

崩壊事例に基づく斜面評価基準設定に関する研究

宇都宮大学 学生会員 ○安藤充哲
宇都宮大学 正会員 清木隆文
宇都宮大学大学院 学生会員 瀬川隆大

1.はじめに

(1)研究の背景

わが国において、斜面崩壊による災害は古くから多数発生しており、しかもその分布は国土全体におよんでいる。原因として、国土が狭い上に急峻で複雑な地形・地質が雨や雪、地震といった厳しい自然条件の環境下にさらされていることが挙げられる。また近年では、国土開発や観光開発が進められる中で、山地での大規模開発の人為的要因による災害も増加している。岩盤斜面の崩壊による事故を未然に防止するためには、崩壊の危険性の高い斜面から優先的に、崩壊を予知・予測し対策工事によって防止することが必要である。そのためには岩盤斜面崩壊の危険性を適切かつ簡易に評価する手法の開発が必要不可欠になる。

(2)研究目的

崩壊履歴や過去の資料から得られるデータを分析して、統計的に整理し、崩壊に関与すると思われる要因の抽出を行う。そしてこの要因の崩壊への影響度を把握し、斜面の評価基準項目の設定をし、「道路防災点検表」と誘因との関係を検討する。表-1 に調査項目の例を示す。

表-1 調査項目例（溶結凝灰岩斜面）¹⁾

アイテム		カテゴリー			
		1	2	3	4
地形	斜面の傾斜	50° 以上	40° ~50°	40° 未満	
	斜面の比高	20m以上	20m以下		
	斜面の垂直形状	凹状	凸状	粗面上	平面状
	オーバーハングの有無	有り	無し		
地質	節理の向き	高角流目	鉛直系	低角流目	その他
	節理の種類	高角板状	くさび状	ブロック状	
	節理間隔	50cm以下	50cm~1m	1m以上	
	節理の開口状況	開口顕著	密着ないし開口幅小		

2.対象地域の崩壊形態¹⁾

現地調査により、様々な種類の崩壊跡地が確認された。以下に、確認された地質における特徴的な崩壊形態を示す。

①自然斜面

- ・ 溶結凝灰岩分布地域における、板状節理の発達する箇所が発生するトップリング崩壊など。
- ・ 火山噴出物地域における、泥石流堆積物や溶結凝灰岩との境をすべり面とする平面すべり崩壊など。

②保護斜面

- ・ 吹付斜面における地山のはらみだしや、植生の成長に伴うクラックの伸展や剥離・落下など。
- ・ 擁壁斜面における地山のはらみだしや、植生の成長に伴うブロック目地の開口など。

3.SEM による素因・誘因を含んだ影響度の検討

既往の研究¹⁾では、崩壊危険度に対する各要因の影響度を検討するために、数量化理論Ⅱ類を用いて解析を行った。その際、誘因情報を斜面のコケなどの植生状況に置き換えて検討を行ってきたが、崩壊に対する影響度が低い傾向が見られた。そこで本研究では、誘因に関連する項目として、累積雨量と平均的な降雨強度より求められる限界降雨量曲線 R^2 を項目として取り入れた。また、素因と誘因の影響度を評価する手法として構造方程式モデリング (Structural Equation Modeling ; 以下SEMとする。)を用いる³⁾。ここに、素因とは斜面の地形や地質、誘因とは崩壊を誘発する降雨や地震などを意味する。

キーワード：岩盤斜面・降雨量・崩壊事例・共分散構造分析

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

宇都宮大学工学部建設学科建設工学コース地域施設学研究室 Tel/Fax 028-689-6218

4.SEMの概要

SEMとは、要因間の因果関係とその強さを探るために用いられる多変量解析の一つである。分散・共分散を用いて分析する方法から、共分散構造分析(Covariance Structure Analysis ; CSA)とも呼ばれる。分析者の仮説を、矢印を用いて自由にモデル化し、各種要因が相互にどのように関係しているか定量的な議論が行えるものである。図-1 にSEMによる斜面危険度評価モデルの例を示す。¹⁾

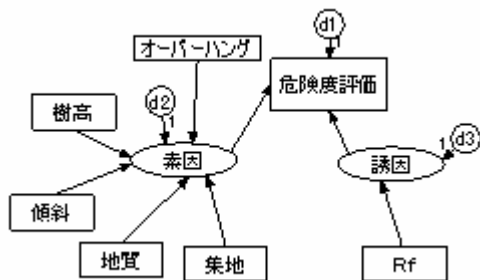


図-1 SEMによる斜面危険度評価モデル

5.斜面崩壊をもたらす降雨条件²⁾

各災害が発生したときの降雨特性を佐々木²⁾らが提案した新しい雨量指標 R_f を用いて整理し、斜面崩壊をもたらす降雨条件について検討する。ここで用いた雨量指標 R_f は次式によって定義される。

$$R_f = \sqrt{(R_1 - R)^2 + a^2(r_1 - r)^2} \cdots (1)$$

ここに、 R ：当日までの一週間累積雨量(mm)

r ：当日の時間雨量(mm/h)

a ：重み係数=7

$R_1=950(\text{mm})$, $r_1=80(\text{mm/h})$

R_f は、瀬尾・船崎の限界降雨量曲線⁴⁾を円弧近似するための係数 a を導入し、 $a \times r \sim R$ 平面上の中心($a \times r_1, R_1$)からの半径 R_f でその観測地点での観測時刻における降雨特性を表現したものであり(図-2 参照)、 R_f が小さくなるほど崩壊危険度が大きくなる。なお、ここで設定した円弧の中心は、本研究の対象地域で、想定される降雨量の最大値であり、この点を中心として限界降雨量曲線が最も円弧近似できるように係数 $a=7$ を選んだ。図-3 に限界降雨量曲線を示した。

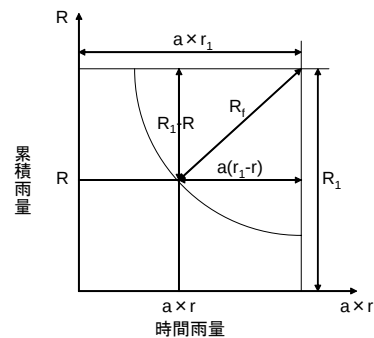


図-2 雨量指標 R_f の定義

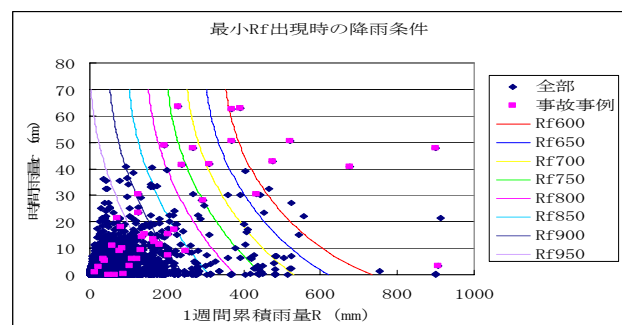


図-3 最小 R_f 出現時の降雨条件

6.SEMによる解析

対象斜面において、危険度評価を目的変数、説明変数として、素因を点検表から得られるサンプルスコア、誘因を崩壊が起きた日時の R_f を入れることにより解析を行った。解析を行った結果、斜面安定性に対する素因と誘因の影響度を定量的に判断することができた。

7.まとめ

SEMを用いて解析を行った結果、斜面崩壊に対する雨量指標 R_f の影響度を把握することができた。

今後、誘因に風速・風向の影響や日照時間などを入れて、検討する予定である。

参考文献

- 1)阿部田樹里：統計的手法による斜面評価基準設定に関する研究、宇都宮大学大学院修士論文、2004。
- 2)佐々木康、森脇武夫、加納誠二、白石芳樹：1999年の広島県斜面災害をもたらした降雨特性と警戒・避難のための雨量指標、地盤工学会誌、第49巻、第7号、pp.16-18(2001)。
- 3)涌井良幸、涌井貞美：図解でわかる 共分散構造分析、日本実業出版、2003。
- 4)瀬尾克美、船崎昌雄：土砂害(主に土石流的被害)と降雨量について、新砂防、Vol.26、No.2、pp.22-28.1973。