

三径間連続鋼箱桁橋における橋体温度変化や交通振動に伴う振動特性変化に関する検討

長崎大学 学生会員○伊達慶介 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博
 長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 西川貴文

1. はじめに

国内の既存橋梁の多くは高度経済成長期に架設され、供用期間が50年以上のものは全体の約20%にのぼる。橋梁維持管理上、構造物の機能の状況把握が必要である。橋梁構造物は、老朽化や部材損傷により剛性が低下し、その結果、振動特性が変化する。しかし、物理的な損傷以外すなわち気温変化などの外的環境要因によっても振動特性は変化するため、予め外的環境による振動特性の変化を把握しておくことが望ましい。本研究では、橋体温度変化に伴う固有振動数の変化を確認するために、既存橋梁（三径間連続鋼箱桁橋）の温度及び振動計測を実施した。また、対象橋梁は重車両の走行割合が比較的高く、交通振動と常時微動とに分けた固有振動数の分析を行った。本報告はその概要と得られた知見についてまとめたものである。

2. 対象橋梁と計測方法

対象橋梁は、橋長225m、幅員6mの三径間連続鋼箱桁橋であり、計測項目を橋体温度および桁鉛直方向振動加速度とした。各計測装置は図1のように、サーミスタを橋梁下フランジ4点、地覆2点の計6点、またサーボ型加速度計を北東側地覆部に5点、南西側地覆部に1点の計6点設置した。サンプリング周波数200Hz、10分間毎にデータを蓄積する連続計測を行った。計測は2016年9月5日13時～17時、および11月4日16時～5日16時の計2回に分けて実施した。以上の計測結果から、橋体温度変化、交通振動に伴う橋梁の挙動を把握する。

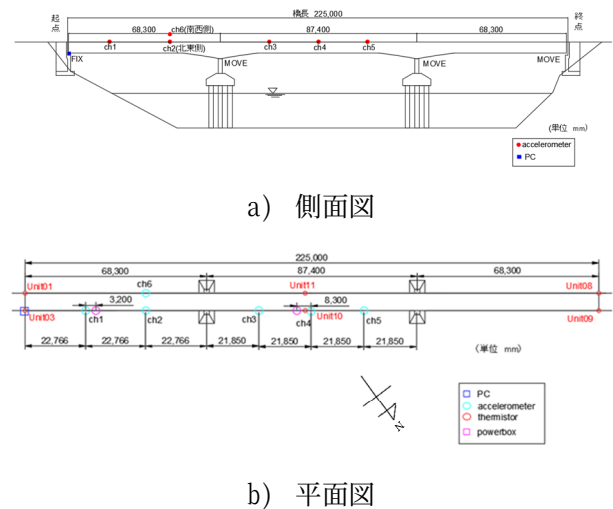


図1 対象橋梁及び計測装置設置位置

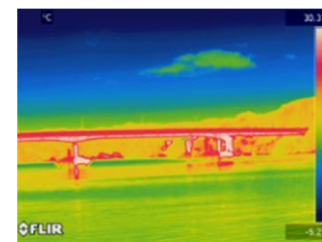


図2 橋体温度分布（南西側）

3. 橋体温度分布

11月4、5日の計測では、サーマルカメラを用いて橋体温度分布を確認した。図2は、11月4日15時頃に撮影した南西側の画像である。日射側（南西側）と非日射側（北東側）の鋼箱桁ウェブの温度はそれぞれ約30℃、約20℃であり、約10℃の温度差が確認された。また、11月4、5日の橋体下フランジに設置したサーミスタの最高温度と最低温度はそれぞれ20.8、11.3℃となり、温度差は9.5℃となった。

4. ねじれ振動の有無

重車両走行によるねじれ振動の発生の有無を確認するために橋軸対称に一对の加速度計を設置した（ch2, ch6）。図3に、重車両が起点側から終点側に向かって通過する際のch2とch6の時系列波形の一例を示す。重車両走行側であるch6の加速度振幅が比較的大きくなっているが、位相の反転（ねじれ振動の発生）は確認されなかった。

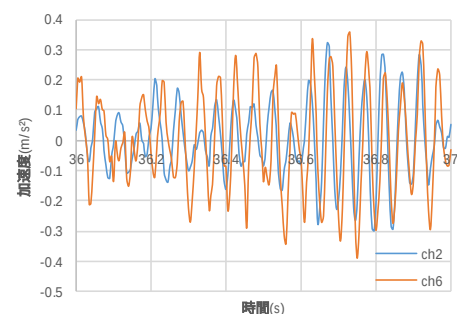


図3 加速度波形

5. 橋体温度および重車両通過時の固有振動数の変化

5.1 SSI により同定した固有振動数分布

加速度計 ch1～ch6 の振動加速度データを SSI（確率的部分空間法）により同定した固有振動数の一例を図4に示す。縦軸は振動数、横軸は同定回数である。なお同図にはパワースペクトルを併記している。図4より、1.0、1.5、2.1、3.2、4.9、5.8、7.0Hz 付近に固有振動数が存在することが分かる。

5.2 橋体温度変化による影響

1.5、4.9、7.0Hz 付近での固有振動数を抽出し、橋体温度との相関をとった。橋体温度は、橋梁下フランジに設置したサーミスタ4点の平均値をとった。図5は、各固有振動数での橋体温度との相関をとったグラフである。各固有振動数付近において橋体温度変化との間に負の相関が確認された。また、各固有振動数付近での変動率はどの付近においても約 2.0%となった。

5.3 重車両通過時の交通振動による影響

交通振動（重車両通過時）と常時微動の固有振動数は 2.1、4.9、7.0Hz 付近を抽出し比較を行った。重車両通過時の交通振動と常時微動は、ビデオカメラで撮影した動画と照合し振動加速度データを切り出した。図6は、振動加速度データから交通振動と常時微動を切り出した加速度波形である。表1は、同時刻の交通振動と常時微動の各固有振動数付近での平均値を示したものである。微小ではあるが重車両通過時の交通振動のほうが常時微動より振動数が低い結果となった。

6. まとめ

本研究では、対象橋梁の橋体温度分布、ねじれ振動の有無、また、橋体温度変化、交通振動に伴う固有振動数の変化を明らかにした。

(1) 橋体下フランジの一日の温度の変動幅は約 9.5℃であり、日射側と非日射側での鋼箱桁ウェブは約 10℃の温度差が確認された。

(2) 橋軸対称一対の加速度波形から位相の反転（ねじれ振動）は確認されなかった。

(3) 橋体温度変化に伴う固有振動数の変化は双方との間で負の相関が確認され、変動率は約 2.0%となった。温度変化による橋梁の幾何剛性変化で生じる軸力の影響等が原因として考えられる。

(4) 重車両通過時における交通振動は常時微動より固有振動数は低い結果となり、車両の重量が付加されたことによる影響が原因として考えられる。

参考文献

- (1) 奥松ほか：橋梁遠隔モニタリングによる鋼ランガートラス橋の固有振動数の推移観測，構造工学論文集，Vol.53A，pp844-852，2007
- (2) 社会資本の老朽化の現状と将来-インフラメンテナンス情報-国土交通省

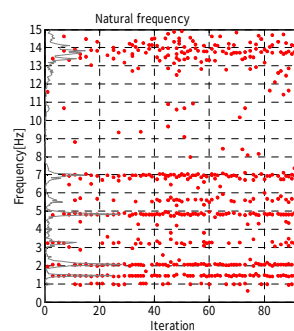
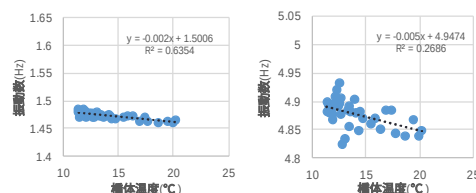
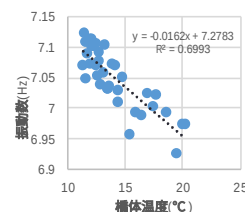


図4 固有振動数分布



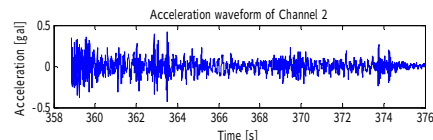
a) 1.5Hz 付近

b) 4.9Hz 付近

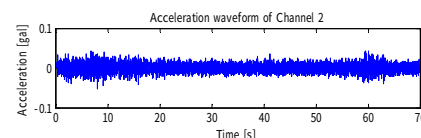


c) 7.0Hz 付近

図5 橋体温度に対する各固有振動数分布



a) 交通振動（重車両通過時）



b) 常時微動

図6 加速度波形

表1 各固有振動数の平均値

	交通振動	常時微動	差
2.1Hz 付近	2.0535	2.0595	0.0060
4.9Hz 付近	4.8207	4.8443	0.0236
7.0Hz 付近	6.9532	7.0356	0.0824