

急傾斜地防災のためのデータベース作成と数値解析による安定性評価

長崎大学工学部 学生会員 ○犬尾智樹 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 正会員 大嶺 聖 正会員 杉本知史 学生会員 石田純平

1. 背景と目的

我が国には、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、斜面防災データベースを作成する。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ことで急傾斜地の安定性評価指標を提案する。これらを組み合わせることにより、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している。

2. 急傾斜地防災データベースの基本機能

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

表-1 現地調査における点検項目

地形要因	傾斜角, 斜面の高さ, 斜面形状, 遷急線の有無・位置, 横断形状 など
土質・地質要因	地表の条件, 表土層厚, 地盤の状況, 岩盤の亀裂, 不連続面の傾斜関係 など
環境要因	植生の種類, 崩壊履歴(対象斜面, 隣接斜面), 湧水の状況, 土地利用状況 など
地震要因	対象斜面と活断層の距離・方向 など
保全要因	人家戸数, 公共的建物, 公共施設, 崖下人家戸数 など

に、FileMaker 社の“FileMaker Pro”を用いて表-1 に示す項目について、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 に本研究で構築を目指す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の“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。タブレット PC に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、また、コンピュータをネットワークに接続していれば、タブレット PC とサーバー内のファイルを共有することで、データベースを直接に更新することができる。また、電子データとして画像や動画ファイルを一元的に管理することができるため、これまでよりもデータ管理が効率的になる。この提案システムを活用することで、斜面防災管理の効率化が期待される。

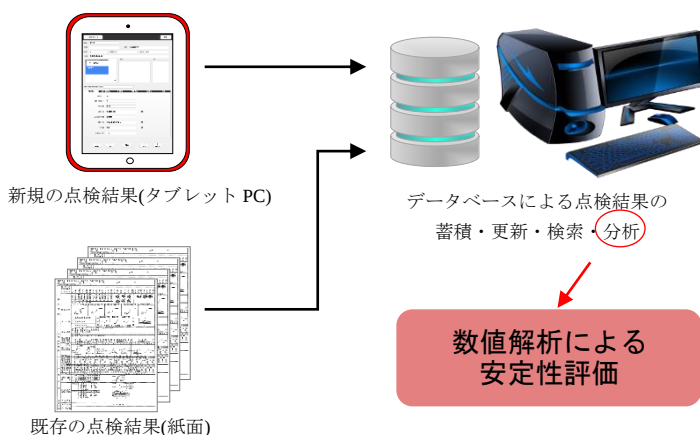


図-1 提案システムの概要

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

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

3. 斜面形状と表土層厚を考慮した安定解析と考察

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データの中で、崩壊危険度が高いと判断される斜面を抽出する必要がある。本研究では、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、安定性評価指標の提案を試みる。解析モデルは図-2に示すように、せん断強度低減法²⁾に基づき、斜面の表土層厚、斜面高さ、傾斜角および地盤材料の粘着力を変化させた解析を実施した。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²⁾の研究を基に、表-2のように設定し、それぞれの安全率を求めた。また、急傾斜地の崩壊形態は表層崩壊が支配的であることから、表層崩壊を対象とし、基盤岩の物性値はすべり面が生じないように設定した。

斜面モデル毎にせん断強度低減法による数値解析を実施し、各ケースの安全率が得られた。安全率を分布図で表した例を図-3、図-4に示す。全体的な傾向として、斜面の高さが高くなるにつれて、また、傾斜角が大きくなるにつれて、安全率が小さくなっている。さらに、風化土層厚や粘着力についても安全率に影響しており、層厚が厚くなるにつれて、また、粘着力が小さくなるにつれて、上記と同様に安全率が小さくなっている。

このように、急傾斜斜面の地形条件と地盤の強度との関係を求めることができた。本研究における解析結果はデータベース上に表示することができるため、ケーススタディによって様々な条件における安全率を求めておくことによって、急傾斜地崩壊危険箇所の調査によって得られた対象斜面の情報から、その斜面がどの程度の安定性を有しているのかを、客観的に判断することが可能になると考えられる。また、多くの急傾斜地崩壊危険箇所の中から、対策工を施す優先度を決定するためのシステム構築に役立つことが期待される。

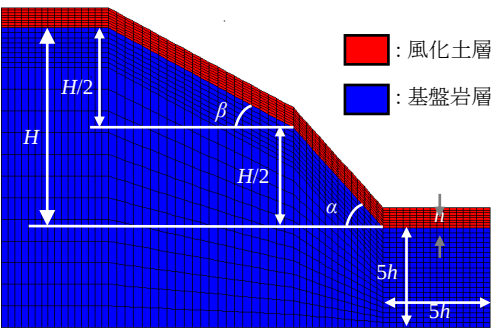


図-2 斜面解析モデル

表-2 解析条件

斜面形状	ケース数	数値
風化土層厚 h (m)	2	2.0, 4.0
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)	5	10, 30, 50, 70, 90
内部摩擦角 φ (°)	1	30
全ケース = $2 \times 5 \times 4 \times 4 \times 5 \times 1 = 800$		

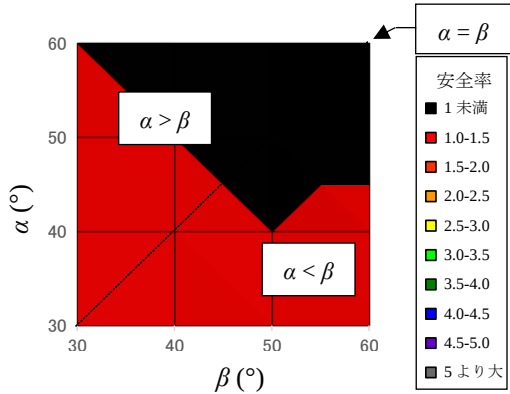


図-3 安全率分布図の例
($h=4\text{m}$, $H=20\text{m}$, $c=10\text{kPa}$)

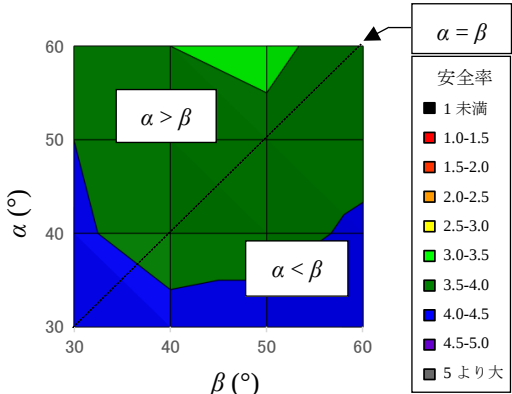


図-4 安全率分布図の例
($h=4\text{m}$, $H=20\text{m}$, $c=70\text{kPa}$)

4. 結論

本研究では、データベースによる急傾斜地の防災・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安定性評価を行った。急傾斜地防災データベースでは点検調査の効率化を図るため、電子調査票を用いる利点である検索機能や劣化の無い電子データの保存、画像や動画の管理等について述べた。安定性評価では800ケースの解析を実施することにより、様々な斜面形状における安全率を算定することができた。また、データベースと安定性評価を組み合わせた意思決定を行うことが可能となった。

参考文献

1) 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.
2) 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.