

MEMS 加速度センサを用いた鋼床版箱桁橋における変位計測

東京都市大学 正会員 ○葉山 瑞樹 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

1. はじめに

鋼道路橋の疲労損傷は、脆性的な破壊を引き起こす可能性のある危険な損傷である。疲労損傷の主な原因の一つとしては、交通荷重によって部材が変形することによって生じる局部応力が挙げられる¹⁾。したがって、活荷重によって生じる橋梁の変形挙動を把握し、損傷メカニズムを解明することが重要となる。

橋梁に生じる変形挙動の計測には、MEMSセンサを用いた変位応答あるいは回転応答の計測が有効である。MEMSセンサは小型であるため、マグネットなどで容易に設置が可能である。さらに、不動点を必要としないことから、施工性に優れたセンサである。本稿では、活荷重によって生じる変形挙動として主桁の変位に着目し、鋼床版箱桁橋梁の主桁の変位応答を MEMS 加速度センサによって算出した結果を報告する。

2. 計測概要

図-1 に対象橋梁の側面図、平面図（上層）を示す。対象橋梁は、3 径間連続鋼床版箱桁橋であり、上層と下層から構成される 2 層構造の橋梁である。本計測は、上層の第一径間目の支間中央付近に行った（図-1）。計測箇所は、2 層構造の上層であるため、接触式変位計などの不動点を必要とする変位計測は一般に困難であり、不動点を必要としない MEMS 加速度センサによる変位計測が有効である。表-1 に本計測で使用した MEMS 加速度センサの仕様を示す。MEMS 加速度センサは、分解能および自己ノイズの優れたセンサを用い²⁾、変位算出精度に留意した。図-2 に MEMS 加速度センサおよび、ひずみゲージの設置位置を示す。MEMS 加速度センサは、左側の箱桁の主桁下フランジ中央に設置した。ひずみゲージは、主桁の変位応答の挙動を検証することを目的に、箱桁内の左右の主桁の下フランジの橋軸方向に設置した。MEMS 加速度センサ

表-1 MEMS 加速度センサの仕様

型番	計測範囲 [G]	周波数帯域幅 [Hz]	分解能 [μ G]	自己ノイズ [μ Grms/ $\sqrt{\text{Hz}}$]
M-A550AC2x (SEIKO EPSON)	± 5.0	50	0.06	0.5

表-2 試験車両の軸重と総重量

1 軸 [kN]	2 軸 [kN]	3 軸 [kN]	4 軸 [kN]	総重量 [kN]
46.5	44.4	75.2	73.2	239.3

表-3 試験車両の車軸間距離

1 軸 - 2 軸 [mm]	2 軸 - 3 軸 [mm]	3 軸 - 4 軸 [mm]
1850	4380	1200

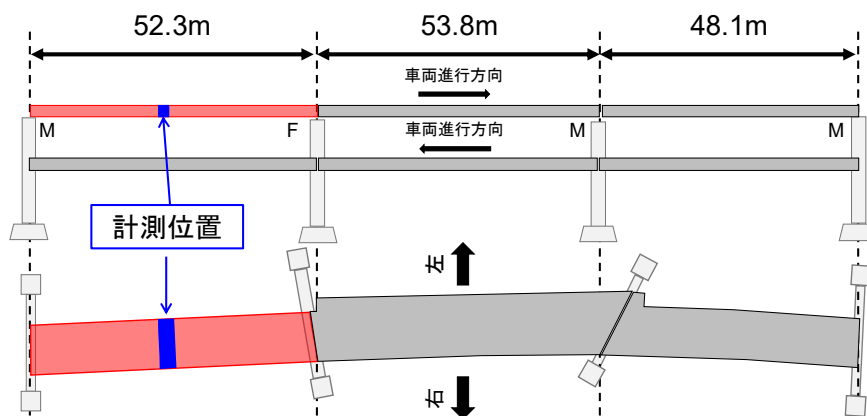


図-1 対象橋梁の側面図および平面図（上層）

キーワード MEMS 加速度センサ, 変位応答, 鋼床版箱桁橋

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL.03-5707-0104 E-mail:g1891606@tcu.ac.jp

とひずみゲージのサンプリング周波数は、100Hz とした。なお、加速度から変位を算出する方法は、自由振動仮定法³⁾を用いた。

本計測では、車両重量（表-2）および車軸間距離（表-3）が既知な試験車両を交通量が減少する夜間の一般交通下に走行させた。試験車両の走行速度は約 50km/h とした。

3. 活荷重による主桁の変位応答と主桁下フランジのひずみ応答

図-3 に MEMS 加速度センサを用いて計測した加速度記録から算出した主桁の変位応答と主桁下フランジのひずみ応答を示す。約 23.9s 付近から、鉛直下方向の変位応答と引張ひずみ応答が生じ、約 28.1s 付近からは鉛直上方向の変位応答と圧縮ひずみ応答が発生していることが確認できる。さらに、応答は小さいが約 32.4s～約 35s において鉛直下方向の変位応答と引張ひずみ応答が確認された。以上より、MEMS 加速度センサを用いて算出した主桁の変位応答と主桁下フランジのひずみ応答の挙動は概ね一致していることから、主桁の変位応答を算出できていると考えられる。なお、約 23.9s

～約 28.1s において、箱桁内の右側の主桁ひずみ応答は左側のひずみ応答と比較して、最大で約 15%大きくなった。この理由としては、試験車両の走行位置が箱桁の右側に位置している（図-2）ためだと考えられる。

4. まとめと今後の予定

本稿では MEMS 加速度センサから、主桁の変位応答を計測できる可能性を示した。今後は、活荷重によって生じる複雑な鋼床版の変形挙動を MEMS センサにて計測する予定である。

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す。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 館石和雄, 竹之内博行, 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 No507/I-30, pp.109-119, 1995.
- 2) 関屋英彦, 木村健太郎, 丸山収, 三木千壽：橋梁の活荷重応答計測に必要な S/N 比に関する研究, 構造工学論文集, Vol.62A, pp.174-184, 2016.
- 3) 関屋英彦, 横関耕一, 木村健太郎, 小西拓洋, 三木千壽：橋梁の加速度記録を用いた変位応答算出法の提案, 土木学会論文集 A1(構造・地震工学), Vol.72, No1, pp.61-74, 2016.

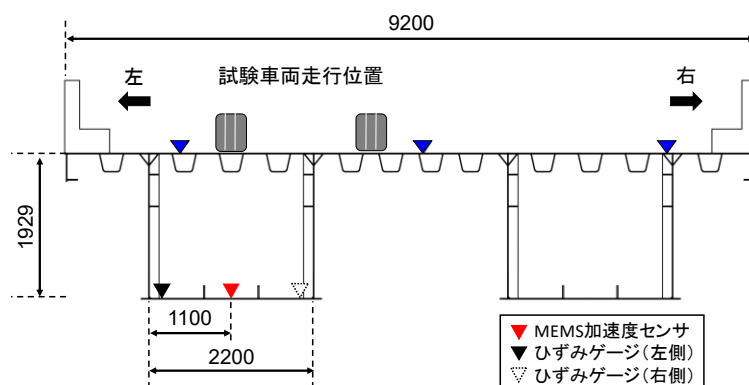


図-2 MEMS 加速度センサとひずみゲージ設置位置

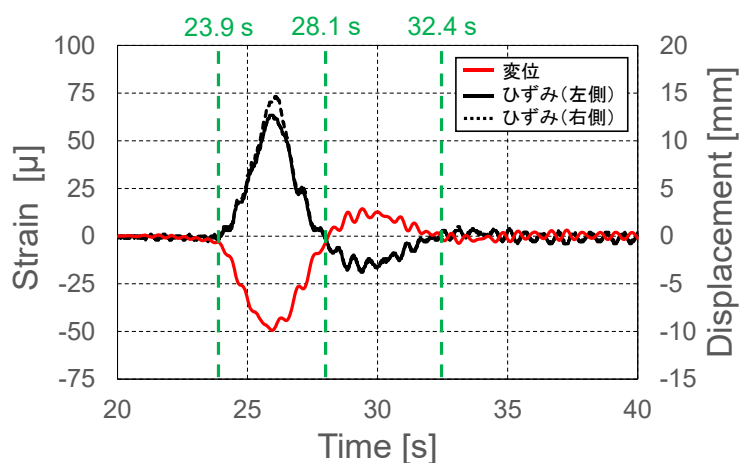


図-3 主桁の変位応答と主桁下フランジのひずみ応答