

# 岩盤斜面安定度評価システムの構築について

㈱帝国建設コンサルタント 小嶋 正樹・鷲見 武富

## 1. はじめに

1996年に全国で実施された道路防災点検により、我が国には20万箇所を超える膨大な数の危険斜面が存在することが明らかになった。しかし、公共事業予算の縮減傾向の中で、対策工事に着手できる危険斜面の数には限りがある。その中で効率的に防災対策を推進するためには、斜面の危険度評価・災害の発生予測・被害予測などの危険斜面情報の管理によるソフト的な対策を強化することが重要である。本研究では、平成13年度にソフト的な対策の基盤システムとして、岐阜県をモデルにしたGISのプロトタイプ（道路防災GIS）を構築した<sup>1)</sup>。

道路防災GISは、防災点検箇所別記録などの既存の斜面情報を一元管理し、必要なときに必要な情報を利用できるように整備したものである。しかし、既存の道路防災点検記録には斜面崩壊の危険性を定量的に評価した情報が無く、対策工事の優先度を検討する上で十分な情報が揃っていないとは言い難い。本研究では、この現状を踏まえ、岩盤斜面の安定度を定量評価するためのツールとして「岩盤斜面安定度評価システム（以下、安定度評価システムと記す）」を構築した。

## 2. 安定度評価システムの概要

安定度評価システムは、デジタル写真を用いた写真測量機能と写真測量で得た斜面形状に対する安定度評価機能で構成される。デジタル写真による写真測量は、計測機器が安価であるとともに、遠隔計測が可能であることから、接近が困難な斜面の3次元形状を求めるための手法として採用した。

システム利用者が行う作業は写真測量・安定

度評価の2つである。以下にそれぞれについて略述する。

### (1) 写真測量

市販のデジタルカメラを用いて危険斜面のステレオ写真（図-1）を撮影する。ステレオ写真の撮影位置は、被写体までの距離の30%前後の間隔を空け、一定以上の「視差差」を持つように撮影する。

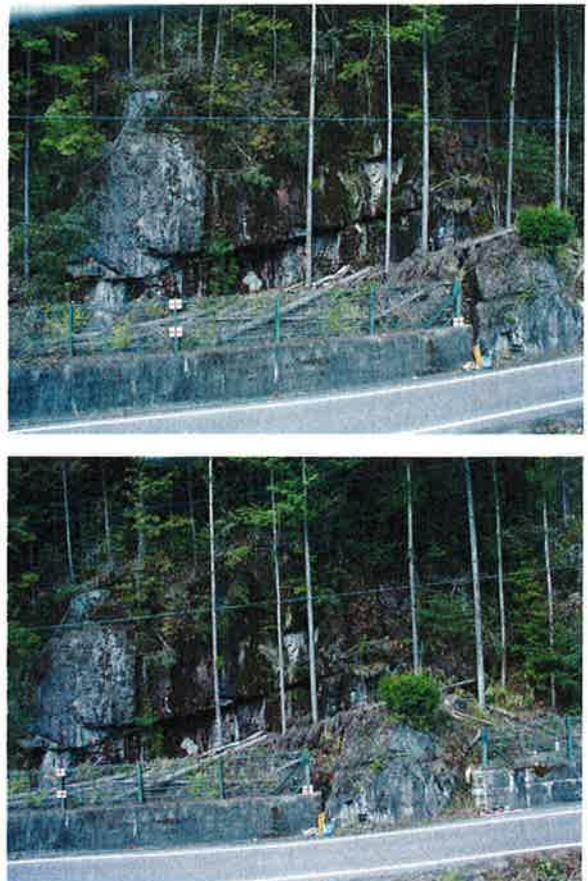


図-1 危険斜面のステレオ写真

ステレオ写真を用いて、斜面形状とき裂面を計測する。斜面形状は、斜面の輪郭と表面の凹凸部分などの端点を、形状を代表する特徴点として計測する。き裂面は、岩盤表面に現れたき裂線上の点をき裂構成点として計測する。1つ

のき裂面の幾何特性を決定するためには最低3点の構成点が必要である。図-1の写真を用いて計測した3次元形状を図-2に示す。

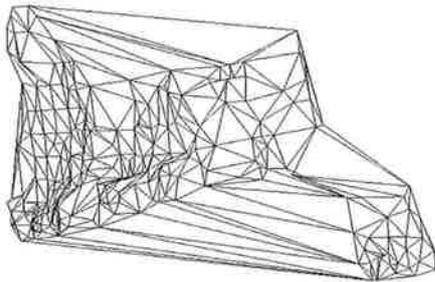


図-2 3次元形状ワイヤーフレーム

## (2) 安定度評価

### ①斜面要素・き裂面方程式の生成

安定度評価には斜面形状を表すTIN (Triangular Irregular Network : 不定形三角網) モデルと、き裂面方程式を用いる。き裂面方程式は (1) で計測したき裂構成点を3点以上指定することで、構成点の3次元座標から算出する。TINモデルは、計測点の分散を考慮して安定度評価システムが自動的に生成する。TINモデルとき裂面の生成例を図-3に示す。斜面とき裂面の関係を一目で把握することが可能である。



図-3 TINモデルとき裂の生成

### ②解析パラメータ

安定度評価には、き裂面のすべり摩擦角や岩盤の単位体積重量などのパラメータが必要である。安定度評価システム内には地質・岩種区分ごとにパラメータの基準値が準備されているが、現地で計測するのが望ましい。

### ③安定度評価 (安定解析)

安定度評価手法には、鷲見と八嶋<sup>2)</sup>の手法を用いた。鷲見らの手法は、多数のき裂面の中から不安定な岩盤ブロックを構成するき裂面を検出する手法であり、岩盤すべりと落下を対象と

した予備的・概略的な評価手法である。安定度評価システムでは、この手法をトップリング (転倒) 崩壊に拡張している (図-4)。外力として、水圧と地震力を考慮できる。

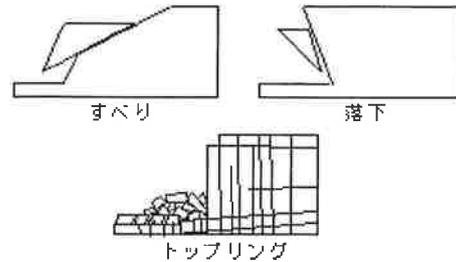


図-4 評価可能な崩壊のタイプ

### ④安定度評価結果の表示

評価結果は文字情報と視覚情報に出力する。崩壊の恐れのあるブロックを形成するき裂の組合せと、そのパラメータ・崩壊のタイプを文字情報として表示する。また、図-3に示した3次元表示機能を用いて、不安定なブロックを形成するき裂面の組合せを様々な方向から見ることが可能である。

## 3. 安定度評価システムの検証

図-5に示す岩盤斜面で安定度評価システムの検証を行った。同図中の線は、安定度評価システム上で同定したJ1~J7の「き裂線」を表す。

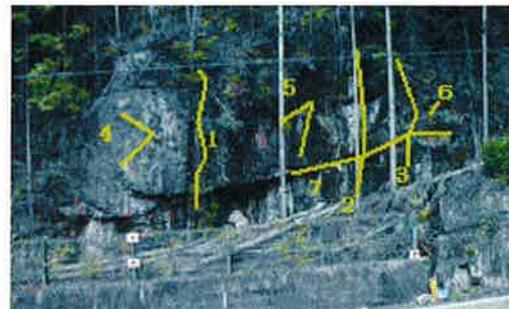


図-5 システム上でのき裂の計測

7本のき裂について、表-1のパラメータを用いて安定度評価システムで評価した。その結果、表-2に示す6組のき裂で規制されるブロックが不安定と評価された。しかしこの内、1-4、2-5の組合せ (▽) は既崩壊のブロックであったため、4組の組合せ (▼) が不安定と評価された。

表-3は地質技術者がクリノメータを用いて

計測したき裂と、安定度評価システムを用いてき裂を計測した結果とを比較したものである。一見して大きな違いがあるように見えるが、き裂面は凹凸を有するため、同一き裂面をクリノメータで計測した場合でも、計測箇所が異なれば同程度の差異が生ずることは珍しくない。

本システムの目的が、予備調査にあることから、実用性については十分な範囲にあると考える。

表-1 解析パラメータ

パラメータ	仮定値
すべり摩擦角	20°
粘着力	0kN/m <sup>2</sup>
転倒角	80°
水圧	0kN/m <sup>2</sup>
水平震度	0

表-2 システムによる評価結果

き裂番号	1	2	3	4	5	6	7
1				▽			
2				▼	▽		
3					▼		
4					▼		▼
5							
6							
7							

▽:不安定 (傾斜角) ▼:不安定

表-3 き裂面の比較

き裂番号	交差線の傾斜方向		クリノメータ	
	傾斜方位	傾斜角	傾斜方位	傾斜角
1	192	78	226	84
2	222	74	235	85
3	225	83	250	86
4	160	76	170	80
5	168	73	182	88
7	309	17	302	10

#### 4. 今後の課題と展望

安定度評価システムを用いることで、システムを利用しない場合と比較し、作業時間が60%程度削減できた。このことにより、コストダウンと、斜面付近での作業時間を大幅に短縮できることから、作業安全性の向上にも貢献できるものと考えられる。

しかし、写真測量により、実際のき裂面を再現することは必ずしも容易ではない。これは、デジタル写真上に現れる種々の線構造の中から「き

裂線」を抽出し、その上に的確に構成点を配置させるために、地質の知識や地質調査の経験が必要なことに起因している。本論文の検証では、き裂の計測精度が予備調査としては許容範囲であることが確認されたが、同一の斜面において、計測者によって大きな計測差異が現れるのは好ましくない。今後は、更に検証を繰り返し、デジタル写真上でき裂面を同定するノウハウをマニュアル化し、誰でも同じように計測が行えるシステムにしていくことが必要であると考えられる。

#### 引用・参考文献

- 1) 山口誠 他：GISを用いた岐阜県道路防災支援システムの構築，第36回地盤工学研究発表会，pp.2215-2216，2003
- 2) 鷺見武富，八嶋厚：岩盤斜面における水圧と地震力を考慮した不安定なくさび型き裂の検索手法，土木学会論文集，No.687/III-56，pp.125-138，2001