

デジタル写真計測の小変形計測への適用性に関する検討

株式会社熊谷組

正会員 ○ 渡邊弘行

正会員 篠原 巖

アジア航測株式会社

寺田常夫

1. はじめに

筆者らは、土砂地盤でのり面挙動の監視を目的とし、デジタルカメラとパソコンを使用してのり面表面の変動量を把握するシステムを開発した。¹⁾²⁾ 本システムは、デジタル写真データから3次元座標を算出するデジタル写真計測を骨格としたものであり、座標データを利用した計測分野において様々な用途に利用出来る可能性を持っている。一方、システムの開発段階では比較的高価な計測用高精度デジタルカメラを使用したか、近年は手頃な価格で高精度デジタルカメラが入手可能となり、ハードの経済性の面から有利な環境が整ってきている。

そこで筆者らはシステムの用途を広げる観点から、室内実験等での小変形計測を対象とし、広く市販されているデジタルカメラを使用した場合のデジタル写真計測の適用性について検討した。

2. 計測条件

2-1 計測モデル

図-1 に屋外の模擬地山での計測例を示すが、本システムの特長は連続的な変形状況を鳥瞰図や等高線等により視覚的に表現するところにある。単点の計測精度は高精度の測量機器に譲るものの、面的な変形状況を把握するのには適している。そこで今回は、室内実験等における面的な小変形を検討対象として計測モデルを作製し、これを計測した。この計測モデルを図-2 に示す。このモデルは、寄せ棟屋根型の隆起変形を模擬したものであり、80cm×24cmの模造紙と長さ40cmの角材で作製している。この角材断面は正方形であり、1辺の長さが隆起変形の高さにあたる。今回は1辺が10mm（ケース1）と14mm（ケース2）の2種類を用意した。

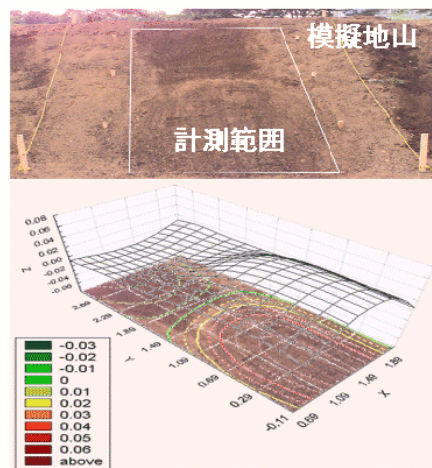


図-1 模擬地山での計測例

2-2 標定条件

計測モデルと標点を設けたベースモデルを図-3 に示す。このモデルは、システムの骨格部分を作成した際の検証用モデルである。標点の種類と位置関係並びに座標軸は図に示すとおりであり、これらの条件に基づき標定解析を行った。

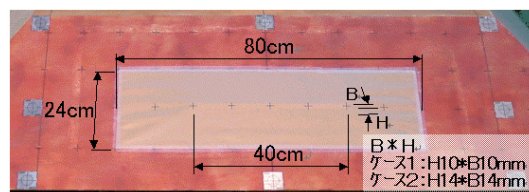


図-2 計測モデル

2-3 撮影状況

撮影状況を図-4 に示す。ベースモデルとカメラの位置関係は図に示すとおりである。ただし、標定解析においては基準点を基に3次元座標を求める為、撮影対象とカメラの位置関係は重要な意味を持たない。また、今回は2台のカメラを三脚に固定し

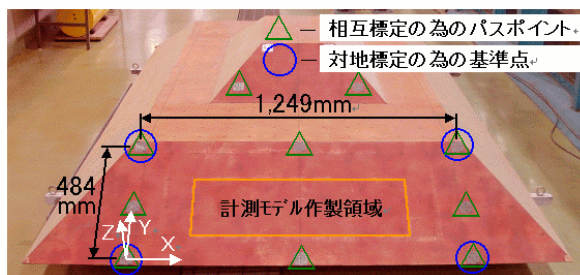


図-3 ベースモデルと標点

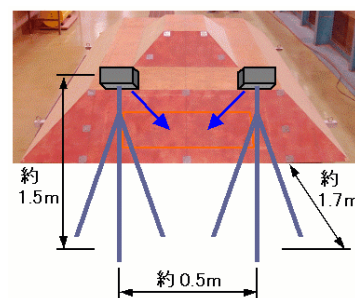


図-4 撮影状況

キーワード → デジタル写真計測、市販デジタルカメラ、小変形計測、視覚的

連絡先 → 住所：茨城県つくば市鬼ヶ窪 1043、電話：0298-47-7502、FAX：0298-47-7480

て撮影を行ったが、撮影対象の静止条件が保たれるのであれば、1台のカメラで2箇所から撮影する方法も選択可能である。

2-4 使用カメラ

今回の試験では、市販デジタルカメラとして SONY 製の製品を使用した。その主な仕様並びに撮影条件を表-1に示す。なお、レンズの歪み等はキャリブレーションデータにより補正した。

3. 計測結果

3-1 計測領域

撮影データのうち計測対象とした領域を図-5に示す。この領域に対し10mm間隔で計測点を設定してZ方向変位を算出した。

3-2 計測結果

計測の結果、データのエラー率は両ケースともに約4.6%であり、計測領域の95%以上の計測点で結果を得ることが出来た。2ケースの計測結果を図-6,7に示す。

両ケースとも等高線に若干の乱れが生じているものの、モデル形状を概ね表現することが出来た。この乱れの主要因は計測誤差と考えられるが、模造紙の歪みもその一因と判断される。模造紙の歪みは小さな凹凸が近傍で混在するものであるが、計測結果を見る限り、このような小変形を忠実に表現するのは難しいようである。一方、高さの最も高い頂辺については、両ケースとも実際の値よりも小さく表現する傾向が見られた。頂辺のように凸変形となる箇所においては、等高線表現による平滑化の影響が現れるものと考えられる。

以上より、小変形計測の場合でも、市販デジタルカメラによる写真計測は、用途や目的に応じて活躍の場があるとえよう。

4. 課題

デジタルカメラが一般的なデジタル映像ツールとして広く普及し、利用技術の発展に良い環境が整ってきている。本システムも用途拡大の観点から、引き続き種々の検討を行いたい。今後検討を進めるにあたり、次のようなものが主な課題としてあげられる。

- 視覚的表現は高さ方向(Z方向)のデータが対象となる。したがって、平面内変形(XY平面)では標点を利用した点計測となり、等高線により変形情報を提供する事が難しい。
- 動的試験の計測では、一時点の変形あるいは連続撮影による経時変形のいずれにおいても、2台のカメラの同時撮影が条件となる。その為には、時間ずれの無いカメラシステムの開発が必要となる。
- 動的試験の計測にデジタルビデオを利用する考え方もあるが、画像記録方式の関係で現状では難しい。

参考文献

- 1) 渡邊・蓮池・高橋・寺田：デジタル画像を用いたのり面挙動監視システムの開発，第54回年次学術講演会講演概要集・CS-32，平成11年9月
- 2) 渡邊・蓮池・寺田：デジタル画像を用いたのり面挙動監視システムの開発（その2），第55回年次学術講演会講演概要集・ -160，平成12年9月

表-1 使用カメラ

メーカー・形式	SONY・DSC-S70	
主な仕様	撮影素子	1/1.8 型カラー CCD
	レンズ	f = 7~21mm (35mm 換算で 34~102mm) F2.0~2.5
撮影条件	画像サイズ	2048×1536
	画像形式	TIFF(非圧縮)
	焦点距離	f = 7mm(35mm 換算で 34mm)

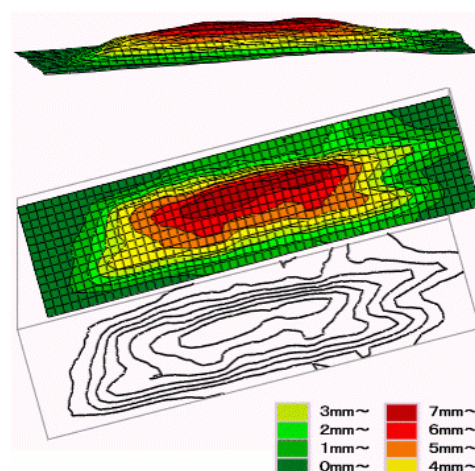
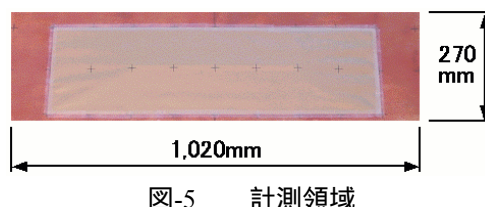


図-6 計測結果(ケース1: 10mm)

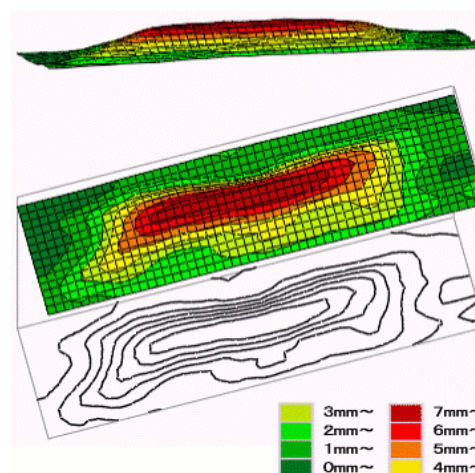


図-7 計測結果(ケース2: 14mm)