

GPSによる連続変位計測と不連続面調査結果を用いた斜面の安定評価法について

山口大学工学部 正 清水 則一
 山口大学大学院 学○野村 貴司
 山口大学大学院 学 松田 浩朗
 山口大学大学院 学 藤谷 隆之

1. はじめに

長大斜面の安全監視を目的に、GPS変位モニタリングシステムを開発し、鉱山斜面や地すべり地に適用している¹⁾⁻⁴⁾。

岩盤斜面の安定評価において、岩盤は節理や層理などの不連続面が存在し、岩盤崩壊はこの不連続面による岩盤すべりの形態を取ることが多い。このため、岩盤斜面の安定評価において不連続面の幾何学情報は重要となる。

本研究は、GPS変位計測結果と不連続面調査結果を用いた安定評価手法について検討する。

2. 不連続面調査結果を用いた安定評価手法

不連続面の調査結果が得られると、不連続面の分布を知ることによって、起こる可能性のある崩壊形態を推定できる⁵⁾。さらに、変位計測結果から変位方向が得ると、数多くの不連続面から斜面の変位挙動に影響を与えている不連続面を特定できる可能性がある。岩盤斜面崩壊の代表的な崩壊形態として、平面すべり、トップリング、くさび型すべりの3つが挙げられるが、本研究ではくさび型すべりについて検討する。

くさび型すべりの発生条件は、1) 2つの不連続面の交線が摩擦角より大きい、2) 2つの不連続面の交線が岩盤から自由面に対して突き出している、である。GPSでは3次元変位を連続計測できるためこれに着目し、3) 2つの不連続面の交線が変位方向と一致する、という条件を加える。この条件をステレオネットで表したものを図-1に示す。この方法により、変位計測結果からすべりに影響を与えている不連続面を推定することが可能となる。

3. シミュレーション実験

本研究で使用したモデル斜面を図-2に示す。実験は、このモデル斜面の変動ブロックを移動させ、その時の変位をGPSにより計測した。その時の移動量として大規模な崩壊が発生した例を用いた⁶⁾。また、山口県の鉱山斜面の不連続面調査結果を用い、その結果とモデル斜面の不連続面を重ね合わせ、その中からすべりを起こしているモデル斜面の不連続面を特定することを試みた。図-3に鉱山斜面の不連続面とモデル斜面の不連続面を重ね合わせたステレオネットを示す。

図-4に実験におけるGPS計測結果を示す。図は上から、(a)緯度方向、(b)経度方向、(c)高さ方向、そしてそれらを合成して得られた(d)全変位量、である。図中の○印は計測結果、実線はトレンドモデルによる平滑化結果である。

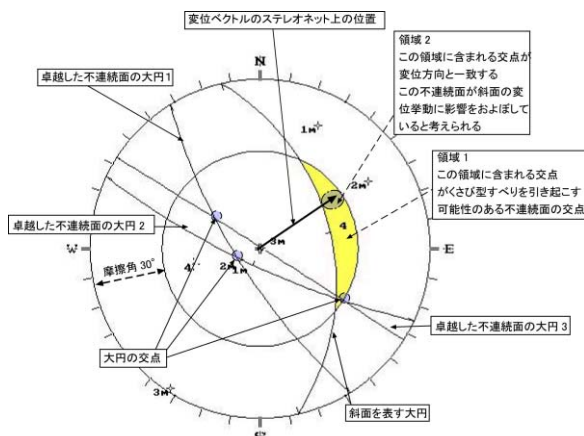


図-1 くさび型すべりの発生条件

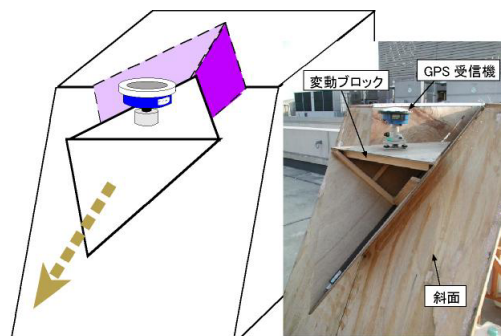


図-2 モデル斜面

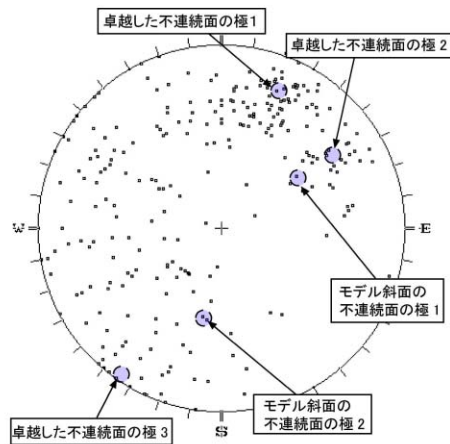


図-3 不連続面調査結果

Key Words : GPS, displacement monitoring, rock slope stability, stereonet

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1 山口大学大学院 理工学研究科 環境共生工学専攻 松田 浩朗

TEL 0836(85)9334 E-mail:matsuda@rock.civil.yamaguchi-u.ac.jp

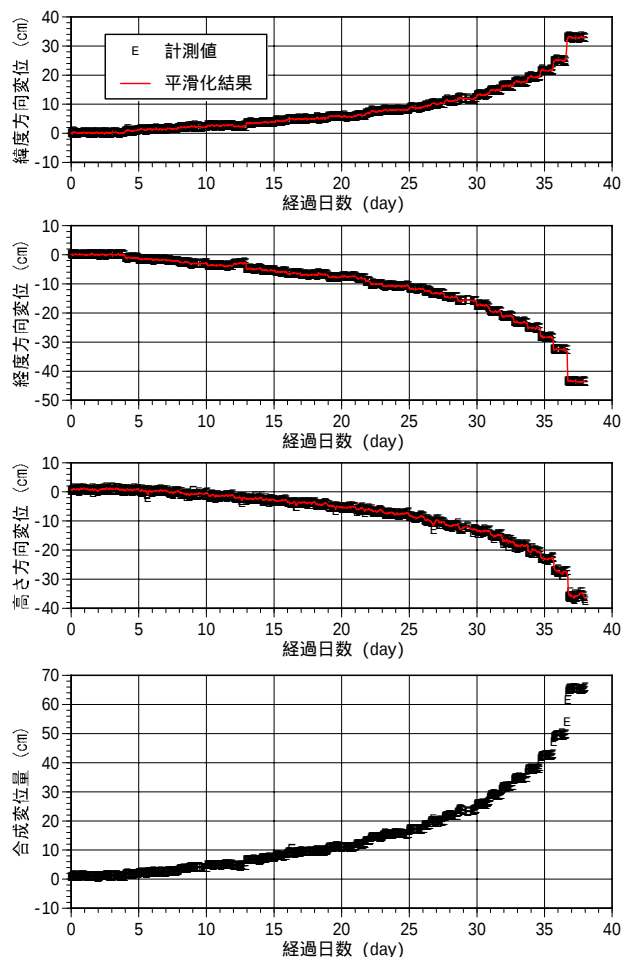


図-4 計測結果および平滑化結果

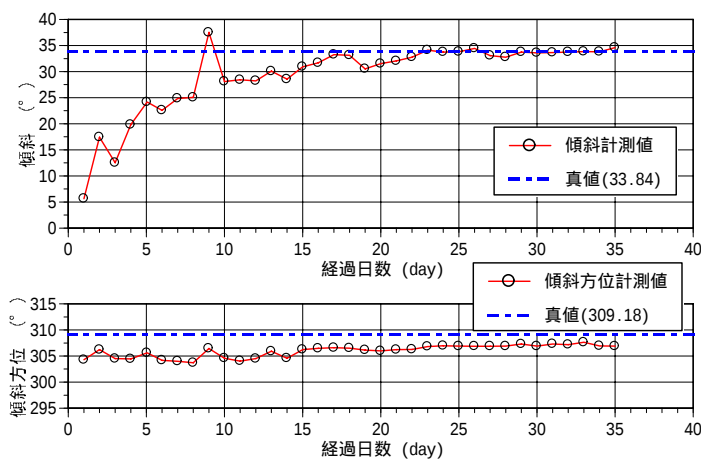


図-5 崩壊時刻の予測結果および変位方向計測結果

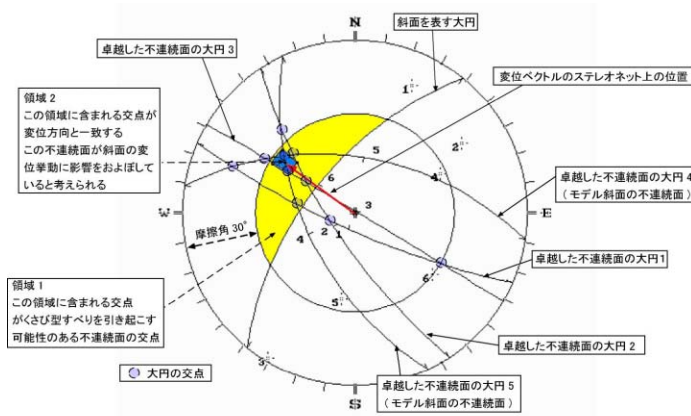


図-6 くさび型すべりに対する評価

さらにこの結果から得られた変位方向の結果を図-5に示す。図中の○印は1日毎の計測結果で破線はクリノメータにより計測されたモデル斜面不連続面の交線の値である。本研究ではこの値を真値として用いる。図より、傾斜、傾斜方位とも、変位量が大きくなるに従い、計測値は真値に近づき、最終的には真値付近で収束している。

図-6にこの結果をステレオネットで示す。図中の変位方向は変動開始から10日目の結果を用いており、また図中の領域2は変位方向から $\pm 5^\circ$ の範囲をとっている。図より、不連続面の交点10点の内、2点まで絞りこむことができています。

4. おわりに

本研究では、不連続面の調査結果を用いた変位計測に基づく安定評価手法を提案し、基礎的な実験を行った。その結果、すべりを生じている不連続面を絞り込む可能性を示した。

実験において、変動初期に変位方向の計測誤差が大きかった。これはモデル斜面の変動ブロックがすべりとともに転倒を起こしている可能性が考えられる。また、安定評価手法において領域2の範囲を検討することが課題である。

謝辞：GPS受信機は古野電気㈱の協力をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 近藤仁志, M. E. Cannon, 清水則一, 中川浩二: GPSによる地盤変位モニタリングシステムの開発, 土木学会論文集, No.546/-32, pp.157-168, 1996.
- 2) 清水則一, 小山修治, 小野浩, 宮下耕一, 近藤仁志, 水田義明: GPS変位モニタリングシステムの連続観測による安定性の検証と計測結果の処理方法の提案, 資源と素材, Vol.113, No.7, pp.549-554, 1997.
- 3) 清水則一, 安立寛, 小山修治: GPS変位モニタリングシステムによる斜面変位計測結果の平滑化に関する研究, 資源・素材学会誌, Vol.114, No.6, pp.397-402, 1998.
- 4) 清水則一, 安立寛, 荒井正, 会津隆士: 地すべり監視におけるGPS変位モニタリングシステムの適用, 土と基礎, Vol.48, No.2, pp.25-27, 2000.
- 5) E. Hoek, J. W. Bray (小野寺透, 吉中龍之進訳): 岩盤斜面工学, 朝倉書店, 1979.
- 6) 土木学会: 岩盤斜面の安定解析と計測, pp.161-166, 1994.