

地すべり機構解析へのボアホールカメラ画像解析と年代測定の実用例

国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 田村 公仁

(株)アサノ大成基礎エンジニアリング ○遠藤 則夫、寺田 正人
佐藤 誠芳、渡邊 平太郎

1. はじめに

深度 100 m 以深と推定される深層部の想定すべり面と地質構造の連続性を確認するために、地すべりブロック頭部にて深度 250m の鉛直ボーリングを行った。ボーリングコア観察、ボアホールカメラ画像解析、年代測定、湧水圧試験の水頭分布の結果を総合的に評価し、地質構造と地すべり機構を検証した事例について述べる。

2. 対象地の概要

(1) 地すべりの概要

対象地は、幅約 1.5km、長さ約 1.8km の大規模地すべり地である。地すべりブロックの頭部は空中写真判読により標高 940m 付近の第四系の溶岩台地縁辺部に認められる。中間には幾つかの小ブロックが認められ、末端部は標高 580m 付近の河川沿いの斜面に抜けるすべり面が想定されている。今回、ブロック頭部付近のすべり面の連続性を確認するための調査が行われた。

(2) 対象地の地質概要

先第三系の花崗岩を基盤とし、新第三系中新統の泥岩・砂岩の堆積岩類および玄武岩・安山岩の火山岩類、それを不整合に覆う最大層厚 100m 程度の第四系火山碎屑物や泥流堆積物、安山岩・流紋岩溶岩が分布する。

(3) 調査の概要

- ・調査目的：長さ約 1.8km と推定されている大規模地すべりの頭部（溶岩台地面の直下付近）にて地層構成とすべり面を確認するためのボーリングを実施した。
- ・調査内容：深度 250m の鉛直下方のボーリングφ 86 コア採取、ボアホールカメラ観察、湧水圧試験、孔内傾斜計ガイドパイプ挿入（深度 200m）。
- ・調査深度：溶岩台地面下のブロック頭部のすべり面を確認するために、既存 I 孔の安山岩出現深度と同じレベルまで地質を確認し、その下に不動岩盤としての新

第三系の安山岩を 50m 程度確認できる深度として、調査深度 250m を計画した。主測線の断面図と今回の調査位置の関係を下図に示した。

3. 調査結果

(1) ボーリング

ボーリングで確認された地質を表-1に示す（図-3に断面図を示す）。

表-1 地質構成一覧表

分布深度	地質区分	主な層相
GL-0 ~ 28 m	火山噴出物 (第四系)	シルト混じり玉石、安山岩、安山岩(自破碎)、火山礫凝灰岩
GL-28 ~ 155 m	安山岩(当初は第四系溶岩⇒年代測定で新第三系鮮新統と判明)	当初想定していなかった硬質な安山岩。岩相変化に乏しく、ひとつのユニットとして構成されている。
GL-155 ~ 197 m	湖沼堆積物	火山礫凝灰岩、亜炭、凝灰岩、礫岩と多様。葉理面は低角。
GL-197 ~ 226 m	玄武岩質安山岩 (年代測定の結果新第三系中新統)	変質著しい安山岩(自破碎) 下位との境界は80°の分離面で接触する。
GL-226 ~ 250 m	礫岩	ルーズな花崗岩質礫岩

ボーリングの結果、深度 28 ~ 155m に当初想定した地質（固結粘土や礫岩などの湖沼堆積物）とは不連続な安山岩が出現した。標高 940m の溶岩台地面に近いことから、第四系の溶岩の可能性も考えられ、従来推定された地質構造と地すべり機構の見直しが必要と考えた。



写真-1 深度 28 ~ 155m の安山岩

- ・棒状コアで非常に硬質。亀裂沿いに方解石脈を伴う。



写真-2 深度 197 ~ 226m の変質著しい玄武岩質安山岩

- ・亀裂沿いに脱色劣化が著しく、熱水変質を受け砂礫状となる部分あり。岩片は硬質で短棒〜角礫状コア。

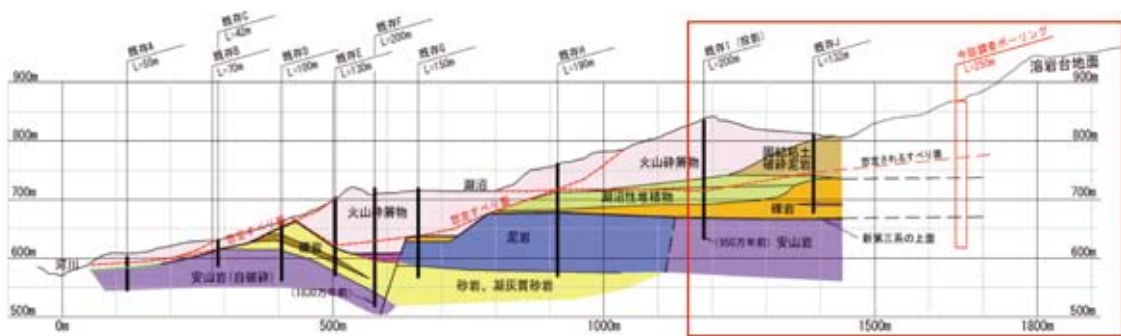


図-1 調査実施前の地すべり主測線の推定断面図 (調査後の赤枠部分の断面図は図-3 に示す)

(2) ボアホールカメラ観察

葉理に沿って形成されたすべり面の確認や湧水を伴った亀裂の確認などを目的として、地すべり調査ではボアホールカメラ観察が行われることが多くなってきた。

今回は超音波画像撮影による亀裂解析を行った。

超音波画像では孔壁からの反射強度の違いで亀裂面を認識するので、特に堆積構造のみられる湖沼堆積物ではコア写真との対比を併用し、葉理面を抽出した。

その結果、安山岩と湖沼堆積物の境界面や湖沼堆積物中の葉理面は、主測線の下方へ向かうすべりの方向とは斜交または逆方向を示すことがわかった。

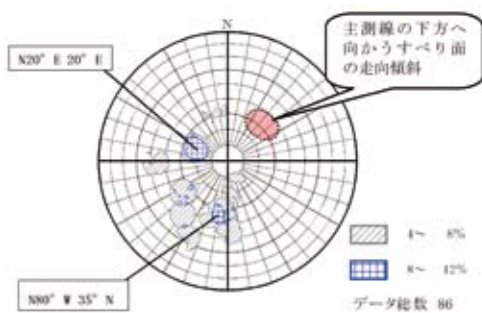


図-2 湖沼堆積物中の不連続面の走向傾斜 (シュミットネット下半球投影)

(3) ボーリングコアを利用した年代測定

今回のボーリングでは火山砕屑物や湖沼

堆積物が出現すると想定していたが、それとは不連続な安山岩が100mを超す層厚で分布していたこと、また湖沼堆積物の堆積構造が主測線のすべり方向とは斜交～逆方向となる走向傾斜を示したことから、ブロック頭部の地質構造を層序関係から判断する根拠を得るため、年代測定を実施した。

表-2 年代測定結果

試料深度	地質	測定結果
GL-154.8 ~ 155.0m	安山岩	517万年前 新第三紀鮮新世
GL-200.0 ~ 200.4m	変質の著しい玄武岩質安山岩	775万年前 新第三紀中新世

厚い安山岩は岩相変化に乏しくひとつのユニットとして構成されると考えられることから、ブロック頭部は新第三系の地質体であると考えられ、これまで第四系に区分していた湖沼堆積物や花崗岩礫を含む礫岩も新第三系に区分されることが新たな知見として得られた。

(4) 湧水圧試験の水頭分布

地すべり調査では、すべり面に作用する間隙水圧の測定がよく行われる。今回すべり面は見られなかったが、既存J孔と今回調査孔の湧水圧試験によって得られた平衡水位を比較し、地層の連続性について検証した。

・今回と既存Jの両孔に分布する礫岩は、いずれも花崗岩礫を混入し、基質もア

ルコース質という共通点があることから同様の堆積環境で形成された一連の礫岩層と推察される。それらの平衡水位は同程度の水頭を有しており、同じ堆積盆で形成された地層と考えられる。

- ・礫岩層の上位層の湖沼性堆積物の平衡水位も、同程度の水頭を有しており、一続きの地層と推定される。
- ・主測線断面上では、礫岩層および湖沼性堆積物ともに、断層等で区切られ、連続性がない形態のように見えるが、平面的な広がりの中では連続性のある箇所があり、新第三系の堆積盆地の中心は、今回調査孔のさらに山側の地下深部に存在する可能性が考えられる。

以上の結果を総合して、断面図を加筆修正した。

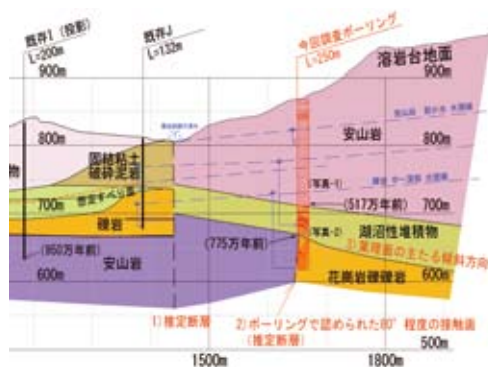


図-3 湧水圧の水頭比較とブロック頭部の断面図

4. 結論

- 1) 既存J孔で出現した破碎泥岩はブロック頭部には連続せず、既存J孔と今回調査孔との間に地質の不連続面として推定断層を表現した（調査地周辺の地質図では広域的だが断層が示されている）。
- 2) 既存J孔で確認された花崗岩質の礫岩を今回調査孔でも確認したが、その深度が異なる（今回調査孔の方が

50m程度下に位置する）ため、今回調査孔のコアで確認された80°程度の高角度の不連続面（GL-226m付近：安山岩と礫岩の接触面）を推定断層で表現した。

- 3) 今回調査孔のボアホールカメラ観察で湖沼性堆積物の葉理面は山側に傾斜していたことを受け、ブロック頭部の新第三系の堆積盆地の中心は今回調査孔のさらに山側に存在するという考えで地層の傾斜を推定した。
- 4) 地すべり機構として、地すべりの頭部を構成する地質が新第三系の硬質な安山岩であることと、すべり面となりうる湖沼堆積物内の葉理面が想定すべり面とは逆の山側に傾斜していることを根拠とし、大規模地すべりのすべり面は今回調査したブロック頭部までは連続して分布している可能性は低いと考えられる。

5. おわりに

ボーリングコア観察、ボアホールカメラ（泥水中の超音波画像）による地質構造の解析、地質年代測定、湧水圧試験の水頭比較など複数の調査手法を総合し、従来の地質構造を見直し、地すべり機構を再評価した。今後は孔内傾斜計の計測データを踏まえて、すべり面の連続性について検証し、地すべり機構の精度向上に努めたい。