

CCDカメラを用いた斜面崩壊監視システムに関する開発研究

株式会社 間組	菅原光一
東日本旅客鉄道株式会社	島村 誠
東日本旅客鉄道株式会社	相川信之
長岡技術科学大学建設系教授	鳥居邦夫
長岡技術科学大学建設系教授	高田孝次

1.はじめに

斜面崩壊や地すべりで表面移動量を知ることは、発生原因を探究し、地すべり等の機構を解明するうえで非常に大切なことである。特に、表面移動量を随時観測することができれば、崩壊による災害を未然に防いだり、災害による被害を最小限にすることが可能になる。現在、表面移動量調査に主として用いられている標柱、伸縮計、傾斜計による調査方法は、地形や地質・観測区域の大小によって、観測コストが増大したり、計器の設置に熟練や時間を要するものである。しかも周辺環境の影響による誤作動が多く、定期的なメンテナンスも必要であり、機器の性能を十分に発揮できていない。

本研究では、これらの観測機器に変わる表面移動量調査方法として、CCDカメラを用いた斜面崩壊監視システムを提案する。本システムでは、斜面に設置したターゲットを異なる地点に設置した2台のCCDカメラで撮影し、その画像データに三角測量法を適用することにより、ターゲットの3次元座標値の移動量を計測しようとするものである。

2.測量精度

非測定用のCCDカメラを斜面崩壊監視に適用するための計測精度の把握は、既往の基礎的研究でなされている。ここで、従来の測量器具による測量精度がCCDカメラによる測量精度の基準として用いることができるかを明らかにするために、三角測量と同等に精度の高い測量方法である多角測量（トラバース測量）を行なった。トラバース測量の持つ精度が、カメラによる測量に比べ、 $1/10$ 以下のばらつきであることがわかったので、測量機器による計測値を基準に、CCDカメラによるシステムで算出された絶対値の誤差を判断しても差し支えないことが明確になった。

3.屋外実斜面実験

本研究では、遠隔地での無人観測に向けて、あらゆる操作の自動化をはかり、また、新たにパソコン通信を取り入れたデータ通信システムとの統合を計り、移動量計測システムとして、より完全なものへと仕上げ、また、本システムの実斜面に対する計測精度を確認するため、敢て、コンクリートの格子等で固められた屋外斜面を選定し（図1参照）、本計測システムが、その斜面が不動であることをどれほど誤差がなく、正確に計測できるかの、精度を確認する実験を行なった。その結果、絶対座標系では、各天候、各方向の精度（ 2σ ）は、平均してカメラ1画素（観測距離40mで32mm）程度であったが、ターゲット間の相対関係に着目する相対座標系で解析すると、精度はカメラ1画素の3分の1程度と、絶対座標系でのばらつきを $1/3$ に低減させることができた。（図2参照） また、ターゲットの大きさで精度の比較をしてみたところ小さいターゲットの方がばらつきは小さかったことより、屋外では大きいターゲットの方が環境変化の影響を受けやすいと思われる。（図3参照） また、蛍光シール（緑）を用いた材質による比較も行なったが、差はあまり見られなかった。（図4参照）

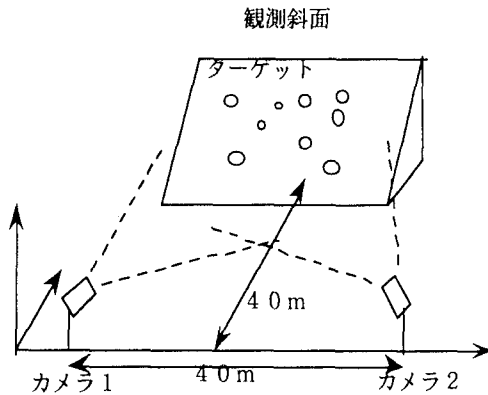


図1 観測エリア

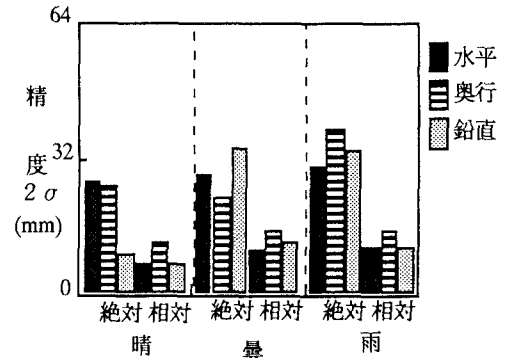


図2 絶対座標値と相対座標値の各天候、各方向での比較

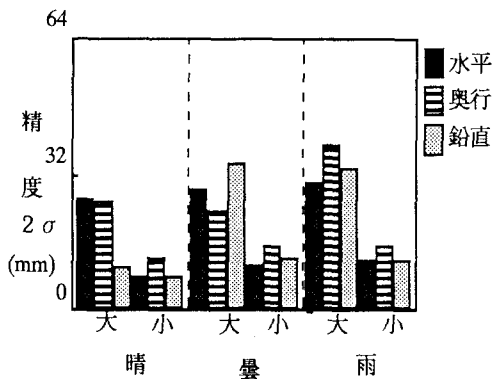


図3 ターゲットの大小による比較

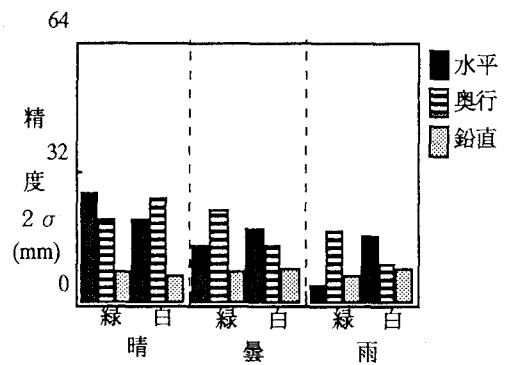


図4 ターゲットの材質による比較

4. 結論

本システムで用いた安価なCCDカメラでのシステムでは、従来の三角測量によるものを基準としても差しつかえないことが明確になり、また、無人観測システムの達成と、その実斜面に対する精度の確認により、より実用的なシステムへと完成した。今後は、環境に左右されないターゲットの開発と、変動斜面に対する本システムの精度を確認する必要がある。

参考文献

1. 日本写真測量学会編 : 写真による三次元測定、応用写真測量、共立出版株式会社
2. 小橋、佐々 : 地すべり・斜面崩壊を防ぐために、山海堂
3. 植原 : 測量の基礎、山海堂
4. 小櫻 : 鋼橋の完成検査システムに関する研究、長岡技術科学大学大学院工学研究博士論文 昭和62年