

高フレームレート望遠カメラを用いた トラス型橋梁模型におけるたわみ分布計測システムの開発

長崎大学大学院 学生会員 ○宮濱 晃一 長崎大学大学院 学生会員 林 謙介
長崎大学大学院 正会員 松田 浩 広島大学大学院 石井 抱 広島大学大学院 島崎 航平

1. はじめに

本研究で開発するタンデムマーカーベースドモーションキャプチャ法は、単一視野の高フレームレート画像中に記録された動的な微小変位分布情報に基づき、橋梁固有の動的特性による欠損箇所検出を行うダイナミクスベースド画像検査技術であり、高速ビジョン技術と振動構造解析技術が強く融合したモニタリング技術として学術的な特色を持ち、本研究を行う意義は極めて高い。市販の低コスト高フレームレートカメラをベースにした橋梁たわみ計測システムの技術開発を効率的に行い、変位センサと同レベルである数百 Hz 以上での橋梁たわみ分布計測の実現を具体的な成果目標とする。

また開発システムの特徴であるカメラ・マーカー設置の容易さを効果的に生かす形で、交通規制を必要としない歩道へのカメラ設置・ガードレール等へのマーカー設置、さらには交通規制なしでの短時間点検を目指した橋梁たわみ計測プロトコルの確立を社会実装試験を通して目標とする。

2. 計測手法

システム外観については図 1 に示す。本システムは望遠レンズ(SIGMA APO300-800mm F5.6 EX DG HSM)を取り付けた高速 USB カメラをパソコンに接続し、カメラの同軸方向に設置した複数のマーカーの動きを撮影することで変位を計測することが出来る。この時、マーカーからの反射光を効率的に捉えるために、照射装置としての役割も持ったハーフミラーを採用している。マーカーについてはコーナーキューブ (図 2 参照) を使用し、撮影された画像については図 3 のように捉えられる。

3. 実験

3.1 実験概要

本実験では、トラス構造橋梁モデルを計測対象として室内での静的変位計測を行った後、現場での実用化を目指して太陽光のある室外でも同様の計測を行った。

カメラから橋梁モデルまでの距離は 10m であり、10m

先で 1 ピクセルの移動において 0.115mm 実際移動する。マーカー (コーナーキューブ) の設置個所については図 4 に示す。また本システムの計測精度の比較のため、従来から使われている接触式変位計を用いて同時に計測を行った。接触式変位計の設置個所について図 5 に示す。計測概要図に関して図 6 に示す。また室内、室外それぞれの計測風景を図 7、図 8 に示す。



図 1 システム外観



図 2 コーナーキューブ



図 3 撮影写真

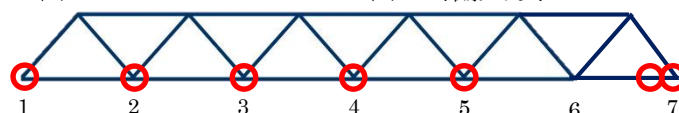


図 4 マーカー (コーナーキューブ) 設置個所

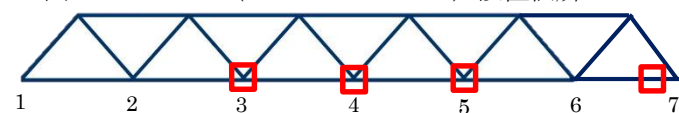


図 5 接触式変位計設置個所

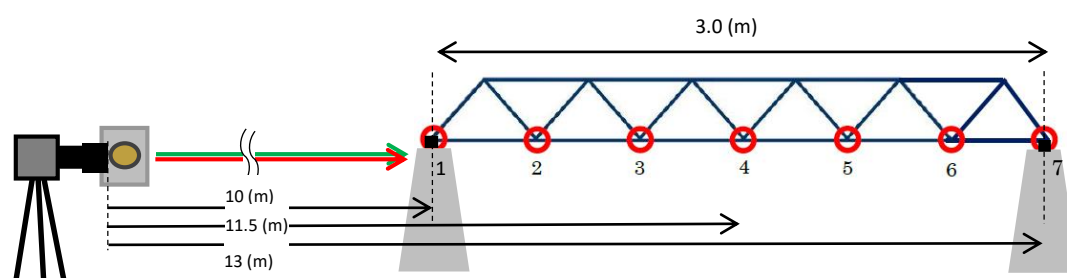


図 6 計測概要図

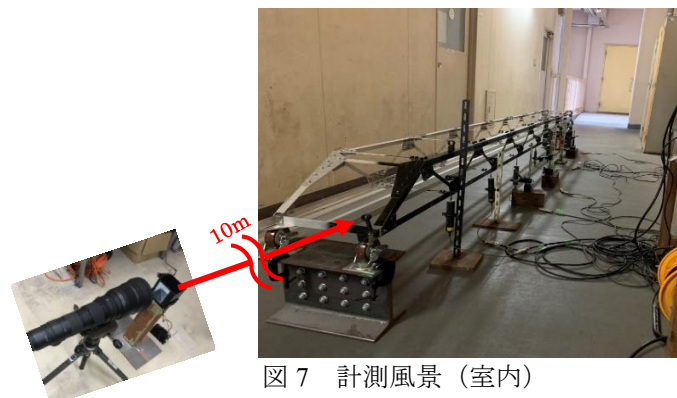


図7 計測風景 (室内)

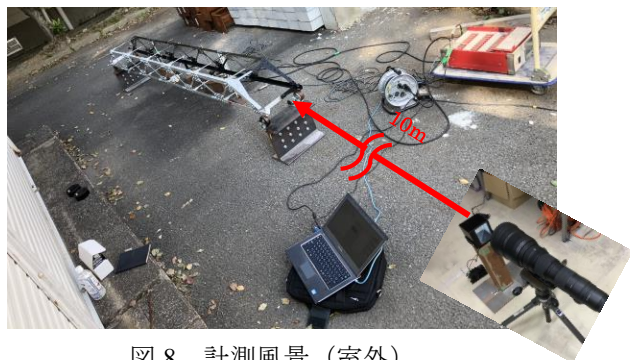


図8 計測風景 (室外)

3.2 実験結果

橋梁モデルに対して、図4, 5を参考にするると節点3, 4, 5, 6の順に重さ4kgのおもりを載荷させ、その都度各計測を行っていく。

室内での変位計測結果を図9に示す。接触式変位計と比較したところ節点3, 4に載荷した際の変位結果がよく一致していたが載荷点によっては差が生じてしまった。接点4に載荷した際の結果を図10に示す。室外(日中)での計測においてはマーカーからの反射光以外の自然光の反射を捉えてしまっており、解析が困難であった。そこで撮影された画像データのコントラストを変更し、自然光の反射を抑えることで解析が可能となった。接触式変位計と比較すると室内と同様に載荷点によってはよく一致するものと差が生じてしまうものがあった。一致したもので接点5に載荷したものを図11に示す。

この差が生じる原因として考えられるものがおもりの載荷の仕方に問題があったのではないかと現在考察を行っている。また、室外においても太陽光のない夜間の場合、室内と同等の精度が期待できるため夜間における点検の実用化に期待できる。

4. まとめと今後の展望

本研究で取り組んでいるカメラベースたわみ分布計測システムは部分的ではあるが精度の高い結果を得られることができた。今後の予定として載荷の仕方を工夫し試験回数を重ねることでより精度の高い結果を得られること目標とし、最終的には実橋梁においても十分な精度の計測を行えることを目標としている。

高フレームレートカメラを用いた計測

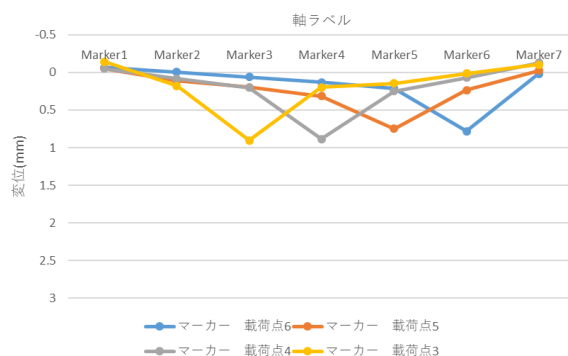


図9 高フレームレートカメラを用いた変位計測

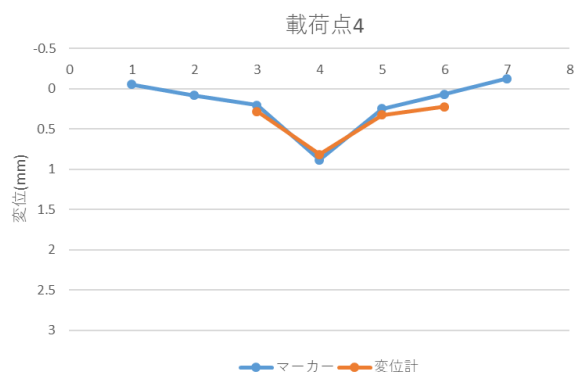


図10 載荷点4におけるたわみ曲線 (室内)

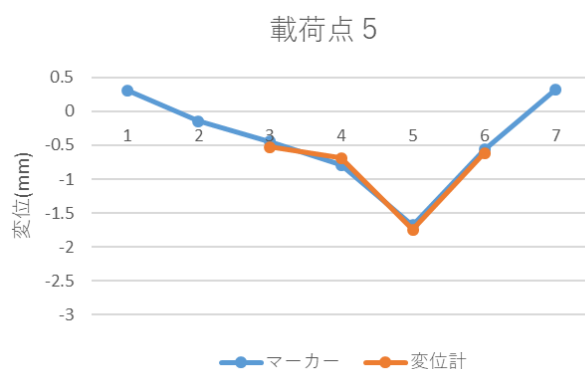


図11 載荷点5におけるたわみ曲線 (室外)

5. おわりに

最後に、H30年度の2月8日～3月7日までの間、広島大学から長崎大学へのインターンシップとして共同で研究を行いました唐正密様に本研究を全面的にご協力頂いたことに厚くお礼を申し上げ、感謝の意を表します。

《参考文献》

- [1] 李良, 青山忠義, 高木健, 石井抱, 梅本千佳子, 松田浩: "高速マルチスレッドアクティブビジョンを用いた実時間振動分布", ロボティクス・メカトロニクス講演会 2016 講演論文集, 2A1-20a4, 2016