

解析図化システムを用いた模型斜面の変位計測実験

復建調査設計(株)技術研究所 田中 隆司
 復建調査設計(株)技術研究所 西 邦正
 復建調査設計(株)測量部 山本 実
 復建調査設計(株)技術研究所 児玉 信之

1. はじめに

筆者らは2枚1組の写真から3次元デジタルデータが取得できる解析図化システムについて、様々な応用を試みている^{1), 2)}。このシステムには、カメラで撮影された広範囲の X, Y, Z座標値が容易に得られることから、不安定化した斜面やのり面の地表面での変位量を多数点に渡って取得すれば、防災管理上有用な情報が得られると考えられる。本研究では、解析図化システムの現場計測への応用を図ることを目的として、模型斜面(矩形パネル)上に設置した観測点を写真計測し、観測位置(模型斜面と計測カメラとの距離)と観測精度について比較実験を行った。

2. 実験方法

実験に用いた模型斜面は図-1に示す通りであり、模型斜面内に観測点として 0.800m×2.000m の隅角部に4点(K1~K4)、中央部に1点(K5)の計5点を設けた。既知点(不動点)としての標定点は、図-2に示すように模型斜面外の左右に4点ずつ、計8点を設けた。模型斜面は、図-3に示すようにおよそ90度、60度、45度の角度で背後の壁に立てかけた。そして、模型斜面から5m、10m、15m、20mの距離に計測カメラを設置して写真撮影を行った。解析図化システムにより取得された観測点や計測点の座標値の精度比較については、三次元測定システム(MONMOS)による測定結果を基準に、観測誤差(三次元測定システムによる観測値と解析図化システムによる観測値との差)として評価した。データ解析は、左右方向をX座標、上下方向をY座標、前後方向をZ座標とした。

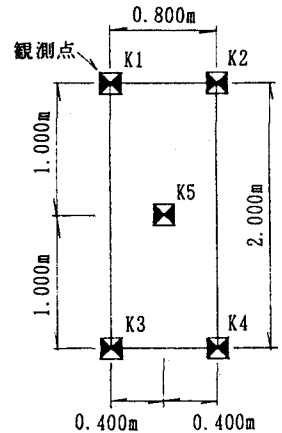


図-1 模型斜面の概要

3. 観測結果と考察

まず、標定点を撮影距離(L)が10mの場合はH1、H2、H7、H8の4点、15mの場合はH1、H2、H3、H6、H7、H8の6点、20mの場合はH1、…、H8の8点として撮影・解析した。2枚1組の写真の内、1枚は模型斜面の中央の位置、他の1枚は中央より左側にそれぞれ 2.6m、5.2m、1.5m 離して撮影した。したがって、基線比(B/L;ここに、Bはカメラ間の距離、Lは撮影距離)

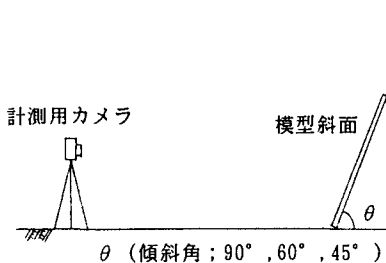


図-3 計測実験の状況図

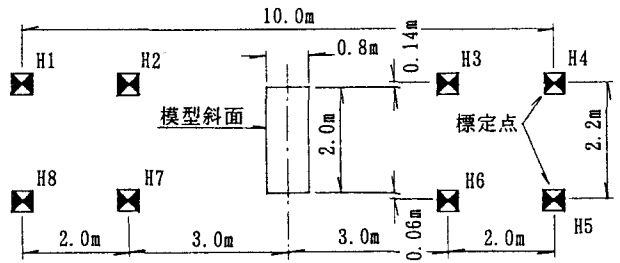


図-2 標定点の配置図

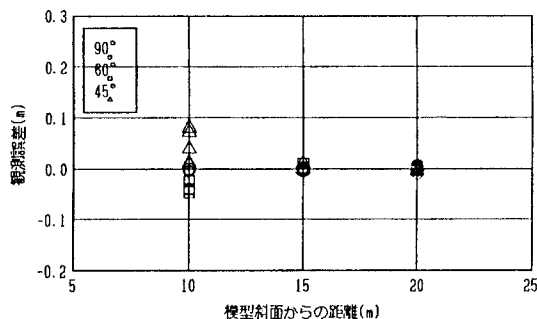


図-4 撮影距離と観測誤差の関係図
(標定点を用いた場合のY座標値)

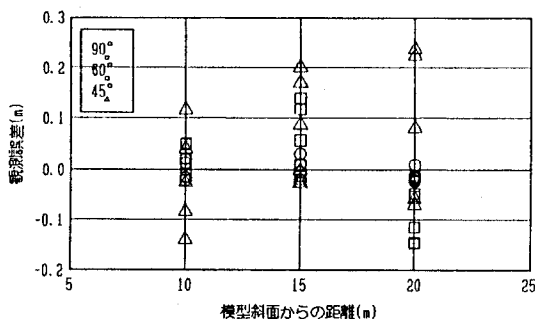


図-5 撮影距離と観測誤差の関係図
(標定点を用いた場合のZ座標値)

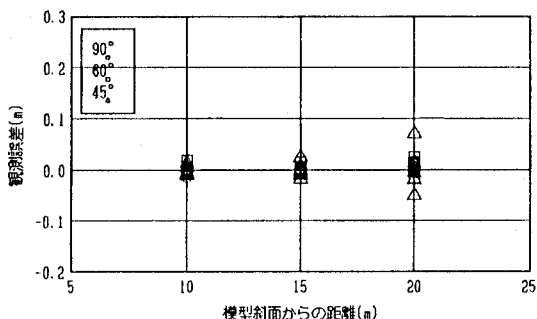


図-6 撮影距離と観測誤差の関係図
(観測点を用いた場合のY座標値)

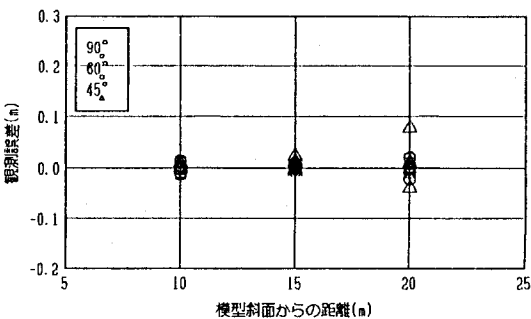


図-7 撮影距離と観測誤差の関係図
(観測点を用いた場合のZ座標値)

は $L=10\text{m}$ の時 0.260、 $L=15\text{m}$ の時 0.347、 $L=20\text{m}$ の時 0.075 である。図-4はY座標の撮影距離と観測誤差の関係を図化したものである(X座標はY座標と同様の傾向のため省略した)。図-5はZ座標について同様に図化したものである。図中の凡例は、模型斜面の傾斜角度を表している。これらの図が異なった傾向を示す点について、「観測誤差は測定距離の2乗に比例し基線長に反比例する」ことを考慮すると、X、Y座標値の観測誤差には標定点の個数と模型斜面上の観測点に対する標定点の配置が大きく影響していると考えられる。Z座標値には、標定点の数・配置ならびに基線長を変更して計測しても違いは見られなかったことから、撮影距離によらず模型斜面の傾斜が観測誤差に大きく影響していると考えられる。

次に、模型斜面内の観測点 ($K1, \dots, K5$) のみで解析して同様の関係で整理した結果を図-6、図-7に示す(X座標はY座標と同様の傾向のため省略した)。標定点を模型斜面外に設けた場合と比較すると、観測誤差は小さくなった。特に、X座標とY座標は模型斜面の傾きの違いによらず、ばらつきの幅は小さくなった。Z座標については、撮影距離が20mで傾きが45度の場合観測誤差が大きくなった。このことから、撮影距離だけでなく標定点間の距離 ($K1$ と $K3$ のZ座標値の差) が観測誤差に影響を及ぼしたと考えられる。

4. あとがき

解析図化機を用いた写真測量の技術は、迅速かつ容易に3次元デジタルデータを取得できるが、撮影方法を含めて様々な課題があり計測精度に影響を及ぼす要因についても不明な点が多い。今後は、現場への適用事例を増やしながら実用化を進めたい。なお、本研究を行うに当たり、三次元測定システム (MONMOS) による測定にご協力頂いた (株) ソキア中国 島賢士氏にお礼申し上げます。

参考文献 1) 田中隆司・西 邦正・福田直三・山田義満: 数値図化システムの土砂災害復旧対策への応用, 第28回土質工学研究発表会発表講演集, 1993. 6., 2) 広兼道幸・西 邦正・田中隆司・福田直三・佐々木 浩: 写真情報を用いた土砂災害復旧工法の設計支援システムについて, 第28回土質工学研究発表会発表講演集, 1993. 6., 3) (社) 日本写真測量学会: 解析写真測量, 1983., 4) 木本氏寿: 写真測量の実際, 山海堂, 1971.