

## ラインレーザによる変位分布計測の高精度化と橋梁振動画像計測への適用

NEXCO 西日本イノベーションズ (株) 正会員○仲田 慶正, 非会員 内田 勇治, 非会員 舟木 翔太  
 西日本高速道路 (株) 正会員 横山 和昭, 正会員 和田 圭仙, 正会員 浅野 貴弘  
 福井大学 学術研究院工学系部門 知能システム工学講座 正会員 藤垣 元治, 非会員 姜 偉

### 1. はじめに

現状の橋梁振動計測では加速度センサや、接触式変位センサを橋梁本体に多数設置する準備に大きな工数が必要である。また、設置が難しい箇所や危険を伴う場所があり、ビデオカメラなどを用いた非接触遠隔計測が望まれる。本研究では光学的計測手法を導入し、橋梁下から非接触でたわみ・振動を計測することが可能な画像振動計測システムを開発した。本研究では、原理確認のための装置・ソフトウェア開発と、基本的な実証実験を行った。

### 2. 画像による橋梁のたわみ・振動計測概要

本研究では光切断法を基本原理とし、光学的な工夫を行い位相解析が行えるようにすることで高精度化を行った。光切断法は、対象物にラインレーザを照射し異なる方向からビデオカメラで撮影、画像内ライン位置の変位を認識し、断面位置の変位を算出する手法である。4K ビデオカメラを用いて床版下面橋軸方向 5m 程度の幅を計測した場合、従来方式で検知できる変位量は 1mm~0.5mm 程度である。しかし、橋梁振動の挙動を安定的に捉えるためには 0.05mm 以下の変位を捉える必要がある。カメラの増設、高解像度なカメラ機種への投入が考えられるが、装置・操作の複雑化、高価格化を招く。本研究では、光学的手法によるラインの多重化と重み付け位相解析法を用いた変位計測手法を導入し、同一解像度の画像で光切断法の精度を 10~50 倍程度向上させた。図-1 に処理フローを示す。

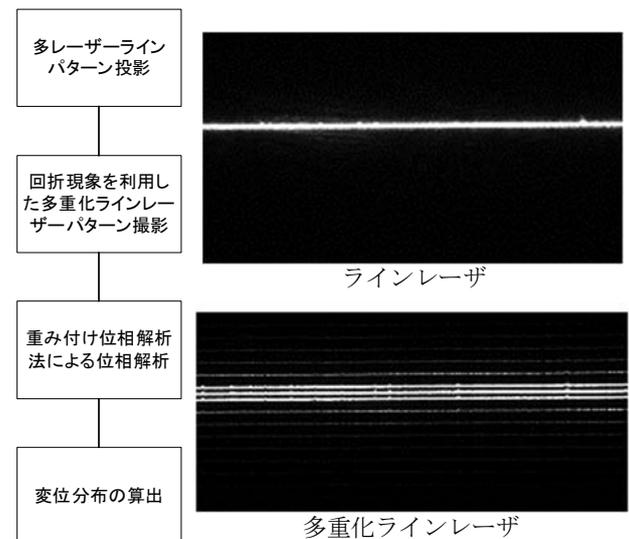


図-1 処理フロー

図-2 ラインレーザ多重化

重み付け位相解析法を実行するにはラインレーザを多重化する必要があり、回折格子フィルタをカメラの前に設置することでこれを実現した。図-2 にラインレーザの多重化の前後を示す。また、図-3 に原理確認用計測装置外観、ソフトウェア画面を示す。

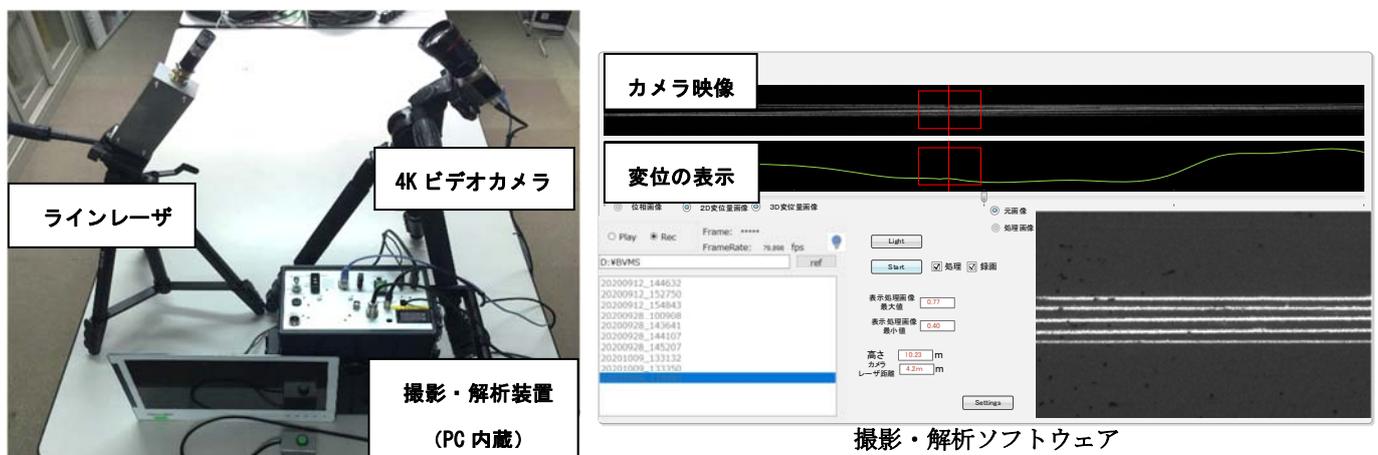


図-3 装置外観、ソフトウェア画面

キーワード 振動計測, 画像処理, 光学的手法, 重み付け位相解析法

連絡先 〒532-0002 大阪市淀川区東三国 5-5-28 NEXCO 西日本イノベーションズ(株) TEL06-6350-6132

### 3. 精度比較, 高所橋梁下面振動計測

(1) **精度比較**：原理確認用計測装置，ソフトウェアを用い，高速道路ランプ橋で従来の接触式変位センサとの精度比較のための計測を行った．図-4 に計測の様子を示す．図-5 に示した画像振動計測と接触式変位センサの変位グラフを比較すると形状はほぼ一致した．図-6 は橋梁振動の周波数解析結果であるが，6Hz 付近(橋梁固有振動数と推定)および17Hz 付近(車両ばね下振動数と推定)のピークが一致した．

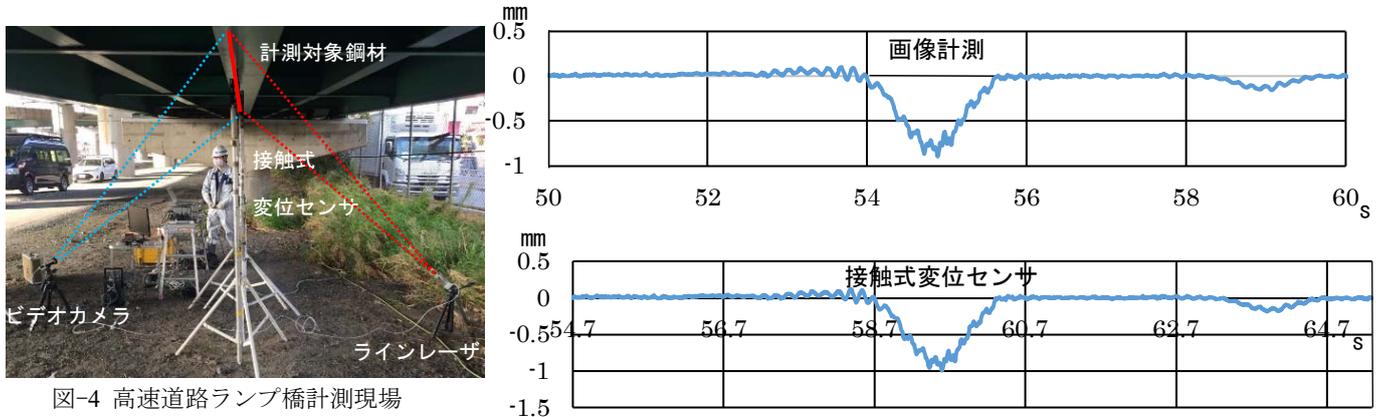


図-4 高速道路ランプ橋計測現場

図-5 変位グラフ

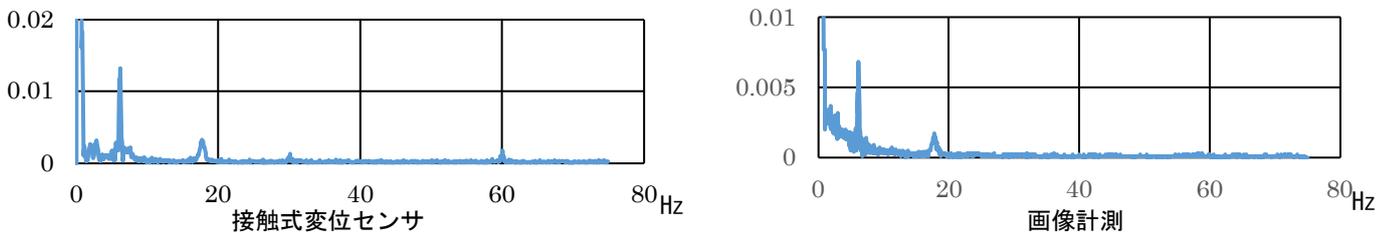


図-6 周波数解析結果

(2) **高所橋梁下面振動計測**：高速道路高架橋にて接触式変位センサの設置が難しい高所橋梁下面の画像計測を行い，橋梁たわみによる橋軸方向断面形状の時系列変化を計測した．図-7 に計測現場状況を示す．図-8 に断面形状の時系列変化を示す．図-8 において右は橋脚側，左はスパン中央であり，橋脚側と比較して変位が大きくなっていく様子が確認できる．

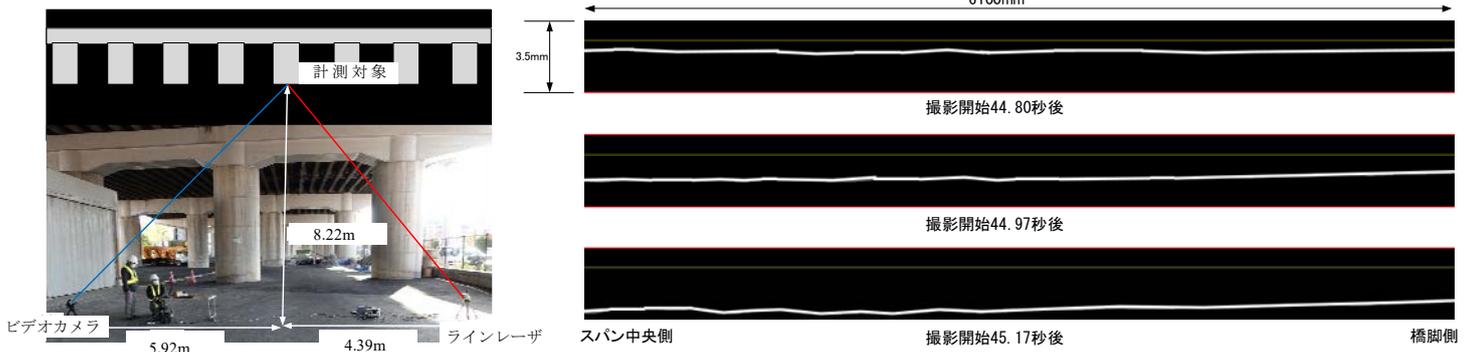


図-7 高速道路高架橋計測現場

図-8 橋軸方向変位プロファイル時系列変化

### 4. まとめ

光切断法を高精度化することで，遠隔非接触計測にて接触式変位センサと同等の変位・振動計測が可能となり，計測工数を大きく削減できることが期待できる．また，ラインレーザ照射線上のどの位置でも振動解析が可能となり，橋梁振動に関する豊富な情報を得られることが可能となった．

### 参考文献等

- JIANG Wei, 原卓也, 藤垣元治, 回折格子による平行な複数レーザーラインのカメラ内での生成およびそれを用いた変位計測, 日本実験力学学会, 分科会合同ワークショップ講演論文集, No. 20, 22-23(2020).