

## 急傾斜地防災対策のためのデータベース構築と適用

長崎大学工学部 学生会員 ○菊池美沙 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

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との相関性を検討することによって、より詳細に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、急傾斜地の防災管理の効率化と、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 にシステムの概要を示す。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の効率化に寄与することができる。



図-1 提案システムの概要

### 3. 斜面形状と地盤の強度低下を考慮した斜面の安定性評価

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。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<sup>1)</sup>の研究を基に表-1のように設定し、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を変化させることができ、せん断強度低減法<sup>2)</sup>に基づいて自重解析を実施したものを使用する。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。

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 $\alpha$ (°)	4	30, 40, 50, 60
傾斜角 $\beta$ (°)	4	30, 40, 50, 60
物性値	ケース数	数値
粘着力 $c$ (kPa)	5	10, 20, 30, 40, 50
内部摩擦角 $\varphi$ (°)	1	30
全ケース: $4 \times 5 \times 4 \times 4 \times 5 \times 1 = 1600$		

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ようになる。また、得られた安全率に回帰分析を適用することで、5つの解析条件 ( $h, H, \alpha, \beta, c$ ) と安全率の関係式を式-1のように推定した。決定係数  $R^2$  は 0.911 であり、良い相関があると考えられる。この式に各条件の値を代入することで、安全率を推定することができる。

$$F = 5.97 + 0.145c - 0.00139c^2 - 1.70h + 0.207h^2 - 0.0320H + 0.000344H^2 - 0.0474\alpha + 0.000418\alpha^2 - 0.0639\beta + 0.000641\beta^2 \quad (1)$$

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は、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。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で表示している。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。

本評価手法の適用として、点検を行っている長崎市内の80箇所を対象とした急傾斜地の現地調査で行われた簡易貫入試験の結果から  $N_c$  値を算定し、その値を粘着力  $c$  に換算する。さらに、現地調査の結果から他の条件の値を得ることで、各点検箇所の安定性を定量的に評価できるようになった。一方で、日本道路協会道路震災対策委員会が作成した危険度判定基準の点数表<sup>3)</sup>による安定性の評価も行っているが、これら2つの評価を組み合わせることで新たな評価基準の提案を検討中であり、具体的な内容については西部支部研究発表会当日に説明する予定である。

4. おわりに

本研究では、急傾斜地防災データベースを用いた管理システムを提案するとともに、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定率の推定が可能となった。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。今後は数値解析による安全率と従来の判定基準による点数との相関性を検討し、実現場に合う危険度評価法を検討していく。

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(1986):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

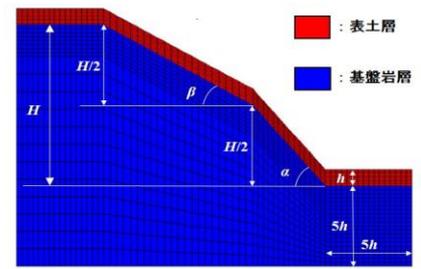


図-2 斜面解析モデルの設定

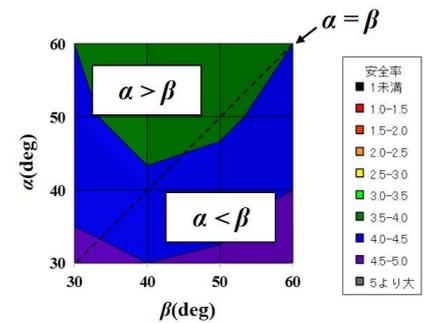


図-3 安全率分布図の例 ( $h = 3m, H = 50m, c = 50kPa$ )

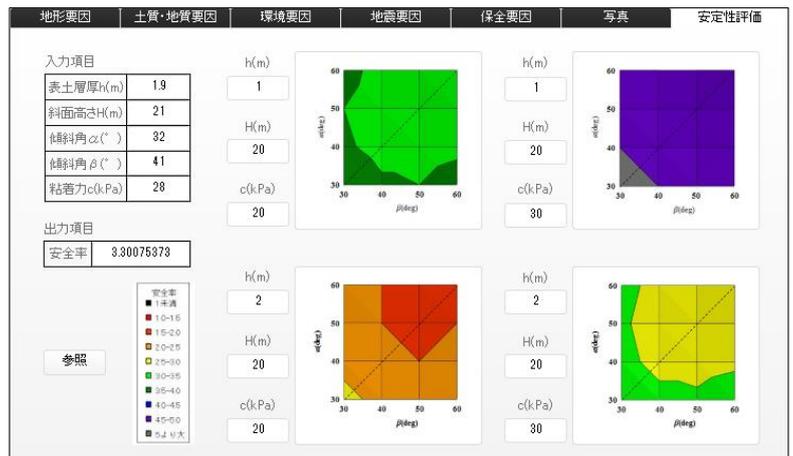


図-4 斜面安定性評価の表示画面例