画像計測における標点の読み取り方法について

広島大学　学　○堀井　千絵
広島大学大学院　フェロー　中村　秀治
広島大学大学院　正　藤井　堅

１．目　的

昭和 30 年から 40 年代の高度経済成長期に建設された公共構造物の供用年数が 40 年近くなり，維持・管理技術の重要性は増大している．遠方から非接触で簡便に計測し，ディジタル化されたデータで保存するという点において，画像計測は維持・管理に最も適した条件を備えており，近年，市販のディジタルカメラにおいても高画素化が進みつつある状況を考慮すれば，近い将来，画像計測が維持・管理に最適な計測方法となる可能性は極めて高い．そこで，本報告は市販のディジタルカメラを用い，実構造物を対象とした画像計測を試みた結果を示すことを目的としているが，計測精度に大きく影響する標点の読み取り誤差を少なくする上で有効な一方法を提示する．

２．本報告における画像計測法

図-1 に示す橋梁を計測対象とした．ディジタルカメラを左岸，右岸に計２台設置し，計測対象面内で変位を求めたい複数の点に標点を設置した．また，同一面内に寸法が既知のスケール（図-2）を設置した．

次にターゲットの変形前後における相対的位置変化をディジタルカメラで記録し，画像データをパソコンに取り込み，ディジタイザーを用いてターゲットの座標値を読み取った．最後に，スケールを用いて実寸法に換算し，ターゲットの変位量を求めたが，２方向から撮影したことにより，水平方向，奥行方向，鉛直方向の変位計測が可能である．

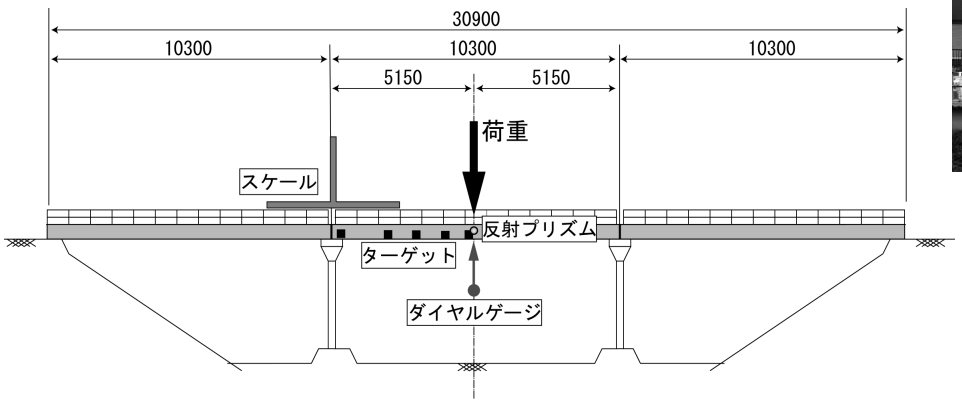


図-1　計測対象とした橋梁

図-2 スケール

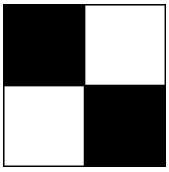


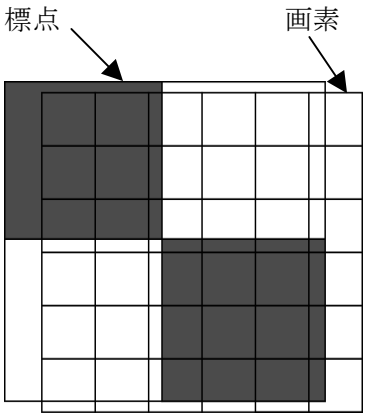
図-3　標点

３．精度の良い標点の読み取り方法

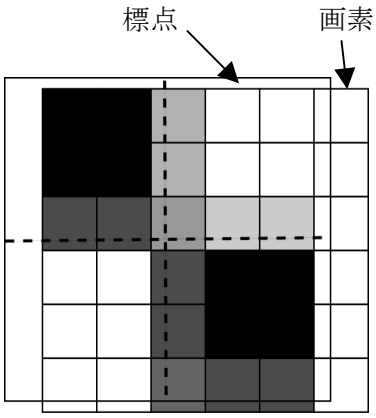
画面内に不動のスケールを入れた画像データをもとに，構造物の実寸法，実変位を求めるのは立体幾何の問題であるが，１画素内での標点の移動は識別して読み取ることができないので，これによって計測精度の上限が規定されることになる．そこで，画素の色彩情報を活用して読み取り精度の向上を図ることを考える．

図-3 に示すような白黒に塗り分けた 5cm 四方程度の板を標点とする．標点の白黒境界線と画素の境界線は図-4 a）に示すように一致しないので，パソコン上で画像データを拡大して行くと，図-4 b)のような状況が見えてくる．画素単位で色彩情報が異なるので，その数値vを画素単位で読み取ると，式(1)で表される図-5 のような分布となる．式(1)において１画素の幅を１と設定し，x,yは各画素の中心位置の座標であり整数値とする．T は階段状に変化する度合いを表わす数値であり，１画素の領域内でほぼ白から黒に変化することを

キーワード　画像計測，維持管理，変位計測，橋梁，経年変化
連絡先　〒739-8527　東広島市鏡山１－４－１，Phone & Fax. 0824-24-7531



a）標点の白黒境界線と画素の境界線が合わない状況



b）画素単位の色彩情報が白黒の中間となる

図-4　標点の白黒境界線と画素の境界線が合わない場合の色彩分布

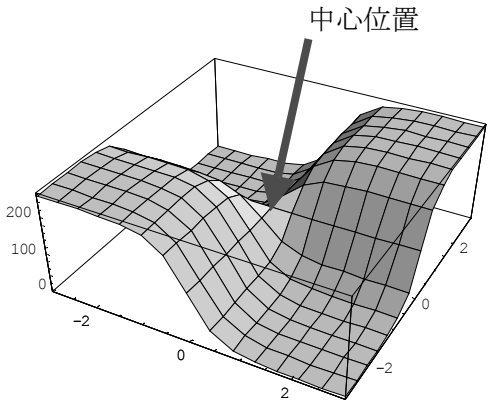


図-5　式(1)の３次元プロット（T=0.3 の場合）

考えれば，T=0.3 程度となる．a,b は図-5 における中心位置（矢印）の x,y 座標を表している．

$$v=\frac{(v_{max}-v_{min})}{2}\left(1-e^{-\frac{x-a}{T}}\right)\left(1-e^{-\frac{y-b}{T}}\right)\Bigg/\left\{\left(1+e^{-\frac{x-a}{T}}\right)\left(1+e^{-\frac{y-b}{T}}\right)\right\}+v_{ave} \qquad (1)$$

ここで，v_{max},v_{min},v_{ave}：各画素の色彩情報（1～256）の最大値，最小値，平均値

式(1)で求めた色彩情報と計測された色彩情報が最もよく一致する a,b を見出すことにより，標点の座標値を精度良く読み取ることができる．概ね，1/10～1/100 画素程度で読み取ることが可能である．

４．実橋梁を計測対象とした変位計測結果

本計測では 300 万画素（2048×1536）のディジタルカメラを使用して，写真-1 に示すような状況のもと中央径間（約 10m）の変位を計測した．載荷点変位の計測結果は表-1 に示す通りである．

写真-1　計測状況（右岸側から見た状況）
3.5Ton 積載したトラックを走行させ中央径間の変位を計測．
画像計測以外に光波測距儀，ワイヤーつきダイヤルゲージを使用．

表-1　載荷点の鉛直方向変位計測結果

	鉛直方向変位(mm)
画像計測	−1.99
ダイヤルゲージ	−1.90
光波測距儀	−2.00

５．まとめ

本報告では既設構造物の維持・管理における計測方法としての画像計測の利点に注目し，市販のディジタルカメラによる既設橋梁の変位計測結果を示した．現状の画素数では，標点を読み取る際の誤差を少なくすることが重要であり，色彩データの分布形状を表す関数を当てはめることによる読み取り方法を示した．その結果，

(1)既設構造物の維持管理を目的とした変位の画像計測は可能である．

(2)ひずみ，表面形状の計測において，映写範囲を計測範囲いっぱいに撮影するとしても，実用上 100μ 程度の計測精度を求めるのであれば，カメラの高画素化による更なる精度向上が必要である．

などのことが明らかになった．