

低周波加速度センサを用いた多点同期モニタリングによる橋梁の変位解析

能美防災(株) 正会員 ○遠藤義英 井関晃広 皆川翔輝 山岸貴俊
前田建設工業(株) 正会員 松尾健二

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、架け替え工事のため撤去された実在RCT桁橋の切り出した桁に対して疲労載荷試験を行い、加速度情報から抽出した物理量が構造物の力学的挙動を捉え、疲労損傷に伴う相関を示すことを確認した^[1]。本稿では、実在RCT桁橋に対して加速度センサを設置し、車両通過による加速度から得られた物理量を解析した結果を報告する。

2. 加速度計測システムと得られる物理量

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: 0.06 μG ）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つの物理量を算出できる。また、複数センサの時間同期計測が可能であり、複数センサ間の厳密な同時刻の各物理量を算出でき、振動モード解析なども行える。

3. 試験概要とセンサ配置

富山県富山市内の橋梁（図1、表1）に加速度センサを設置して、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ことを確認するために、基準車両を用いた走行試験および常時監視試験を行った。基準車両を用いた走行試験は、現象の再現性及び季節変動等の検討を行うため、8、10、12月に総重量8tおよび20tのトラックを各5往復実施した。本実験において加速度センサは、図2のように桁底面に7つ、欄干に1つ配置した。



図1 実橋の外観

所在地	富山県富山市
構造形式	RCT 桁橋
竣工年	昭和 33 年
橋長	72.9m
支間長	14.2m
総幅員	6.3m
適用示方書	昭和 31 年道示
設計荷重量	TL-21 (S31)

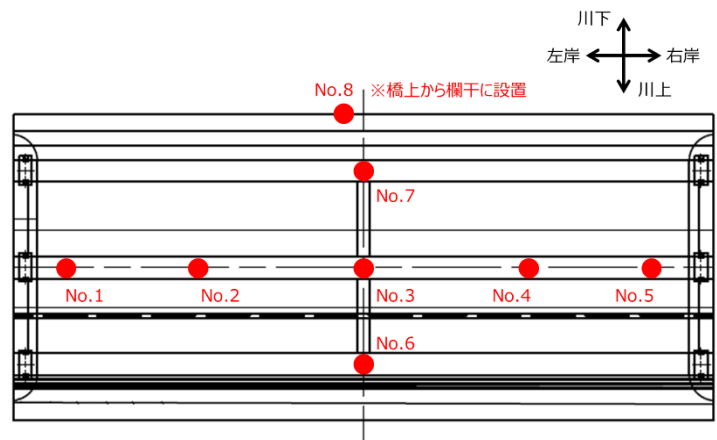


図2 加速度センサ配置

4. 車両走行時の活荷重変位解析

基準車両を走行させた時に得た加速度情報から活荷重変位を算出した。図3に同一の桁に設置している各加速度センサにおける30回の活荷重変位の平均および標準偏差を示す。右岸側四分位点(No.4)の活荷重変位の標準偏差が大きく、他点と比較してばらついている。また、常時監視試験時に様々な重量の一般車両が走行した時に得た加速度情報から活荷重変位を算出した。図4に桁中央(No.3)における活荷重変位に対する同時刻の四分位点(No.2またはNo.4)における活荷重変位を示す。左岸側四分位点(No.2)における活荷重変位は、桁中央(No.3)における活荷重変位に対して比例関係にあることがわかる。一方、右岸側四分位点(No.4)の活荷重変位は、桁中央(No.3)の活荷重変位との関係性は見られない。これは、右岸側四分位点(No.4)付近に、せん断ひび割れ等の何らかの内部損傷があり、付近の被りコンクリートが桁本体と切り離され、車両走行によるたわみとは異なる振動が混入しているためと考えられる。なお、昨年度実施した撤去桁の疲労载荷試験¹⁾においても同様に四分位点付近にせん断ひび割れが発生後、直下に設置した加速度センサから算出した活荷重変位は大きくばらつくことを確認している。

一方、図5に四分位点(No.2, No.4)の車両走行時の周波数スペクトルを示す。5Hz以下に差異が生じているが、卓越振動数には違いは見られない。

多点同期計測により得られるセンサ間の同時刻の活荷重変位を比較することで、主桁の恒常的な剛性低下や剛性低下位置を推定できる可能性がある。

5. まとめ

実在RCT桁橋を用いて車両走行試験および常時監視試験を行い、低周波加速度センサの多点同期計測による活荷重変位解析を行った。同時刻の活荷重変位を比較することで、主桁の損傷を推定できる可能性を示せた。

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] 皆川, 遠藤, 山岸, 小原, 廣江, 松尾, 山口: 撤去桁の疲労载荷試験におけるモニタリング技術検証(その3) 低周波3軸加速度の多点同期計測による疲労損傷解析, 土木学会第73回年次学術講演会概要集, CS9-010, pp19-20, 2018.08

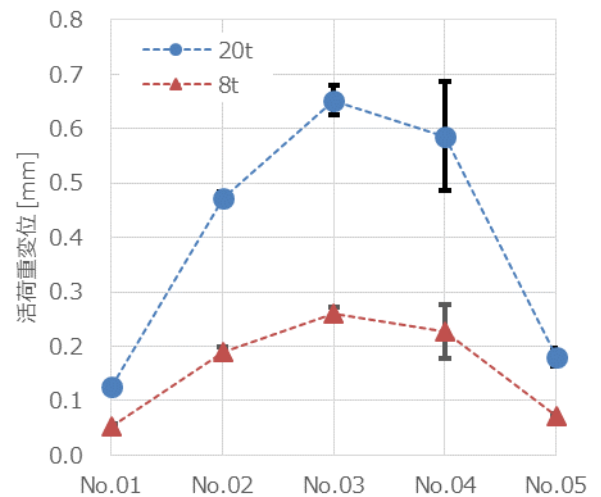


図3 基準車両走行時の活荷重変位

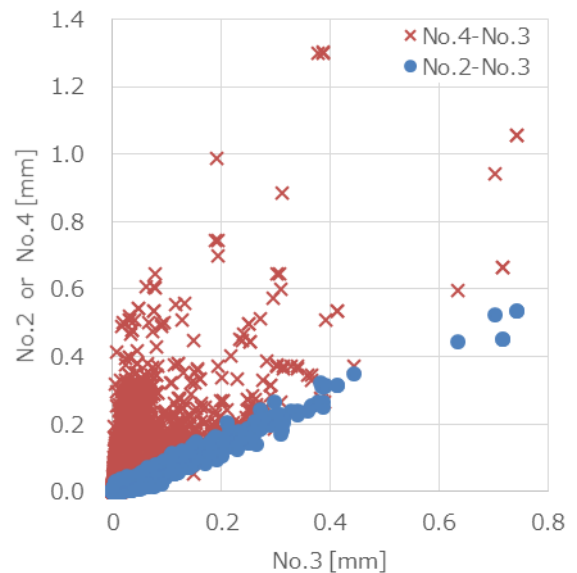


図4 桁中央に対する四分位点の活荷重変位

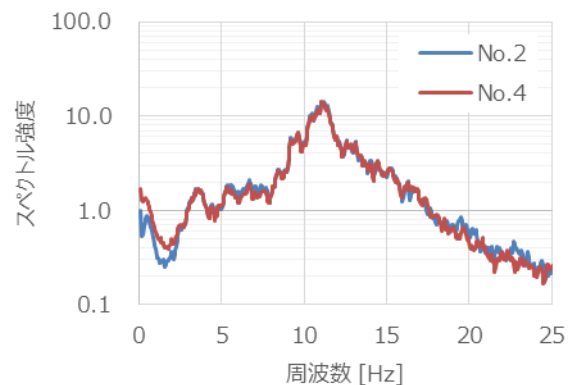


図5 四分位点の周波数スペクトル