

画像変位計測における撮影画素数の影響

(株)大林組 技術研究所 ○正会員 畑 浩二
 早稲田大学 理工学部 橋本周司
 早稲田大学 理工学部 青木義満

1. はじめに

近年、デジタルカメラの高画質化・低価格が急速に進んでいる。このような現況の中、計測の合理化・コスト縮減を目指し、画像を利用した構造物の形状や寸法を測る方法が注目を集めている。大西ら¹⁾は、写真測量の原理を利用して岩盤変位計測の実用化を目指している。一方、畑ら²⁾は、撮影画像のゆがみを適切に補正することで高精度な変位計測ができることを明らかにし、トンネル内空変位計測への適用性を示唆した。

本報告では、現在市販されている種々なデジタルカメラを変位計測（以下、画像変位計測と称す）に適用するための要件である、撮影画素数と精度の関係について述べる。

2. 撮影画素数と精度の関係

デジタルカメラは、電子の眼ともいえるべき CCD センサや CMOS センサによって光の強度から色情報を取得している。したがって、画素数が多いほど高解像な画像を取得することができるとされている。しかし、一般に高画素数のデジタルカメラほど高価になる傾向にあり、コスト縮減のためには廉価なデジタルカメラによる画像変位計測の適用性を把握しておくことが重要になる。そこで、現在市販されている表-1のデジタルカメラA～Dの4機種（以下、例えばAと略す）について、撮影画像のゆがみ度合いを確認するとともに、精度検証を行った。

2.1 歪曲収差計測

カメラの種類を問わず、撮影された画像にはザイデルの5収差³⁾が内在する。これら収差の内、歪曲収差がゆがみの主原因である。そこで、A～Dにおける歪曲収差の度合いを調べた。まず、図-1に示す垂直な壁の高さ約3.6m、幅約11mの領域に直径50mm

表-1 デジタルカメラの仕様

カメラ種別	画素数	画像圧縮	使用レンズ
A 一眼レフ	600万	TIFF	28mm
B タイプ	310万	TIFF/JPEG	28mm
C コンパクト	320万	JPEG	35mm
D タイプ	200万	JPEG	35mm

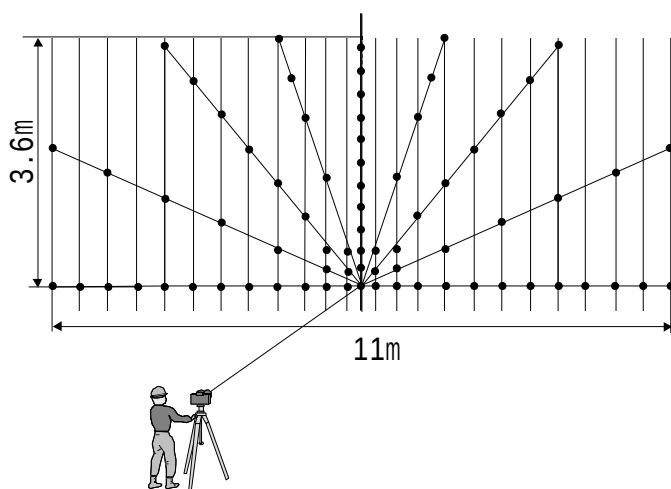


図-1 歪曲収差実験概要

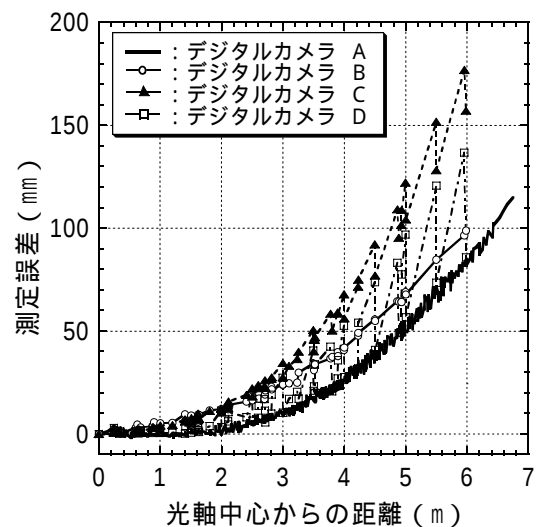


図-2 歪曲収差による測定誤差

キーワード：画像処理、デジタルカメラ、トンネル内空変位計測

連絡先：〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 Tel:0424-95-1256 Fax:0424-95-0903

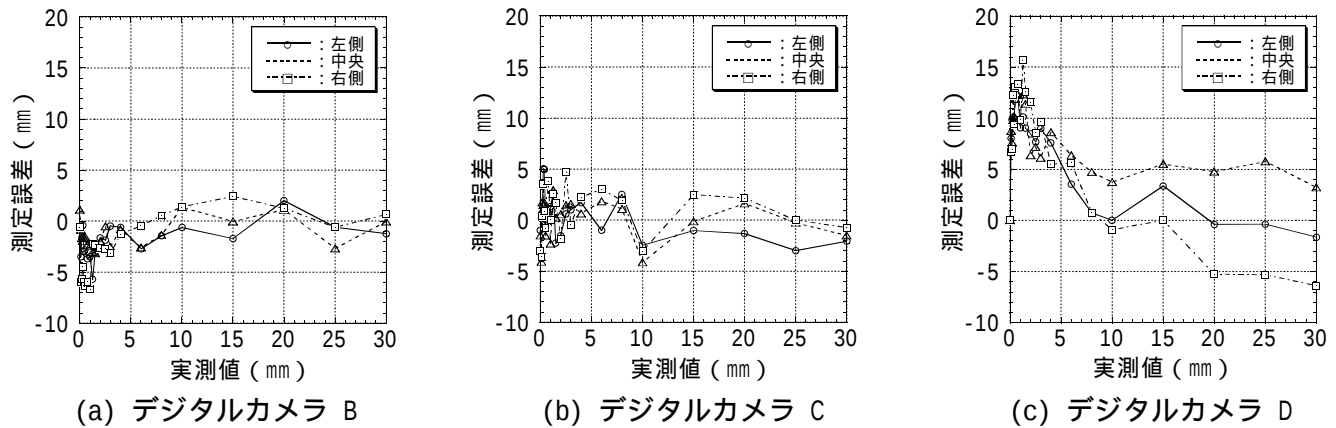


図 - 3 微小変位計測における測定誤差

の黒丸ターゲットを放射状に配し、全領域が1枚の画角に収まるよう撮影した。次いで、この撮影画像から黒丸ターゲットの重心点を輝度分布を考慮した画像処理から求め、光波測距儀で測量した黒丸ターゲットの中心値と比較した。解析結果を図-2に示す。図は、光軸中心からの距離と測定誤差（画像解析値と実測値との差）との関係を示したものである。A~Dいずれの場合も、レンズ光軸中心から離れるほど測定誤差は大きくなり、歪曲収差の影響を無視することはできないことが明らかになった。さらに、CとDでは、光軸中心からの同一距離においても測定誤差に大きなバラツキが認められたことから、歪曲収差に異方性が強く現れることがわかった。

2.2 微小変位計測

微小変位を正確に認識できることが必要になることから、デジタル式ノギスに直径50mmの黒丸を固定側と可動側に取り付け利用した。まず、歪曲収差計測を行った垂直な壁の左右両端と中央の3ヶ所にデジタル式ノギスによる計測治具を固定し、可動側を0.1mm刻みで30mmまで漸次移動させながら、全領域が1枚の画角に収まるよう撮影した。次いで、この撮影画像から黒丸ターゲットの重心点を輝度分布を考慮した画像処理から求め、ノギスの実測値と比較した。なお、いずれの場合も、図-2の測定誤差曲線を勘案し、5次の歪曲収差関数による補正を施した。解析結果を図-3に示す。図は、実測値と測定誤差（画像解析値と実測値との差）との関係を示したものである。ただし、Aについては、0.5mmまで精度保障可能であることは既に報告済み²⁾であるため、B~Dについて示した。計測は、0.1~30mmの範囲を数回往復させることによって画像解析値の再現性を確認した。実測値がBで1.5mm、Cで2.5mm、Dで5.0mmを下回った場合、画像解析値の再現性は悪くなった。また、解析値に再現性が認められる範囲において、Bでは約 ± 3 mm、Cでは約 ± 4 mm、Dでは約 ± 5 mmの測定誤差を含むことが判明した。

3. おわりに

撮影画素数と精度の関係について調べた結果、画素数とカメラタイプによって歪曲収差の度合いが異なり、ともに、精度に違いのあることが明らかになった。画像変位計測では、画像解析値の再現性や測定誤差の点で、一眼レフタイプのデジタルカメラが優れている。一方、コンパクトタイプのデジタルカメラを利用する場合、歪曲収差の異方性を考慮した補正を施さなければ適用は困難であると考えられる。

参考文献

- 1) 大西有三、張春、林訓裕：岩盤変位計測における精密写真測量手法の適用、第44回地盤工学シンポジウム発表論文集、pp.139~144、1999.
- 2) 畑 浩二、橋本周司、青木義満：CCDカメラを用いたトンネル内空変位計測法の開発、第11回岩の力学国内シンポジウム講演論文集、J01、2002.
- 3) 鈴木達朗：応用光学、pp.29~36、朝倉書店、1982.