

【CO33】

地すべりブロック末端部における変状原因の究明と対策工検討事例

中央開発株式会社 ○神田淳, 栗原朋之, 西村修一, 田中風羽, 上原大二郎

1. はじめに

一般に地すべりブロック末端部では、地すべりの活動に伴って、土塊の押し出しなどによる変状が発生しやすい。調査地では、擁壁基礎部から湧水しており、末端部に位置する歩道や擁壁に沈下や目地の開きといった変状が確認されており、「地すべり活動による変状」、「降雨浸透による擁壁背面の水位上昇による変状」、「埋設管の漏水による土砂流出による変状」のいずれかの原因で発生したと推測された。

本調査では地すべり活動との関連性を疑い、斜面の微地形解析、パイプ式歪計、湧水の水質分析、地下水観測孔と地下水モニタリングや降雨との関連性などの多角的な視点から変状要因を抽出して、原因の特定を行うとともに、変状部において将来的に発生の恐れが想定される斜面崩壊に対する対策工法の検討を行ったものである。

2. 調査地の概要

図-1は既往調査より得られた踏査結果である。当初は、No.2～No.3の間にあるBブロックの活動により末端部にあるNo.1付近で変状が発生したと考えられていた。過年度からNo.1～No.3の3箇所までパイプ式歪計と地下水観測を実施していた。

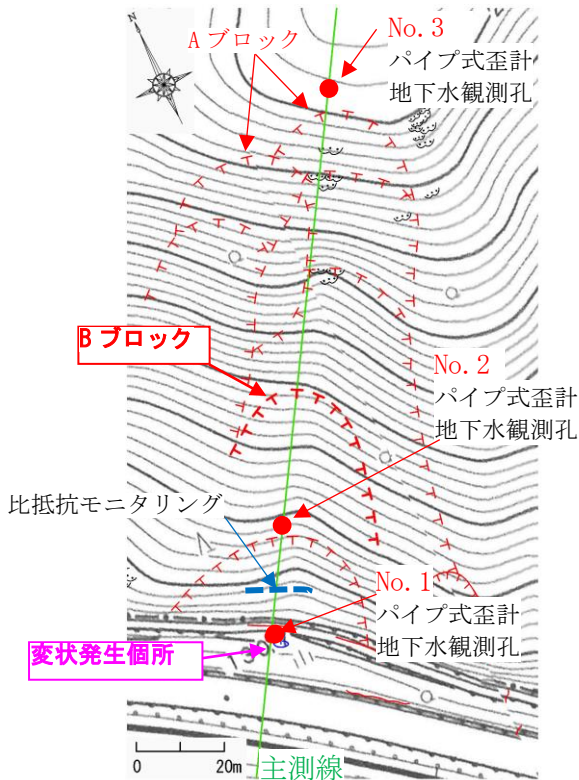


図-1 平面図

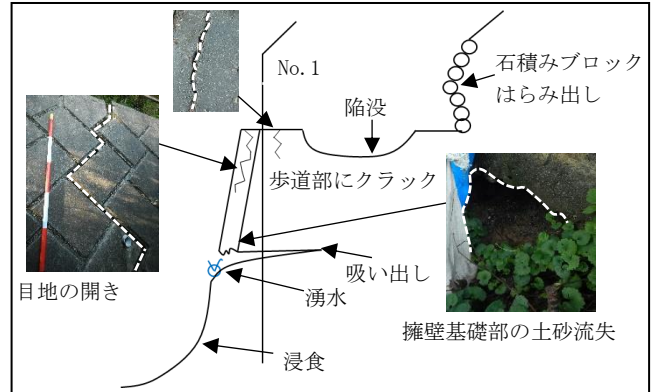


図-2 地すべり末端部における変状の概要図

変状は、ブロック積擁壁の押し出し、擁壁基礎部および裏込めの土砂の流失、歩道部に複数クラックと沈下が確認されていた (図-2)。

既往調査によると地すべりブロックは、滑落崖の高さが1～2m、最大は約6mであった。複数ある側方部の滑落崖では、φ20～30cmの杉が根曲がりしているものの、それよりも幅の小さい木では、根曲がり確認されなかったため、現在の地すべり活動は沈静化していると考えられた。

地質は三波川帯の結晶片岩と泥質片岩が分布し、地表には約7～10mの崩積土が堆積している。基盤岩の片理面は、斜面に対して受け盤構造をなしている (図-3)。

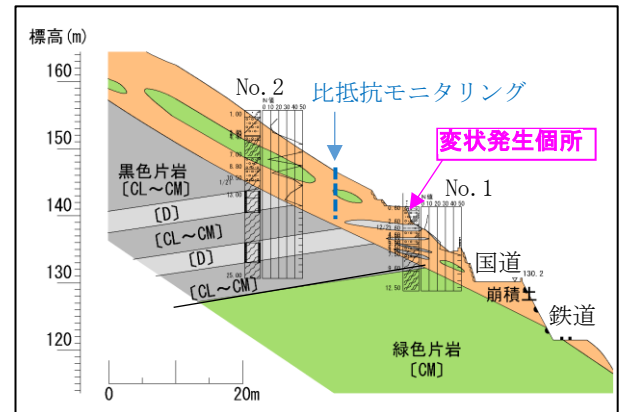


図-3 変状部の想定地質断面図

3. 変状要因の抽出

(1) 動態観測結果と降雨との相関性

パイプ式歪計の観測では、3地点とも全深度で、地すべり活動に関する変位は殆ど確認されなかった。

地下水観測では、No.2で年間の累計降水量と比例して水位低下傾向であること、No.1, No.3では降雨による水位変動が見られないことを確認した。また、変状部に近傍に位置するNo.1では、降雨と季節変動に関係なく、不自然な水位変動を繰り返しており、湧水と同程度の深度であった。

(2) 比抵抗モニタリングによる地下水探査

降雨と地下水位の相関性が見られないことから地下水位データを補完する目的で No.1~No.2 の間で比抵抗モニタリングを9月~12月に設置した(図-3)。その結果、降雨後少なくとも地表からGL-6m以浅(探査深度可能)に地下水位が存在していないこと、崩積土の透水性が高いことが判明した。したがって、「降雨浸透による擁壁背面の水位上昇による変状」は、可能性が低く、湧水との関係が疑わしいことを確認した。

(3) 微地形判読と地表踏査結果の評価

擁壁背面の水位上昇による変状ではないこと、動態観測では地すべり活動が確認されなかったことから、対象斜面の地形を詳細に把握するため、UAV レーザー測量による微地形判読を行った。その結果、既往調査では地すべりブロックの滑落崖とされていたものは、遷急線と侵食前線と判読された。これらの結果から、既往調査で変状箇所の背面の地すべりブロックとされていたものは、斜面の侵食によって形成されたものと考えられる(図-4)。このことから「地すべり活動による変状」ではなく、大半は浸食に伴う変状と判断した。

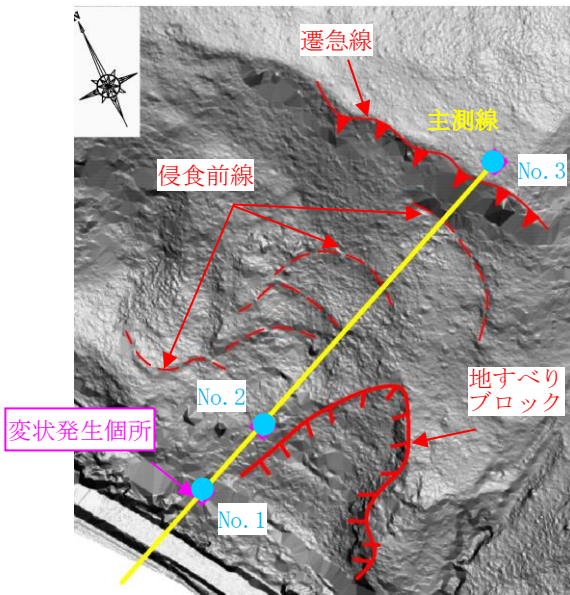


図-4 微地形判読結果

(4) 変状部における湧水の水質分析

変状部では、擁壁基礎部から湧水が確認されていたが、地表踏査では同標高で湧水を確認できなかった。比抵抗モニタリングの結果においても湧水と地下水の関係が不確実であった。また、埋設図面は無いが、歩道部に水道管が通っている可能性が考えられたため、残留塩素測定を行った。その結果、変状箇所の湧水およびNo.1から残留塩素が検出され、水道水が漏水している可能性が高いと判断した。

(5) 変状要因の考察

以上の観点から変状は、擁壁背面の歩道直下に埋設する水道管からの漏水によって、擁壁基礎周辺部の土砂洗掘と流出が引き起こされ、擁壁基礎底面の支持力を失っ

たことで、擁壁及び歩道部に変状が発生したと推測した。

4.対策工の検討

調査の結果、変状原因は、地すべり活動によるものではないと判断された。しかし、斜面末端には鉄道と国道が通り、将来的に斜面崩壊の可能性が懸念されるため、斜面对策工の検討を行った(図-5)。

基盤岩の粘着力cおよび内部摩擦角φは、既往調査結果に基づき設定した。崩積土は、既に変状が発生しているすべり面①の安全率を $F_s=0.98^{(1)}$ 、現時点で変状が確認されていないすべり面②の安全率を $F_s=1.00^{(1)}$ とした場合の $c-\tan\phi$ 関係図を用いて、逆計算により設定を行った。すべり面③は対策工仕様検討のための必要抑止力算出のため設定した。

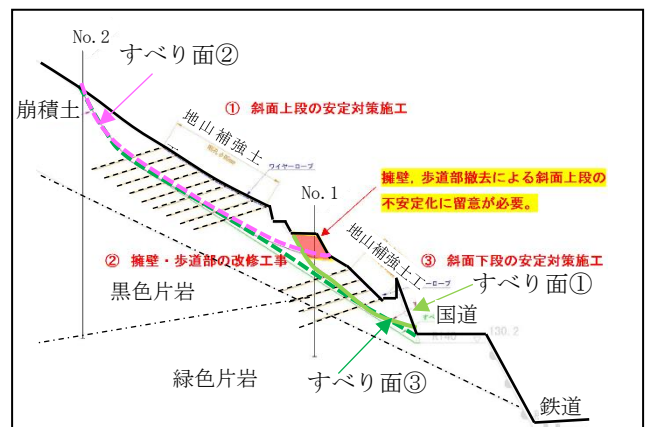


図-5 斜面安定化対策

対策工は、保安林や民有地のため、極力自然を残せる工法として、樹木伐採や大型機械が不要な地山補強土工であるノンフレーム工法を提案した。なお、対策工適用にあたっては、擁壁及び歩道部の改修において土砂撤去が必要となるが、上部すべり面の末端部の土塊が無くなることで土の重量による抑止効果が低減し、すべり破壊を誘発する可能性がある。そのため、施工手順として、変状部の上方斜面の安定対策を行い、次に擁壁・歩道の改修工事、最後に下方斜面の安定対策を行う施工計画を提案した。

5.おわりに

本調査は、地すべりブロック末端部で発生した変状について地すべり活動との関連性を疑い、各種観測調査、降雨との相関性、微地形判読、地表踏査、水質分析による多角的な視点から調査を行い、変状原因を明らかにした。

今回の業務では、変状を地すべり調査の観測結果のみで判断するのではなく、降雨や湧水などあらゆる環境条件を整理して、地すべりの発生メカニズムと変状の関係性を分析した技術者として貴重な現場であった。

《引用・参考文献》

- 1) 道路土工・切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)