

鳥海山麓に分布する 泥岩の風化特性と地すべり

奥山ボーリング株式会社

○中野 史明、藤井 登、宮澤 駿太郎、鈴木 聡

1. はじめに

秋田県南部に位置する鳥海山の北麓で、河道を閉塞する地すべりが発生した。この地域に分布する新第三紀の泥岩はスレーキングなどにより深部まで脆弱化することが知られており¹⁾、このことが地すべり発生の素因であると推察される。本発表では、調査地周辺の地形や地質構造、採取されたボーリングコアを用いた泥岩の風化特性について調査し、深層まで脆弱化した要因と地すべり発生の関連性について考察した結果を報告する。

2. 地すべり地の概要

(1) 地すべり地の概要

地すべりは下部と上部に区分される(図-1、図-2)。下部すべりは幅約120m、長さ約100m、上部すべりは幅約85m、長さ約40mの規模であり、上部すべりの末端は下部すべりの頭部に抜け出るような形状となっている。この地すべりにより移動土塊が下方の河川に到達し、河川断面の50%から100%埋塞した。



図-1 地すべり地の平面図²⁾

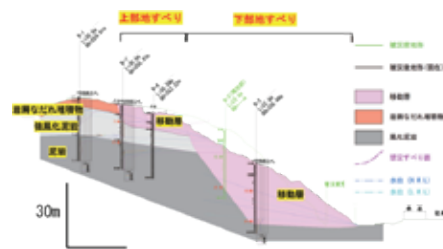


図-2 地すべり地の断面図²⁾

(2) 地形・地質概要

防災科学技術研究所の地すべり地形分布図データベース³⁾に(図-3)によると、被災地周囲は地すべり地形が密集するエリアとなっており、今回の被災地も地すべり地形の末端部に該当する。図-4に示す地すべり地の赤色立体図によると、地すべり頭部から側方にかけて滑落崖が明瞭にみられ、すべり地内の表層部はすべり地外の表層部に比較して不規則な凹凸や下方に垂れ下がったような微地形が顕著に発達する。また、当地は鳥海山麓の末端に位置しており(図-5)、上流からの多量の表層水や地下水が集水しやすい地形を呈している。

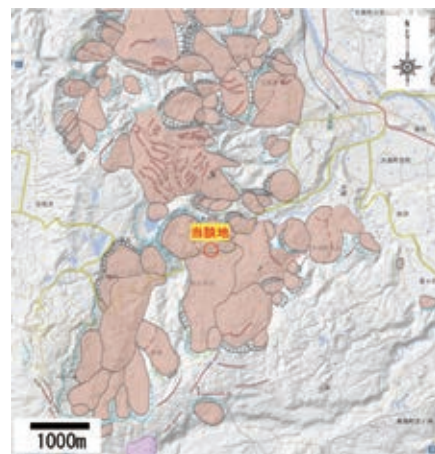


図-3 調査地周辺の地すべりマップ³⁾

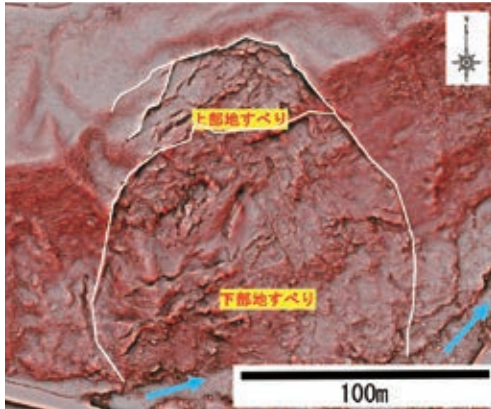


図-4 地すべり地の赤色立体図²⁾

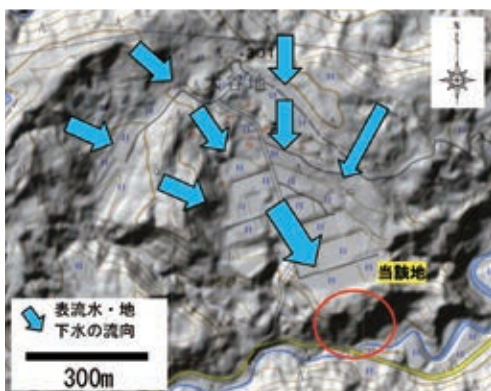


図-5 地すべり地周辺の地形図⁴⁾

地質は、新第三紀鮮新世から第四紀更新世前期の暗灰色の塊状な泥岩やシルト岩から成る天徳寺層である（図-6）。その上位には、写真-1に示す第四紀更新世中期の鳥海火山噴出物であり透水性の高い由利原岩層なだれ堆積物が分布し⁵⁾、本地すべりの上部に緩い沢地形を覆うような分布形態を確認できる。



図-6 調査地周辺の地質図⁵⁾



写真-1 地すべり頭部に分布する岩層なだれ堆積物

また、当地の東方1kmには背斜軸の存在が推定されており（図-6）、当該箇所は背斜構造の背斜翼部に位置する⁵⁾。背斜軸周囲では、地層中に引張割れ目（節理）が形成され、風化による地質体の強度低下が発生しやすいとされている⁶⁾（図-7）。

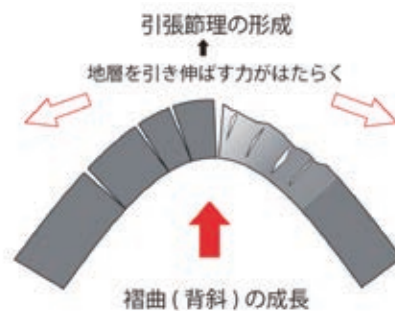


図-7 背斜軸部における節理の形成⁶⁾

3. 地すべり泥岩の物性

(1) 泥岩露頭の状況

現在、上部すべりでは頭部排土工が施工中であり、排土した切土法面には泥岩の露頭が確認できる。切土間もない露頭の新鮮部は暗灰色を呈する一方、写真-2に示すような細粒化を示す部分も多く認められる。ボーリングコアでも、同様な細粒化した泥岩が認められた（写真-3）。



写真-2 スレーキングにより細粒化した泥岩

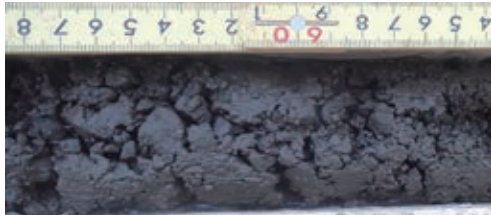


写真-3 ボーリングコア (GL-7m付近) で認められる細粒化した泥岩

4. 泥岩の物性

(1) 試験方法

上部すべりで実施した機械ボーリングのコアを用いて、以下の試験を実施した。
 ①針貫入試験 (JGS 3432) は、一軸圧縮強度の推定と鉛直方向の強度分布特性を把握するために、ボーリングコアを用いて10cm単位で行った。
 ②乾湿繰返し試験 (JHS 111-2006) は、強度と吸水量増加率との関係を把握するために、4つに強度区分した試料を用いて行った。
 ③粉末X線回折は、スレーキングを発生させる素因となる膨張性粘土鉱物の有無を把握するために実施した。

(2) 試験結果

①針貫入試験

ボーリングコアの深度方向と針貫入試験で得られた一軸圧縮試験結果の関係を図-8に示す。深度4.5mまでは、一軸圧縮強度がゼロに限りなく近い値である。この部分の岩相はすべり面上部の移動土塊と一致している。深度4.5m以深では、深くなるにつれて強度が増加する傾向を示し、深度12.0m以深では約0.5~2.0MN/m²となる。

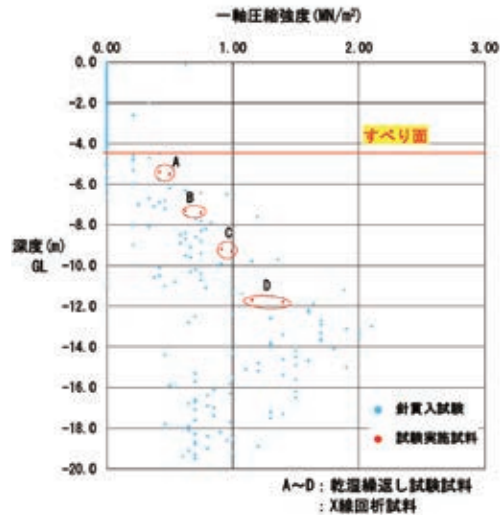


図-8 ボーリングコアの深度と一軸圧縮強度の関係

②乾湿繰返し試験

吸水量増加率は深度及び一軸圧縮強度とは負の相関性を示す。深度5.4~7.4m付近 (AとB) では180%/回以上、深度9.2m付近 (C) では128%/回であるが、深度11.8m付近 (D) では25%/回程度となる (図-9)。一般的に吸水量増加率が5~10%以上になるとスレーキングが起こりやすいとされており、A~Dの全てにおいてスレーキングしやすい岩石であると言える。

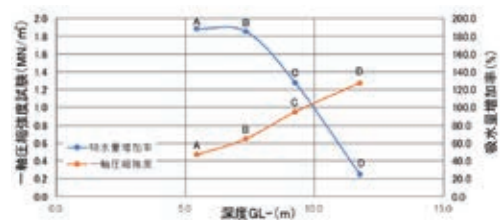


図-9 ボーリングコア深度及と一軸圧縮強度及び吸水量増加率の関係

③粉末X線回折試験

また、粉末X線回折のプロファイルを図-10に示す。分析した結果、風化の程度を問わずスレーキングの素因となる膨張性粘土鉱物であるスメクタイトのピークが全試料で明瞭に認められた。

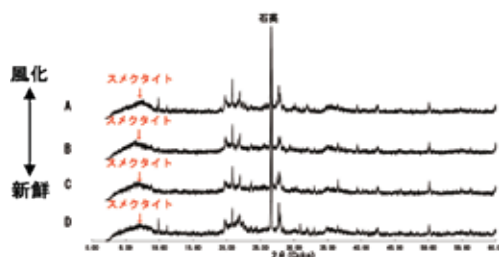


図-10 粉末X線回折結果

5. まとめ

当該箇所の天徳寺層の泥岩はスレーキングを発生しやすいスメクタイトを含み、深度10m付近までスレーキングによる強度低下が進行している。スレーキングの程度は表層部に近いほど顕著で、泥岩新鮮部の深度まで徐々にスレーキングが進行している。

このスレーキングが進行した主な要因は次の3点である。①当該地域において背斜構造が認められることで、地層中に潜在的な引張亀裂が存在したこと。②鳥海山麓の末端に位置するため、当地に水が集積しやすい場所であったこと。③透水係数が高い岩屑なだれ堆積物（岩塊や礫を多く含む）が地すべり頭部の凹地形

を埋めたような形態で堆積しており、地すべり地内へ水が供給しやすかったこと。これらの要因が重なり、地層中の割れ目に沿って地下深部まで水が浸透し、スレーキングが促進したのだと推察した。

本報告に際し、秋田県由利地域振興局から当該箇所の資料を提供いただいた。ここに感謝の意を表する。

《引用・参考文献》

- 1) 今井忠男・鴨志田直人・西村幸一・杉本文男・渡部専一・渡辺幸弘・佐藤允（2004）、秋田南西地域における泥岩の力学特性、秋田大学工学資源学部研究報告、第25号 p 1-6
- 2) 秋田県 由利地域振興局（2019）、一級河川荒沢川地すべり災害資料
- 3) 国立研究開発法人 防災科学技術研究所、J-SHISマップ、<https://www.j-shis.bosai.go.jp/map/>（閲覧日 2022年6月3日）
- 4) 地理院地図（電子国土Web）、<https://maps.gsi.go.jp/>（閲覧日 2022年10月14日）
- 5) 大沢穠（1988）、5万分の1地質図幅「矢島」、地質調査所
- 6) 小松原啄（2018）、地すべりキーワード101（ワン・オー・ワン）-29-褶曲と地すべり、日本地すべり学会誌55巻2号 p96-97