

豪雨により発生した地すべり災害の検討事例

㈱愛媛建設コンサルタント ○田窪 裕一
 増田 信
 田中 成樹
 愛媛県新居浜市役所 岡部 綾子

1. はじめに

四国山地に位置する山岳道路において、台風による豪雨の影響で、市道を巻込んだ地すべり災害が発生した。

地すべり末端部では、押出された土塊が溪流によって侵食され、地すべり地内の市道が1.5m程度沈下するなど被害が拡大した。緊急に調査ボーリングを行い、移動観測を実施して地すべりの規模と変動機構を調査した。地すべり機構を把握し、現地特性に適応した対策工を検討した事例を報告する。



写真-1 地すべり災害による市道の沈下

2. 地すべりの概要

(1) 概要

地すべり発生箇所は愛媛県東部に位置する。地すべりの規模は、幅約45m、長さ100m、深さ7.5m程度である。冠頭部の滑落崖は市道上方に比高3m程度で発生し、明瞭な開口亀裂を伴う側方部へと連続する。末端部には、被害拡大の要因となった未整備の小溪流が存在する。

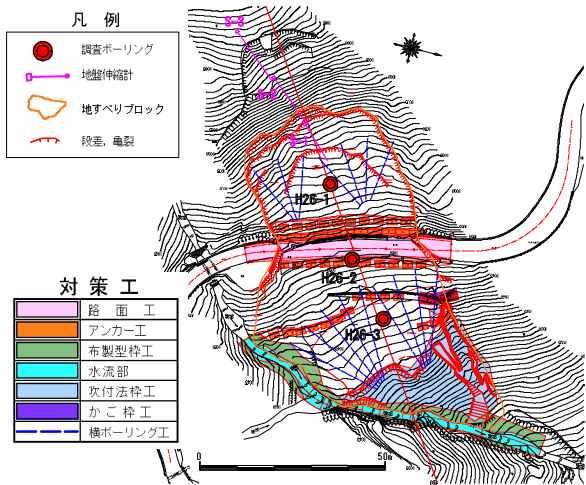


図-1 調査地平面図

(2) 地形・地質概要

地すべり発生箇所は標高1,000m前後の山地が発達す

る急峻な地形であるが、周辺に多数地すべり地形が認められる。

地質は西南日本外帯の三波川帯にあたる。砂質片岩と緑色片岩が互層状に分布し、結晶片岩類の層理面は斜面に対して流れ盤となる。

(3) 地すべり発生メカニズム

地すべり発生直前までの3日間の累加雨量は600mm程度で、当日の雨量も214mmを記録した。地すべり発生の直接的な誘因は集中豪雨によるものと推察される。地すべり発生・拡大のメカニズムを図-2に示す。

地すべりの発生により、移動土塊が末端の溪流側へ押出した。押出した土塊は、溪流の増水により侵食を受け土砂が流失した。土砂流失に伴い、さらに地すべりは不安定化し、変位の急速な拡大につながった。

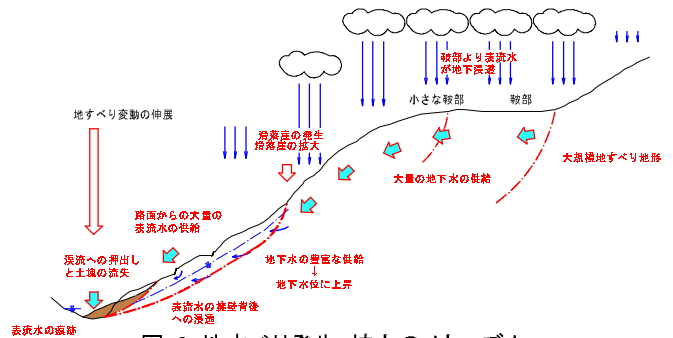


図-2 地すべり発生・拡大のメカニズム

3. 調査結果

(1) 調査ボーリング結果

調査ボーリングは、主測線上の3箇所で行った。確認された地質は、上位より崖錐堆積物が7.7~9.5mの層厚で分布し、その下方は岩級区分CL~CM級の比較的硬質な結晶片岩類の構成であった。

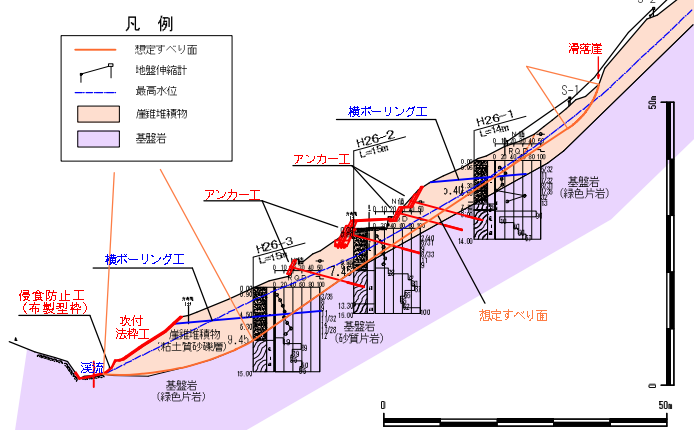


図-3 調査地断面図

(2) 動態観測結果

① 孔内傾斜計観測

すべり面は、概ね崖錐堆積物と基盤岩の境界付近で確認された。平常時は明確な変位の累積は見られなかったが、50~100mmの降雨に対して断続的に変位が累加した(図-4)。観測期間中のすべり面付近の移動速度は、頭部で約4.0mm/月程度(変動b)、中部~下部で約0.5~1.0mm程度(変動c)で、地すべり頭部での変位量が大きかった。

② 地下水位観測

地下水位は、恒常的にすべり面より上位に確認された。豪雨時には、地すべりブロック上~中部ではすべり面の上位3m、下部では7m程度上位まで上昇している。下部は、湧水が存在するなど、地下水が豊富であると推察される。

③ 地盤伸縮計観測

冠頭部を確定させるため、滑落崖周辺に3基設置した。滑落崖を跨いだ箇所では変位の累積が確認され、観測期間中の移動速度は約6.0mm/月(変動b)であった。

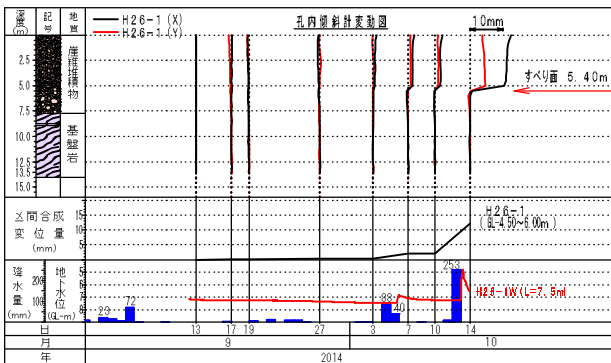


図-4 被災後の孔内傾斜計、地下水位観測結果図
(地すべりブロック上部:H26-1孔)

4. 対策工の選定

対策工は、当該地すべりの特性を考慮したうえで検討した。主たる対策工は、横ボーリング工とアンカー工の併用とし、末端部の侵食防止工として布製型枠工を選定したほか、崩壊斜面の法面保護は吹付法枠工を計画した。

(1) 横ボーリング工

横ボーリング工は上下2段の配置とした。地すべりブロック内に流入する地下水位を低下させる目的の upper 段、地下水位の豊富なブロック下部に下段の2段を計画し、効率的に地下水排除ができる配置構成とした。

(2) アンカー工

アンカー工は上段2本、中段1本、下段1本とし、地すべりブロック全体を抑止できる配置とした。

地すべりブロック上部は、現況での不安定度が高いほか、中抜けし易い地形形状を呈していることから、上段アンカー工2本を計画した。中段は路側擁壁、下段は土羽台擁壁(ブロック積)をアンカーの受圧面として利用し、切土を極力少なくできる位置を選定した。

(3) 侵食防止工(布製型枠工)

地すべりブロック末端を流下する溪流は、被災時に押し出し土塊を侵食して(写真-2)地すべり拡大の主因となった。

当該溪流は不陸が著しく、流水によって地すべり末端を攻撃するような岩盤の突起や乱流の原因となる縦断的な段差が存在しており、将来的な侵食を防止することを目的として計画した。

侵食防止工の形式は、資材運搬などの施工性や経済性を考慮して選定し、現況溪流断面の確保が可能な工法として、当該地に最も適した布製型枠工を採用した。

布製型枠工は、高強度合成繊維を使用した布製型枠中に流動性コンクリートまたはモルタルをポンプで注入するコンクリート体成形法であり、重量が軽量で運搬の負担が少なく、当地のような急峻な溪流の施工に適している。また、勾配の異なった複雑な斜面によくなじむため、現況河積をほぼ確保した計画が可能となった。



写真-2 斜面末端の侵食・崩壊箇所

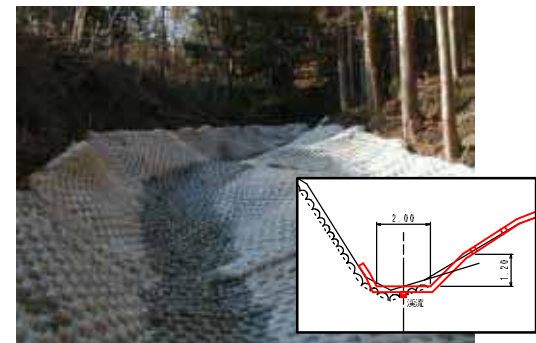


図-5 布製型枠工計画図と実施例

(4) 吹付法枠工

末端部の崩壊斜面では表層が不安定化しており、被災後も降雨による侵食が継続している。凹凸地山に対応でき、地すべり地内での切土整形が最小限で施工できる吹付法枠工によって崩壊斜面の安定化を図る計画とした。

5. まとめ

豪雨時に発生した地すべりが、溪流による末端侵食で被害拡大した地すべり機構に対し、効率的な地下水排除、適切な抑止工の配置を検討した。被害拡大の主因となった末端侵食に対しては、急傾斜地や複雑な溪流形状という特性に対応した布製型枠工を選定し、地すべり機構や地形特性にマッチした工法を提案することができた。

今後は、施工時も動態観測を継続し、安全性を確認しながらの施工を計画している。