

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

阪急設計コンサルタント(株) 正会員 ○海老原 学 阪急設計コンサルタント(株) 正会員 岡重 嘉泰
 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 正会員 三谷 欣也

1. はじめに

内部に異常の発生する橋梁をヘルスマモ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だが、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）を用いた計測変位の精度確認を行っている。そして、鉄道橋の時系列変位応答から得られる卓越振動数は、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⁾。本研究では、約 1 年間継続的に鋼桁と PC 桁の計測を行い、本システムの橋梁ヘルスマモニタリングへの適用の可能性について検討する。

なお、計測橋梁は阪急電鉄の協力により、鋼桁と PC 桁の橋梁各 1 橋とし、活荷重は営業列車とし特別な装置を用いない。

2. 橋梁のヘルスマモニタリングの考え方

橋梁のヘルスマモニタリングは、図-1 のフローに従い実施する。

3. HDVC による計測手法

3.1. 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 通常 60 (枚/秒)

ターゲット 光波測量機器の反射板 (写真-1)

変位計測のためのターゲットは、橋梁の側面に貼り付ける。

このターゲットを用いる理由は、既知 (40mm) の円が描かれているためである。



図-1 フロー

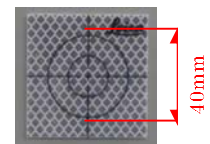


写真-1 ターゲット

HDVC は列車走行による地盤振動の影響を受けない箇所に設置し、橋梁の支点と支間中央の 3 か所に貼り付けるターゲットをそれぞれ一台の HDVC で撮影する。支点を撮影する目的は、支点部の異常を把握することおよび支間中央の変位量から支点部の変位を除去して、橋梁自身のたわみ量を算出するためである。この計算をするためには、各 HDVC の撮影画像の同期を行わなければならない。本実験では、1 台のコンピュータの画面に表示したデジタル表示の時刻 (1/100 秒まで表示) を動画の撮影に入る前に各 HDVC で撮影し、解析時に各 HDVC の画像に写る時刻を合わせることで同期を計っている。

3.2. HDVC による変位算出手法³⁾

本研究で使った画像解析の手法は、パターンマッチングという解析手法である。本解析手法は、最初の画面で写真-1 の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。すなわち、画素の長さが得られる値の精度 (1pixel=1mm の場合の精度は 1mm) となってしまう。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)

キーワード：家庭用デジタルビデオカメラ、パターンマッチング、変位計測、橋梁、ヘルスマモニタリング
 連絡先：阪急設計コンサルタント(株) 都市土木部 大阪市北区芝田 1-4-8 Tel 06-6359-2756 Fax06-6359-2762

表-1 橋梁の諸元

構造型式	下路鋼床版プレートガーダー	I桁単純PC橋
橋長	30.50m	34.00m
支間長	29.70m	33.90m
桁高	2.20m	2.00m
単位長さ当たり質量	61.21kg/m	185.71kg/m
断面2次モーメント	0.07360626m ⁴	0.38673198m ⁴
活荷重載荷時の設計最大たわみ	21 (mm)	11 (mm)

4. 計測概要

4.1. 橋梁の諸元

本研究の対象橋梁の諸元は表-1の通りである。また、載荷する活荷重の阪急電鉄車両重量は1両あたり400kNである。

4.2. 計測頻度と期間

計測は、各橋梁を1回/月の頻度で平成22年4月～平成23年3月の12回実施する。なお、1回の計測で3本の列車荷重による桁の挙動を撮影する。

5. 計測結果

HDVCによる計測の時系列応答の結果として、図-2に平成22年4月の計測結果を示す。また、1年間の計測結果のうち、桁中央部の最大変位の経時変化図を図-3に示す。

計測結果から、以下のことが確認できる。

- PC橋および鋼橋のそれぞれにおいて、支間中央の最大変位は長期間の計測でも大きな変動を示していない。ただし、鋼橋については2月と3月の値が若干大きくなっているが、支点部の変位が大きくなっているためと考えられる。
- たわみの小さいPC橋梁の変位も捉えることができています。
- 最大たわみの計測期間平均値は、鋼橋で7.29mm、PC橋で2.39mmであり、設計値に対してそれぞれ35%と22%である。

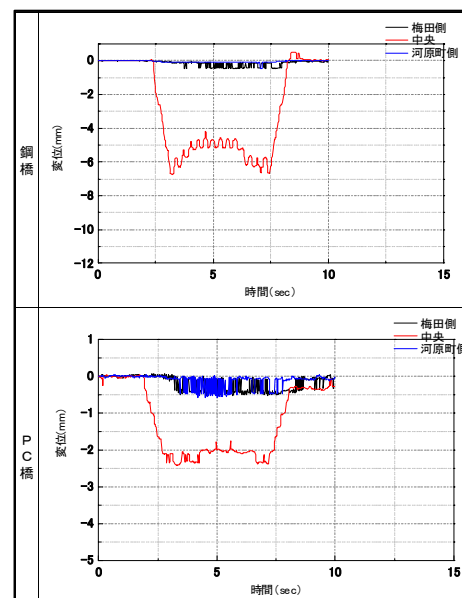


図-2 HDVCによる時系列応答変位図

以上の結果から、HDVCによる最大変位の計測により管理値を設定し変位の経時変化を捉えることで、橋梁のヘルスマモニタリングの指標として利用することが可能と考えている。

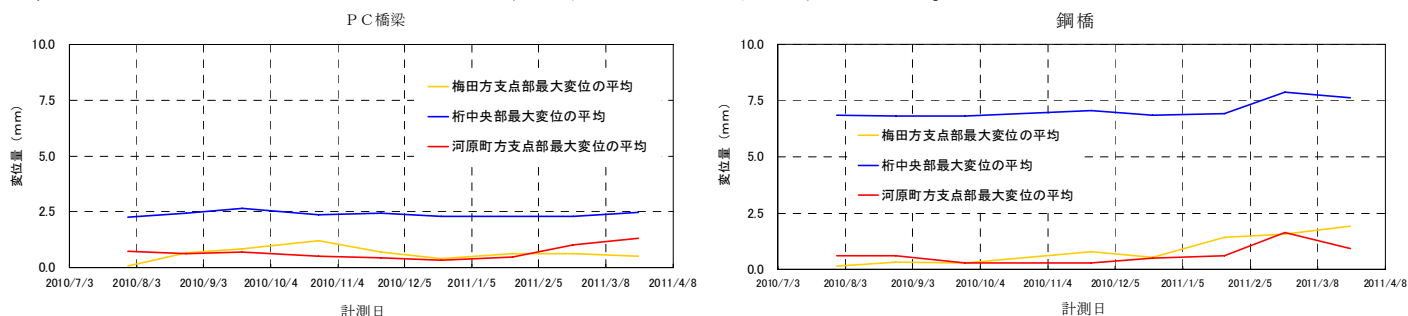


図-3 最大変位の経時変化図

6. まとめ

今回の長期計測により、HDVCによる橋梁の変位計測が、橋梁のヘルスマモニタリングの指標となる橋梁の最大変位を容易に計測できることを確認している。今後は、得られた変位計測の結果から卓越振動数を算出し、橋梁のヘルスマモ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

今回の計測の機会を提供していただいた阪急電鉄(株)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) 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