

写真測量および3Dレーザースキャナーを用いた危険斜面の三次元計測

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 天野 勲
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 正会員 ○青木 久
 基礎地盤コンサルタンツ(株) 梶原保志

1. はじめに

現在、全国的に雪崩や斜面崩壊等の災害予想地域において定期的な地形観測の重要性が高まっており、計測作業の迅速化が求められている。広範囲の三次元計測を短時間で計測可能な計測機器のひとつとして、3Dレーザースキャナーが近年注目されている。また、簡易的な計測方法として、写真解析による三次元計測が利用され始めている。ここでは、道路防災点検の総合評価において「要対策」に指摘された斜面を対象として写真測量と3Dレーザースキャナーによる計測結果について報告する。

2. 写真測量と3Dレーザースキャナー

写真測量は、対象とする地形を異なる場所から重複するようにステレオ写真撮影を行い、撮影を行ったデジタル写真を解析することで対象地形の三次元座標を求めるものである。

3Dレーザースキャナーは、計測用パルスレーザーを水平・鉛直方向に高速スキャンさせ、対象物に反射して戻ってきたレーザーの時間と方向を計測することにより、対象物の三次元座標を求めるものである。

表1に、写真測量と3Dレーザースキャナーの主な仕様を示す。但し、写真測量の測定精度は、室内におけるターゲットを使用した場合の性能試験結果であり、最適な環境下における値である。

表1 各計測方法の主な仕様

	写真測量	3Dレーザースキャナー
使用機器	一般のデジタルカメラ	専用測定機器
計測範囲	数m～50m程度	50～100m
測定間隔	1画素サイズ程度	最小0.25mm
座標精度	1画素サイズの±1/3程度	±6mm
距離精度	座標精度と同程度	±4mm

3. 対象斜面

写真1に、対象斜面の現状写真を示す。高さ12～13mのオーバーハングした壁岩で、5m付近に目だつたオーバーハングが形成されている。凍結融解や地震により亀裂の発生、拡大が懸念されており、上部がトップリングするように落下する恐れがある。



写真1 対象斜面の現状写真

4. 計測方法

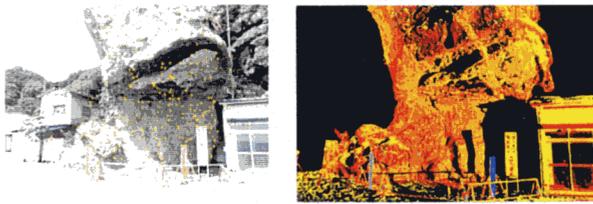
写真撮影は、写真1を中心として他左右2箇所、合計3箇所撮影した。撮影したデジタル写真は、画素数約500万画素、撮影距離は約10m、1画素サイズは約5mmである。三次元座標は、対象範囲において300点求めた。ここでは、“三次元写真測量システム Kuraves-K Ver2.1”を用いて写真解析を行った。

3Dレーザースキャナーは、Cyrax-2500を使用し、約2.5cmの測定間隔で計測した。

測地座標を求めるため、ターゲットを3点設置し、それらターゲットの測地座標をトータルステーションにより測量した。写真測量および3Dレーザースキャナーで求めた三次元座標は、これらの測量結果を用いて測地座標に変換した。

キーワード 写真測量, 3Dレーザースキャナー, 三次元計測, 測量, 危険斜面

連絡先 〒102-8220 東京都千代田区九段北1-11-5 基礎地盤コンサルタンツ(株) TEL 03-3263-3611



写真測量 3D レーザースキャナ

図1 各測量方法による計測点の分布

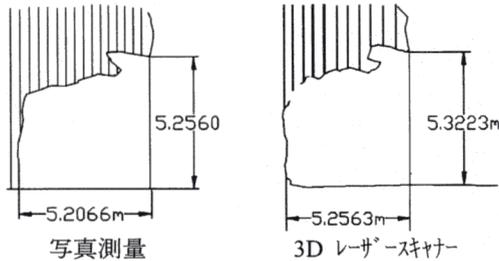


図3 各計測における点線位置の断面図

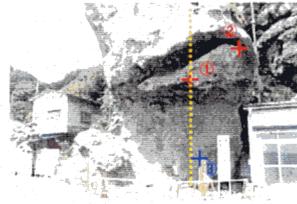


図2 代表的な計測点

表2 写真測量の計測誤差

(mm)			
測点	X	y	z
1	24	1	7
2	20	17	3
3	2	9	9
平均	15	9	6

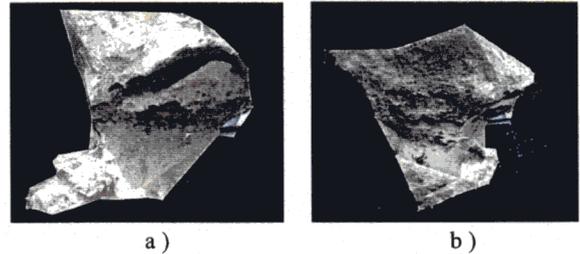


図4 写真測量により作成した鳥瞰図

5. 計測結果

図1に、写真測量と3Dレーザースキャナの計測点の分布を示す。写真測量に比べ、3Dレーザースキャナの計測点は非常に高密度で一定の間隔で分布していることがわかる。写真測量では、2枚の画像から同一地点が認識できる箇所ではしか計測が行えないため、凹凸の大きな箇所や影の部分等の計測は困難であった。これらの箇所の計測を行うためには、フラッシュの使用や撮影箇所を増やす必要があることがわかった。

図2に、代表的な計測点を示す。計測点1, 2は、対象斜面の岩塊上に位置し、色調変化が少なく位置同定が困難な箇所である。計測点3は、看板の輪郭部であり比較的位置の同定が容易な箇所である。これら計測点について、写真測量と3Dレーザースキャナの計測精度を比較した。

表2に、3Dレーザースキャナの計測値を正解値としたときの写真測量の計測誤差を示す。計測点3においては、誤差が10mm以下であり、比較的精度が高い。

一方、計測点1,2においては、誤差が最大20mm程度と大きく生じており、位置同定の誤差による精度低下がみられた。これらの結果より、現場における写真測量の計測精度は、位置同定が容易な箇所においては、ほぼ理想精度で計測が行えることがわかった。但し、自然斜面上の位置同定が困難な場合は、20mm程度の精度となることが確認された。

図3に、各計測結果より作成した点線位置の断面図を示す。3Dレーザースキャナに比べ、写真測量は、測点数が少ないため、スケールに5cm程度の誤差がみられるものの、概略的な形状は求められている。簡易的な計測としては、その有効性がみられる。

図4に、写真測量より求めた三次元座標より作成した鳥瞰図を示す。対象の現状写真を三次元座標と一致させることが可能であり、亀裂や岩盤の位置同定が容易に行え、写真測量の有効性がみられた。

以上の結果より、写真測量と3Dレーザースキャナの主な特徴についてまとめたものを表3に示す。

表3 写真測量と3Dレーザースキャナの主な特徴

	写真測量	3Dレーザースキャナ
長所	・特殊な機器は必要としない	・数mm～数cm毎の高密度な計測
	・現場作業は写真撮影のみ	・計測精度は±6mm
	・対象の位置同定が容易	・現場でリアルタイムに三次元座標が求められる
	・亀裂・危険箇所の現状を立体的に把握可能	・夜間計測が可能
	・利便性が高い	
短所	・経済的	
	・室内作業が必要	・特殊な機器が必要
	・計測精度は数cm程度	・対象の位置同定が困難
	・夜間計測は出来ない	

6. まとめ

地形の三次元計測において、写真測量や3Dレーザースキャナは、短時間で広範囲の計測が可能であり、その有効性がみられた。両者には一長一短の特徴があることから、利便性や経済性などを踏まえ、計測目的と必要精度に適した計測方法を用いることで、今後、計測作業の迅速化が進むものと考えられる。