

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○近藤 健一
 西日本旅客鉄道株式会社 正会員 坂本 保彦
 アジア航測株式会社 内田 修
 株式会社ズームスケープ 正会員 小野 徹

1. はじめに

鉄道橋のたわみ測定は、列車の走行性、構造物の健全性を確保するために重要な指標である。現状、接触型歪ゲージ式変位計などを用いて測定しているが、現地立ち入りの困難な河川橋、架道橋においては、測定が困難である。そこで、本論では、簡易に列車通過時の桁中央部のたわみを測定する方法として、民生用のデジタルカメラを利用した非接触式の橋梁たわみ測定手法を提案する。以下に、たわみ測定手法の概要と測定実例と誤差について述べる。

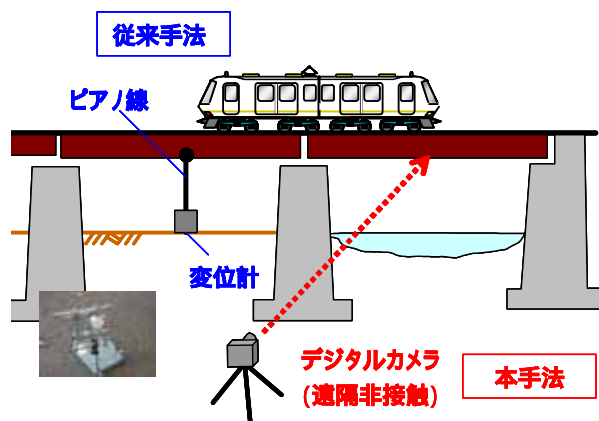


図1 従来手法と本手法のイメージ図

2. デジタルカメラを利用したたわみ測定手法

本たわみ測定手法の概要を図2に示す。本手法はデジタルカメラにより橋梁の桁中央部を高倍率で動画撮影し、一連画像のフレーム間移動量を画像処理¹⁾によって自動的にサブピクセルオーダーで求め²⁾、レーザー距離計により計測した撮影距離、傾斜角と、カメラ素子サイズ、焦点距離により式1を用いて実寸の変位量に変換する。撮影するカメラとレンズの組み合わせについてあらかじめ較正を行うことにより、フォーカス調整による焦点距離の変化の影響を取り除き²⁾高精度に実寸の変位量を計算する。

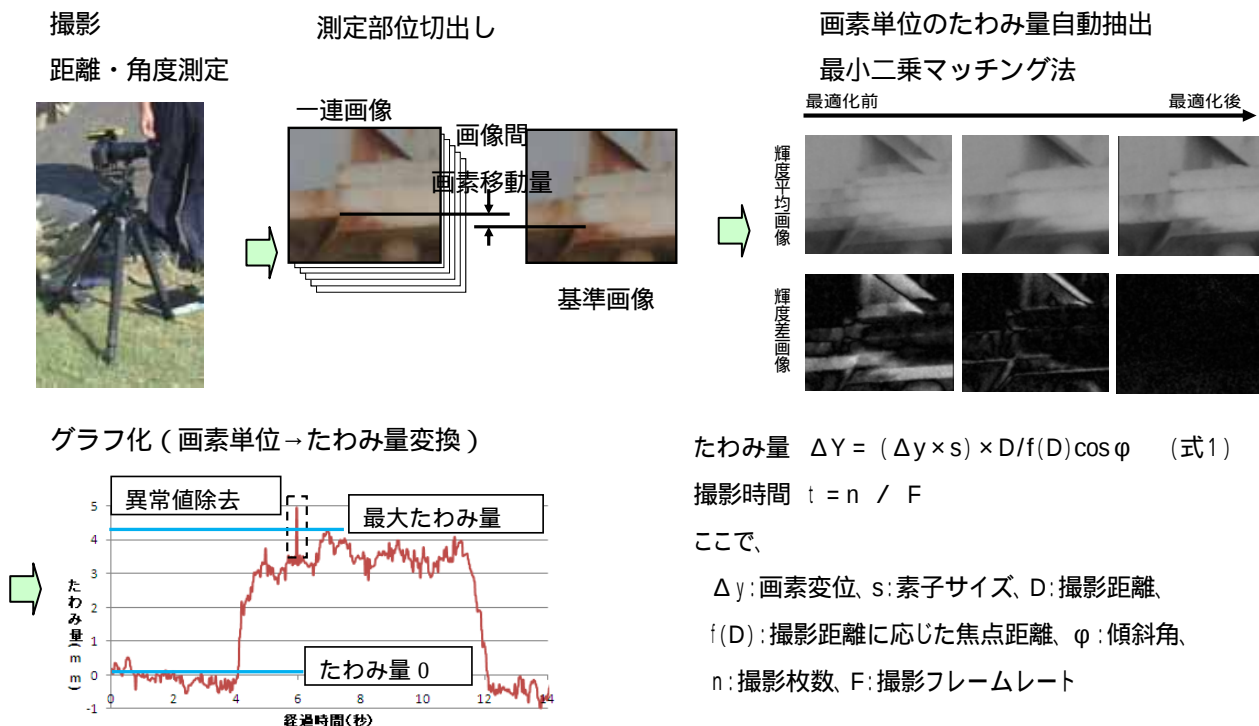


図2 本たわみ測定手法の概要

3．測定事例

本手法により、鋼橋やコンクリート橋など多数の橋梁に対し、撮影距離や計測時季（夏・冬）などの条件を変えて実際に試験を行った。同時に桁下からレーザーを用いた既往システムによる測定も行った。

以下に測定結果を紹介する。図 3 は測定橋梁（3 径間連続 P C 箱桁橋）の一例と撮影機材である。カメラはキャノン EOS Kiss X4、レンズはタムロン AF70-300mm F/4-5.6 Di を使用し、クロップ動画（640×480、60fps）、最望遠側で撮影した。本橋梁を 30m離れた位置から測定した結果を図 4 に示す。最大たわみ量は既往システム、本手法ともに 2.8mmであった。測定所要時間は、撮影機材の組立て・設置 15 分、撮影時間 1 分+列車待ち時間、パソコンへのデータ移動・準備 5 分、解析時間 3 分程度であった。



図 3 対象橋梁と撮影機材

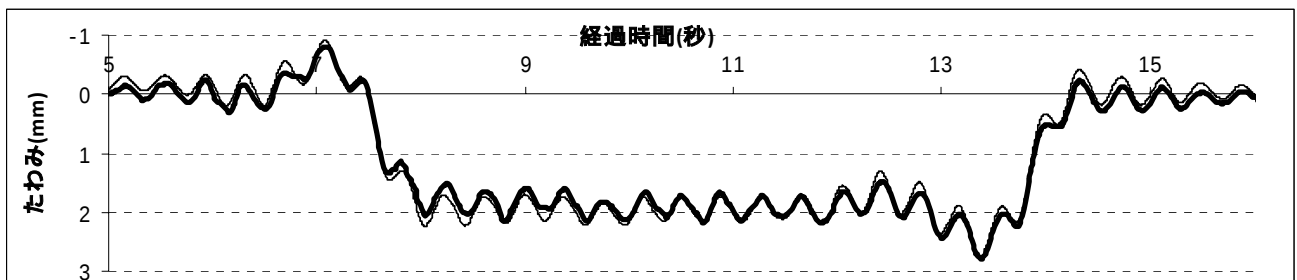


図 4 たわみ測定結果の一例（太線：デジタルカメラによる測定結果、細線：既往システムによる測定結果）

図 5 は、夏場以外に測定したデータを用いて、撮影距離と測定誤差（既存システムとのたわみ差から平均二乗誤差を算出）の関係を整理したものである。撮影距離が長くなると測定精度が劣化することが分かる。この原因としては、撮影距離が長くなるとともに、風などによる機材の振動、大気の揺らぎなどの影響が顕著となり、測定精度が劣化するためと考えられる。

4．まとめ

本手法により、距離の制約はあるものの、1mm以下の精度で、橋梁のたわみ量を非接触で簡易に測定可能であることが分かった。

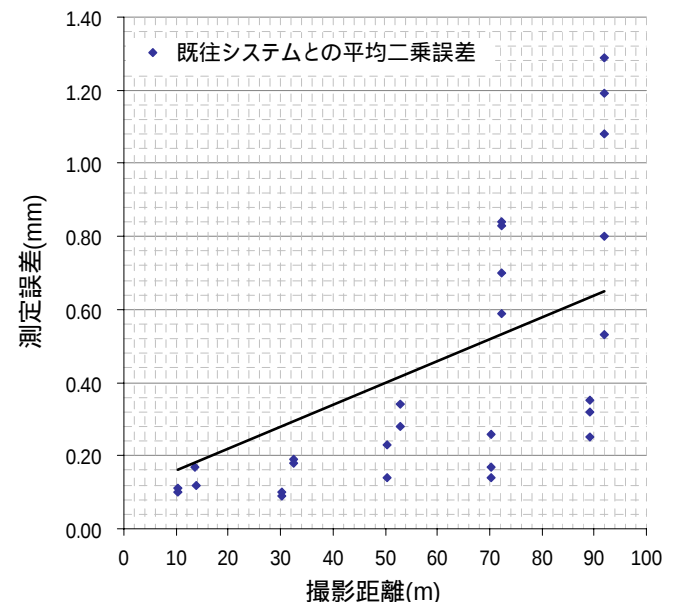


図 5 撮影距離と測定誤差の関係（夏場以外）

【参考文献】

- 1) 織田和夫, 近藤剛, 尾幡昌芳, 土居原健: LM 法による画像の自動モザイク, 写真測量とリモートセンシング, vol.37, no.3, pp.42-51, 1998.
- 2) 近藤健一, 坂本保彦, 内田修, 織田和夫, 小野徹: デジタルカメラを用いた非接触式たわみ測定手法の開発, 第 17 回鉄道技術連合シンポジウム, S2-7-6, 2010.12