

動画像を用いた支承の動的挙動把握

日本電気株式会社

正会員 ○太田 雅彦

株式会社川金コアテック

清水 和弘

角田 明

鈴木 康寛

1. はじめに

橋梁の支承の維持管理においては、支承の重要な機能である変位追従機能、回転追従機能が維持されているかを評価することが重要である。これらの支承の機能は、目視点検だけでは定量的な評価が難しい。そこで、接触式の変位計・レーザ距離計などを支承に設置し、車両通過時もしくは温度変化に伴い発生する支承の動的な挙動を用いた定量的な評価手法が提案されている[1]。しかし、これらのセンサは支承に近接して1軸ずつ計測器を設置・調整をするため、機材の設置に伴う足場の構築が必要となり、設置・調整に時間がかかることが課題であった。

そこで本研究では、動画像による遠隔・非接触の変位計測手法を用いて、車両通過に伴い発生する支承の動的な挙動把握を試みたので、その結果を報告する。

2. 原理

本研究では、日本電気株式会社(NEC)が開発した光学振動解析技術[2]を用いる。本技術は、計測対象の表面を撮影した動画像から、表面の模様を利用して画面全体で精密な動き解析処理を行い、計測対象面の動きベクトル分布を算出する。得られた動きベクトル分布を基に、各方向にどの程度動いているかを解析して、計測対象面全体の3次元方向の変位及び光軸まわりの回転角を算出する。カメラの面内方向の変位は動きベクトル分布から平行移動成分を抽出して算出する。カメラの光軸方向の変位は、計測対象面が接近/離反することによって生じる動きベクトル分布のパターンを解析して変位量を算出する(図1)。

3. 実験条件

現場実証実験は、図2に示す埼玉県川口市管轄のA橋梁(鋼製BP支承)、及び図3に示す国立研究開発法人 土木研究所管轄のB橋梁(ゴム支承)を対象として実施した。A橋梁では支承の上沓直上の主桁ウェブを側方から、B橋梁では上沓から約1 m離れた箇所の主桁下フランジの下面を真下から、それぞれ撮影するようにカメラを設置した。橋梁上を車両が走行する際に20秒間動画撮影し、車両通過に伴い発生する変位を計測した。図2の橋梁では一般通行車両(バス)を利用し、図3の橋梁では重量20tの車両(トラック)を利用して走行載荷試験を行った。実験に使用したカメラは2048×2048 pixel(画素ピッチ5.5μm)、焦点距離・撮影距離などの撮影条件はそれぞれの表1に示す。リファレンスセンサとして接触式変位計・レーザ距離計を支承周辺に設置し計測した。

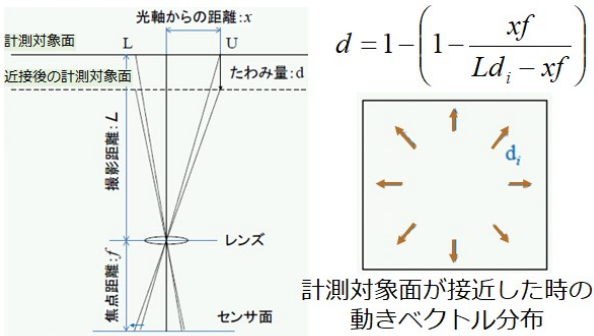


図1 カメラの光軸方向の変位の算出方法

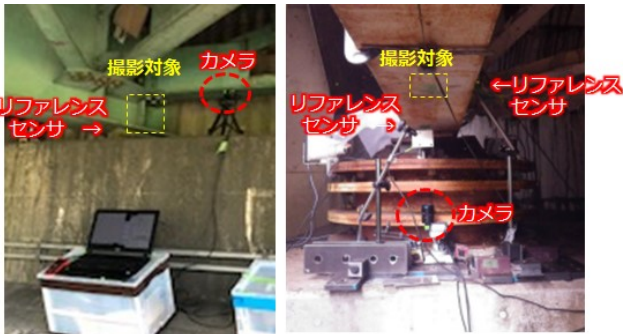


図2 A橋梁 機材配置 図3 B橋梁 機材配置

表1 撮影条件

橋梁名	A橋梁(図2)	B橋梁(図3)
支承の種類	鋼製BP支承	ゴム支承
撮影方向	橋軸直角方向 (側方から)	鉛直方向 (真下から)
撮影箇所	主桁ウェブ側面	主桁下フランジ下面
焦点距離	25 mm	25 mm
撮影距離	0.94 m	0.45 m
計測対象表面での 1画素サイズ	203 μm/pixel	99 μm/pixel

キーワード 画像処理, 非接触計測, 動的挙動, 変位, 回転角, 支承

連絡先 〒211-8666 神奈川県川崎市中原区下沼部 1753 日本電気株式会社 スマートインフラ事業部 TEL 044-455-8589

4. 実験結果

A 橋梁、B 橋梁における撮影画像および撮影対象の橋軸方向・橋軸直角方向・鉛直方向の変位を算出した結果をそれぞれ図4、図5に示す。A 橋梁のBP 支承では、図4左下のリファレンス計測によると、車両が通過した際に、橋軸方向の変位、回転が発生している様子が確認できる。同じタイミングで撮影した動画を解析した結果、リファレンス計測とほぼ一致した該当する方向の変位量・回転量が得られた(図4右)。

B 橋梁のゴム支承では、リファレンス計測・動画画像計測共に、車両通過時に最大変位量を示し、車両通過後に元の位置に戻る支承の動的挙動が確認できた(図5)。変位の変化傾向はリファレンス計測と概ね一致していることが確認できた。最大変位量に誤差が発生した要因は、リファレンスと動画画像計測の測定位置が若干異なることによるものと考えられる。

本手法により、1つのカメラで支承の3軸方向の変位と、光軸方向の回転角の計測が可能であることを確認した。また、支承から約1m離れた位置の主桁下フランジの下面を撮影して得られた変位量や変化傾向は、支承の周囲に接触式センサを設置する従来の測定方法と概ね一致することを確認した。なお、機材の設置・調整に要した時間は、リファレンスセンサは約1時間、カメラは約15分であり、約1/4の設置・調整時間短縮が可能であることを確認した。

5. 考察

本手法は、望遠レンズを使うなど光学的条件を調整することで、遠方から同様の計測が可能となる。B 橋梁では橋脚にカメラを設置したが、桁下の地面にカメラを設置して主桁下フランジの下面を撮影しても、同様の支承の動的挙動計測が可能となると考えられる。その計測結果を利用することで、足場を設置しなくても、支承の変位追従機能、回転追従機能の定量的な評価手法が適用可能となると考えられる。

6. まとめ

本研究では、動画画像を用いた遠隔・非接触の変位計測手法を適用することで、従来手法よりも約1/4の設置・調整時間で、車両通過時に支承に発生する変位量や回転量などの動的挙動を計測できることを示した。

7. 謝辞

A 橋梁の現場実証にご協力いただいた川口市に感謝いたします。B 橋梁は、令和元年度国土交通省道路局「計測・モニタリング技術」の公募の現場実証として現場を提供いただき、そこでの実証結果を掲載いたしました。実験にご協力いただいた関係者の皆様に感謝いたします。

[参考文献]

- [1] 柴崎 奈穂、新名 裕、宮原 幸春、池田 真理子、楠元 崇志、板野 昌弘：実橋計測による支承機能評価手法の確立,CS5-011,土木学会第69回年次学術講演会(平成26年9月)
- [2] 太田雅彦、村田一仁、高田巡：動画画像を用いたRC桁橋の変位とひび割れ開閉挙動のモニタリング,CS9-48,土木学会第74回年次学術講演会(令和元年9月)

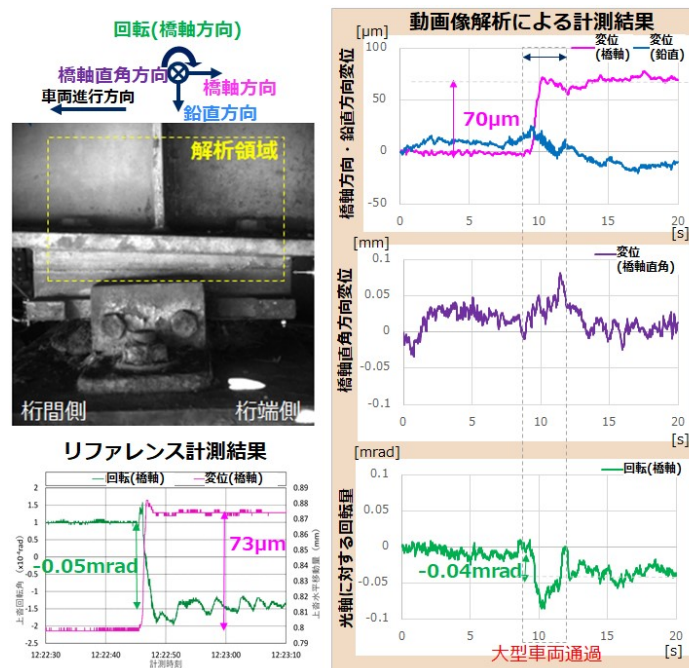


図4 A 橋梁における撮影画像と変位・回転の計測結果

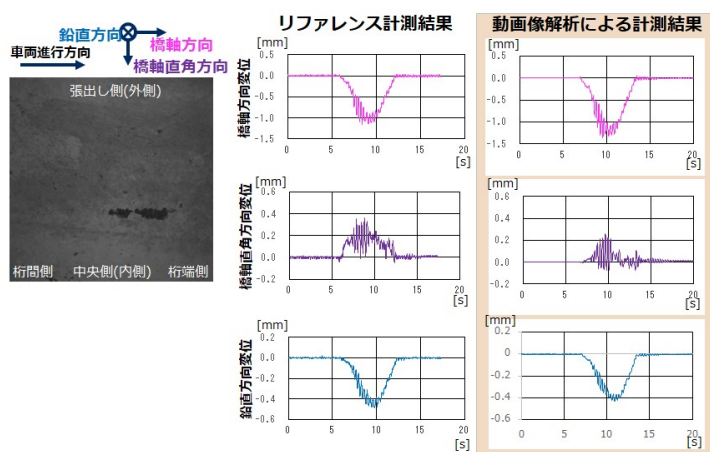


図5 B 橋梁における撮影画像と変位計測結果