

# 急傾斜地防災データベースに基づく対策優先度の評価に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○Bai Luxin 長崎大学大学院工学研究科 フェロー会員 蔣 宇静

長崎大学大学院工学研究科 学生会員 犬尾智樹 正会員 大嶺 聖 正会員 杉本知史

## 1 はじめに

長崎県は日本の中でも急傾斜地崩壊危険箇所指定された斜面が多く存在しており、人的・経済的な理由により対策が思うように進んでいない現状にある。そのため、当該箇所の管理を効率的に行い、優先的に対策工を施工すべき箇所を選定するシステムの構築が求められている。本研究では、データベースに蓄積された情報から容易にかつ直ちに斜面の安定性を評価できる点数法を用いて、点検調査における有識者の経験を基にした安定性評価を行う。また、数値解析による力学的な安定性評価を前述した経験的評価と組み合わせることで、より実用的な評価指標を提案する。これにより、急傾斜地における対策優先度の順位付けにおける意思決定に役立てることを目的とする。

## 2 点数表による経験的評価

### 2.1 危険度判定基準による評価

対策工を施工すべき急傾斜地の優先度決定や施工計画のため、データベースに蓄積された情報から崩壊危険度が高いと判断される斜面を選定する必要がある。日本において従来の斜面における崩壊危険度評価手法として、崩壊の素因を点数付けした危険度判定基準<sup>1)</sup>による評価が挙げられる。この基準の判定項目は表-1に示す7項目であり、斜面崩壊に対する重み付けがされて点数が割り振られている。そして、合計点に応じてランクが設定されており、そのランク分けが対策工を施す目安として利用されている。しかし、長崎県内の急傾斜地80箇所を対象にこの点数表を適用したところ、同じ点数で最多14箇所の重複が確認され、その他にも重複箇所が多い点数は複数見られた。これにより、順位付けの観点からすると長崎県では実用性が低いと考えられるため、本研究では当該基準を改良してより実用性の高い点数表の考案を検討する。

### 2.2 数量化Ⅱ類分析による各項目の最大得点の設定

本研究では、統計処理によって質的な評価から量的な判断を下すことができる数量化Ⅱ類分析を行うことで各項目の最大得点を設定する。取り扱うデータは長崎県内の急傾斜地から選定した40箇所の点検結果であり、目的変数は危険度判定基準のランク(1~3)、説明変数は斜面調査の専門家らによる討論結果<sup>2)</sup>を参考に11個の判定項目で本分析を適用した。斜面の崩壊危険性について各項目のレンジおよび寄与率を算定した結果を表-2に示す。この結果から、各項目の最大得点を寄与率の値とし、その詳細については点検調査を実施した有識者と協議して表-3のように点数表を考案した。なお、決定係数は0.673と十分な結果であるとは言えないが、ここで求めたものは長崎県内の40箇所に対してであり、実際にはこの結果に力学的評価も加えて80箇所に適用して総合的な判断を行う。

## 3 数値解析による力学的評価

表-1 危険度判定基準表

大項目	データ項目	小項目	点数	評価点
① 斜面高(H)m	斜面高さ	50 ≤ H	10	
		30 ≤ H < 50	8	
		10 ≤ H < 30	7	
		H < 10	3	
② 斜面勾配(α)	傾斜度	59 ≤ α	7	
		45 ≤ α < 59	4	
		α < 45	1	
③ オーバーハング	横断形状	オーバーハングあり	4	
		オーバーハングなし	0	
④ 斜面の地盤	地表の状況	亀裂が発達・開口しており転石・浮石が点在する	10	
		風化・亀裂が発達した岩である	6	
		礫混じり土、砂質土	5	
		粘質土	1	
		風化・亀裂が発達していない岩である	0	
⑤ 表土の厚さ	表土の厚さ	0.5m以上	3	
		0.5m未満	0	
⑥ 湧水	湧水	有	2	
		無	0	
⑦ 落石・崩壊履歴	崩壊履歴	新しい崩壊地がある	5	
		古い崩壊地がある	3	
		崩壊地は認められない	0	
ランク分類による評価			合計	
			備考	評価
急傾斜地崩壊危険箇所 (基準要素点数が高い方が危険度が高い)	ランク1	上記表より 24点以上		
	ランク2	上記表より 14~23点		
	ランク3	上記表より 13点以下		
	小計			

表-2 各項目のレンジおよび寄与率

判定項目	レンジ	寄与率 (%)
斜面の高さ (m)	3.081	18
傾斜角 α (°)	1.205	7
傾斜角 β (°)	0.823	5
斜面形状	1.153	7
表土の厚さ	2.549	15
地表の状況	0.837	5
地盤の状況	1.320	8
崩壊履歴	1.904	11
崩壊状況	1.711	10
植生の種類	1.438	8
湧水	1.018	6

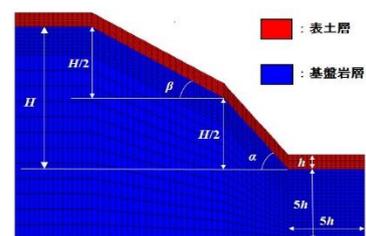


図-1 斜面解析モデル

より詳細な安定性評価を行うために、力学的評価を行う必要がある。そこで、崩壊の素因となる地形や地盤の強度を自由に変化できる図-1のモデルを用いてケーススタディを実施し、斜面安定性を評価する。今回は犬尾ら<sup>3)</sup>の研究により、表層崩壊を想定した斜面における安全率  $F$  の推定式を用いて力学的評価を行う。

$$F = 0.598e^{0.527(3.65+0.152c-0.000161c^2-2.01h+0.337h^2-0.000878H-0.00999\alpha-0.00860\beta)}$$

ここで、 $c$  : 粘着力 (kPa),  $h$  : 表層厚 (m),  $H$  : 斜面高さ (m),  $\alpha$  : 斜面下腹部の傾斜角 ( $^{\circ}$ ),  $\beta$  : 斜面中腹部の傾斜角 ( $^{\circ}$ ) である。

#### 4 経験的評価と力学的評価を組み合わせた対策優先順位の決定

これまでに点数表による経験的評価と安全率による力学的評価という2つの指標について検討してきたが、対策優先度の順位付けためには、これらの指標を単一なものに変換しなければならない。そこで、危険度判定基準のランクに対する点数表の合計点および安全率の値について重み付けを行い、最終評価100点を満点とした中でそれぞれが何割を占めるかを概算する。具体的には目的変数をランクに、説明変数を経験的・力学的指標に設定した重回帰分析を行い、ここで、80箇所での点検結果で分析した結果、決定係数は

表-4 最終評価と旧点数表

箇所番号	旧点数結果	最終評価結果
1531	16	32.2
1256	16	37.6
1557	16	35.6
3105	16	41.2
34994	16	39

0.892で寄与率の比は約6:4であることが分かった。これにより、点数表のみの場合に比べて精度の向上が見られたため、点数表を60点、安全率を40点満点に換算した合計点を最終評価指標として扱う。この指標で

再度80箇所を評価したところ、同じ点数での最多重複箇所数は6箇所まで減少しており、表-4を示した様に旧点数表で同じ点数の箇所をより詳細の順位付けることが可能となった。

#### 5. おわりに

本研究では、急傾斜地防災データベースに蓄積された情報から、素因に関する斜面の安定性を経験的・力学的に考慮して順位付けることが可能となった。これにより、長崎県に多く存在する急傾斜地崩壊危険箇所の中から、対策工を施工する優先度の決定に役立つことが期待される。今後は最終評価指標において対策工を施工しなければならない点数の範囲を分析し、施工の優先度をより明確にすることで、実用化に向けた取り組みについてさらに検討していく。

#### 参考文献

- 1) 一般社団法人全国治水砂防協会：新・斜面崩壊防止工事の設計と実例-本編, pp.58-86, 2015.
- 2) 一般社団法人全国治水砂防協会：新・斜面崩壊防止工事の設計と実例-参考編, pp.18-21, 2015.
- 3) 犬尾智樹, 蔣宇静, 森尾宣紀, 大嶺聖, 杉本知史：急傾斜地防災のためのデータベース構築と適用, 土木学会全国大会講演概要集, pp.137-138, 2018.

表-3 本研究で考案した点数表

		判定基準	点数
地形要因	斜面高さ $H$	$50 \leq H$	18
		$50 \leq H < 40$	15
		$40 \leq H < 30$	11
		$30 \leq H < 20$	8
		$20 \leq H < 10$	5
		$H < 10$	2
	傾斜角 $\alpha$	$59 \leq \alpha$	7
		$50 \leq \alpha < 59$	5
		$40 \leq \alpha < 49$	3
		$30 \leq \alpha < 39$	2
		$\alpha < 30$	1
	傾斜角 $\beta$	$59 \leq \beta$	5
		$50 \leq \beta < 59$	4
		$40 \leq \beta < 49$	3
		$30 \leq \beta < 39$	2
斜面形状	谷型	7	
	直線型	4	
	尾根型	3	
土質・地質要因	表土の厚さ $h$	$2.0 \leq h$	15
		$1.0 \leq h < 2.0$	12
		$0.5 \leq h < 1.0$	7
		$h < 0.5$	4
	地表の状況	亀裂が発達・開口しており 転石・浮石が点在する	5
		風化・亀裂が発達した岩である	4
		礫混じり土、砂質土	3
		粘質土	2
	地盤の状況	風化・亀裂が発達していない 岩である	1
		崩積土	8
火山砕屑物		6	
強風化岩		4	
段丘堆積物		3	
環境要因	崩壊履歴	新しい崩壊地がある	11
		古い崩壊地がある	6
		崩壊地が認められない	0
	崩壊状況	下部斜面の崩壊	10
		斜面中部の崩壊	7
		上部斜面の崩壊	4
		斜面全部の崩壊	1
	植生の種類	崩壊なし	0
		裸地	8
		草地	6
湧水	竹林	3	
	樹木	0	
	湧水が常時ある	6	
	降雨時に湧水がある	4	
	斜面が常時ジメジメしている	2	
	斜面は乾燥している	0	