

仮設かんざし桁に対する家庭用デジタルビデオカメラを用いた変位計測とその解析

大成建設(株) 正会員 ○鈴木 由美, 天野 健次
 阪急設計コンサルタント(株) 正会員 岡重 嘉泰

1. はじめに

岡重らは、橋梁の変位測定技術¹⁾に、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)を適用し、測定精度の確認を行っている²⁾。本稿では、仮設かんざし桁(以下、仮桁と称す)に対して変位計測を実施し、補強前後の計測結果を比較し、加えて2次元フレーム解析の解析結果と併せて考察する。なお、計測対象の仮桁は、阪急電鉄(株)の協力により阪急千里線内に設置されている仮設構造物である。また、変位を計測する際の活荷重は、阪急電鉄の営業車両である。HDVC による変位計測の特徴の1つが特別な装置を用いる必要がないことであり、営業車両に対しては全く影響を与えない計測方法である。

2. 計測対象

表-1 に仮桁の諸元、図-1 a) に仮桁の図を示す。载荷する活荷重の阪急電鉄車両は空車状態で1両あたり400kNであり、乗車率に応じて最大700kNとされている。ここで、鉄道と道路の立体交差工事において、鉄道を仮工事桁で支持することが多くあり、その桁が2径間となる場合には中間橋脚としてかんざし桁を用いる。しかし、そのかんざし桁の支持杭は道路の開削工事により突出長が長くなり、地盤条件によっては活荷重載荷時の線路直角方向の変位が大きくなる。特に、本仮桁はカーブ中に設置されているため、遠心力を受ける。よって、変位制御を目的に、土留構造、将来の躯体構造及び仮桁の撤去工法を反映し、解析により得られた構造にて補強を実施している(図-1 b)。本計測は補強対策工前後の2ケースを対象とした(写真-1)。

表 - 1 : 諸元

構造型式	鋼管杭かんざし桁
桁幅	12.25m
杭長	20.00m
杭径	φ1200

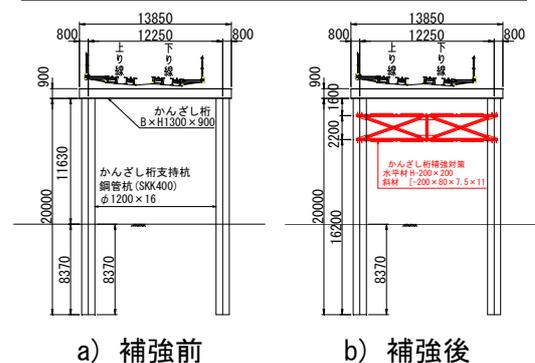


図 - 1 : かんざし桁

3. HDVC による計測方法

3. 1. 計測機器

本計測に用いた 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 : 光波測量機器の反射板



写真 - 1 : 現場状況

計測用のターゲットは、磁石にて仮桁中央部の側面に貼り付ける。また、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撮影する。

3. 2. HDVC による変位算出の手法³⁾

本計測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)。

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

連絡先 大成建設株式会社関西支店土木部技術部技術室 大阪府中央区南船場1-14-10 TEL 06-6265-4604

4. 結果

4. 1. 補強前 (ケース 1)

補強前のケース 1 の計測結果 (7 回分) を図 - 2 に示す. この図より, 計測毎のばらつきが見られるものの, 全体として 2.5mm 程度の相対変位を示している.

4. 2. 補強後 (ケース 2)

補強後のケース 2 の計測結果 (6 回分) を図 - 3 に示す. この図より, 計測毎のばらつきが見られるものの, 全体として 0.6mm 程度の相対変位を示している. 補強前と比較すると, 変位が小さくなっており, 補強の効果が確認できた.

4. 3. 解析結果

計測結果より得られた補強の効果について, 2次元フレーム解析にて再現を試みる. 図 - 4 に解析モデル, 表 - 2 に解析に用いたパラメータを示す. この解析モデルに列車による活荷重として水平力 10kN×2 箇所を作用させて, かんざし桁中央部の変位を算出し, 計測結果と比較する. 表 - 3 に示す変位一覧より, 補強前 (ケース 1) については, 計測結果が 2.5mm であるのに対して, 計算結果が 2.09mm となった. また, 補強後 (ケース 2) については, 計測結果が 0.6mm であるのに対して, 計算結果が 0.99mm となった.

5. まとめ

仮桁の補強対策工前後における変位の低減を 2次元フレーム解析にておおむね再現することができた. ただし, 計測結果と計算結果に差異が生じた要因として, 以下 5 点が挙げられる.

- ①作用する荷重 (活荷重の設定)
- ②水平方向地盤バネの変動 (変動荷重の影響)
- ③気温変化に伴う影響 (計測時期の違い)
- ④計測結果の検証 (上下線の速度の違い)
- ⑤その他 (解析モデルの妥当性等)

今後は, 上述の要因について検討を行い, さらに HDVC の時系列応答変位を 2 階微分した加速度の時系列応答に対して FFT 解析を実施し, 仮桁の固有振動数を推定し, 仮桁の挙動の検証を進める予定である.

謝辞

本稿の計測の場を提供していただいた阪急電鉄 (株) および工事現場の関係各位には, この場を借りてお礼申し上げます.

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の精度向上, 土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集, I-456, 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

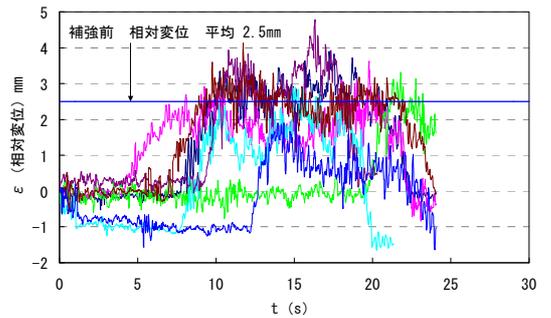


図 - 2 : 補強前 (ケース 1)

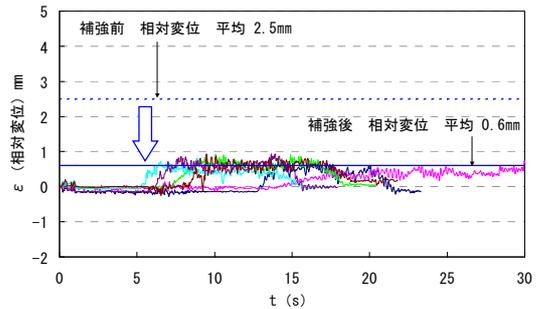


図 - 3 : 補強後 (ケース 2)

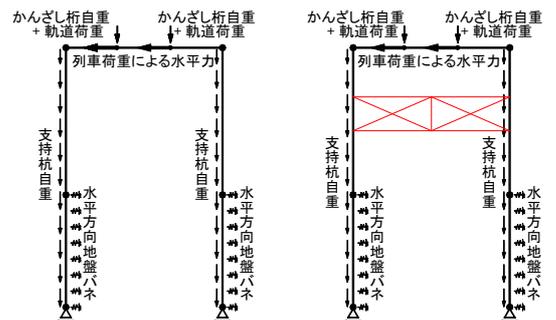


図 - 4 : 解析モデル

表 - 2 : 解析に用いたパラメータ

支持杭自重	186.8kN
かんざし桁・軌道自重	681.2kN
活荷重による水平力	10kN×2 箇所
水平方向地盤バネ	9.9×10 ⁴ kN/m ² (N=30 相当)

表 - 3 : 変位一覧

	補強前 (ケース 1)	補強後 (ケース 2)
計測結果	2.50mm	0.60mm
計算結果	2.09mm	0.99mm