

橋軸中央部に設置した MEMS 加速度センサによる車両検知の試み

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 東京都市大学 正会員 丸山 収
首都高速道路 正会員 平野 秀一 東京都市大学 フェロー会員 三木 千壽

1. はじめに

橋梁の維持管理において、変位応答を把握することは、損傷箇所や損傷原因を特定する上で、重要である¹⁾。変位応答を把握する手法として、接触式変位計やレーザ変位計などが考えられる。しかし、不動点と呼ばれる基準点を必要とすることから、橋梁下の空間が確保できない箇所では、不向きである。そのため新たな変位応答の把握手法として MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)加速度センサを活用した方法が検討されている。MEMS 加速度センサは、半導体微細加工技術を用いた加速度センサで、小型・安価・省電力が特長である。また、不動点が無くても計測できることから、施工性にも優れている。

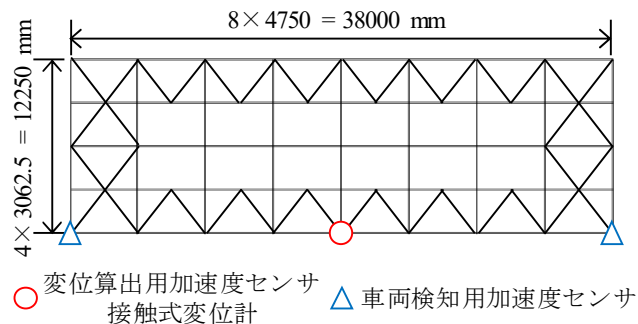
関屋ら²⁾は、変位算出手法として、橋梁の自由振動に着目した自由振動仮定法を提案しており、精度よく変位応答が得られることを示している。しかしながら、積分区間を決定する際に、車両の入退出を検知する必要があり、変位算出用の加速度センサのほかに、橋梁の進入・退出部に車両検知用の加速度センサが必要となる。

そこで本研究では、橋梁の進入・退出部に加速度センサを必要としない変位算定システムを構築するために、変位算出用の加速度記録から車両の入退出を検知する手法を検討した。

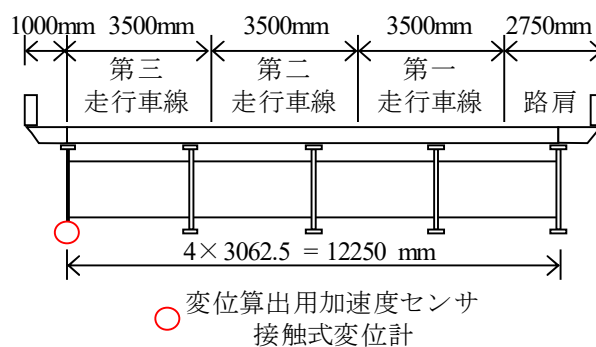
2. 試験概要

供用中の実橋梁において、加速度センサによる変位算定試験を実施した。試験橋梁の平面図を図-1(a)に、試験橋梁の正面図を図-1(b)に示す。試験橋梁は単支間 RC 床版合成五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。試験は、交通規制を行わずに、通常の供用下で実施した。

次に変位計測部のセンサ設置状況を図-2(a)に、車両検知部のセンサ設置状況を図-2(b)に示す。変位計測部では、支間中央の主桁下フランジに変位算出用の加速度センサと接触式変位計を設置した。サンプリングは、それぞれ 100Hz で行った。車両検知部では、進入側と退出側の主桁端部の垂直スチフナ上部に加速度センサを設置した。



(a) 試験橋梁の平面図



(b) 試験橋梁の正面図

図-1 試験橋梁の構造とセンサ設置位置



(a) 変位計測部

(b) 車両検知部

図-2 センサの設置状況

表-1 加速度センサの性能仕様

項目 用途	計測 範囲 [G]	分解能 [μG]	周波数 帯域 [Hz]	自己ノイズ [μGrms/√Hz]
変位 算出	±5.0	1.0	DC-20	0.8
車両 検知	±3.0	125	DC-148	100

キーワード MEMS 加速度センサ, 車両検知, 周波数解析, 自由振動仮定法

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL.03-5707-0104 E-mail:g1891608@tcu.ac.jp

車両検知用の加速度センサは、500Hz でサンプリングを行った。また、変位算出用加速度センサと車両検知用加速度センサの性能は、表-1 に示す通りである。

3. 計測結果

接触式変位計の変位記録を図-3(a)に、変位算出部の加速度記録を図-3(b)に示す。図-3(a)に示す変位記録より、車両通行によるたわみ成分を確認することができ、その応答範囲で車両が走行していたと考えられる。一方の図-3(b)に示す加速度記録では、車両入退出時において明確な変化は確認できず、車両の走行範囲を特定することは困難である。以上より、変位計測部で計測した加速度の時刻歴情報からは、車両の入退出検知は、困難であることが確認できた。

4. 短時間フーリエ変換による車両の入退出検知

変位計測部での加速度記録から車両の入退出を判断する方法として、周波数解析を試みた。本章では時刻歴情報を残したまま、周波数解析を行う方法として、短時間フーリエ変換を用いた。車両検知用の加速度記録と変位計測部における加速度の周波数解析結果との関係を図-4 に示す。加速度記録より、二軸の車両が通行したことを確認できる。一方の周波数解析結果では、高周波帯に変化が見られ、その変化は車両が入退出した時間と良い一致を示している。したがって、高周波帯の変化より、変位計測部の加速度記録からも車両の入退出の検知が可能であることを確認した。

5. まとめ

本研究では、MEMS 加速度センサを用いた変位算出システムの省力化を目的とし、積分範囲を変位計測部から推定する新たな手法を検討した。変位計測部の加速度記録を周波数解析し、高周波帯における周波数の変化から、車両の入退出検知が可能であることを確認した。

今後は、周波数解析で推定した車両の入退出時間を積分条件として、変位の算出を試みる。また、加速度記録から算出した変位と接触式変位計の変位を比較することで、本手法での変位算出の精度を確認する。

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

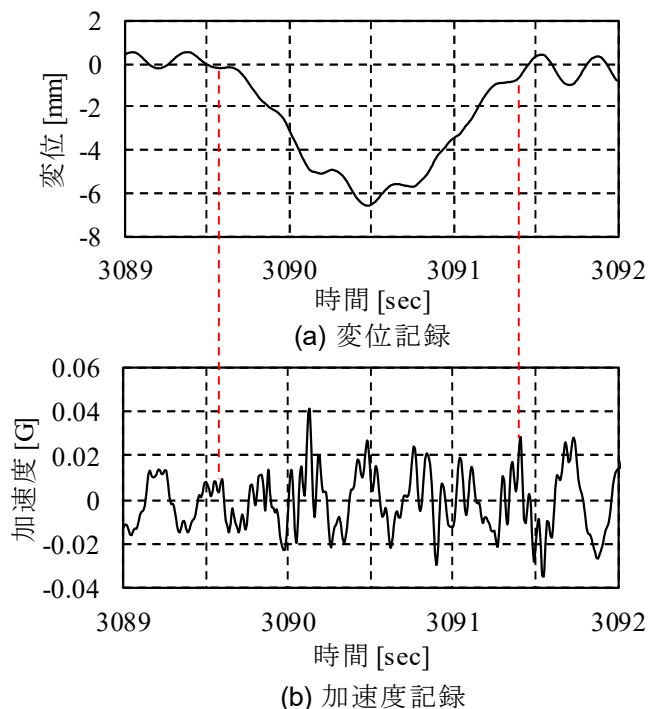


図-3 変位計測部の接触式変位計の変位と加速度記録

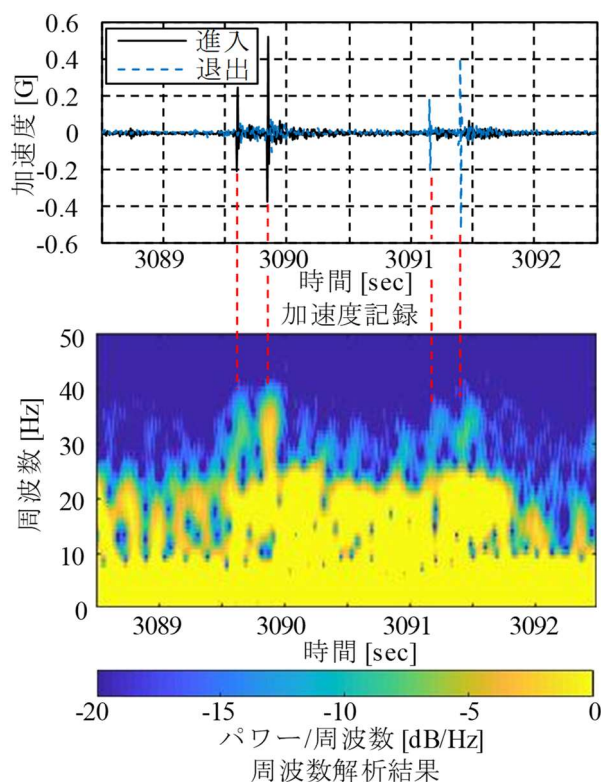


図-4 車両検知用の加速度記録と
変位算出用の加速度記録の周波数解析結果

- 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, ASCE (J. Bridge Eng), 2018.