

第 I 部門 家庭用デジタルビデオカメラを用いた橋梁変位計測の精度向上

Improvement the Accuracy of Bridge Displacement Measurement Using Home Video Camera

(株)アーバン・エース 正会員 ○岡重 嘉泰
 (株)アーバン・エース 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）での精度の確認と課題の検証を報告する。なお、実証実験に用いた橋梁は阪急電鉄の協力により摂津市駅に設置されていた工事桁であり、橋梁の変位を計測する際の活荷重は阪急電鉄の車両とし特別な装置を用いていない。

2. 橋梁のヘルスマニタリングの考え方

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。STEP5 で表すグラフのイメージは、図-2 に示すとおりである。

3. HDVC による計測方法

3.1. 計測機器

本研究に用いた HDVC は以下の仕様とする。

- 動画画素数 1920*1080pixel (Y*X方向)
- 撮影画数 通常 60 (枚/秒)、高速撮影 240 (枚/秒)
- ターゲット 光波測量機器の反射板 (写真-1)

実験用のターゲットは、磁石にて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。

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各一台の 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、橋梁自身の絶対変位量 (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 による変位算出の手法²⁾

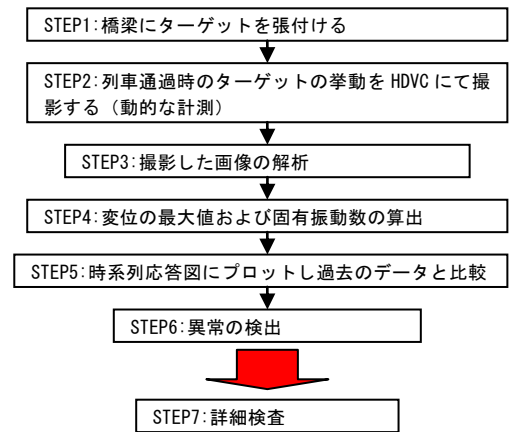


図-1 フロー

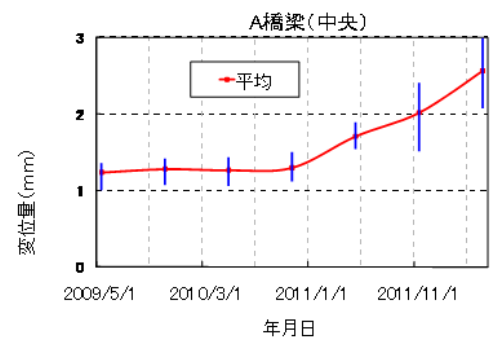


図-2 活荷重載荷時の時系列応答図 (変位)

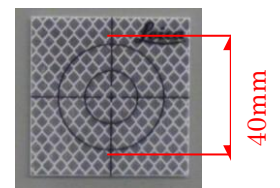


写真-1 ターゲット

本研究で使用し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4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 LabVIEW7.0 の場合)

表-1 橋梁諸元

構造型式	鋼単純槽状桁
橋長	10.00m
支間長	9.50m
桁高	0.60m

表-2 実証実験ケース

	1秒間の撮影回数	手ぶれ補正	検証の目的
CASE1	60	OFF	基本ケース
CASE2	60	ON	手ぶれ補正機能の影響検討
CASE3	60	OFF	多点撮影による影響検討 (1台のHDVCで2点を撮影)
CASE4	60	OFF	仰角撮影の影響検討 No2HDVC : 11度
CASE5	240	OFF	固有振動数算出のためのフレームレートの影響検討
CASE6	60	OFF	撮影範囲の差による影響検討

4. 実証実験

4.1. 計測の対象

本研究の対象橋梁の諸元は表-1の通りである。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. 実験ケース

実証実験は、表-2に示すケースで実施する。なお、各ケースで3本の列車荷重による桁の挙動を撮影する。またHDVC計測を評価するために、摺動式変位計は支間中央部に設置する。

5. 計測結果

支間中央部の摺動式変位計およびHDVCによる鉛直変位の時系列応答図は、図-3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。

- HDVCの波形は変位計とほぼ同じ形状である。
- CASE1の場合、変位計とHDVCの最大変位量に関する相関係数は0.885という高い相関を表している。
- CASE2より手ぶれ防止機能による残留変位が残る。
- CASE3,6より出来る限りターゲットは大きく撮影する。
- CASE4から鉛直方向の計測では迎角の問題はない。

6. まとめ

今回の実証実験においてHDVCが、橋梁の変位を計測するために十分な精度を持っていることが確認できる。今後は、得られた変位の時系列応答からFFT解析を実施し、もう一つの影響要因である固有振動数の推定に関する実験等を進める予定である。

謝 辞

今回の実証実験の場を提供していただいた阪急電鉄(株)および摂津市駅工事現場の皆様方には、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) 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

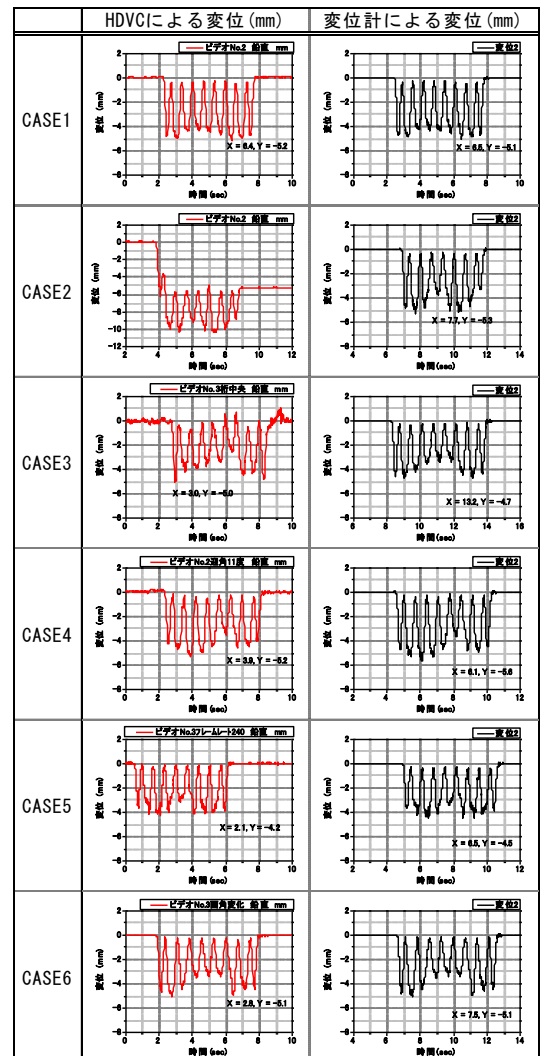


図-3 鉛直変位量の時系列応答図