

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

能美防災(株) 正会員 ○遠藤 義英 非会員 皆川 翔輝 非会員 山本 康弘
正会員 山岸 貴俊

1. はじめに

道路の維持管理の高度化とコスト削減のため、新技術による点検補助、補修確認を実現するモニタリングシステムが求められており、本研究では、全国に70万以上存在する橋梁を対象とした有用なモニタリング技術の確立を目指している。加速度センサを用いた構造物監視は、これまで様々なアプローチで行われているが^[1]、特に本稿では、近年、高性能化が著しいMEMS型低周波3軸加速度センサを用い、RC床版の輪荷重走行試験による疲労劣化の測定を行い、測定データと疲労損傷との相関性について分析を行った。

2. 輪荷重走行試験の概要

図1に示す山口大学工学部所有の輪荷重走行試験機を用いて RC 床版試験体を疲労損傷させ、RC 床版に設置した加速度センサの測定データと疲労劣化事象との相関性について分析を行った。試験体は老朽化した RC 床版を模擬し、道路橋示方書の旧基準（昭和 39 年版）によって設計され、内部には上段主鉄筋 SD295A D16、下段主鉄筋 SD295A D16、及び上段配力鉄筋 SD295A D10、下段配力筋 SD295A D13 をそれぞれ 300mm 間隔で配置し、コンクリートは設計基準強度 21N/mm² を用いた。詳細は（その1）を参照のこと。



図1 輪荷重走行試験機

3. 加速度センサと床版への配置

本試験で使用した加速度センサは、低周波応答に注目し高精度化した自社製作の3軸加速度センサ（周波数範囲 DC~20Hz, 分解能 1μG）と、このポリシーを更に進め低周波に特化して安定度を高めた3軸傾斜センサ（周波数範囲 DC~8Hz 未満, 分解能 1μG 未満）である。またリファレンスとして、3軸配置したサーボ加速度計を使用した。各センサを床版に設置した様子を図2に示す。



図2 加速度センサ外観

3軸加速度センサ、3軸傾斜センサ、及びサーボ加速度計は図3に示す位置に設置し、試験中の全期間にわたって3軸の加速度情報を連続的に計測した。

これらセンサで得られた3軸の加速度情報は重力加速度を含むため、重力の向きを計算することで「傾き」、時間軸方向の二階積分を算出することで「活荷重変位」、周波数軸への直交変換の計算により「周波数スペクトル」の3つの異なる物理量を同時に得る事ができる。

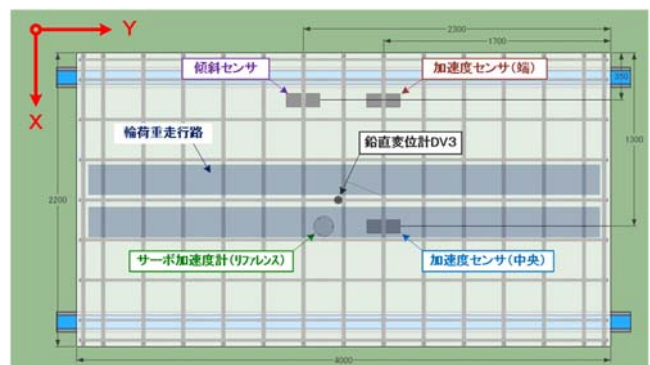


図3 床版へのセンサの配置（透視図）

4. 測定データの解析結果

床版の「傾き」の試験初期状態との変化を、図3の X 軸、Y 軸毎にプロットしたものを図4、図5に示す。また図中、グラフ下部に（その1）で示した疲労損傷程度 a~e を示す。

キーワード RC 床版, 輪荷重走行試験, 3 軸加速度センサ, モニタリングシステム

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

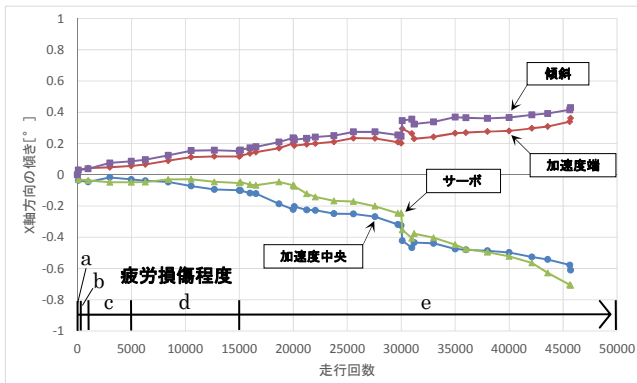


図4 X軸方向の傾きの変化

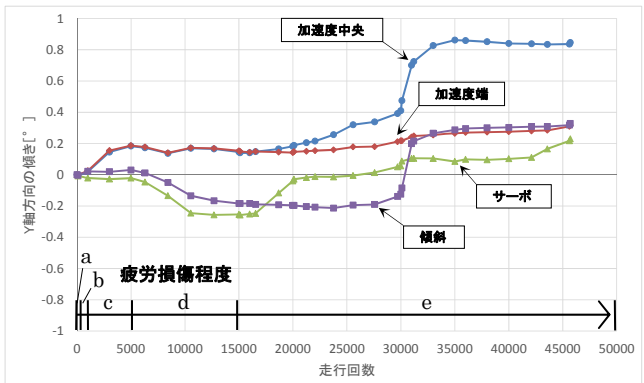


図5 Y軸方向の傾きの変化

全てのセンサが傾きの変化を良好に検出しており、疲労損傷程度の進行と共に変化量が増加する事を確認した。また、載荷時-除荷時の傾きの差についても、疲労損傷程度の進行と共に増加する事を確認した。次に「活荷重変位」について、リファレンスの鉛直変位計と加速度情報から算出した結果との比較結果について、静的載荷時(図6)と動的載荷時(図7)の条件毎に示す。

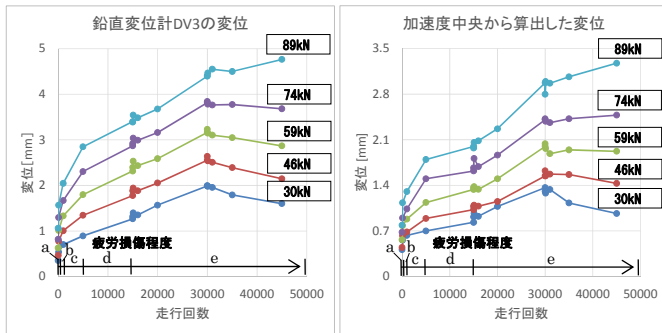


図6 静的載荷時の活荷重変位の比較

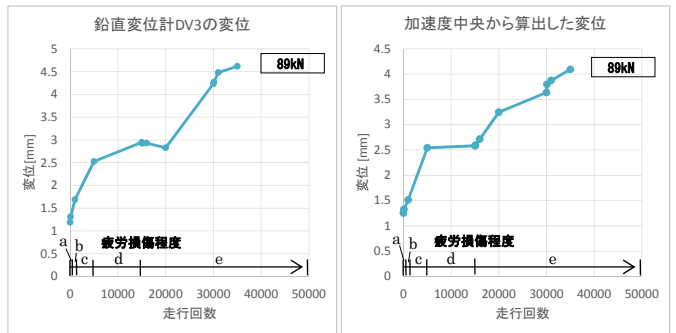


図7 動的載荷時の活荷重変位の比較

静的載荷時、動的載荷時の何れについても、鉛直変位計 DV-3 により直接測定した変位と、加速度情報からの算出結果には相関が見られ、また疲労損傷程度の進行と共に増加することを確認した。加速度情報からの算出結果の誤差は、静的載荷時で約 30%、動的載荷時で 10%程度であった。これは変位の算出に使用する周波数フィルタのマッチングに起因しており、改善可能である。また床版の減衰振動時の低周波帯域の「周波数スペクトル」について、スペクトル形状の偏りを算出した結果を図8に示す。スペクトル形状の偏りは、疲労損傷程度 a, b の初期の劣化現象に対して大きく変化し、センサの設置場所に依存し難い結果が得られる事を確認した。

5. まとめ

低周波に特化した3軸加速度センサを用いてRC床版の疲労劣化試験結果との相関性について分析した。加速度情報から得られる各物理量は疲労損傷の進行と相関が見られ、また異なる損傷程度に対して感度を持つ事を確認した。今後は各物理量を駆使した判定アルゴリズムの考案と、実際の橋梁による有効性を検証する。

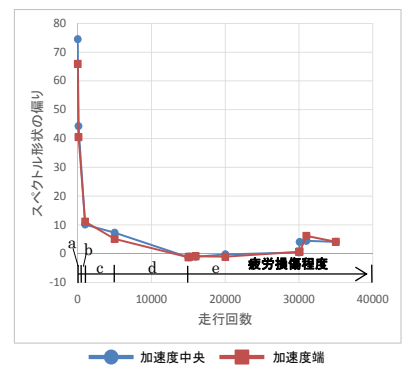


図8 スペクトル形状の偏り

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] 共 放鳴, 舟田 幸太郎, 佐々木 聡, 佐藤 誠, 浅田 功雄, 林 和男: 加速度計による橋梁の劣化モニタリングシステム, 土木学会第56回年次学術講演会VI-198, pp396-397, 2001.10