

加速度計による橋梁の変位推定の検証

日本航空電子工業株式会社 正会員 ○富岡 昭浩
舞鶴工業高等専門学校 建築システム工学科 正会員 玉田 和也

1. はじめに

加速度計により測定された加速度を2回積分することにより、変位を計算することができる。実験室にて加速度の積分値と変位量に一致を確認したので、実際の橋梁にて実証を行った。その結果、加速度計による測定値とレーザードップラー変位計による測定値の差が0.1mm程度であることを検証した。

2. 測定橋梁

京都府舞鶴市に架橋されている舞鶴市管理のクレインブリッジ(PC桁)と、京都府管理の舞夢みなと大橋の2橋にて実証計測を実施した。各橋梁の概要を表-1に、橋梁の一般図面を図1、図2に示す。

表1 測定橋梁

対象橋梁	構造	橋長(m)	桁長(m)
クレインブリッジ	PC単純ポステンT桁橋	63.0	31.5
舞夢みなと大橋	6径間連続合成2主箱桁	370.0	369.1

3. 測定内容

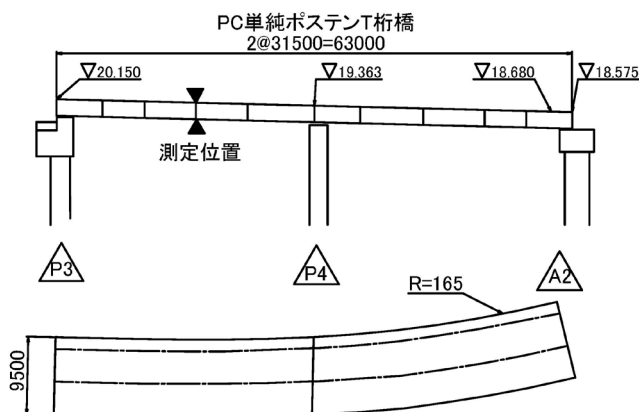


図1 クレインブリッジ

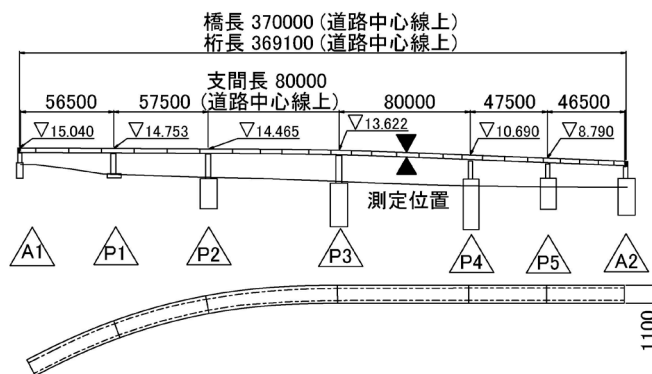


図2 舞夢みなと大橋



写真1: JA-70SA



写真2: RSV-150



写真3: 載荷状況

橋梁の上面に加速度計(日本航空電子工業製 高精度MEMS加速度計JA-70SA 写真1)を2個設置し、25tのラフタークレーン車を時速40kmで走行させて橋梁のたわみ量を計測した。変位計(RSV-150 長距離レーザードップラー振動計 写真2)による測定は橋梁の下面にレーザーを照射することで行った。レーザー照射位置は加速度計設置位置の直下に調整した。変位計の振動振幅感度は2mm/Vに設定した。測定位置は図1と図2に示す径間の中央とした。

キーワード MEMS 加速度計, 変位計測, 積分

連絡先 〒196-8555 東京都昭島市武蔵野3-1-1 日本航空電子工業株式会社 TEL:042-549-9214

4. 測定結果

表 2 に、橋梁の最大変位量の変位計指示値と加速度計による推定値を示す。バイアス補正は載荷前のデータを使用した場合と載荷前と除荷後のデータを使用して場合の 2 種類を実施した。変位計との差はクレインブリッジでそれぞれのバイアス補正方法に対して、 -0.117mm 、 -0.050mm 舞夢みなと大橋で $+0.094\text{mm}$ 、 -0.050mm となった。2 種類の補正による結果と変位計との差が小さいことから加速度計による変位推定が可能であることが実証されたと考えている。図 3、図 4 に各橋梁における車両通過時の変位量の時間変化を示す。

5. まとめ

今回の計測にて変位計による変位量と加速度を積分した変位量との差は 0.1mm 程度となった。加速度を積分した変位では除荷後の変位が 0 にならずに積分誤差の影響を受けて発散していく傾向が見られた。加速度計による変位推定においては積分計算時に誤差が時間とともに増加することが課題となる。このため長時間のたわみ変化がある場合や常に振動が入力されている場合では正確な変位推定が困難になることが予想される。今回の測定でも変位の継続時間が長い舞夢みなと大橋での変位量が発散する傾向が観察された。この傾向については、除荷後のデータを利用したバイアス補正により低減できる可能性を今回の測定にて確認した。

各橋梁の共振周波数は クレインブリッジで 4.4Hz 、舞夢みなと大橋で 1.2Hz となっており、変位量のグラフから載荷時に橋梁が共振周波数で振動しながら変位している状況が観察できた。加速度データの FFT 結果を図 5、図 6 に示す。

加速度計による計測は、固定部からの相対変位ではなく荷重による桁の静止位置からの変位量を測定するので、計測の基準点を設けることが困難な桁高が高い橋梁や河川にかかる橋梁などの変位推定に適した方法であると考えられる。測定された加速度値から変位、共振周波数が推定できることを示したが、今後は加速度値を詳細に分析することで様々な情報（車種の判別、速度、車両重量）の推定が可能であることを実証していく。

謝辞 本研究は、京都府港湾事務所および舞鶴市の協力を得て実施しました。関係各位に深く感謝します。

参考文献 1) 航空電子技報 No. 37 構造物ヘルスマニタリング向け加速度計 JA-70SA の開発 市川、松崎、田村、富岡、2015. 03

表 2 測定結果

	バイアス補正	クレインブリッジ	舞夢みなと大橋
		最大変位量 (mm)	最大変位量 (mm)
変位計	—	-1.120	-5.065
JA-70SA	載荷前	-1.237	-5.159
	載荷前+除荷後	-1.170	-5.212
差	載荷前	-0.117	+0.094
	載荷前+除荷後	-0.050	+0.147

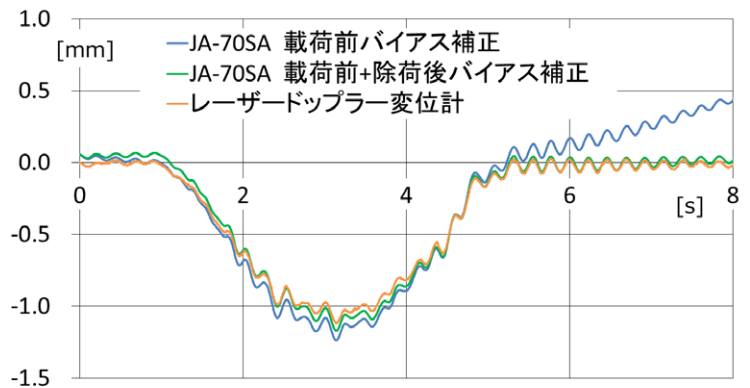


図3 クレインブリッジ 測定結果

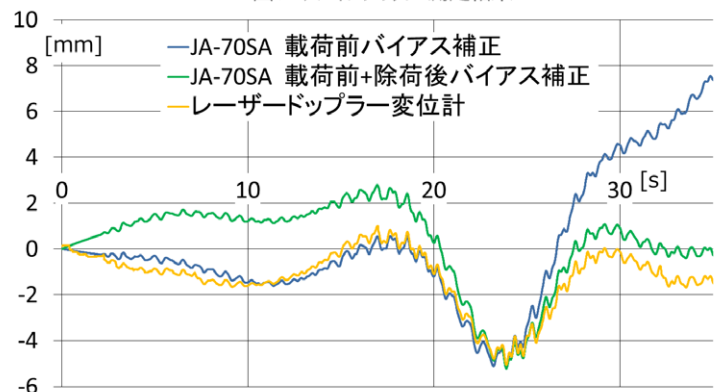


図4 舞夢みなと大橋 測定結果

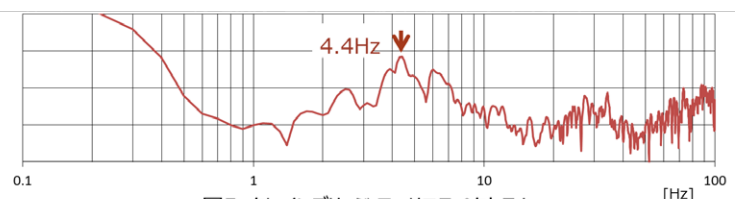


図5 クレインブリッジ フーリエスペクトラム

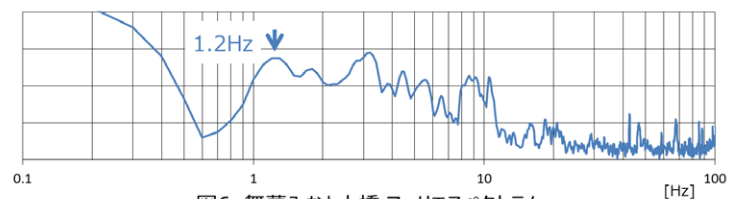


図6 舞夢みなと大橋 フーリエスペクトラム