

敷地造成に伴う切土のり面調査において 地すべりの存在を確認し対応策を提案した事例

応用地質株式会社

○杉野 友通

同上

日吉 智

1. はじめに

調査対象は、約 30 年前に山間部を造成して建設された A 変電所の北側斜面である。今回は、変電所設備を増設するにあたり、山側の斜面を新たに切土し、敷地を造成する計画である。今回の業務は、切土のり面の設計に必要な基礎資料を得るための標準的な調査として依頼されたものであった。

調査計画の立案および調査位置の選定にあたり、既存調査結果の整理および、地形図を確認した。その結果、当該斜面に、当初想定していなかった“地すべり”が存在する可能性が明らかとなった。そのため、通常のボーリング調査に加え、地すべり調査のための地表踏査を実施することを提案した。

本報文では、この切土のり面の調査と平行して実施した地すべりの調査結果と、提案した対応策について報告する。

2. 地形・地質概要

A 変電所は赤塩丘陵に位置し、西方には千曲川が流れている。赤塩丘陵は、標高 400~600 m の丘陵で、北西側斜面は緩く傾き、南東側斜面には谷がよく発達している。丘陵は主として鮮新統や下部更新統の碎屑岩類により構成され、平坦な尾根には厚い北信ロームが堆積している。当該地は北部フォッサ・マグナ地域に位置し、極めて複雑な地質構造を示す地域である。

当該地には、第四紀更新世の水内（みのち）層が分布する。水内層は礫層を主体とする陸成層で泥流堆積物を不規則に挟む。岩層は、上部で礫岩・砂質シルト・凝灰角礫岩・泥流堆積物、下部で礫岩・砂岩である。

3. 調査結果

3.1 地表踏査結果

切土が計画されているエリアについて、変状地形等の有無を確認する目的で地表踏査を実施した。その結果、図-1 に示すように当該斜面で地すべり地形を確認した。

地すべりと判断した要因は、以下に示す地すべりに特有の地形的特徴が確認されたためである。

- ①斜面中腹に平坦な緩斜面があり、その下方ははらみだしたようなやや急な斜面となっている。
- ②緩斜面の上方には、滑落崖に相当するやや急な斜面がある。
- ③地すべり土塊と判断される範囲には、直径 10~25cm 程度のミズナラやアカマツに斜面上方側への傾斜や S 字型の根曲がり（写真-1 参照）が多く見られる。

④地すべり土塊末端部のやや急な斜面には、小規模な表層崩壊地形や表層すべりが複数確認される。

この斜面では、最近形成されたと見られる亀裂や滑落痕などは見られない。また、地すべり土塊の範囲が不明瞭であることから、最近数年は活動していないと推測される。ただし、直径 10~25cm の樹木に根曲がりが見られることから、少なくとも 20~30 年程度前には樹木が傾く程度の活動があったと判断できる。

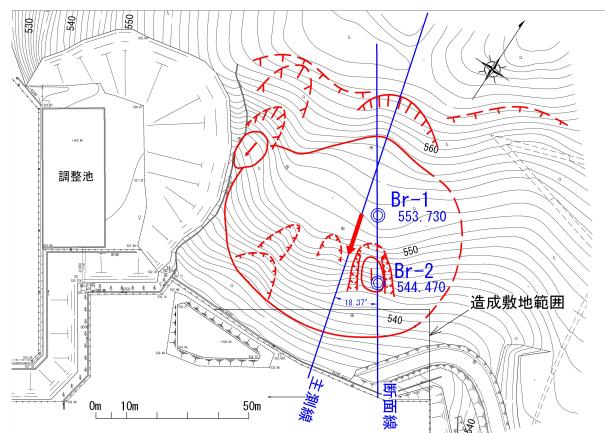


図-1 地すべり地形平面図



写真-1 根曲がりの状況

3.2 ボーリング調査結果

ボーリング調査は図-1 に示した 2箇所で実施した。図-2 には、ボーリング調査より作成した地質断面図を示す。当該斜面の表層には強風化を受け粘土化した層（wMc 層）が厚さ 8m 程度分布し、その下位には礫質土を主体とする層（Mg 層）が分布する。地層の傾斜は、斜面表層の傾斜と同程度である 15° 程度の斜度を有し、流れ盤構造となっている。

No.1 地点においてボーリングにより採取したコア試料から、深度-5.6m 付近ですべり面と想定される極めて軟質な粘土が分布することが確認できた。また、No.2 地点のコア試料では、明確なすべり面となる試料は確認できなかったものの、地表踏査により明らかとなった地すべり面の舌端部の位置から、地層境界である深度-2.75m 付近にすべり面があると推測できる。

以上の結果より、図-2 の断面中に示した位置に地すべり面が存在すると判断した。

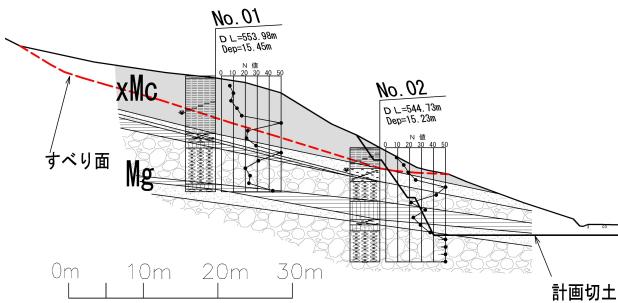


図-2 地質断面図

4. 対策工の提案

調査地に存在する地すべりについて、「道路土工 のり面工・斜面安定工指針¹⁾」の記述に基づき、現況の安全率を 1.05 と仮定し、逆解析から現況の地盤定数を設定した（表-1 参照）。得られた現況の地盤定数を用いて、切土工が施工された場合ののり面の安定計算を行った結果、安全率が 1 を下回り、のり面が不安定化することが明らかとなった。そのため、安全に切土工および造成工事が施工できるように対策工の検討を実施した。

表-2 に対策工比較検討表を示す。ここでは、以下に示す 3 案を立案した。

①アンカーアー工（掘削勾配 1:0.5）

②アンカーアー工（掘削勾配 1:1.2）

③排土工（掘削勾配 1:1.2）

表-1 地盤定数と安全率

湿潤密度	18.0kN/m ³
粘着力	6.0kN/m ³
せん断抵抗角	13.4°
切土後の安全率	0.97

総合的な評価から②案と③案がともに、適していると判断できる。ただし、②案では費用が③案と比べて高価であること、アンカーの保守が必要となることが欠点として挙げられる。また、③案では、掘削土量が多くなること、将来的に最上部ののり面背部が不安定化する恐れがあることが欠点として挙げられる。これらの欠点を考慮し、③案について可能な限り掘削土量が少なくなる切土勾配を設定し、のり面背部が不安定化する恐れがあることを十分認識した上で、保守・点検による徹底した管理の下、③案を採用することとした。

5. おわりに

本業務は、切土のり面の設計に必要な基礎資料を得るために標準的な調査であったが、地質調査の基本に立ち返り、調査計画段階での適切な地形図判読と、丁寧な現地踏査により、地すべりが存在することを明らかにした。結果として、切土のり面に必要な対策工を提案することができ、のり面が不安定化することを防ぐことができた。

今後の地質調査において、本報文で紹介した事例が少しでも参考になれば幸いである。

《引用・参考文献》 1)：のり面工・斜面安定工指針、日本道路協会、平成 11 年 3 月

表-2 対策工比較検討表

工種	①アンカーアー工（掘削勾配1:0.5）	②アンカーアー工（掘削勾配1:1.2）	③排土工（掘削勾配1:1.2）
標準断面図			
長所	・アンカーアー工は実績も多く、長期的な斜面の安定を確保できる。 ・地形の変更が少なく、掘削土量は最も少ない。	・アンカーアー工は実績も多く、長期的な斜面の安定を確保できる。 ・切土のり面が安定勾配のため、植生工のみの対策となる。	・抑制工のみの対策となるため施工は容易である。 ・工費はもっとも安価となる。
短所	・グランドアンカーの保守が必要となる。 ・掘削勾配が安定勾配でないため、のり面補強が必要とする。 ・工費が最も高価となる。	・グランドアンカーの保守が必要となる。 ・地形変更がやや大きく、掘削土量もやや多い。	・地形の変更は大きく、掘削土量も多い。 ・抑止工を行わないと、将来的に最上部ののり面が不安定化する恐れがある。
コスト	△	○	◎
評価	△	○	○:採用