

急傾斜地防災データベースの構築と安定解析に基づく危険斜面の抽出

長崎大学工学部 学生会員 ○辻 夕空 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 杉本知史 李 博 森政信吾 学生会員 石田純平 志田佑士郎

1. はじめに

日本には、崩壊の危惧される急傾斜地が数多く存在しており、多くの民家や教育施設などの公共施設が土砂災害警戒区域や土砂災害特別警戒区域に指定されている。これらの崩壊が危惧される斜面の多さから、対策が思うように進んでいないという現状にあり、特に崩壊の危険性が高く、早急な対策が必要な斜面を選定するシステムの構築が求められている。

そこで本研究では、まず、急傾斜地の現地調査によって得られたデータを基に、斜面防災データベースを作成する。また、二次元斜面解析モデルを用いて、斜面形状および地質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危険斜面の判定指標を提案する。これらを用いて、危険斜面選定の意思決定に役立つシステムの構築を進める。

2. 斜面防災データベースの概要

データベース作成には、FileMaker Pro を用いた。本ソフトは、Excel ファイルなどの既存データを直接取り込むことができ、使用者自身によるデータベースの作成・改良、レイアウト変更、データのブラウズなどが自由に行える。検索、ソートなども簡単に行うことができ、求めているデータを素早く探し出すことや、並び替えて表示できる特徴がある。また、スクリーンショットやボタンの機能によって作業の簡略化を図ることも可能である。

現在、急傾斜地危険箇所の点検調査は、調査表を用いて紙面への記入によって実施されている。本研究では、この調査表を基に、図-1 に示すようなコンピュータ上で情報を入力できる調査表を作成した。本調査表には、調査日や箇所名、位置などといった基本情報から、斜面の高さや傾斜角などの地形に関する情報、周辺環境等の様々なデータを入力できる項目を設けた。対象斜面の位置に関しては Google マップと連動させることによって、正確な位置情報を登録・確認することができる。また、タブ分けすることで調査対象斜面に関するすべての情報を一つのシートにまとめて入力することが可能である。

図-2 に作成したデータベースのシステム概要図を示す。現地調査の際にこれまでの紙面への記入ではなく、タブレット PC に入力することで、現場から持ち帰ってすぐにデータベースに取り込むことができ、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 とのデータベースフ

ァイルを共有することで、直接データベースを更新することができるという利点がある。また、データベース上に蓄積された情報は、検索コマンドの実行によって、必要な情報を簡易的かつ迅速に取り出すことができる。

画像や動画のデータも保存できることから、定期的に更新を行うことで、斜面の経時変化を視覚的に確認することもできる。また、撮影の際にドローンを活用することで目視での確認が困難な箇所の映像も残すことができる。

斜面一覧リスト	検索
調査日: 2015/12/14	所在地: 長崎大学 工学部
担当者: 地盤環境研究室	箇所名:
箇所番号:	斜面区分: 自然斜面
位置:	メモ: 落石がみられる

地形要因	土質・地質要因	崖地要因	地震要因	保全要因	写真
傾斜角	30°				
斜面の高さ	10m				
斜面方位	南向き				
斜面形状	直線谷斜面			参照	
上位地形の方向	南向き				
横断形状	斜面全体に凹凸がある			参照	
速急線	不明確			参照	
速急線の位置	該当なし			参照	

図-1 タブレット上の急傾斜地調査入力画面

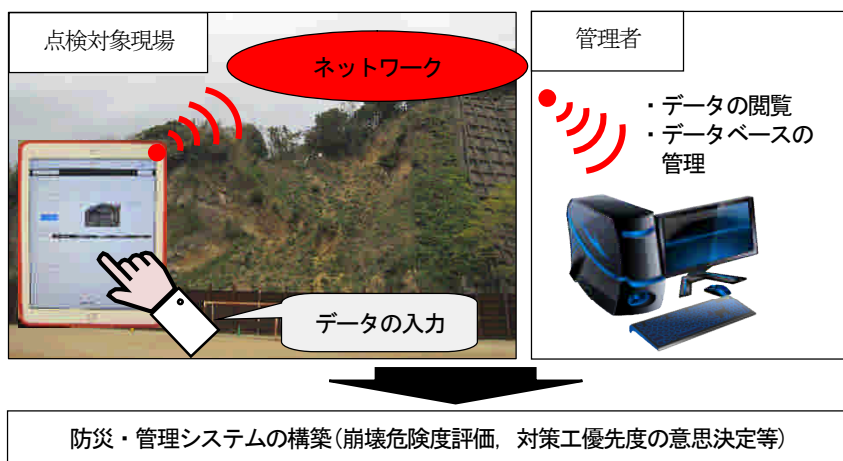


図-2 システムの概要図

このように、急傾斜地のデータベースを構築することは、危険度の予測精度の向上だけではなく、調査対象の斜面で崩壊が発生した際に、崩壊履歴のデータがあれば、その斜面で崩壊が発生した理由について考察することができることから、本データベースの構築は、将来の防災技術の向上に役立てることも期待される。

3. 斜面安定解析による崩壊危険度判定指標の検討

斜面の崩壊危険度判定指標作成のため、図-3 に示すような、二次元断面斜面モデルを作成し、斜面形状および地質を変化させて、せん断強度低減法に基づいた斜面安定解析を実施した²⁾。斜面形状について、斜面の高さを、10m から 50m まで 10m 毎、傾斜角は 30° から 60° まで 10° 毎とした。地質の違いは強度定数の違いで表現し、入力物性値は対象とする地質に関する文献等から決定した。図-3 に示すように、強度定数を低下させた風化土層を設けることで、風化による安定性の変化を評価した。

本研究で用いた、せん断強度低減法の基本的発想は、解

析モデルのせん断強度を減少させていく過程で、斜面が不安定化する瞬間を捉えることにあり、解析モデルのせん断強度を、ある定数 F で除した際に斜面が崩壊する場合、その定数 F がその解析モデルの全体安全率に相当するという理論に基づいている。手順としては、まず、 F を小さな値とした時のせん断強度を入力し、自重解析を実施する。 F を小さな値とすることでせん断強度は大きくなり、モデルは安定となる解析結果を得ることができる。段階的に F を増加させ、その度、自重解析を繰り返すうちに斜面が不安定となる。この時の F を斜面の全体安全率として評価する。本解析では表層崩壊の危険度について評価するため、基盤岩の安全率を 1.0 で固定し、風化土層の F を 1.0~4.0 の範囲で段階的に変化させて解析を実施した。それぞれのケースで得られた全体安全率をもとに図-4 に示すようにグラフ化することで、斜面形状と地質を考慮した斜面崩壊の危険性評価指標を作成する。

図-4 は、凝灰角礫岩層の強度定数³⁾を用いて実施した解析の結果より得られた関係図である。凝灰角礫岩層の斜面崩壊発生地では、地表面から 3~4m 程度の風化土層を有していることが多いと報告されている⁴⁾。このことから、4m の風化土層を有したモデルを作成し、風化土層の強度を減少させて解析を実施した。せん断強度低減法による解析を実施し、それぞれのケース毎の安全率が得られた。傾斜角が 30°、40° のケースに関してはすべての高さに関して安全率が 4.0 を上回る結果となり、急傾斜地に区分される斜面の中でも傾斜角が比較的小さい斜面は安全な斜面であると考えられる。傾斜角が 50°、60° のケースに関して、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。このような関係図を作成することで、データベースに蓄積されたデータの中で、より崩壊危険度の高い斜面を抽出することができ、対策工を施工する斜面の優先度決定等に役立つことが期待される。

4. おわりに

本研究では、急傾斜地の防災・管理システム構築のため、斜面防災データベースを作成した。また、せん断強度低減法に基づく二次元斜面安定解析により崩壊危険度判定を検討した。今後は、降雨の影響を考慮した崩壊危険度の予測も行うことで、防災システムの構築を目指していく。

参考文献

- 1) 野沢直樹(2014) : FileMakerPro13 スーパーリファレンス—for Windows & Macintosh, 株式会社ソーテック社。
- 2) 若井明彦・蔡飛(2003) : 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.
- 3) 森谷ゆうみ(2010) : 個別要素法と GIS による道路沿い岩盤斜面の安定性評価とハザードマッピング, 土木学会西部支部研究発表会講演概要集, III - 85, pp.497-498.
- 4) 西山賢一・千木良雅弘(2002) : 1982 年長崎豪雨災害で発生した斜面崩壊の地質的特徴, 京都大学防災研究所年報, No45 B, pp.47-59.

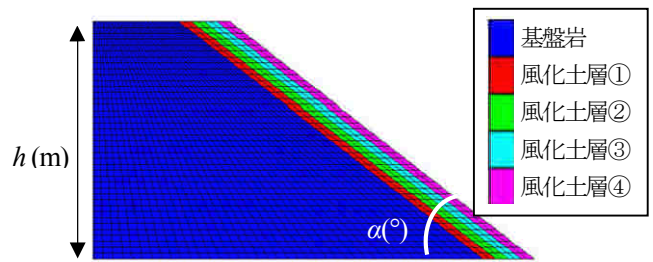


図-3 解析モデル

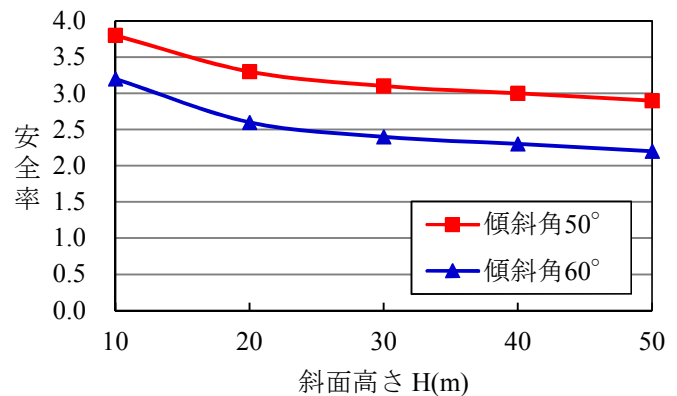


図-4 斜面の高さ-傾斜角-安全率の関係