

急傾斜地防災のためのデータベース構築と適用

長崎大学大学院工学研究科 学生会員 ○犬尾智樹 フェロー会員 蔣 宇静
長崎市役所 正会員 森尾宣紀 長崎大学大学院工学研究科 正会員 大嶺 聖 正会員 杉本知史

1. 研究の背景・目的

日本には、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。そこで、急傾斜地崩壊危険箇所の管理を行い、数多くある急傾斜地の中から、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、急傾斜地の現地調査によって得られた情報を基に急傾斜地防災データベースを構築する。また、斜面形状と地盤の強度を考慮した数値解析を実施し、ケーススタディによってデータを蓄積するとともに、従来の危険度判定基準による評価を加えることで、斜面の安定性を評価する。これらを組み合わせることによって、急傾斜地の維持管理の効率化と、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. 急傾斜地防災データベースの構築

現在、急傾斜地崩壊危険箇所の調査状況、災害および対策工の実施の有無などに関する情報は紙媒体として保管されており、その量が膨大であることから、データの円滑な蓄積・更新・検索・分析に問題が生じている。また、今後も調査結果等の保管すべきデータは増えると考えられることから、急傾斜地崩壊危険箇所の調査結果を電子化したデータベースを構築し、維持管理の効率化を図る必要がある。本研究では、現在、急傾斜地点検の際に用いられている紙面の調査票を基に、FileMaker 社の“FileMaker Pro”を用いて地形要因、土質・地質要因、環境要因等の項目について、コンピュータ上で情報を入力できる電子調査票を作成した。

図-1 にデータベース構築の概要を示す。現地調査の際には、スマートフォンやタブレット向けに提供されている無料アプリケーション“FileMaker Go”をインストールしたタブレット PC に調査票のファイルを取り込むことで、これまでのような紙面への記入ではなく、直接タブレット PC に調査結果を入力することができる。入力されたデータは現場から持ち帰り次第、データベースのサーバーに取り込むことができる。本データベースを用いることで、管理者は目的に応じた管理を行い、利用者は膨大な情報の中から必要に応じた情報や資料の検索や閲覧、更新等が容易にできる。そのため、急傾斜地の維持管理などの効率化に寄与することができる。



図-1 データベース構築の概要

3. 数値解析による安全率の算定

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。ここでは、数値解析により崩壊の素因となる地形や地盤の強度を変化させたケーススタディを実施することで、斜面の安定性を評価する。解析条件は、九州地方において発生した過去の斜面崩壊事例についてまとめた猿渡ら¹⁾の研究を基に表-1のように設定し、せん断強度低減法²⁾に基づいてそれぞれの安全率を求めた。解析モデルは図-2に示すように各解析条件の値に合わせて形状や物性値を変更できるものを使用する。また、崩壊形態は斜面災害事例の大半を占める表層崩壊を想定し、基盤岩の物性値はすべり面が生じないように、値を設定した。ここで、数値解析によって得られた各ケースの安全率を分布図で表した例を図-3に示す。これにより、凡例を用いて安全率ごとに対応した色を定義することで、視覚的に斜面の安定性を評価できる。

キーワード：急傾斜地防災データベース、斜面安定性評価、せん断強度低減法、危険度判定基準

連絡先：〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会環境デザイン工学コース TEL 095-819-2626

表-1 解析条件

斜面形状	ケース数	数値
風化土層厚 h (m)	4	0.50, 1.0, 2.0, 3.0
斜面高さ H (m)	5	10, 20, 30, 40, 50
傾斜角 α (°)	4	30, 40, 50, 60
傾斜角 β (°)	4	30, 40, 50, 60
物性値	ケース数	数値
粘着力 c (kPa)	4	5, 10, 20, 30,
内部摩擦角 ϕ (°)	1	30
全ケース: $4 \times 5 \times 4 \times 4 \times 4 \times 1 = 1280$		

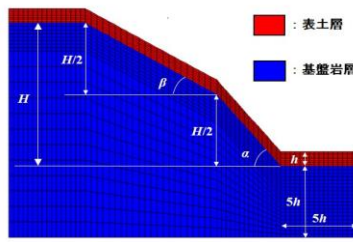


図-2 斜面解析モデルの設定

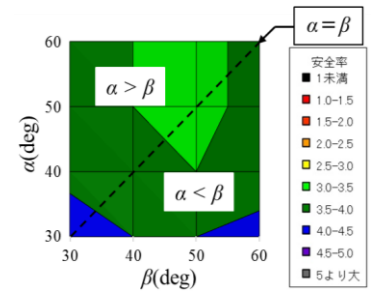


図-3 安全率分布図の例
($h = 1\text{m}$, $H = 10\text{m}$, $c = 20\text{kPa}$)

また、解析結果に重回帰分析を適用し、解析条件 (h, H, α, β, c) と安全率 F の関係式を式 (1) のように推定した。

$$F = 0.598e^{0.527(3.65+0.152c-1.61 \times 10^{-4}c^2-2.01h+0.337h^2-8.78 \times 10^{-4}H-9.99 \times 10^{-3}\alpha-8.60 \times 10^{-3}\beta)} \dots (1)$$

図-3 および式 (1) を用いてデータベース上で斜面の安定性を評価する場合に、図-4 のように表示することで実斜面への評価に適用できる。式 (1) に各条件の値を代入した結果を出力項目に表示しているが、実際の安全率とは誤差が生じてしまうため、入力項目の条件に最も近い分布図を右側に示し、その中から確認することができる。4 つの分布図の表示条件は、風化土層厚、斜面高さ、粘着力によって決定される。重回帰分析の結果、安全率への影響が強い条件として、風化土の層厚と粘着力であったため、その 2 項目についてはケース設定値に近い 2 パターンの解析結果を表示している。斜面高さについてはケース設定値に近い 1 パターンで表示している。

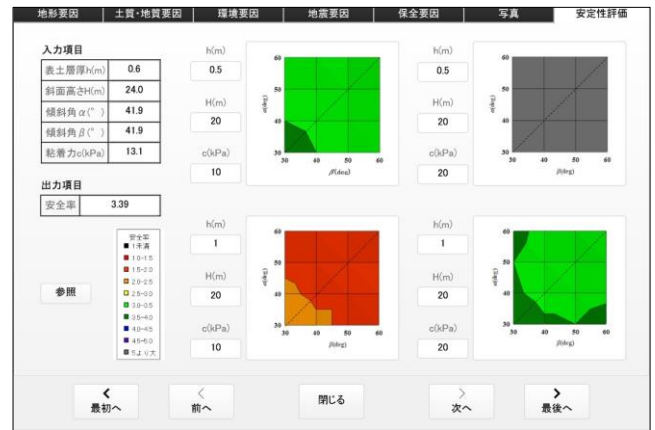


図-4 斜面安定性評価の表示画面例

4. 斜面安定性評価への適用

従来の斜面における崩壊危険度評価手法として、急傾斜地地震災害対策危険度判定基準³⁾に基づき、崩壊の素因に対して点数付けした危険度判定基準による評価が挙げられる。本手法はランク 1~3 の 3 段階で評価を行う手法であり、一部の地方自治体で採用されている実績があるため、長崎市内の急傾斜地 80 箇所を対象に本手法を適用した。その結果、調査斜面のランクに着目するとランク 2 が 64 箇所と偏った結果となり、合計点に着目すると 16 点が 14 箇所、20 点が 11 箇所など、点数が重複した斜面が多数確認された。このように、点数法による評価のみでは危険度の詳細な順位付けができないといった課題が見受けられたため、点数と安全率による 2 つの判断基準で斜面の安定性を評価する必要がある。例として合計点が 16 点、20 点の斜面に対して安全率による評価を加えると、重複をそれぞれ 2 箇所までに削減することができた。これにより、斜面の安定性を客観的に評価できるだけでなく、順位付けの重複を極力無くすることで対策工の優先度における意思決定に役立つことが期待される。

5. 結論

本研究では、急傾斜地防災データベースの構築を試みるとともに、せん断強度低減法による斜面の安定性評価を行った。さらに、解析結果から得られた安全率と各条件との関係式および安全率分布図を用いて、データベース上で安全率の推定が可能となるだけでなく、安全率を危険度判定基準へ適用する方法の検討も行った。これにより、多くの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。

参考文献

- 1) 猿渡敏明, 蔣宇静, 大嶺聖, 杉本知史, 石田純平, 池田翔: 豪雨に伴う災害履歴の分析とこれらに基づく模型実験での雨水浸透特性の検討, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III-88, pp. 427-428, 2015.
- 2) 若井明彦, 蔡飛: 地すべり解析における有限要素法の利用(第 4 回), 地すべり, Vol. 40, No. 3, pp. 76-80, 2003.
- 3) (社)日本道路協会道路震災対策委員会: 道路の震災対策に関する調査報告 - 道路構造物の耐震調査及び震災対策工法に関する研究 -, 1986.