

斜面モニタリングへの精密写真測量の適用

京都大学大学院 学生員 ○長野 洋平

京都大学大学院 正会員 大西 有三

京都大学大学院 正会員 西山 哲

中日本高速道路 中央研究所 正会員 大窪 克己

中日本高速道路 中央研究所 正会員 浜崎 智洋

中日本高速道路 中央研究所 正会員 天野 浄行

1. はじめに

日本を含むアジア諸国は、急峻な地形と脆弱な地質のため斜面崩壊や地すべりが発生しやすい環境にある。このような中で斜面の安定問題に社会の関心が集まっている。自然あるいは施工中の斜面の安全を評価する上で計測は欠かすことのできないものであるが、従来の計測機器は局所的な観測に限られており、長大な斜面に設置し計測しようとする多くの手間やコストがかかる。本研究ではこれに対する有効な手法としてデジタルカメラを用いた精密写真測量手法を道路斜面の変位の検知に応用し、その適用性について検討した。

2. 計測方法

斜面の計測のように広範囲に変位が想定されるような箇所での計測においては、計測対象にあらかじめ座標がわかっている基準点の設置は困難であることが多いため、絶対座標を得ることはできない。そこで相対座標を用い、任意の3点から形成される三角形の面積ひずみにより斜面の動態を観測した。図-1 にその考え方を示す。この場合面積ひずみ率は0.1%となる。また評価基準として表-1 に示す管理基準値を用いた。

対象法面は、高さ50m、幅200m、奥行き120mである。図-2 に計測対象の全景写真を示す。この法面は過去にすべり崩壊をしたため、施工段階および維持管理段階において注意深く観測することが必要である。次に計測条件について述べる。使用したカメラはNikon D100 (3008×2000 pixel)で、レンズの焦点距離は上段に対しては50mm、下段に対しては35mmである。斜面に111個のターゲットと26箇所の長さが既知である基準尺を設置した。撮影位置は道路開通後においても同一位置からの撮影が行えるよう、相対する法面上および保護路肩部の22地点とし、撮影枚数は76枚とした。

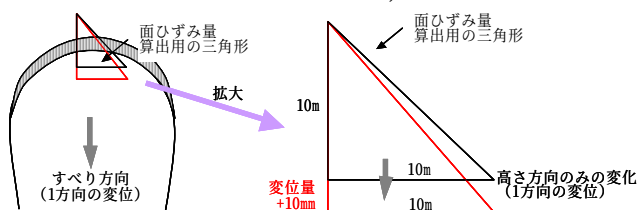


図-1. 変位と面積ひずみ量の概念図

表-1. 面積ひずみを用いた管理基準値

対応区分		点検・要注意または観測強化	
		(建設段階)	(管理段階)
基準値		5mm以上/10日	10mm以上/30日
計測頻度	1回/15日	7.5mm以上	-
換算値	1回/30日	15mm以上	10mm以上
面ひずみ量	1回/15日	0.075	-
(%)	1回/30日	0.15	0.10

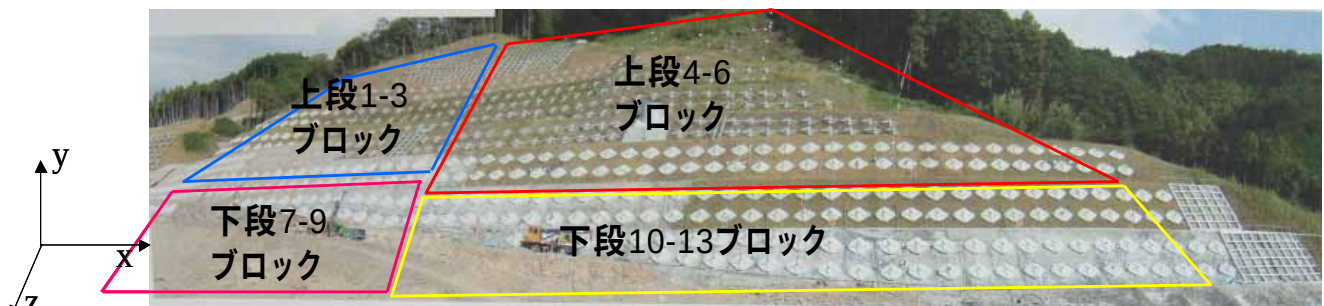


図-2. 対象法面の全景

キーワード 写真測量, 斜面モニタリング

連絡先 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 京都大学大学院工学研究科 都市環境工学専攻 ジオフロント環境工学講座 075-753-5129

3. 計測結果

計測結果について述べる。内的精度は、対象点座標推定値のばらつきの範囲をあらわしており、計測の正確さを示す。5回の計測において全ターゲットの座標値の計算結果の平均を求めた。その計測結果を表-2に示す。x, y, z軸方向は図-2に示すとおりである。

この結果から、対象法面に対して安定して計測ができていることがわかる。計測結果のばらつきはいずれも約2.7mmであり、撮影条件が適切であれば、ほぼ同じ計測精度で再現することが可能であるといえる。また、下段に比べて撮影距離が長くなる上段の撮影では(図-3 参照)、焦点距離の長いレンズを使用することによって写真上の像のサイズを同じにしているため、精度の低下がなく計測できていることがわかる。

次に、計算から得られた対象点の三次元座標を用いて斜面の動態を検証する。例として、上段 4-6 ブロックの 11 月 15 日と 11 月 28 日の解析結果から計算した面積ひずみを図-4に示す。解析を行った期間内では、局所的に大きなひずみを示す箇所は見られなかったため、大きな変位は生じていないと考えられる。

4. まとめ

本研究では、精密写真測量を斜面に適用した際に発生する問題点に対して面積ひずみを用い、斜面変位の管理を行った。

撮影距離が遠く、また撮影位置が限られる場合においても適切な撮影形態をとれば高精度で計測を行うことが可能であるため、斜面モニタリングに十分対応できることがわかった。面積ひずみについては、視覚的にあらわすことにより危険箇所の特定が容易になり、特に変位が大きい地点には重点的に対策工を施すことが可能となる。

今回の解析では一定の期間ごとに撮影されたデータを用いたが、その間に変位が発生する可能性は十分にある。定期的な観測で変位の兆候が見られた場合には、早急に再度計測を行い、同一の箇所にひずみが発生していれば、その箇所に関して撮影の頻度を上げ重点的に斜面の導体を観測する必要があると考えられる。さらに現場へ普及していくためには、

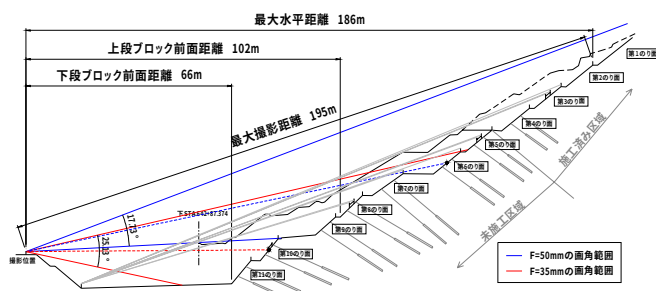


図-3. 対象法面断面図

表-2. 計測結果(単位:mm)

対象領域	日付	9/24	10/3	10/28	11/15	11/28
上段1-3				3.037	2.816	2.943
上段4-6		2.602	2.967	2.802	2.687	2.72
下段7-9						2.77
下段10-13						3.438

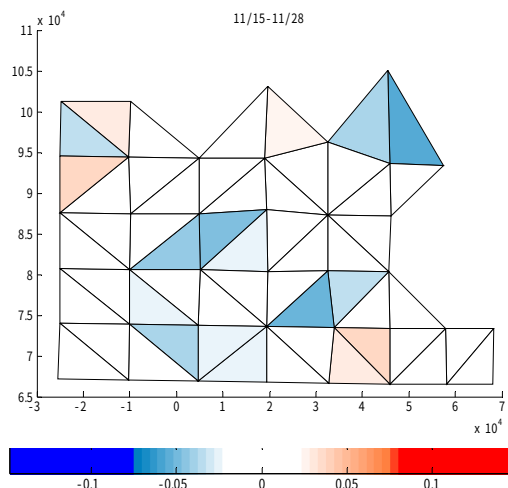


図-4. 面積ひずみの分布図

画像枚数や撮影地点などと計測精度の関係を明らかにするなど最適な撮影形態の確立やターゲットを用いない手法の開発が必要である。

参考文献

- 1) 大西有三・西山哲・矢野隆夫・緒方健治・松山裕幸：精密写真測量技術の斜面監視システムへの適用に関する研究，土木学会論文集No771/III-68，pp.187-197，2004.9
- 2) 西山哲・大西有三・大津宏康・矢野隆夫・龍明治・李徳河：デジタル画像計測法の斜面防災モニタリングシステムへの応用に関する研究，応用地質，第44巻，第6号，pp.331-340，2004