

標点投影による画像計測法の維持管理への適用性検討

広島大学 学生員 ○浅海敬次 広島大学大学院 学生員 松下陽三
 広島大学大学院 フェロー会員 中村秀治 広島大学大学院 正会員 藤井 堅

1. 背景と目的

今後、経年劣化が懸念される鋼構造物の増加が予想され、鋼構造物の状態を的確に把握し、計測データを長期にわたって蓄積できる簡易で高度な維持管理技術が重要となってくる。そこで、本研究では、簡便に計測でき、計測データをデジタル化したデータファイルで保存する方法の一つとして新たな画像計測法を検討した。本方法は市販のデジタルカメラとプロジェクターによる画像データを用いて、腐食形状の数値化、再現を行うものであるが、維持管理への適用性を向上させるため、プロジェクターで投影した標点の自動読み取りの高速化と、レンズの収差補正方法を明らかにした。

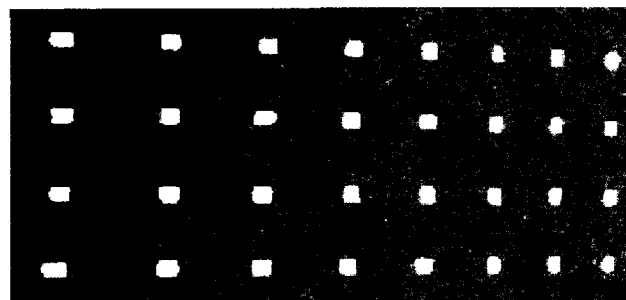
2. 標点の自動読み取りの高速化

標点の自動読み取り方法について、図-1の写真を例に説明する。写真に写った標点の大きさは約 20×20 ピクセルであり、標点と標点との距離は約 100 ピクセル離れている。

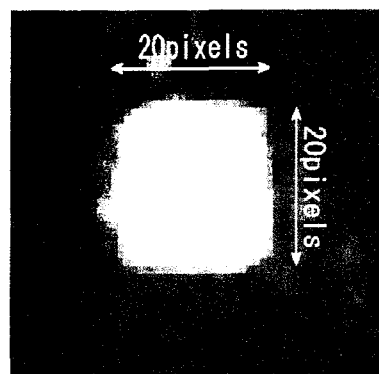
はじめに、撮影画像の全ピクセルの濃淡値（色彩情報を白黒の明度で表したもので、黒=0、白=255）を、テキスト化し、その値を $GS(L,M)$ とする。

$$TGS(I, J) = \sum_{L=I-15}^{I+15} \sum_{M=J-15}^{J+15} k \times GS(L, M) \quad (1)$$

次に、式(1)で表現された $TGS(I, J)$ を全ピクセルについて計算する。この場合、 $TGS(I, J)$ は、撮影画像上の点 (I, J) を中心とする上下左右 31×31 ピクセルの濃淡値の総和である。 k は点 (L, M) が点 (I, J) に近づくほど大きな値をとるように設定した重み付け係数である。つまり、 (I, J) が標点の中心に近づくほど $TGS(I, J)$ の値は大きくなる。計算に用いるピクセルは 31×31 ピクセルで標点の 20×20 ピクセルより多くなっているが、これは、撮影画像に写った標点の大きさのばらつきを考慮するためである。次に、全ピクセルの $TGS(I, J)$ の値を大きい順に並べ替え、標点はあるピクセル以上離れていけないという条件を与えておく。この標点のピクセル間隔はプログラム上で自由に設定できるものとし、この場合では隣の標点にかからな



(a) 腐食鋼管に投影された標点



(b) 拡大した標点

図-1 腐食鋼管に投影した標点と拡大写真

い程度で 80 ピクセルの条件で計算を行った。そして、その条件下で標点の数だけ値の大きい順に $TGS(I, J)$ を取り出す。そのようにして得られた $TGS(I, J)$ に対応するピクセルの座標が標点のピクセル座標となる。

3. レンズの収差補正方法

3.1 デジタルカメラのレンズの収差補正

本画像計測に用いられるデジタルカメラやプロジェクターには、レンズによる歪み(収差)が発生する。本研究では、計測物の形状を歪める歪曲収差の影響を考慮し補正を行う。歪曲収差を数値的に表すため、式(2)で表される D を用いる。 h は歪みを受けた像高で、 h_0 は理想像高である。

$$D = \frac{h - h_0}{h_0} \times 100 \quad (2)$$

撮影した画像について、式(2)を用いて各標点の理想

像高を求めることで、歪曲収差の補正が行われることになる。

3.2 プロジェクターのレンズの収差補正

プロジェクターのレンズの収差を補正するため、投影した標点をデジタルカメラで撮影した。撮影画像は、デジタルカメラとプロジェクターの両方のレンズの収差の影響を受けているはずである。そこで、撮影画像の標点について、デジタルカメラのレンズの収差補正を行うと、標点はプロジェクターのレンズの収差の影響だけを受けていることになる。この標点から得られる D を基に収差補正を行う。

4. 画像計測結果

実際に、腐食鋼管をプロジェクターとデジタルカメラを用いて図-2 のような計測条件で画像計測し、収差の補正を行った。図-3 の(a)は画像計測結果であり、(b)はレーザー計測結果である。本画像計測では腐食鋼管のような曲面についても腐食による孔食や溶接線がはっきり再現されていることがわかる。

次に、収差の補正を行った断面について考察する。レーザー計測と収差補正前後の腐食鋼管の断面形状比較を図-4 に示す。収差の補正前後では、端部の方で断面に違いが見られ、レンズの収差の補正が行われていることがわかる。しかし、その差は 0.3mm 程度であり、本研究における画像計測の範囲においては、収差の影響は微小であることがわかり、収差の影響は計測誤差よりも非常に小さいと言える。

5. 結論

以上、提案する画像計測法で腐食面の再現が可能であり、かつ、維持管理への適用性を向上させるための検討を行い、次の結論を得た。

- (1) プロジェクターで標点を投影するとき、標点と腐食面の色の明度差を大きくすることで、自動認識の高速化が可能で正確な標点位置の決定が行える。
- (2) デジタルカメラ、プロジェクターのレンズの歪曲収差を求めることで画像計測における再現時の収差の影響を補正することができる。

参考文献

- (1) 松下陽三，中村秀治，藤井堅：画像計測による腐食面の再現と維持・管理への適用について，土木学会第 59 回年次学術講演会，I-127，2004。
- (2) 高橋友刀：レンズ設計 収差係数から自動設計まで，東海大学出版会，1994.3

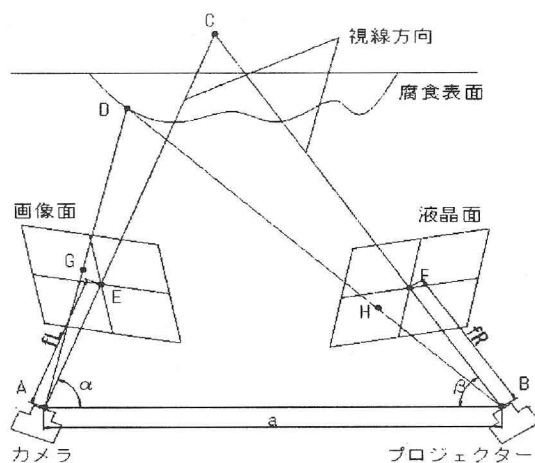
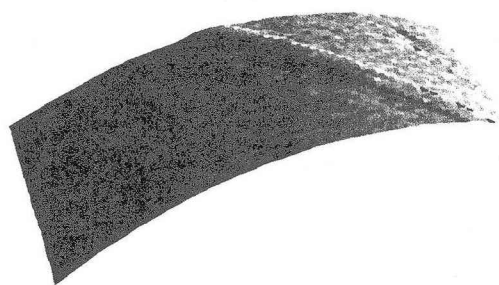
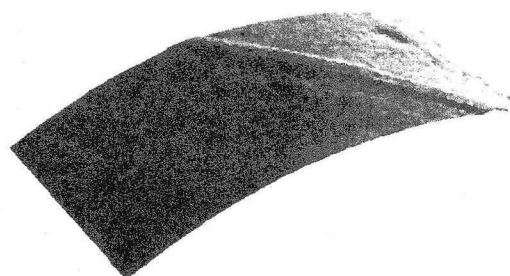


図-2 本研究における画像計測方法



(a) 画像計測結果



(b) レーザー計測結果

図-3 再現された腐食鋼管

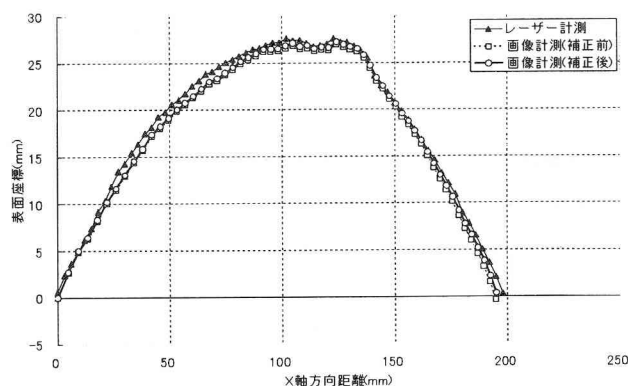


図-4 腐食鋼管の断面形状の比較