

山体崩壊堆積物に対する堆積構造把握のための調査事例

株式会社レアックス ○大山 朝之, 向井 和行

1. はじめに

山体崩壊に起因する岩屑なだれ堆積物（以後、山体崩壊堆積物と称する）は一般に、流動性が高く、広い範囲に分布する¹⁾ことや、給源の地質構造を残している大型の岩塊を含む²⁾といった特徴を持ち、このため、堆積物全体の分布形状や、その内部構造を把握することは難しい場合が多い。

本稿では、軟質な岩相不連続面を持つ、未固結～弱固結の山体崩壊堆積物の分布域において、高品質・定方位のボーリングと、ボアホールカメラ観察を実施することで、山体崩壊堆積物の底面の方向や、堆積物中の岩相不連続面構造を把握し、その結果、山体崩壊堆積物の分布形状と地すべりの可能性について検討した事例について紹介する。

2. 地形と地質

調査地は、比高が数100mの相対的な急斜面と、遷緩線を境にそれより低標高部に分布する長さ数kmの緩斜面の組み合わせからなる、大規模な崩壊地形を呈している。

調査地域に分布する地質は、第四紀更新世の山体崩壊堆積物（Rd）とその基盤となる新第三紀中新世の火山性堆積物（At）である（図-3）。山体崩壊堆積物（Rd）は、硬質礫を含む未固結～弱固結の堆積物で、全体に凝灰角礫岩様の岩相を呈する。火山性堆積物（At）は、自破碎安山岩、安山岩、変質安山岩質火山角礫岩、火山円礫岩などの岩相からなり、広域的な熱水変質の影響が見られるものの、岩質は概ね硬質である。

3. 調査方法

(1) 調査方針

ボーリング孔で、地層の不連続面の走向傾斜を把握する一般的な手法はボアホールカメラである。ボアホールカメラでは、不連続面の走向傾斜のほか、割れ目の開口幅や、孔内水の動きなど原位置でしか得られない情報が取得できる。一方、ボーリングコアは、実際の色調や地層の硬軟、手触り、挟在物の内部構造、割れ目面の付着物など、実試料でしか得られない情報を有する。

本事例では、ボアホールカメラにより、不連続面の走向傾斜を数値情報として把握するとともに、高品質・定方位のボーリングコアにより、上記のような定性的な地質情報を付加すること、および方位情報の補完を試みた。

(2) ボーリング

ボーリングは2地点で実施した（図-4）。ボーリングには「ACE ボーリングコア方位確認システム（NETIS 番号：HK-170014-A）」を用いて、高品質・定方位のボーリング

コアを採取した。採取したボーリングコアは、真北方向が上面に向くように揃えてコア箱に収め、観察時に地質構造等を把握しやすくなるよう配慮した。

(3) ボアホールカメラ観察

ボアホールカメラ装置は株式会社レアックス製「BIP-V/ODS」を使用した。観察結果は孔壁展開画像で表すとともに、画像解析により不連続面の走向傾斜を把握した。

4. 調査結果

(1) 岩相不連続部

山体崩壊堆積物（Rd）中には、7箇所の明瞭な岩相不連続箇所が確認された。表-1に各孔で確認された岩相不連続箇所とその構造、特徴を一覧で示す。地質はいずれも凝灰角礫岩状を呈する未固結～弱固結の岩相である。

表-1 岩相不連続面箇所一覧表

B-1			B-2		
深度	状態	構造	深度	状態	構造
12.10～12.35m	軟質淡灰色化	上面：N48E60SE 下面：N45E63SE	9.35～9.80m	変質淡灰色化	下面：N38W51SW
16.00～16.10m	粘土状	下面：南東傾斜	16.35～16.43m	粘土状	不規則
28.52～29.45m	基質粘土状	下面：N13W50W	16.52～17.20m	変質淡灰色化	上面：N78W55S 下面：N85W55S
34.40～34.84m	基質軟質淡灰色化	下面：N20W10W	A～E：図-4の走向傾斜記号に対応		

表-1に示した不連続面について、ボアホールカメラ画像と定方位ボーリングコアを対比した（図-1）。その結果、両者はその深度や、地質構造の方向において、良好な一致を示し、ボーリング孔の状況等により、ボアホールカメラによる情報が不足する場合は、定方位ボーリングコアにより情報を補完できることが確認できた。

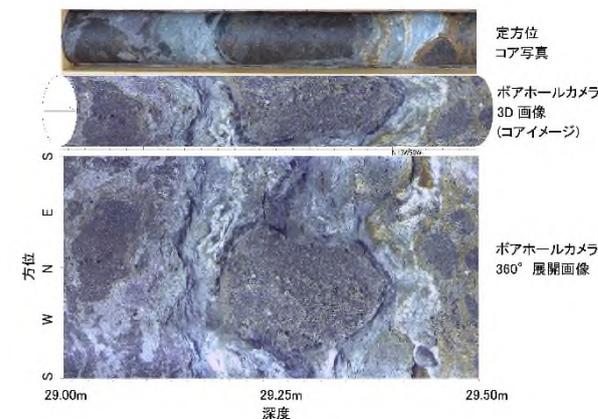


図-1 定方位コアとボアホールカメラ画像の対比例

(2) 山体崩壊堆積物(Rd)下面

B-1孔の深度41m付近に、山体崩壊堆積物（Rd）の下面が確認され、ボアホールカメラで取得した走向傾斜はN76°W24°Nであった（図-2）。

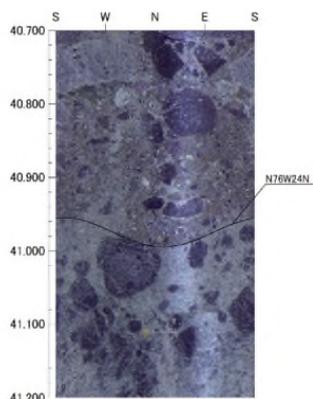


図-2 ボアホールカメラでとらえられた山体崩壊堆積物 (Rd) の下面構造 (B-1 孔 深度40.9~41.0m)

5. 解析検討

(1) 山体崩壊堆積物 (Rd) の下面構造の検討

ボーリングの2地点を直線で結んだ測線 (1測線) の断面図を作成し、山体崩壊堆積物 (Rd) の堆積構造を検討した (図-3)。その結果、B-1地点での山体崩壊堆積物 (Rd) 下面標高に比べて、より地盤標高の低い B-2地点の山体崩壊堆積物 (Rd) 下面の標高のほうが高く、地表面の起伏とは不調和であることが示された。

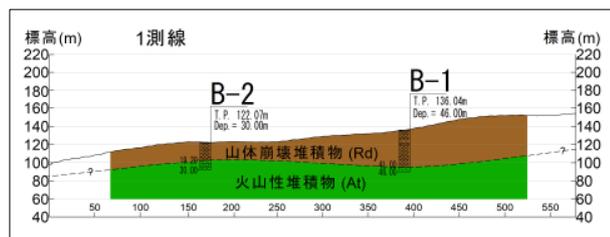


図-3 1測線 地質断面図

次に、本調査結果に既往調査結果を加えて作成した、山体崩壊堆積物 (Rd) の下面等高線図を図-4に示す。

地表面の傾斜方向を詳しく見た場合、標高150m付近より高標高部では概ね北東方向に傾斜しているが、標高150m付近より下では北向きに斜面方向を変える。一方、山体崩壊堆積物 (Rd) 下面も高標高部では北東に傾斜しているのに対し、B-1付近から傾斜方向を北向きに変えており、現地形と調和的な構造となる。前述のとおり B-1孔で確認された山体崩壊堆積物 (Rd) の下面構造は、N76°W24°N であり、同様に B-1孔地点の地形傾斜に調和的である。また、山体崩壊堆積物 (Rd) 下面はB-2付近で尾根状になっているが、これも概略的には現地形面の傾向と一致している。

(2) 地すべりの可能性についての検討

山体崩壊堆積物 (Rd) 中には、表-1に示したように、7箇所³⁾の明瞭な岩相不連続箇所が確認された。これらの岩相不連続箇所はいずれも、軟質化部あるいは粘土状部を伴っており、このような弱部が地すべりのすべり面を形成している可能性について検討した。

これらの岩相不連続箇所の境界面は、西～南～南東方向に傾斜しており (表-1)、現況斜面方向から想定される

滑動方向 (北～北東方向) とは一致しない (図-4)。また、コアの分離面を確認したところ、斜面の傾斜方向と調和的な条線や鏡肌のような、重力による変動を反映した現象は見られなかった。以上の特徴は、これらの岩相不連続面箇所が、現地形における地すべり変動を反映したものであることを示唆する。

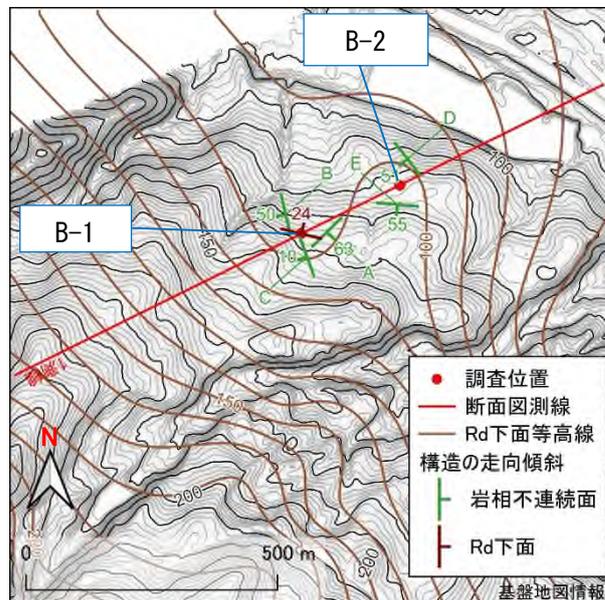


図-4 山体崩壊堆積物の下面等高線図とボアホールカメラ観察により得られた地質構造の走向傾斜

6. おわりに

本稿では、原位置の走向傾斜の取得により、コア情報だけでは難しい、山体崩壊堆積物の下面構造や地すべりの可能性について検討した事例について紹介した。

固結度の低い地質に対するボアホールカメラの使用については、活断層調査などで実施された例^{例えは3)}など、その適用範囲が広がっているが、孔壁の明瞭性、自立性や、孔内水の可視性などに対する懸念から、必要と思われるながらも実施が見送られるケースも多い。

本事例が、固結度の低い地質に対する構造解析調査の参考となれば幸いである。

《引用・参考文献》

- 井口隆 (2006) : 日本の第四紀火山で生じた山体崩壊・岩屑なだれの特徴-発生状況・規模と運動形態・崩壊地形・流動堆積状況・発生原因について-, 日本地すべり学会誌, 42巻5号, pp. 409-420.
- 鎌田浩毅, 須田恵理子, 齋藤武士, 飯澤功, 酒井敏 (2002) : 火山体崩壊に伴う岩屑なだれの流動メカニズムの実験的解析と地質堆積物への適用, 材料, 51巻2号, pp. 168-175.
- 小松原琢, 富浦裕司, 郡谷順英 (2022) : ボーリング孔壁のボアホールカメラ撮影画像を用いた沖積層の構造調査, 活断層・古地震研究報告, No. 22, pp. 17-31.