

地すべりの集水井設計例と追跡調査後の動向について

日本地研株式会社 田口 修 穴井 隆美 ○野上 孝一

1. はじめに

対象地すべりは大分県国東半島南部の杵築市「山中地区」にあり、別府湾北岸に広がる標高数10mの丘陵性山地で発生した。地表勾配は5°以下の緩やかな北落ち斜面であるが、すべり面はそれ以下の極めて浅い角度で潜在しており、九州地方では珍しい地すべりである。

変動の特徴は、初生時の最高水位に達しない低い水位で変位することで、すべり面の残留強度が関与している。

当地では変位発生水位を臨界水位と呼称し、地下水排除工は臨界水位を基準に低下目標を定めた設計検討を行った。

本文では集水井の設計過程と、抑制対策工が85%完工した後の追跡調査について述べる。

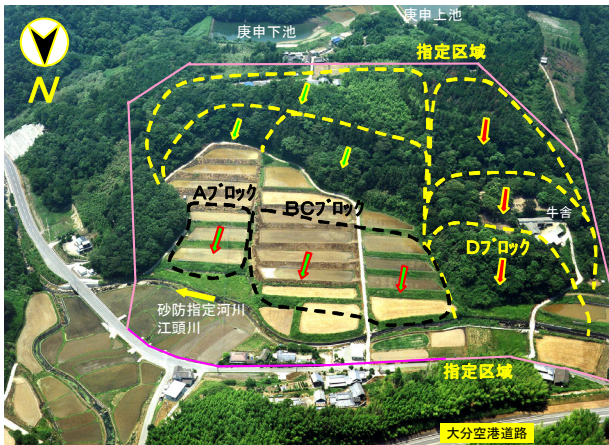


写真-1 現地全景と地すべりブロック

2. 現地概要

地すべりは浸食前線によって写真-1のように区分され、ブロック境は複数のリニアメントに規制されている。規模は A~BC の包括ブロックが L270m×W210m×D40m、DブロックはL280m×W120m×D44mである。

当地の地質は新第三紀宇佐層の凝灰角礫岩[UTb]に、馬場尾層の泥岩[BMs]や強風化凝灰角礫岩[WBTb]が載る。すべり面はこの凝灰質泥岩と粘土化を含んだ凝灰角礫岩中を通過している。

変状が顕在化したのは平成18年7月の梅雨末期豪雨後で、その後の詳細調査によってすべり形状を特定した。

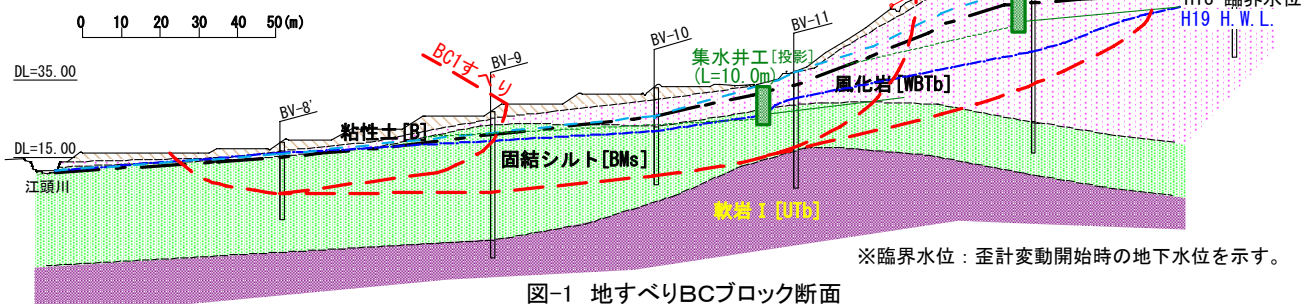


図-1 地すべりBCブロック断面

3. 地すべり機構

(1) 素因

- ①WBTbの風化土砂部が地下水の浸透を助長した
- ②リニアメントなどの弱線が地下水誘導層となった
- ③間隙水圧の昇降ですべり面のせん断抵抗力が漸減し、BMsの堆積面でズレ変形が拡大した

(2) 誘因

集中豪雨での浸透水増加と、遠隔からの地下水浸入で地下水位が急上昇した。

4. 臨界水位

(1) 臨界水位の把握

地下水位と累積移動量の時系列図を対比すると、大まかに臨界水位を推定することも可能である。しかし、的確に判断する方法として、時間単位で歪変位置と地下水位の対比図を作成し、変動が開始する地下水位を調べた。

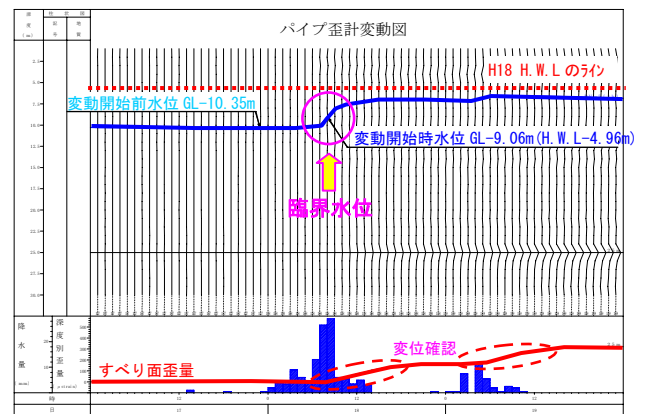


図-2 地下水位と実測変位の関係図

(2) 臨界水位の利用

- ①臨界水位が地すべりの活動に一致するので、これを基準に地下水低下目標を定めた
- ②臨界水位での地すべりの安全率は $F=1.0$ であるので、 $C \cdot \phi$ の逆算に利用した

※臨界水位：歪計変動開始時の地下水位を示す。

5. 集水井工の設計

(1) 集水井の位置選定

地下水位の分布深度から深浅図を作成して、7基の集水井を計画した。そのうち、斜面中腹と最上段の集水井の深さを以下の考え方で決定した。

(2) 集水井の深さ

- ① 施工深度は臨界水位-5.0m を目標に、集水ボーリング施工位置を定めた
- ② 集水・排水ボーリングの比高差は1.5m とし、貯水深は1.5m とした
- ③ 最終形式的に集水井深さは臨界水位-8.0m となった

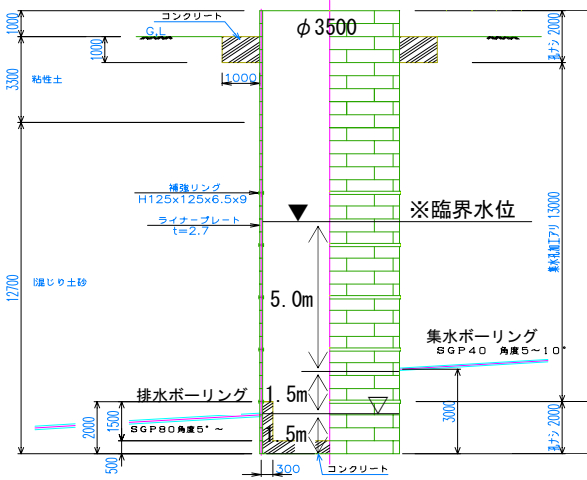


図-3 集水井深さの考え方

(3) 地下水位の動向

地下水排除工前後の地下水変化図を示す。観測結果から地すべり顕在時に比べると、降水量が多かったにもかかわらず、中央～頭部は-4~-10m 以上、すべり末端では-2m 近い水位低下を確認し、上部ほど地下水低下幅が大きかった。これは集水井が地下水誘導層を抑制した効果と言える。

また、他のブロックにおいても、地下水排除工施工後は斜面上方側は臨界水位以下となり、解析結果を反映した成果が得られた。

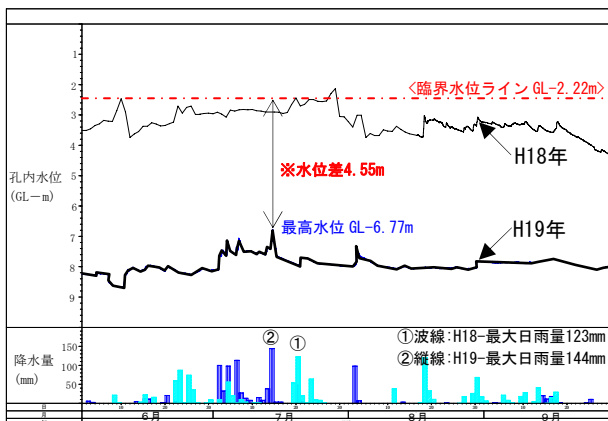


図-4 地下水排除工後の水位変化図 (BCブロック)

6. 地すべり変動状況

地下水排除工後の地表面・地中変位を追跡して効果判定を行った。その結果、平成19年7～8月の台風に伴う異常豪雨で僅かな動きが見られたが、当初の10%程度まで落ち着き、ブロック全体は収束気味に推移している傾向を掴んだ。

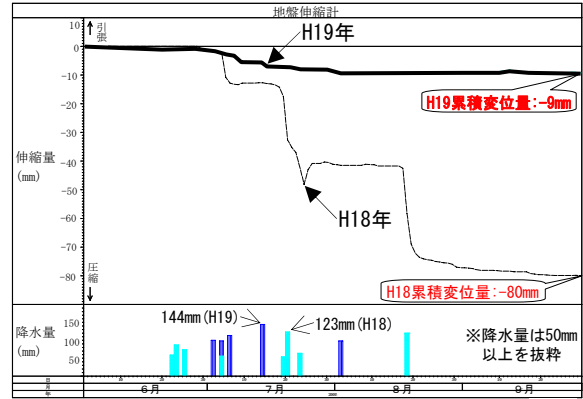


図-5 地表面変位比較図 (伸縮計: H18~19)

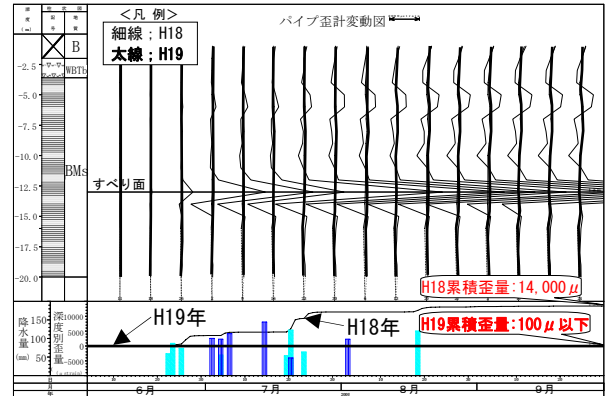


図-6 地中変位比較図 (歪計: H18~19)

7. おわりに

臨界水位を観点に設計した集水井工は、効果的に機能しており、地すべりは概ね沈静化状態にあることを確認した。これは井戸深さを決定するための妥当性の根拠になる。臨界水位から水位低下目標を定めれば、井戸深さを浅く抑えることができ、経済設計にも寄与できる。

一方、近年の集中豪雨など特異的な気象状況も多く、急激に地下水が上昇し変状が活性化する懸念も残っている。

このため、豪雨後には現地調査を行って、変状の有無を確認したり、観測データの傾向分析を行い、さらに集水井の排水量測定など既設対策工の機能状況についても調査を継続して効果を検証している。万一の異常に備えて警報器と情報ネットワークを配置し、安全性・緊急性・経済性に配慮した対策も実施している。

今後もこれまでの調査で培ってきた知見を活かして、抑止対策の設計や施工の円滑化の提言を行いたい。