

変状した切土のり面の試掘による考察

西日本高速道路エンジニアリング四国 正会員 ○内田純二、正会員 古川清司、
非会員 山下弘晃、伊藤博信、平田篤嗣、西日本高速道路(株)非会員 澤田日出夫、
酒井伸治、愛媛大学大学院 フェロー会員 矢田部龍一

1. はじめに

高松道の切土のり面（以下「のり面」と略す）は砂岩と泥岩の互層からなる和泉層群地帯を通過する。和泉層群特有の互層構造で流れ盤は、層理・節理を残した軟岩に変状が集中する傾向を示している。変状が発生したのり面の対策は、変状の規模や原因を把握し対策資料を得るために、地表踏査やボーリング調査後に応急・恒久対策を行い工事工程の確保、供用区間においては早期の交通開放が求められる。一方、地層構造・変状範囲や誘因および対策資料として有効な試掘は、時間的かつ労力的な問題から敬遠をされる傾向にあった。

本件は度重なる変状が発生する和泉層群ののり面を試掘することですべり面位置と素因である地層構成を確認し、確実な対策方法とその範囲を選定した事例と間隙水圧計を設置したのり面で地下水位反応の有無による地層構成や岩相の違いを確認した事例を報告する。

2. 変状のり面概要

供用中の A のり面は平成 23 年 9 月 21 日、連続降雨 457.5mm と時間最大 43.0mm を記録した。変状は長さ 80m、幅 40m、深さ 3m 程度で、変状の末端は舗装面を押上げて停止した。走向傾斜は N32° W. 45° N でのり面に対し流れ盤を呈していた。

建設中の B のり面は平成 14 年 5 月 2 日に連続雨量 26.5mm と時間最大 14.0mm を記録した。最下段のり面中央付近の頭部に最大幅 10cm の開口亀裂を伴った幅 1m、長さ 1m と幅 8m、長さ 10m の二つの変状が発生した。変状の底部は鏡肌状のすり跡がある粘土混じり礫状（D～CL 級岩盤）の泥岩であり、走向傾斜は N60° E. 22° W で、のり面に対し見かけ傾斜 16° の流れ盤を呈していた。

A、B のり面とも変状はこの破碎状となった砂岩・泥岩層を底面とする、いわゆる「くさび型崩壊」であった。

3. 試掘

(1) A のり面

図-1 に示す試掘は頭部クラックを跨ぐように平場から行い推定すべり面を確認した。素因は写真-1、2 に示すように全体的に湿ってキレツが発達した砂岩による透水層と、粘土化した泥岩による不透水層の地層構成であった。すべり面は複数存在し地すべり面を含む周辺の地層は乱れている。写真-3 は写真-2 の破線枠を拡大したもので泥岩の不透水層による地下水位が確認できる。これにより推定地すべり線を確定し、対策効果が確実な緩勾配による排土工法を選択した。

変状の誘因はキレツが発達した砂岩に少量の雨水が浸透し、粘土化



図-1 Aのり面変状断面図

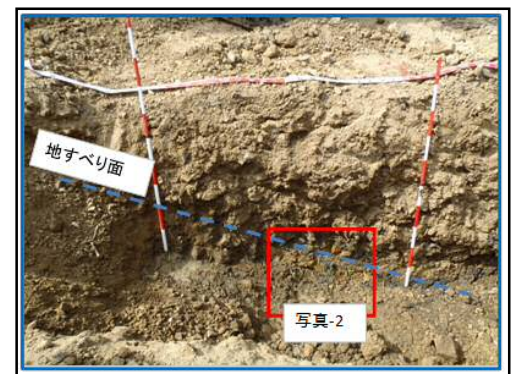


写真-1 Aのり面試掘全景

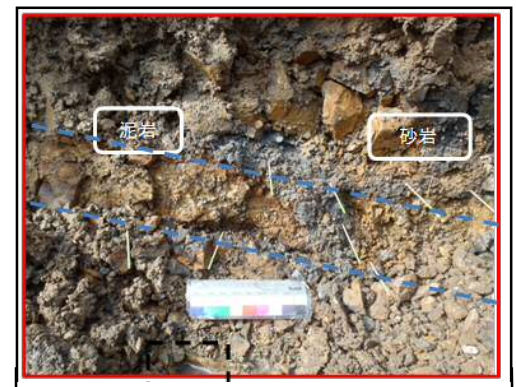


写真-2 Aのり面 すべり面



写真-3 Aのり面 地下水位

した泥岩の不透水層により地下水位上昇であった。

変状の誘因はキレツが発達した砂岩に少量の雨水が浸透し、粘土化した泥岩の不透水層により地下水位上昇であった。

(2) B のり面

高松道の4車線化工事に伴い暫定施工で間隙水圧計を設置したのり面を試掘(平成28年11月8日)した。図-2に試掘位置と間隙水圧計 No. 1、2を示す。暫定施工中に降雨強度10mm以上で15分程度の短時間で間隙水圧(地下水位)がすべり面に働くパターンC(図-3)。降雨強度5~6mm程度が4~7時間連続すると15分程度の短期間で間隙水圧がすべり面に働くパターンDを確認している。既報告では少量の降雨でのり面の安全率が低下することが確認されている¹⁾。試掘による間隙水圧計 No. 1の地層は、写真-4に示すように泥岩のキレツ間隔が5cm程度の発達した層と下部に泥岩の粘土の不透水層からなる。キレツの発達した砂岩は確認できなかったがC、Dパターンの地質特性である泥岩による透水層と不透水層が確認できたことは貴重であった。

一方、降雨に伴う反応しなかった間隙水圧計 No. 2は写真-5に示すように No. 1のようなキレツの卓越した透水層と粘土による不透水層の明確な地層構造が確認できなかった。

4. 物理試験

図-2に示す位置でリングせん断試験とX線回折試験を行った。内部摩擦角の残留強度は 30.1° 、水を含むと著しく強度が低下する膨潤性粘土鉱物は確認されなかった(図-4)。よって、Bのり面の素因はキレツの発達した泥岩と粘土状の泥岩の互層による少量の降雨により地下水位が上昇し安全性が低下したことが試掘によって確認された。

5. おわりに

変状したAのり面を試掘することによって、以下のことが確認された。すべり面位置を確定し不安定な部分を排除する対策が確実に実施できた。変状の素因であるキレツが発達した砂岩(透水層)、粘土化した泥岩(不透水層)を目視確認できた。

Bのり面ではキレツの発達した岩の程度が5cm程度と粘土層が介在することで少量の降雨でも地盤を飽和化し不安定化させることが確認できた。また粘土化した泥岩は降雨が浸透した地盤内の地下水の浸透を妨げる不透水層の役目を果たすことが確認できた。

今後は試掘で得られた地層情報は、高速道路事務所に引継ぎ予防を含めた防災対応資料として活用していく。

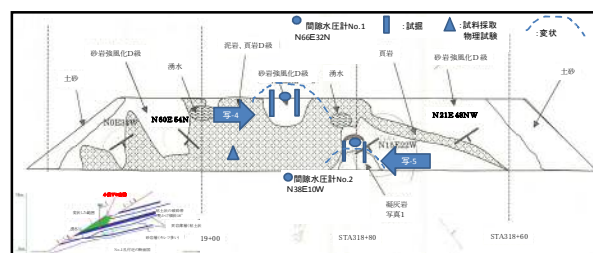


図-2 Bのり面 間隙水圧計と試掘

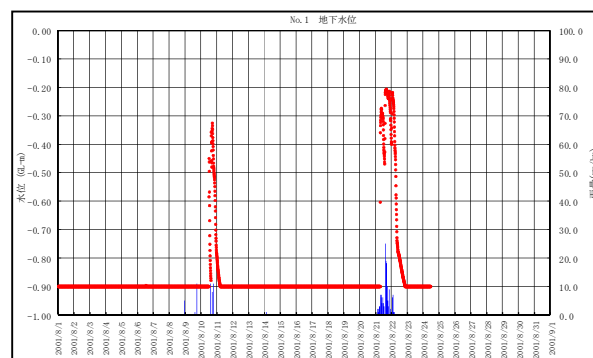


図-3 Bのり面 間隙水圧計 No. 1 (パターンC)

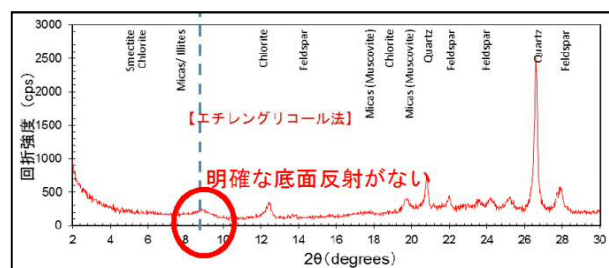


図-4 Bのり面 X線回折試験(エチレングリコール法)



写真-4 Bのり面 間隙水圧計 No. 1 試掘状況

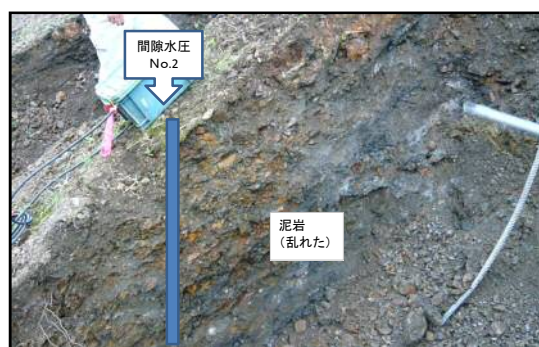


写真-5 Bのり面 間隙水圧計 No. 2 試掘状況