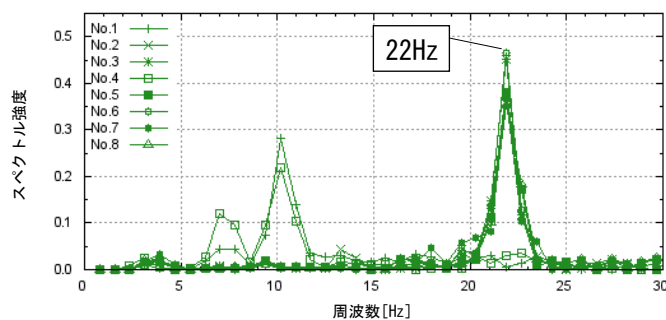


図 4. 自由減衰振動の周波数スペクトル (鉛直方向)

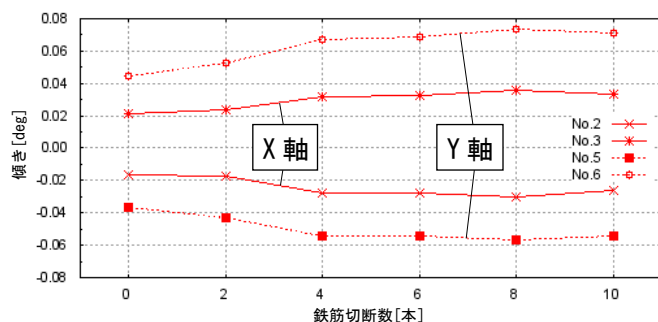


図 5. 鉄筋切断による傾きの変化量