

活荷重下における鋼桁橋の振動特性の分析

東京都市大学 学生会員 ○森近 翔伍 東京都市大学 正会員 関屋 英彦
 首都高速道路 正会員 平野 秀一 東京都市大学 正会員 丸山 収

1. はじめに

鋼橋に生じる疲労損傷の主な要因の一つは、活荷重による部材間の変位差であるため、活荷重によって生じる変位応答を計測することが重要である¹⁾。活荷重による変位応答を計測する方法として、MEMS 加速度センサを活用した手法がある²⁾。MEMS 加速度センサは、不動点を必要とせず、マグネットにて固定することが可能であるため、橋梁下の空間が確保できない場合でも使用可能な計測手法として期待される。ただし、精度良く変位応答を算出するためには、橋梁の振動特性を把握することが重要である。そこで、本研究では、活荷重下における鋼桁橋の振動特性を分析するために、Wavelet 変換を活用した加速度記録に対する周波数解析を行う。

2. 実験概要

活荷重下の鋼桁橋の振動特性を分析するため、供用中の実橋梁において現場計測を実施した。試験橋梁の正面図とセンサの設置位置を図-1(a)に、断面図を図-1(b)に示す。試験橋梁は、単支間 RC 床版合成 5 主桁プレートガーター橋の支間長 38m であり、路肩・第一走行・第二走行・第三走行の構成である。端補剛材には、車両の入退出を確認するための MEMS 加速度センサを設置し、支間中央部の主桁下フランジには、振動特性の把握を目的とした MEMS 加速度センサを設置した。端補剛材におけるセンサの設置状況を図-2(a)に、支間中央部におけるセンサの設置状況を図-2(b)に示す。また、使用したセンサの仕様を表-1 に示す。桁端部に設置した MEMS 加速度センサのサンプリング周波数は 500Hz、支間中央部に設置した MEMS 加速度センサは 100Hz に設定した。

3. 計測結果

桁端部にて計測した G3 桁進入側、退出側の加速度記録を図-3 に示す。図-3 より、車両が橋梁に進入した時間は、79.240 秒、車両が橋梁を退出した時間は、81.098 秒と確認できる。桁端部に設置した加速度センサの応答、ならびに支間長が 38m であることから、約 84 km/h の速度にて橋梁上を通過したと考えられる。続いて、支間中央部

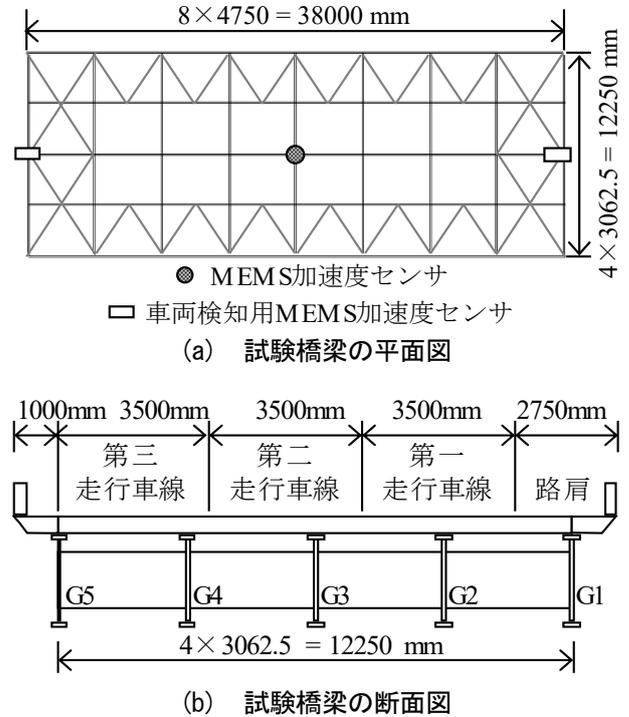


図-1 試験橋梁の概要とセンサ設置位置



図-2 加速度センサの設置状況

表-1 加速度センサの仕様

設置箇所	計測範囲 [G]	分解能 [μ G]	周波数帯域 [Hz]	自己ノイズ [μ Grms/ \sqrt Hz]
桁端部	± 3.0	125	DC-148 (-3dB)	100
支間中央部	± 5.0	1.0	DC-20 (-6dB)	0.8

における加速度記録を図-4 に示す。本研究では、図-3、図-4 の計測結果に対し、Wavelet 変換を適用することにより、活荷重下における鋼桁橋の振動特性を分析する。

4. Wavelet 変換による鋼桁橋の振動特性の検討

本章では、計測した加速度記録に対し、Wavelet 変換を実施した。Wavelet 変換は、技術計算言語 MATLAB Toolbox, Morse wavelets³⁾を用いて行った。図-3 に示した加速度記録に対して、Wavelet 変換を実施した結果を図-5 に、図-4 に示した加速度記録に対して、Wavelet 変換を実施した結果を図-6 に示す。図-5 より、進入・退出側ともに車両入退出時において高周波数帯の変化を確認できる。一方、図-6 より支間中央部においては、低周波数帯の応答（静的なたわみ応答と橋梁の自由振動）を確認できるが、車両の入退出による高周波数帯の変化は確認できない。これは、支間中央部に設置した MEMS 加速度センサのサンプリングを 100Hz に設定したこと、高周波数帯にフィルターがかかっていることが原因だと考えられる。

5. まとめ

本研究では、活荷重下における鋼桁橋の振動特性の把握を目的として、Wavelet 変換を用いた加速度記録に対する周波数解析を実施した。その結果、高周波数帯において、車両の入退出による変化を確認できた。一方、支間中央部においては、静的なたわみ応答と橋梁の自由振動による低周波数帯の応答を確認することができたが、車両の入退出による高周波数帯の応答を確認することができなかった。

今後は、支間中央部に設置する MEMS 加速度センサのサンプリングを高くすることにより、支間中央部の加速度センサによる車両の入退出の検知を試みる。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 JP17K14717 の助成を受けたものです。本研究の実橋梁実験は、東京都市大学と首都高速道路株式会社、首都高技術株式会社、一般財団法人首都高速道路技術センターとの共同研究「首都高における構造物診断の高度化に関する研究・開発」の一環として実施したものである。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 館石和雄, 竹之内博之, 三木千壽: 鋼橋部材交差部に生じる局部応力の発生メカニズムと要因分析, 土木学会論文集, No.507/I-30, pp109-119, 1995.
- 2) Sekiya, H., Kubota, K. and Miki, C.: Simplified Portable Bridge Weigh-in-Motion System Using Accelerometers,

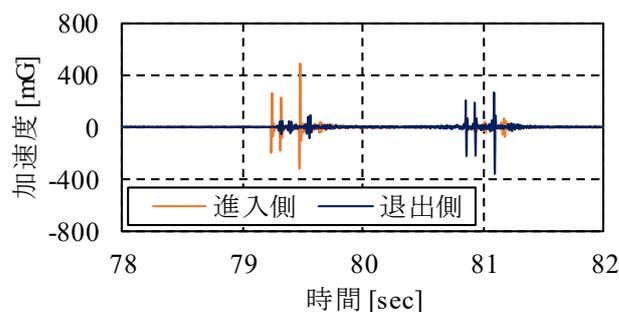


図-3 桁端部に設置した加速度センサの応答

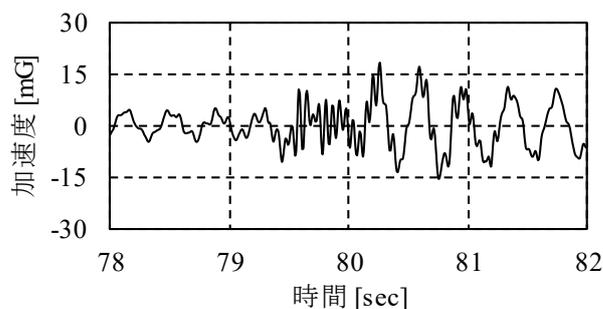


図-4 支間中央部に設置した加速度センサの応答

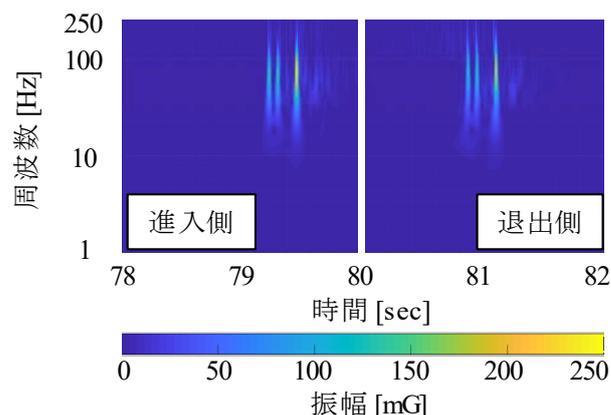


図-5 桁端部の加速度センサの wavelet 解析結果

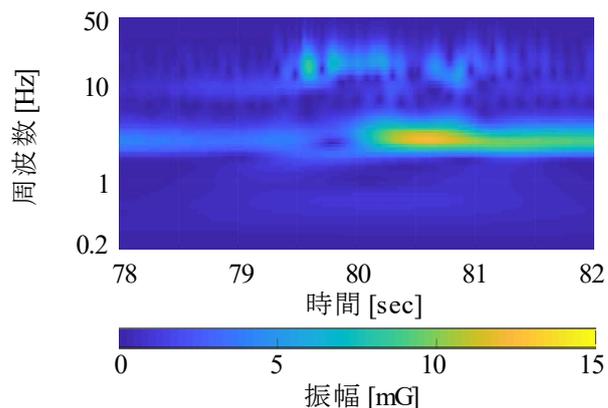


図-6 支間中央部の加速度センサの wavelet 解析結果

ASCE (J. Bridge Eng), 2018.

- 3) Jonathan M. Lilly: Element analysis a wavelet-based method for analysing time-localized events in noisy time series, PROCEEDINGS OF THE ROYAL SOCIETY A, volume 473, 2017.