

振動カメラを用いた橋梁床版のたわみ振動の測定

佐藤工業株式会社 正会員 ○歌川 紀之
佐藤工業株式会社 正会員 黒田 千歳
佐藤工業株式会社 正会員 伴 享

1. はじめに

橋梁の保全を目的とした床版のたわみ振動の測定やそれを用いた研究は、数多く実施されている。貝戸¹⁾らは、振動測定の結果から固有振動数や振動モード形を同定することにより、保有性能や損傷を評価することができることを確認している。固有振動数や振動モード形を同定するためには、同時に振動測定を数点で実施する必要がある、共用されている橋梁に対し継続的に多点で振動測定することは、コスト、手間の点で無理があった。振動測定を簡易化するために遠隔からの測定が可能なレーザドップラ振動計などが使われてきているが、多点同時測定を実施することはできない。近年、画像処理技術が進歩し、動画データを分析し、振動を可視化する技術が提案されている。本報告では、多点で振動の同時測定が可能な「振動カメラ」²⁾という技術を、コンクリート床版の振動測定へ適用した事例を示す。

2. 振動カメラ

振動カメラを用いることにより、カメラ映像のすべての画素をセンサと考えると、構造物すべての撮影された点の振動を測定できる。さらに、微小振幅を増幅した映像を加工することで、見えない振動モードを「見える化」できる。振動カメラのハードウェアおよび撮影状況を写真-1に示す。基本的には、三脚に固定された高速カメラとPCからなり、撮影された映像を専用のPCで処理し、データ化（着目点の振動データ）できる。さらに、FFTデータから、フィルターをかけ固有振動を抽出することにより、構造物全体の固有振動を可視化することが可能となる。可視化された結果から、詳細に振動を測定する箇所や振動方向を特定することも可能となる。振動カメラでは、解像度を落とすことにより、最大1300fpsまで設定でき、最大500Hzの振動を測定できる。測定の手順を以下に示す。

- ①測定対象を決定する。
- ②レンズを選定する。（測定範囲、測定距離）
- ③カメラの測定パラメータを設定する。（測定対象までの距離など）
- ④撮影する。
- ⑤スタビライジング処理を行う。（特にカメラ自体が振動するケース）
- ⑥構造物振動画像および着目点の振動データを得る。
- ⑦固有モードに着目した周波数を調べ、フィルターをかける。
- ⑧構造物全体の振動状況（動画）を得る。



写真-1 測定状況

3. 振動カメラによる橋梁床版のたわみ振動の測定

振動測定の対象とした橋梁は、鉄道の複線橋梁で、川を横断するRC箱桁構造(25m)と川の両端の道路を渡るRCの床版構造(15m,10m)からなる3連の橋梁である。鉄道橋梁では、ほぼ同じ重量の列車が同じ速度で、通過するケースでは、たわみや振動状況の変化を調べることが可能となる。測定対象は、図-1に示す第一床版および第一床版と第二箱桁間の橋脚である。カメラの焦点距離は25mm、設置位置は橋脚から11.9mの地点である。109fpsで15.04秒間測定した。列車は、手前の線路を写真の右側から左側に向かって通過した。床版下部3か所(図-1)の鉛直方向の生波形と処理後の波形(スタビライジング、フィルタリング1.47~3.3Hz)を図

キーワード コンクリート橋梁、振動測定、振動カメラ

連絡先 〒300-2658 茨城県つくば市諏訪 C-30 街区 1

佐藤工業(株)技術センター e-mail utagawa@satokogyo.co.jp

-2に示す。これからの結果から、(1)梁端部から梁中央部に向かって、変位が大きくなっており、両端支持梁のたわみ振動となっている。大きな振動は列車通過時に発生しており、列車通過時に1.5mm程度のたわみが生じている。(2)2.5Hz程度の振動が生じ、その振動が列車通過後には収まっていることが分かる。(3)生データから高周波の振動が発生しているが、通過荷重による振動(2.5Hz)に比較し変位は小さい。

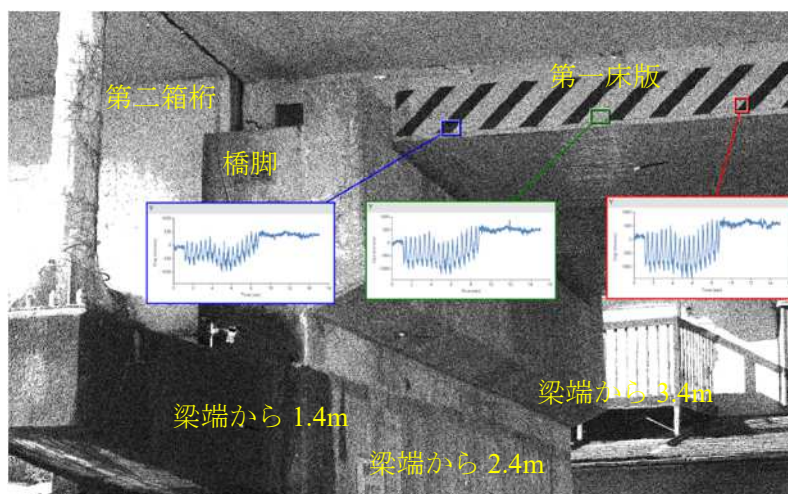


図-1 振動対象（RC床版と橋脚上部）と着目した振動測定点（時系列データ）

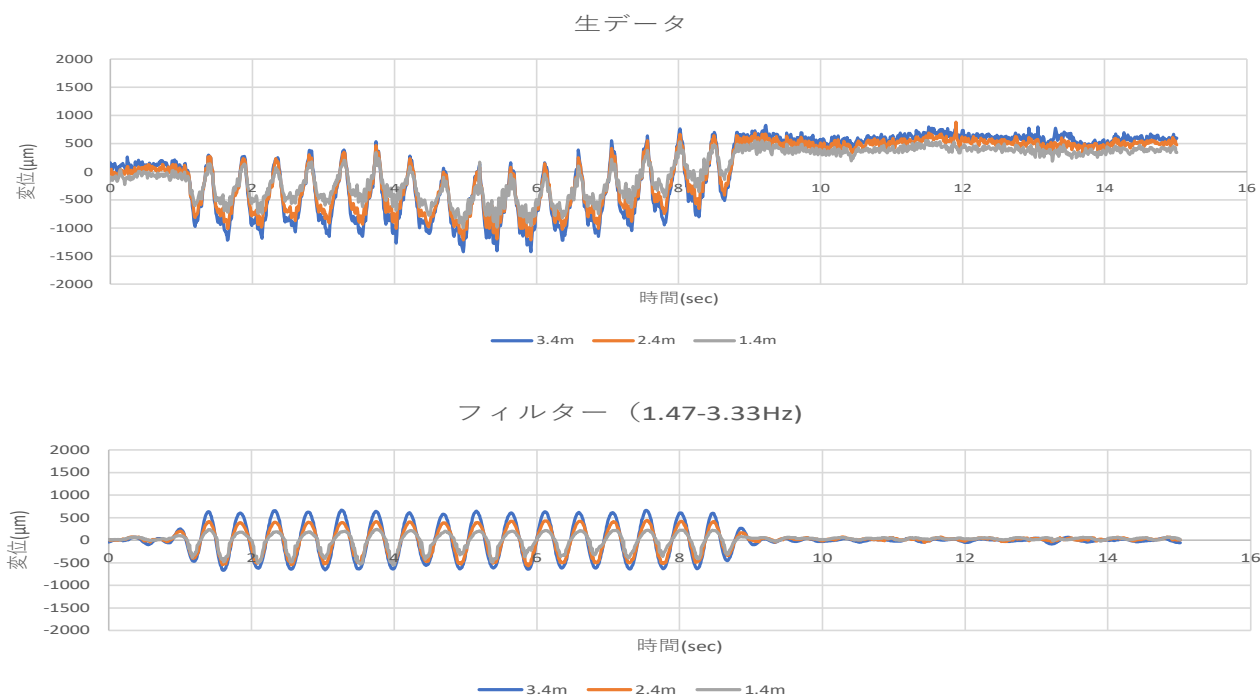


図-2 床版の振動測定結果（生データおよびフィルタリング処理後）

4. おわりに

振動カメラを用い橋梁の振動を測定した。その結果、列車通過時の床版の振動を捉えることができた。振動カメラのメリットを以下に示す。

- ・測定は、着目箇所の撮影場所を確保できれば、作業は撮影と分析のみであるので、簡易である。
- ・特定の周波数に着目し動きを大きくすることにより、床版と橋脚上部の振動の様子を分かりやすく表示できる。

参考文献:

- 1) 貝戸清之・松岡弘大・渡辺勉・曾我部正道・藤野陽三：走行列車下における鉄道橋桁の動的応答の特性とその利用,土木学会論文集 F, Vol.66 No.3, 382-401, 2010.7
- 2) <https://rditechnologies.com/models/iris-m/>