

デジタルステレオ画像解析による斜面検査システム

三井建設（株） 正会員 加藤 洋次

三井建設（株） 武山 峰典

三井建設（株） 正会員 高田 知典

三井建設（株） 正会員 掛橋 孝夫

1. はじめに

当社ではデジタルスチルカメラを用いて地形を左右2方向から撮影し、その画像データを処理・解析することにより3次元形状を計測するシステムをすでに開発している。造成工事を主な対象に新しい出来形測量方法として地形の形状、表面積、土量の計測を様々な現場で行い、その計測精度は十分な評価を得ている。一方で、このシステムは面的な計測は可能であるが点の計測が十分な精度でできないといった問題点を抱えており、点計測の要望（特に斜面における点計測）に応えることができないでいた。そこで、撮影方法や計測手法に改良を加えて、点計測専用のシステムを開発し斜面の検査に適用を試みた。

2. 斜面検査手順

斜面上の点を計測する手段としてトータルステーションやGPS（汎地球測位システム）を挙げることができる。これら2つの計測方法で共通に言えることは直接計測する点に触れて測らねばならないことであり、斜面のような足場の悪い所では危険を伴う作業となる。さらに、GPSに関しては衛星を4つ以上捕捉しなければならぬため、斜面のように片側の空が見えない場所では計測できる時間帯が限られてしまう。このような従来法の問題点を踏まえて本システムでは以下の手順で斜面上の点の計測を行うこととした（図-1参照）。

①基準点の設置：計測対象となる斜面の周辺に基準点を3点以上設置して、その点の平面座標および高さを予め計測しておく（できれば計測範囲を囲うように設置する）。定期的に決まった場所を計測する場合は基準点を固定しておく。

②ステレオ画像の撮影：基準点が全て写るようにステレオ画像を撮影する。面的な計測（斜面の3次元形状など）を行う場合には、左右のカメラの基線長（左右のカメラの間隔）をあまり長くとると、写された対象物が非常に歪んでマッチング処理

（左右の画像上で対応する点を全面に渡って自動的に探索する処理）が行えなくなり計測不能となるが、点の計測の場合には、オペレータが計測点を指示するので点が確認できる範囲でできるだけ長く基線長をとる（高い計測精度が得られる）。

③標定計算：ステレオ画像をEWS（エンジニアリングワークステーション）に入力した後、基準点とパスポイントを基に撮影時のカメラの傾き等のパラメータを求め、画像上の座標と地表面上の座

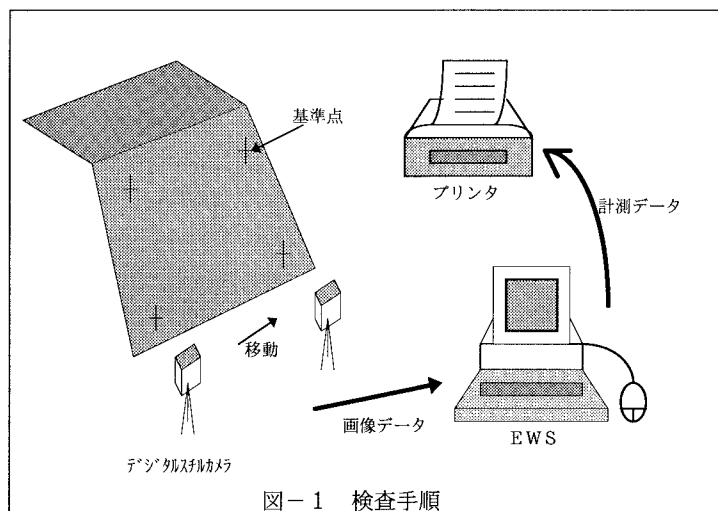


図-1 検査手順

標との関連付けを行う。オペレータは基準点およびバスポイントの座標をマウスで指定するだけである（図-2参照）。

④点座標の出力：モニタに表示されたステレオ画像上の計測点をマウスで指定することにより、その点の3次元座標が画面およびファイルに出力される。

3. 計測精度

CCDの画素数の異なる2台のデジタルスチルカメラを用いて実際の斜面上の点を計測した結果を表-1に示す。カメラAのCCDが160万画素であるのに対してカメラBは1/4の40万画素であるが、あまり大差のない結果が得られた。これは基線長を長くしてステレオ画像を撮影したためであり、基線長が短くなるほど画素数の違いが計測精度に大きく影響を及ぼすようである。

4. システムの特徴

本システムはトータルステーションやGPSなど従来の計測方法に比べて計測作業（撮影）が非常に短時間であるとともに、計測点に触れることなく非接触で計測を行うことができるため、交通量が多い道路沿いの法面や落石等の危険がある斜面等においては非常に効果があると思われる。また、従来の計測方法では計測した場所しか結果が残らないが、このシステムでは計測点以外の点（画像上で確認できる点）も計測が可能である。さらに、撮影した画像データを整理・蓄積してデータベース化しておけば、時系列的に斜面の動きを把握することも可能であり、記録写真としても使用できる。

5. おわりに

ここで紹介したシステムはEWSを用いて解析しているため従来の計測方法のようにその場で計測結果を出力することができない。解析の内容は画像表示と座標入力および座標変換と言ったものが主であり、これらは携帯可能なノート型パソコンでも十分に処理できることから、現在、計測結果をより早く現場にフィードバックできるようにパソコン版のシステムも開発中である。

表-1 計測精度

No.	カメラA			カメラB		
	d x	d y	d z	d x	d y	d z
1	-0.004	-0.009	0.004	0.004	0.005	0.009
2	0.013	0.009	-0.003	0.008	0.019	0.005
3	0.007	0.003	-0.005	0.005	0.005	0.002
4	0.010	-0.002	0.003	0.006	-0.004	0.008
5	0.001	-0.008	-0.011	-0.003	0.010	-0.007
6	-0.004	-0.013	0.001	-0.012	-0.001	0.006
7	-0.001	-0.013	-0.001	-0.018	-0.002	0.002
8	0.003	-0.005	-0.006	-0.005	-0.026	-0.008
9	-0.007	-0.005	-0.005	-0.031	-0.007	-0.003
10	-0.007	-0.011	-0.007	-0.012	-0.021	-0.009
標準偏差	0.006	0.005	0.004	0.010	0.010	0.006

単位:m

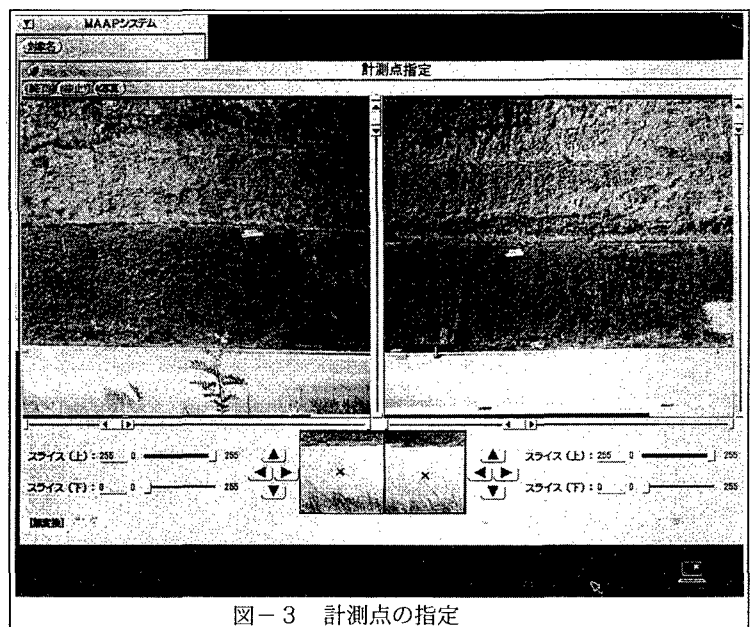


図-3 計測点の指定