

(株) ケーエーケー技術研究所 正会員 ○元持 伸彦 関西大学大学院 学生員 森山 健太郎
関西大学工学部 正会員 楠見 晴重

1. はじめに

岩盤斜面の崩壊は、複雑な地形・地質的環境および、地震・豪雨等による外的作用に支配されて生ずるものであることから、不確実性を有することは明らかであり、未解明な要素が多い。また、複数の危険斜面が存在する場合、道路斜面の適切な維持管理手法を構築する必要性から、防災対策優先順位の判定を行うことは極めて重要である。

本研究では、岩盤斜面崩壊の素因となる節理等の地質構造上の不連続性に着目し、崩壊に関する項目を、個々に評価することが可能となる斜面評価手法の提案を行った。さらに、本評価手法により得られた値から、岩盤斜面の崩壊確率を定量的に表すための検討を行った。

2. 新たな岩盤斜面評価手法

従来、用いられている斜面評価手法として、国土交通省による「斜面評価点法（安定度調査表）」やロマーナ(Romana)による「SMR(Slope Mass Rating)法」等が存在する。しかし、これらは局所的に危険性のある岩塊に対して、定量的評価ができない等の問題点を有している。従って、これらの問題点を解決するために、新たな評価手法について検討した。本評価手法は、①局所的に危険性のある岩塊に対して定量的である。②不連続面間隔・状態を詳細に捉え、崩壊形態をも考慮している。③本評価値から崩壊確率を算定することができる、等において特徴がある。分類の構成としては、次の3つから成っている。

[A] 斜面形状・特性による評点

[B] 節理と斜面の走向・傾斜角度により[A]の評点を補正

[C] 対策工効果により[A]の評点をさらに補正

[D] 総合評価

[A]の項目では、①開口亀裂規模・崩壊土量、②不連続面の間隔状態、③斜面の傾斜、④地下水・降雨による影響、に関して評点を行う。ここで、従来の評価手法には考慮されていなかった想定崩壊規模を評価対象とし、主要因を開口亀裂および不連続面状態に重みを付け評価を行う。尚、100点満点表記とする。

[B]の項目では、すべり崩壊とトップリング崩壊の2つの崩壊パターンを想定し、斜面の走向と傾斜、および節理の走向と傾斜の4つの相互関係から斜面の状態を区分し、[A]の評点を斜面の状態の区分によって補正している。

[C]の項目では、対策工による効果を4つの区分に分類し、[A]の項目をさらに補正している。また、想定される岩石崩壊を十分に予防している場合に関しても、100点満点とはせず+60点でとどめている。これは人為的ミスによる影響を考慮した補正值とするためである。

[D]の項目では、[A]から[C]の項目を検討し、算出した値に対して総合評価を行い、安定性、崩壊形態等について記載を行う。尚、値が小さいもの程危険な地点であるとし、5段階評価を行う。

このような評価手法を SME(Slope Mass Estimation)法と呼ぶこととする。

3. 解析方法

岩盤斜面において、評点から崩壊確率を算定する手法は確立されておらず、困難な状況にある。従って、ここでは本評価手法により算出した SME 値を用いて、崩壊確率との関係を求めることを目的とする。

解析方法としては、岩塊などが力学的バランスを失い崩壊する確率を崩壊確率 P とする。抜落ち型の場合、

落下しようとする力を P_k 抵抗する力 Q_f はそれぞれ、式(1),(2)より算出する。

$$P_f = W_r \sin \alpha \quad (1)$$

$$Q_f = W_r \cos \alpha \tan \phi + cL \quad (2)$$

ここで、 W_r ：岩塊の重量、 α ：すべり面の傾斜、 ϕ ：内部摩擦角、 c ：粘着力、 L ：すべり面の長さである。以上より、安全率は式(3)により与えられる。

$$F = \frac{Q_f}{P_f} = \frac{W_r \cos \alpha \tan \phi + cL}{W_r \sin \alpha} \quad (3)$$

崩壊確率の算定にあたり、強度定数である粘着力および内部摩擦角のみを確率変数として正規乱数を発生させ、安全率 F を算定する。この操作を N 回（全試行回数）行い、安全率が 1.0 を下回る回数を N' とすると、崩壊確率 P は式（4）のように表される。

$$P = N' / N \quad (4)$$

尚、正規乱数の偏差および平均値を決定する際には、図-1 に示す各岩盤等級¹⁾と照らし合わせてばらつきの判定を行う。

4. 解析結果および考察

表-1 は兵庫県において本評価手法を適用した斜面に対して、各地点での SME 値、SMR 値、岩盤等級および崩壊確率を示したものである。図-2 は従来の評価手法である SMR 値と崩壊確率との関係を図示したものであり、これより SMR 法では同一点数の場合、崩壊確率に大きな差を生じていることから、SMR 法の我が国への適用は困難であると考えられる。図-3 は本評価手法である SME 値と崩壊確率との関係であり、SME 値が同一点数の場合についても、ばらつきは非常に小さく相関性も高いことから、本評価手法の有用性が認められる。また、これより SME 値が低いほど崩壊確率は高くなることが認められ、各地点における岩盤等級をも考慮していることから、SME 法は不連続面状態を詳細に捉えられていると考えられる。

5. まとめ

本研究では、岩盤斜面内に存在する不連続面の性状に対して、定量的評価手法の提案を行い、崩壊確率との間に高い相関性があることが認められた。これより、リスクを算定する際に、非常に重要となる崩壊確率を定量的に導くことができるため、本評価手法の有用性が認められた。

参考文献

- 1) 吉中龍之進・桜井春輔・菊池宏吉：岩盤分類とその応用，土木工学社，pp.39-61，1989.

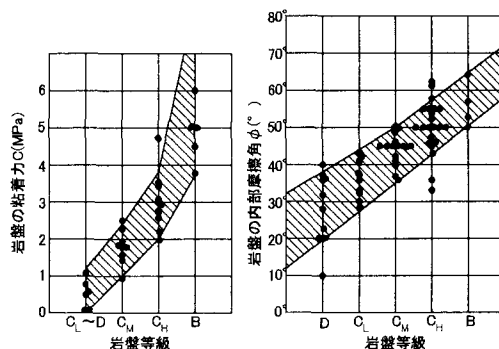


図-1 岩盤等級と c 、 ϕ との関係

表-1 各地点の解析結果

地点		SME値	SMR値	解析による崩壊確率(%)	岩盤等級
施設管理番号	部分				
A	I (A)	3	6	3.632	D
	IV (A)	51	31	0.340	C_M
B	I (B)	40	16	0.622	C_L
	II N30E18W(B)	40	37	0.834	$C_L \sim D$
	III' (B)	14	18	2.648	C_L
C	I (C)	71	50	0.072	$C_L \sim D$
	II (C)	36	53	0.620	$C_L \sim D$
	III (C)	70	76	0.000	$C_L \sim C_M$
	IV (C)	35	17	0.752	$C_L \sim D$

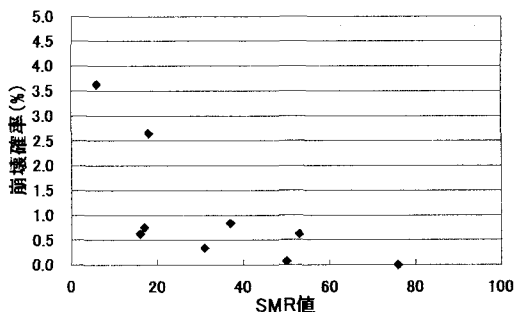


図-2 崩壊確率と SMR 値との関係

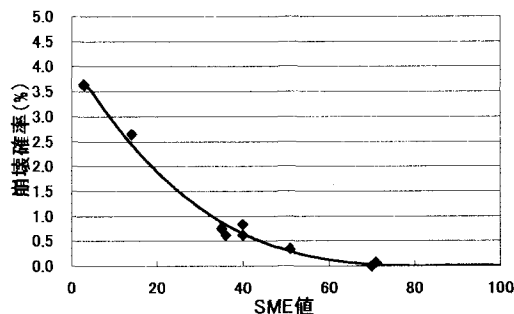


図-3 崩壊確率と SME との関係