

現地調査に基づく岩盤斜面の安定性に関する数値解析的研究

宇都宮大学 学生会員 ○大塚 伸悟
宇都宮大学院 学生会員 阿部田 樹里
宇都宮大学 正会員 清木 隆文

1. はじめに
1. 1 研究背景

わが国において、斜面崩壊による災害は古くから多数発生しており、しかもその分布は国土全体におよんでいる。原因として、国土が狭い上に急峻で複雑な地形・地質をしており、さらに雨や雪、地震といった厳しい自然条件である事が挙げられる。また近年では、国土開発や観光開発が進められる中で、山地での大規模開発の人為的要因による斜面災害も増加している。斜面の安定性を把握することは事故を未然に防ぐと同時に、的確な安全対策を行うために重要になってくる。そのためには、岩盤斜面の安定性を適切に評価することが必要である。まず、岩盤斜面の現地調査を行い、専門家の意見のもと、その周辺を構成する地形・地質データ、崩壊要因となる斜面の特徴（比高、傾斜角度、クラックの有無、植生状況 etc）を取得し、危険度評価（表 - 1）を実施した。この結果をもとに、危険度が高いと評価された岩盤斜面の地質、幾何形状の特性を再現し、有限要素解析を行った。この際、直接有限要素メッシュで表しにくい地質境界部は均質化法を用いて表現した。その後、解析結果と斜面崩壊の安全性について検討し、現場調査をもとにしたでの感覚的な危険度の判断と斜面の安定性の関連について考察をする。

1. 2 研究対象地域の地形・地質

本研究の対象地域は、標高 800～1400m の山地斜面である。対象山地は浸食を受け劣化の進んだ第三

表-1 危険度評価基準

危険度	評価基準
A1	危険の内容や変状が明らかで、直ちに対策が必要である。
A2	明瞭に変状は見られるが、原因・メカニズムが不明である。
B	変状の痕跡はあるが、緊急性はない。
C	変状が軽微または無く危険性の少ない斜面。
D	変状や不安定地形は無く安定した斜面と考えられるもの。

紀の石英斑岩及び流紋岩で構成され、長い年月の間に風化、浸食を受け比較的急峻な地形を呈することが知られていた。しかし、平成 14 年度の現地調査により、基盤岩としての溶結凝灰岩の上に、未固結堆積物として泥流堆積物、火山噴出物、崖錐堆積物の分布が判明した。

2. 現地調査

著者らは、斜面の危険度評価を行うために必要なデータを取得するため、主に道路沿いの斜面を自然斜面と保護斜面に分類して、調査を行った。ここに自然斜面とは、施工などの手が加えられていない斜面のことで、保護斜面は擁壁や吹き付けなどによって補修がされている斜面である。著者らは、平成 13 年度、14 年度で調査した斜面に加えて、その周辺と道路の見下側にある斜面を中心として新たに調査を行った。現地調査は点検項目表を用いて実施した。この点検項目表(表-2¹⁾)は多様なデータを取得するために、過去の研究で用いた調査項目に加え、斜面崩壊に関連した要因を考慮し、作成したものである。

表 - 2¹⁾ 点検項目表(抜粋)

地形	斜面種別	保護斜面	自然斜面								
			。								
		m									
		北	北東	北西	東	西	南西	南東	南		
		谷	尾根	平面							
	平面	粗面	凸	凹	上部突出	中部突出	下部突出				
	大	小	なし								
崩壊の兆候	斜面クラック	複数該当・明瞭	あり・不明瞭	なし							
	肌落ち	複数該当・明瞭	あり・不明瞭	なし							
	裸地	複数該当・明瞭	あり・不明瞭	なし							
	段差	複数該当・明瞭	あり・不明瞭	なし							
	隣接斜面の変状	複数該当・明瞭	あり・不明瞭	なし							
	崩壊跡地	該当する	しない								
	不安定岩塊	該当する	しない								



a)自然斜面 b)保護斜面

図 - 1 自然斜面と保護斜面

3. 数値解析

3. 1 地質境界部の複合材料的扱いについて

近年複合材料を考慮した内部微視的構造を考慮に入れた応力解法として、均質化法³⁾がある。斜面の地質は複数の岩盤、土層で構成されているので、本研究では異なる地質の境界面の地質材料を無理なく有限要素メッシュにマッピングする際に用いる。均質化法を有限要素解析に組み合わせることで、実際の斜面に近い地盤状態を再現し解析する。

3. 2 解析結果

現場では斜面の傾斜をクリノメータで測定した。この結果をもとに、危険度評価に影響を与える程度でのしきい値を設定し¹⁾、グループカテゴリー分けをしたが、この危険度評価をもとにした感覚的な斜面傾斜のグループ分けが、どの程度力学的安定性に影響するかを調べるために、斜面の角度についてケーススタディを行った。全斜面を代表させて数例の岩盤斜面の有限要素解析を行った。解析にあたっては、斜面の施工過程の概略手順を再現した。その代表として、二つの解析例を示す。パターン1は、傾斜角45度の斜面で、パターン2は、傾斜角55度の斜面である。どちらの斜面も地質、境界条件等が同じ設定である。それぞれの最小主応力図（圧縮側）を図-2に示した。

4. まとめ及び今後の課題

4. 1 解析結果の考察

パターン1とパターン2の両者とも斜面が斜面方向に沿ってすべり落ち、その結果、道路面を下から

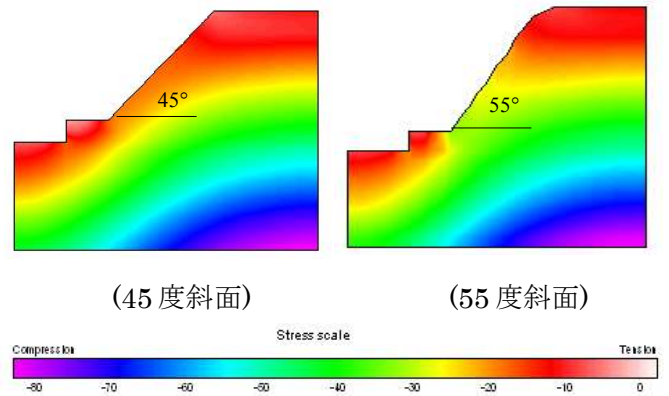


図 - 2 斜面勾配の異なる斜面の応力状態 (MPa)

押し上げるような変形が現れた。また、斜面下部の法尻部分に注目し、内部応力状態を比べると、パターン1では局所的に強い応力が加わっておらず、応力の大きさ圧縮側に約5~20 (MPa) に対し、パターン2では斜面下部に加わる力が大きくなり、圧縮側に約40 (MPa) の応力が生じた。そのため、斜面の安定性の評価は低くなることが想定される。

4. 2 まとめ

軽微な傾斜角の違いは、危険度評価のカテゴリー区分では判断しにくい。危険度評価を考えるためとして、斜面勾配では、45度以下、45度以上から70度未満、70度以上と区分した。グループ分けして、斜面傾斜等を評価することは、多数の斜面の危険度評価作業を円滑に進めることができるが、その斜面内部の工学的安定性との関連性を明確にする必要がある。

4. 3 今後の課題

- ・掘削方法の違いがどのくらい安定度に影響するかを検討する必要がある。
- ・危険度の異なる斜面を解析することで、危険度と内部状態との関係性を示す必要がある。
- ・現場での感覚的な判断と斜面の安定性関係について様々な角度から考察する必要がある。

参考文献 1)小林芳博, 現地調査に基づく岩盤斜面崩壊の危険度因子の抽出に関する研究(平成14年卒業論文, 2002) 2)市川康明, 地盤力学における有限要素法, 1990 3)菊池昇, 均質化法入門, 1995