

深層崩壊の発生する恐れのある斜面におけるリスク評価手法に関する研究

国立研究開発法人 土木研究所 ○瀬戸秀治・高原晃宙・木下篤彦・水野秀明

1. はじめに

深層崩壊に対する適切な対応策を検討するためには、深層崩壊の発生する恐れのある斜面を抽出し、斜面のリスク評価を実施することが求められている。

深層崩壊の発生する恐れのある斜面のリスクは、斜面の危険度と崩壊規模の組合せで評価することができる<sup>1)</sup>。特に斜面の危険度に関する既往研究としては、斜面変動の状況を示すひずみ率や地形による危険度評価の事例<sup>2)~6)</sup>がある。ひずみ率の研究事例<sup>2)~5)</sup>では、ひずみ率の大きさと斜面の危険度の関係が不明瞭であるという問題が挙げられる。また、地形による危険度評価の研究事例<sup>6)</sup>では、地形と地質構造に基づいて、変形地形を分類し、深層崩壊の発生危険度をI~IVの4段階に区分したが、地形・地質に関する高度な専門知識を必要とすること、定性的な評価となるため説明が困難であること等の問題が挙げられる。そこで本研究は、上記問題点を解決し、簡便に危険度を評価する手法の開発を目標として、ひずみ率及び変形地形と危険度の関係を明らかにすることを目的とする。さらにその結果を踏まえて、危険度評価フローを提案する。

2. 検討の概要

2.1 研究の対象とした斜面

本研究では、2011年の台風12号により深層崩壊が発生した紀伊山地(奈良県:四万十帯)の7斜面、および微地形判読により深層崩壊の発生する恐れのある斜面として抽出された浦川流域(長野県:堆積岩・火成岩)14斜面と川辺川流域(熊本県:四万十帯・秩父帯)31斜面を対象とした。対象斜面の地質は大きく分けて四万十帯・秩父帯・堆積岩・火成岩の4区分であった。

2.2 ひずみ率の算出

本研究では、既往研究<sup>2)~4)</sup>におけるひずみ率の算出方法に従い、図-1に示すように、小崖長と斜面長からひずみ率を算出した。小崖上部・小崖下部・斜面末端の

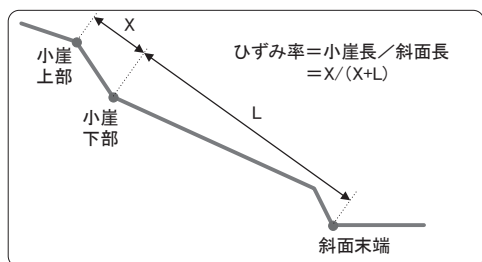


図-1 ひずみ率の算出概念図

表-1 地形による危険度判定表。図中○印が該当地形を示す。\*1は山上凹地から谷に連続する小崖がない場合を、\*2は山上凹地から谷に連続する小崖がある場合である。

変形地形	危険度	斜面上部の小崖			斜面下部の状況			
		無	不連続	連続	安定 (拘束・離水)	侵食	崩壊	
凹凸斜面	I	○						
	II		○					
	III			○	○	○		
	IV			○			○	
地すべり	II				○			
	III					○		
	IV						○	
	IV						○	
線状凹地	山稜面側	I	○					
		II	○			○		
		III	○			○	○	
		IV	○			○	○	
	山稜片側	I	○			○	○	
		II	○			○	○	○
		III		○		○	○	○
		IV		○		○	○	○
	山上	II	○			○	○	
		IV	○					○
		III	○*1					
		IV	○*2					

位置は、縦断形状と変形領域の分布範囲を考慮し、可能な限り客観的に判読した。対象52斜面においてひずみ率を算出した結果、2.3~25.9%という値となった。

2.3 変形地形の分類と危険度の評価

本研究では、簡便な危険度評価を行うため、既往研究<sup>6)</sup>から地形要素のみを抽出し、変形地形ごとに、表-1に示す危険度判定表に基づいて評価を行った。ここで、変形地形のうち「凹凸斜面」とは斜面に不規則な凹凸地形が発達した斜面であり、「線状凹地」とは、稜線と平行な凹地を持つ斜面を指す。また、「地すべり」とは滑落崖と側部の谷地形が明瞭であり、地形的に地山から分離して滑動していると推測できる斜面を指す。

図-2に危険度評価事例を示す。図-2a)は傾斜量図であり明部は緩傾斜、暗部は急傾斜を示す。当該斜面は明暗が不規則に分布する凹凸斜面である。斜面上部には連続した小崖が分布し、斜面下部には崩壊跡が認められることから、表-1より危険度IVと評価した。同様に対象52斜面で危険度評価を実施した結果、凹凸斜面は32斜面、線状凹地は12斜面、地すべりは8斜面であった。また、危険度Iと評価した斜面は3斜面、危険度IIは19斜面、危険度IIIは20斜面、危険度IVは10斜面であった。

3. ひずみ率及び変形地形と危険度の関係

図-3に対象52斜面全てのデータをプロットした変形地形ごとのひずみ率及び危険度の関係図を示す。危険

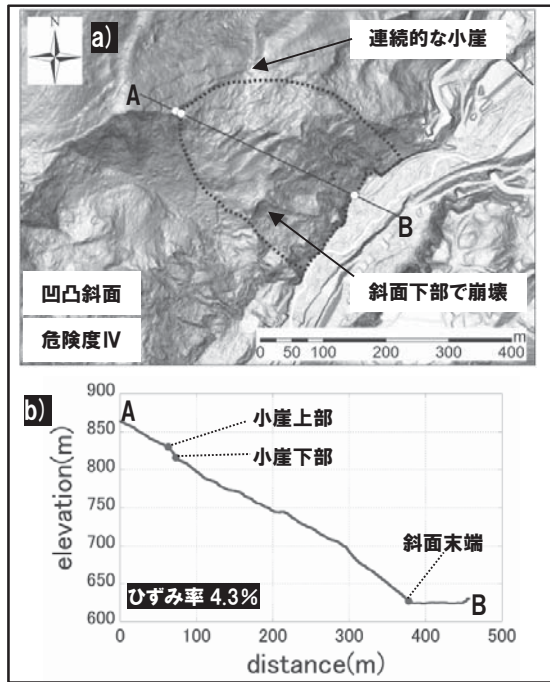


図-2 危険度評価の事例。a)は傾斜量図であり明部は緩傾斜、暗部は急傾斜を示す。b)はa)中のAB測線の縦断面図。

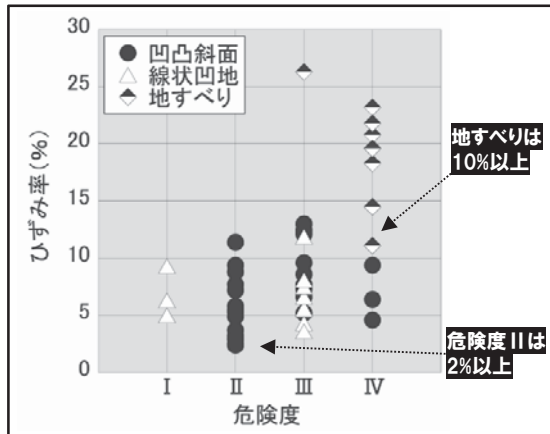


図-3 52斜面における変形地形ごとのひずみ率と地形による危険度の関係

度Ⅰは4.8～8.9%、危険度Ⅱは2.3～11.4%、危険度Ⅲは3.4～25.9%、危険度Ⅳは4.3～23.2%のひずみ率となった。また、凹凸斜面では2.3～12.7%、線状凹地では3.4～11.5%、地すべりでは10.2～25.9%というひずみ率となった。以上の結果から、凹凸斜面における危険度Ⅱのひずみ率が2%以上、地すべりのひずみ率が10%以上である点に着目し、2%と10%という値をひずみ率の閾値とした危険度評価フロー(図-4)を作成した。このフローは、地形にもとづいて定性的に評価した危険度と、斜面変動の進行状況を定量的に示したひずみ率を組み合わせることによって、既往研究の問題点を解決したものである。

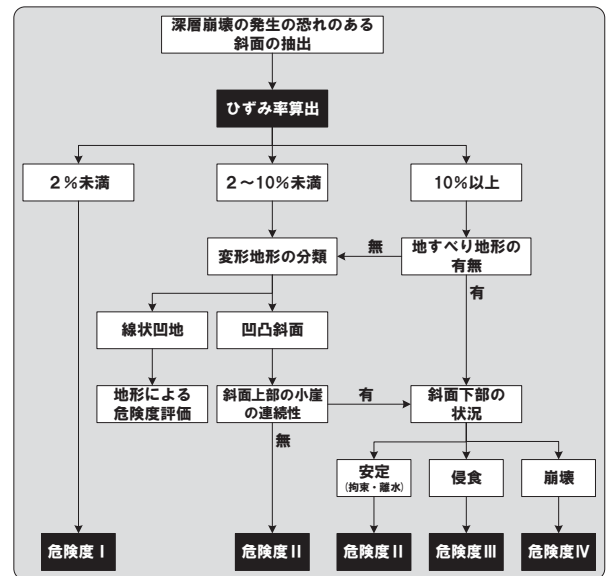


図-4 ひずみ率及び変形地形と危険度を組合せた危険度評価フロー

#### 4 おわりに

本研究では、紀伊山地、浦川流域、川辺川流域の52斜面において、ひずみ率の算出、変形地形の分類、地形による危険度評価を実施し、その関係性を明らかにした。さらに、その結果を用いて、ひずみ率及び変形地形と危険度を組み合わせた簡便な危険度評価フローを提案した。今後は、データをより増やしてひずみ率の閾値の精度を高めるとともに、今回対象とした斜面において詳細調査を実施し、この手法の妥当性を検証していく必要がある。また、他の地質体への適用性についても検討していく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 木下篤彦・石塚忠範・高原晃宙・瀬戸秀治・野池耕平・森加代子・水野秀明、「深層崩壊の発生する恐れのある斜面抽出技術手法及びリスク評価手法に関する研究」、土木研究所資料、第4333号、2016
- 2) 森脇寛：地表面移動量を指標とする地すべり斜面の崩壊危険度評価、地すべり、Vol.38、No.2、p.115-122、2001
- 3) 稲垣秀輝・小坂英輝・大久保拓郎：四国、中央構造線沿いの地すべりの発生と安定化、日本地すべり学会誌、Vol.44、No.4、p.37-43、2007
- 4) 小野田敏・高山陶子・ハスパートル：ひずみ率による斜面安定度の推定、平成26年度特別講演およびシンポジウム予稿集「土砂災害の軽減に向けて一大規模斜面変動の前兆と評価」、p.49-55、応用地質学会、2014
- 5) 千木良雅弘・松四雄騎・ツォウチンイン・平石成美・松澤真・松浦純生：2011年台風12号による深層崩壊、京都大学防災研究所年報、第55号A、p.193-211、2012
- 6) 千木良雅弘・坂島俊彦・渋谷研一：深層崩壊発生危険斜面の地質・地形的抽出法について、平成26年度砂防学会研究発表会概要集A、p.16-17、2014