

家庭用デジタルビデオカメラを用いた鋼上路アーチ橋梁の変位計測と振動特性

阪急設計コンサルタント(株) 正会員 ○岡重 嘉泰 阪急設計コンサルタント(株) 正会員 海老原 学
 神戸大学大学院 フェロー 川谷 充郎 京都大学大学院 正会員 金 哲佑
 (株)ニチゾウテック 三谷 欣也

1. はじめに

効率的な橋梁の維持管理手法の開発が急務であり、著者らは振動モニタリングに着目している。内部に異常の発生する橋梁をヘルスマニタリングするためには、荷重載荷時の橋梁の変位の増加を精度よく捉えることが有効であるが、一般的に変位を直接計測するためには大掛かりな設備が必要となる。そこで著者らは、佐々木らのビデオカメラによる橋梁の変位測定技術¹⁾を用い、近年目覚しく画質が向上している家庭用デジタルビデオカメラ(以下 HDVC と称す)での精度の確認を行っている。そして、これまで鉄道橋の鋼桁やPC桁に対して現場検証を行い、輪重の繰り返し载荷の振動数特性が大きく表れること、HDVCの時系列応答変位を2階微分し加速度の時系列応答とすることで橋梁の固有振動数に近い値を推定できることを示している²⁾³⁾。

本研究では、道路橋の鋼上路アーチ橋の荷重車載荷時の変位計測より得られる橋梁の振動特性について報告する。HDVCによる橋梁のヘルスマニタリングは、図-1のフローに従い実施する。

2. HDVCによる計測手法

2.1. 計測機器

本研究に用いるHDVCは以下の仕様とする。

動画画素数：1920×1080pixel (X×Y方向)、撮影画数：60 (枚/秒)、ターゲット：測量機器の反射板

HDVCは荷重車走行による地盤振動の影響を受けない箇所に設置し、図-2に示す橋梁の3か所にターゲットを貼り付け、それぞれ一台のHDVCで撮影する。そのため、各HDVCはケーブルにて連結し撮影画像の同期を計る。

2.2. HDVCによる変位算出の手法³⁾

本研究ではパターンマッチングによる画像解析を行い変位の推定をする。すなわち、最初の画面でターゲットの視覚的特徴や画素値を標準テンプレートとして認識し、それ以降の入力画像とのマッチングを行い、同じパターンが画像中のどの位置にあるかを算出する。これによって画素の長さが得られる値の精度(1pixel=1mmの場合の精度は1mm)となる。この精度を向上させるための手法としてサブピクセル位置推定を使用しているが、この手法で25倍の精度向上効果があることが分かっている。(システム言語LabVIEW2010の場合)

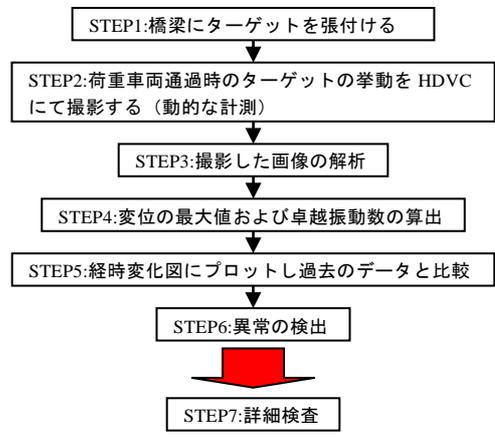


図-1 フロー

3. 対象橋梁と計測概要

本研究の対象橋梁の一般図と諸元は、図-2と表-1の通りである。また、载荷する荷重車は200kNである。計測は、荷重車の速度を変更して2ケース(CASE1:速度30km/h, CASE2:速度45km/h)実施する。

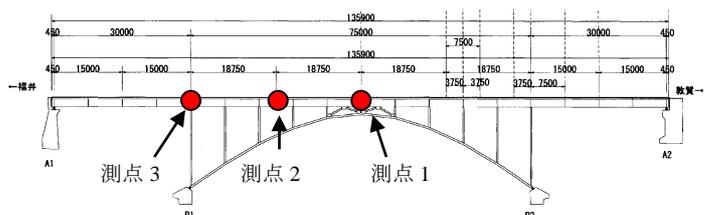


図-2 計測対象橋梁一般図

4. 計測結果

HDVC による時系列応答変位の結果は、図-3～図-6 に 3 回の計測のうち代表的な一つを示している。また、各時系列応答変位から求められる FFT 解析によるパワースペクトル図は、図-7～図-8 に示すとおりである。

計測結果から、以下のことが確認できる。

- 測点 1 において荷重車の速度が大きくなると、変位振幅が 0.5mm 大きくなっている。
- CASE2 の FFT 解析の結果から測点 2 は、測点 1 と比べ 15～20Hz の間にピークがあるが、これは鋼床版部の影響も考えられる。
- CASE2 の FFT 解析の結果は 3.5Hz 付近に卓越振動数が出現しているが、これは荷重車の速度が 45km/h (12.5m/s) という事実と荷重車のホイールベースが 3.85m という事実から、以下に示すような荷重载荷の振動特性が強調されていると考えられる。

$$3.85\text{m} \div 12.5 = 0.31\text{s} \Rightarrow 3.23\text{Hz} \text{ (荷重载荷の振動数)}$$

- 数値解析から得られている鉛直対称 1 次モードの固有振動数 3.032Hz に対しては、前述の荷重载荷の振動特性と近似しているため明確な区別ができないので、今後検討する予定である。

以上の結果から、HDVC による変位計測が非常に精度よく鋼上路アーチ橋の挙動を捉えることができ、卓越振動数を容易に求めることが可能である。

5. まとめ

今回の計測により、HDVC による橋梁の変位計測が、橋梁のヘルスマニタリングの指標となる橋梁の最大変位や卓越振動数を容易に計測できることを確認している。今後は、各種橋梁のヘルスマニタリングの指標として適用の可能性を検討する予定である。

【謝 辞】

今回の計測の場を提供していただいた土木研究所には、この場をお借りしてお礼を申し上げます。

【参考文献】

- 1) 佐々木協一, 畑中章秀, 立川博啓: ビデオカメラを用いた変位測定技術の実構造物への適用, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集, I -397, 2003.9.
- 2) 岡重嘉泰, 海老原 学, 川谷充郎, 金 哲佑, 三谷欣也: 家庭用デジタルビデオカメラを用いた橋梁変位計測による橋梁の応答振動特性, 土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要, 2010.9.
- 3) 海老原 学, 岡重嘉泰, 川谷充郎, 金 哲佑, 三谷欣也: 家庭用デジタルビデオカメラを用いた橋梁の継続的な変位計測による橋梁の応答特性, 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要, 2011.9.
- 4) デジタル画像処理 (Digital Image Processing), (財)画像情報教育振興協会 CG-ARTS 協会

表-1 橋梁の諸元

構造形式	鋼上路アーチ橋
上部構造	3径間連続ランガー橋
床板	鉄筋コンクリート床板 (非合成)
橋長	135.9 m
支間割	30.0 m+75.0 m+30.0 m
固有振動数	3.032 Hz (鉛直対称1次)

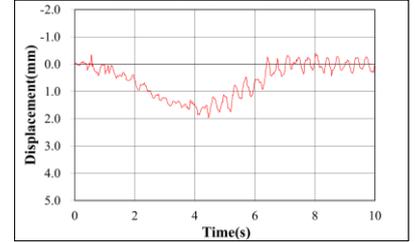


図-3 時系列応答変位図(CASE1,測点 1)

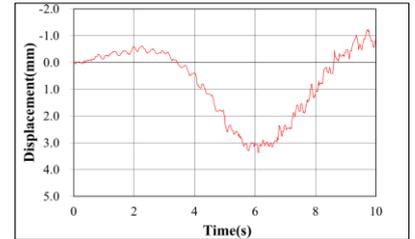


図-4 時系列応答変位図(CASE1,測点 2)

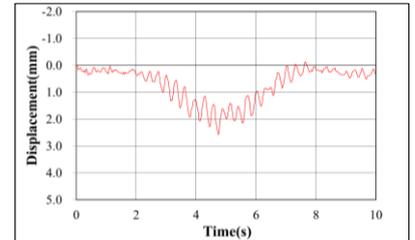


図-5 時系列応答変位図(CASE2,測点 1)

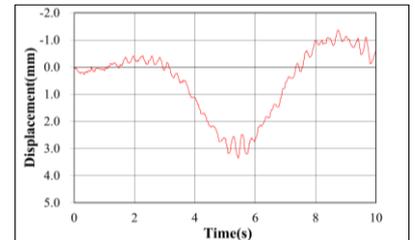


図-6 時系列応答変位図(CASE2,測点 2)

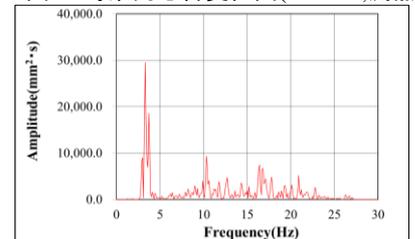


図-7 FFT 解析結果(CASE2,測点 1)

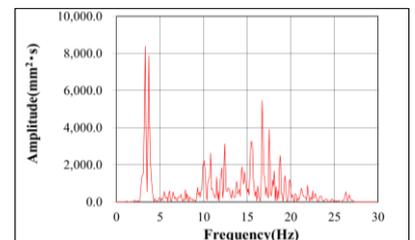


図-8 FFT 解析結果(CASE2,測点 2)