

緩慢に変位する斜面の安定性評価フローの提案

(一財) 電力中央研究所 正会員 ○小早川 博亮
 (一財) 電力中央研究所 非会員 久野 春彦

1. はじめに

日本の様な山岳地域には、年間数 mm 程度の変位速度を持つ斜面移動現象が多数存在する。このような斜面に重要構造物が設置される場合、設備保全のための斜面の維持管理が必要となる。斜面維持管理の方法の例として、図-1 に示す斜面維持管理フロー¹⁾が提案されている。年間数 mm 程度の変位に対しては、「計測による監視」が実施されることが多く、計測の結果を踏まえた「斜面崩壊の予測」と「危険か」を判断することが必要とされる。

計測の結果からその危険性を判断するための方法として種々の方法が提案されている。代表的な方法として、斉藤²⁾は、斜面のひずみを経時的に測定することにより、ひずみ速度から崩壊時刻を予測する方法を提案している。この方法はクリープ破壊したデータに基づきひずみ速度から回帰式により崩壊時間を推定することから、実際にひずみ速度が分布する範囲、すなわち破壊に近い状態では崩壊時刻を精度良く評価でき、地すべり崩壊に対する予測として数多くの適用実績がある。しかしながら、クリープ破壊したデータの分布しない、ひずみ速度が小さい範囲への適用には困難が伴う。このような場合に、段階的クリープ試験からクリープ破壊に対する上限降伏値を求め、それにより安定性を評価する方法を検討し³⁾、適用の見通しを得てきた⁴⁾。本報告では、計測による監視の結果によって得られた変位の情報に基づき、危険かを判断するための方法(フロー)を提案する。なお、本論では構造物の基礎となる斜面の安定性を対象とし、上載される構造物の有する機能限界については、構造物ごとにその基準が異なることから、それらを含めた安定性については言及しない。

2. 緩慢に変位する斜面の安定性評価フロー(案)

提案する評価フローを図-2 に示す。このフローは、図-1 の維持管理フローを構成する「斜面崩壊の予測」と「危険か」をより詳細に示したものである。崩壊の予測には、具体的に変位が認められる箇所の変位に基づくひずみ速度($\dot{\epsilon}$)を用いる。例えば、孔内傾斜計により変位箇所の傾斜がわかれば、それをもとにせん断ひずみを求めてひずみ速度を評価することができる⁵⁾。図-2 の「b. 既往の評価式に適用できる範囲か」において、

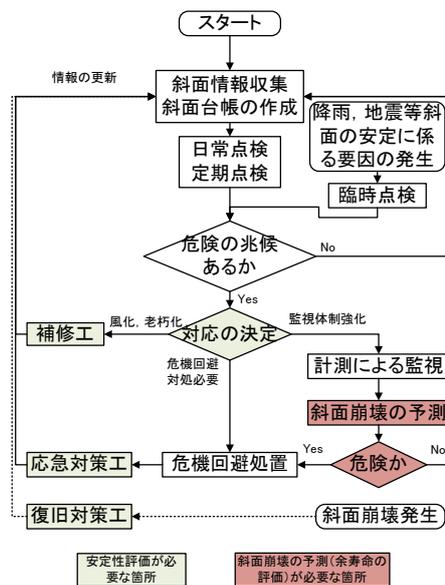


図-1 斜面の維持管理フロー¹⁾

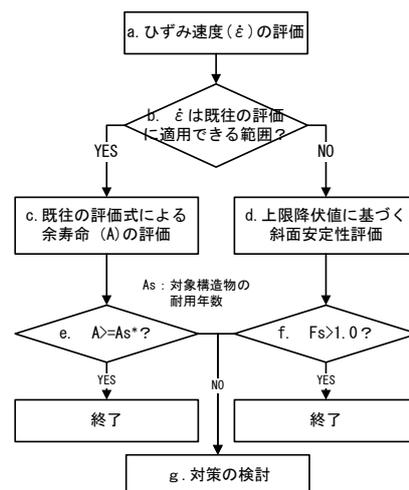


図-2 緩慢に変位する斜面の安定性評価フロー(案)

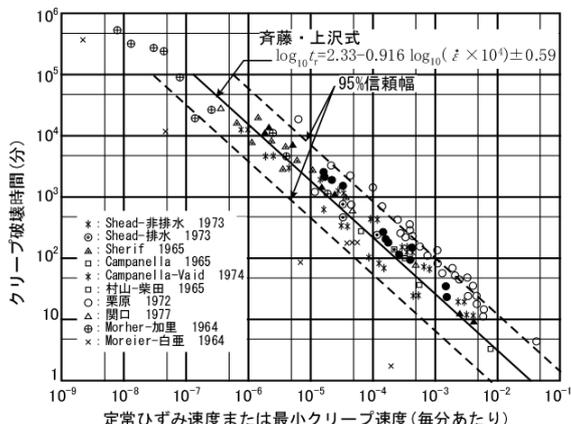


図-3 ひずみ速度とクリープ崩壊時間との関係³⁾

キーワード：斜面，安定性評価，維持管理，計測

連絡先：〒270-1194 我孫子市我孫子 1646 E-mail: h-koba@criepi.denken.or.jp

評価式は種々のものが考えられるが、ここでは、前述の斉藤の方法によるひずみ速度と崩壊時間の関係(図-3)を用いる。図-3に示されるように、ひずみ速度はおおよそ $10^{-3} \sim 10^{-8}$ /分の範囲に分布していることがわかる。算定したひずみ速度がこの範囲内であれば、図中の「斉藤・上沢式」により、崩壊時刻を評価し、これを余寿命(A)と読み替える(c.)。余寿命(A)が評価できれば、これを構造物の耐用年数との関係で、対策が必要かどうかを判断する(e.)。一方、ひずみ速度が(b.)での範囲から外れる場合には、安定性評価を実施する(d.)。安定性評価の結果、安全率が基準値を下回れば対策を実施し、そうでなければ終了する(f.)。ひずみ速度の評価は具体的に変位が認められる地盤内での変位が望ましいが、変位している土塊の地表面変位に基づいて評価したひずみによって $\dot{\epsilon}$ を算定して、評価することも考えられる。ただし、この場合にはひずみ速度の評価が過少になることもあるので注意が必要である。

3. 安定性評価フローの適用例

このフローを適用して評価した一例として、長崎変成岩類に属する砂質片岩を基盤として表層部に崖堆積物が分布し、年間数mm程度の変位が認められた斜面での事例を示す。図-4に対象とした斜面の地形図を示す。斜面には孔内傾斜計が設置されており、変位累積箇所で地すべりの計測を実施している。計測は、20cmピッチの地中ひずみを計測しており、最も変位累積の顕著な個所のひずみと、それをもとに算出したひずみ速度の経時変化を図-5に示す。観測されたひずみは、出水期(6月～10月)に速度を増加しているが、非出水期のひずみ速度は 10^{-8} /分よりも小さい値を示すことから、フローに基づけば安定性評価を実施することとなる。安定性評価は、当該斜面から採取した材料のクリープ特性を室内試験により求め、弾塑性解析に基づき実施した。クリープ破壊の上限降伏値に対する安全率は1.71であり、当該斜面の安定性は確保される結果となった⁴⁾。

4. おわりに

既往の斜面の維持管理フローにおける計測による監視に関する項目の内容をより詳細に検討することで、監視対象の斜面の安定性を検討する方法を提案した。今後は、緩慢に変位する斜面の安定性評価に適用して評価フローを確立していく予定である。

参考文献

- 1) 土木学会 岩盤力学委員会：岩盤斜面の安定解析と計測，p.241，1994。
- 2) 斉藤迪孝，上沢弘：斜面崩壊時期の予知，地すべり，Vol2，No.2，pp.7-12，1966。
- 3) 小早川博亮，納谷朋広，久野春彦：緩慢に変位する斜面の安定性評価に関する一考察，第14回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，講演番号074，2017。
- 4) 小早川博亮，久野春彦：緩慢に変位する斜面の安定解析，土木学会全国大会第74回年次学術講演会，III-90，2019。
- 5) 小早川博亮，久野春彦：年間数mmの緩慢な斜面変位の計測とその考察，第13回岩の力学国内シンポジウム講演論文集，講演番号095，2013。

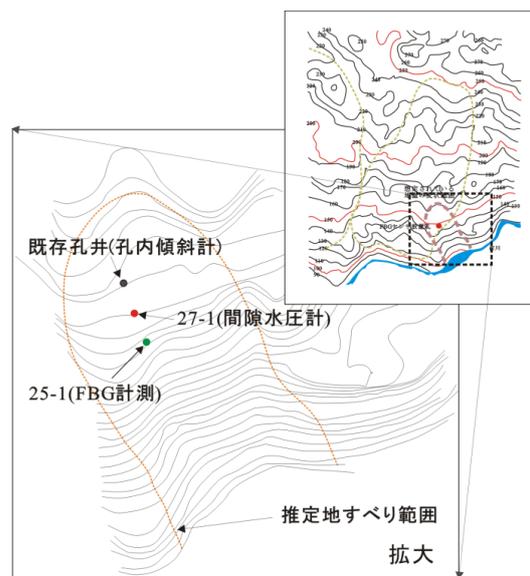


図-4 地すべり範囲と孔井配置図⁴⁾

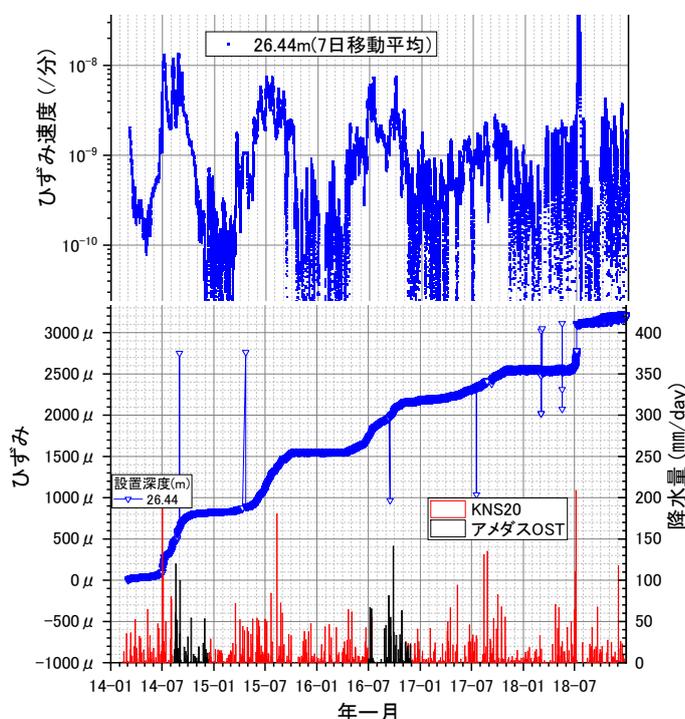


図-5 ひずみ累積個所の経時変化