のり面工変状急進箇所における原因の特定と対策工の検討

東海旅客鉄道株式会社　　正会員　○佐　野　　淳
東海旅客鉄道株式会社　　正会員　　井奈波　周一

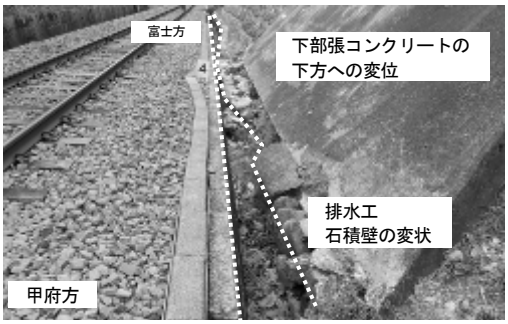
１．はじめに

山梨県南巨摩郡身延町に位置する，JR 東海身延線切土斜面（**写真－１**）で，のり尻に敷設された排水工が斜面上部から押しつぶされたように閉塞されている変状が確認された．本稿では，変状の調査結果を基に，変状に関する発生メカニズムの究明と，適切な対策工法の検討及び実施した対策工について報告する．

写真－１　現場状況

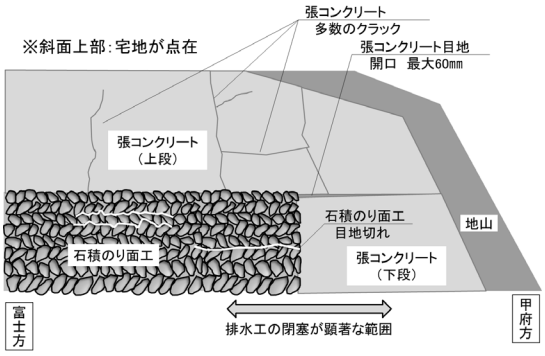
２．切土のり面工の概要

当該切取斜面には，昭和 2 年（身延線の前身である富士身延鉄道開通当時）に，斜面下部へ石積のり面工が設置されていた．その後，昭和 54 年に，斜面上部に厚さ 400 ㎜の張コンクリートを新設している．平成 17 年に，周辺の排水工（石積造）上部が変形している状況が確認され，平成 26 年から平成 28 年にかけて変形が進み，最大で断面が約 60%減少している（**写真－２**）．



写真－２　排水工閉塞状況

図－１に，のり面工の変状を示す．のり尻の排水工が閉塞している範囲において，その上部にある張コンクリート背面まで到達する多数のクラックが生じている他，上部と下部の張コンクリートの間に目地の開口（最大 60mm）が見られるのに加え，石積のり面工に目地切れが見られた．現場の状況から，下部張コンクリートが，石積のり面工を引きずる形で下方に変位し，排水工の閉塞，上段張コンクリートのクラックに繋がったものと考えた．



図－１　のり面工変状図

３．変状原因の推定

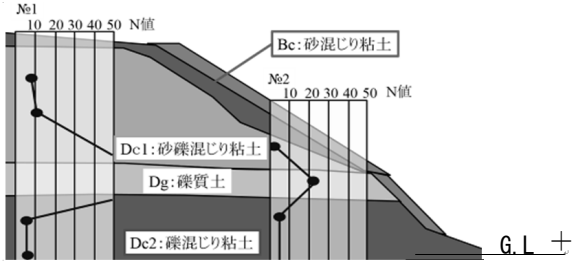
下段張コンクリートが下方に変位した原因を，

・斜面で滑りが発生したことによるもの
・のり面工背面に空隙が生じたことによる斜面との定着低下によるもの

の何れかと仮定した上で，原因特定のために，土質調査，のり面工背面の空隙調査，滑り面有無の検討を実施した．

①　ボーリング調査及び標準貫入試験

のり面中腹部と上段部の 2 測点において，ボーリング調査及び標準貫入試験を実施し，地層･地質，地下水の状況，滑り面の有無を確認した．その結果，G.L から上部では地下水が確認されなかったため，地下水位は，G.L より下方と想定された．また，砂礫混じり粘土層と礫混じり粘土層の間に，礫質土層（透水層）が確認された（**図－２**）．



図－２　ボーリング調査・標準貫入試験結果

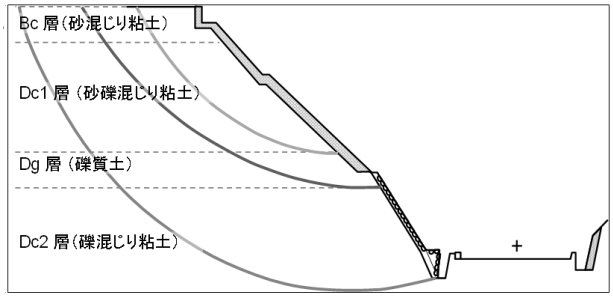
キーワード　鉄道，切土のり面工，張コンクリート工，背面，空隙
連絡先　　〒420-0851　静岡県静岡市葵区黒金町 4 番地　東海旅客鉄道㈱静岡支社工務部施設課　ＴＥＬ054-284-2397

② ファイバースコープによる空隙調査

下段張コンクリート背面の空隙の有無を確認するため，ファイバースコープを用い，下段張コンクリートの上端部･中間部･下端部の 3 測点で，張コンクリートと地山の間における空隙の状況確認を実施した．上端部では，空隙はほとんど確認されなかったが，中間部では，空隙約 10cm が存在し，奥への広がりが確認された．また，下端部では，16cm の空隙が確認された．いずれの箇所においても，背面土が風化し，脆く崩れやすい状態が認められた．また，空隙内を水が流下しているのが確認された．

③ 切取安定計算による地中滑りの検証

斜面が滑る可能性について，安定計算にて確認した．円弧滑りを想定した分割法により，**図－４**に示す 3 パターンについて円弧滑りを仮定し，ボーリング試験で採取した地層毎の土質条件を用いて計算した結果，いずれのパターンでも，安全率が 1.0 を下回ることはなかった．

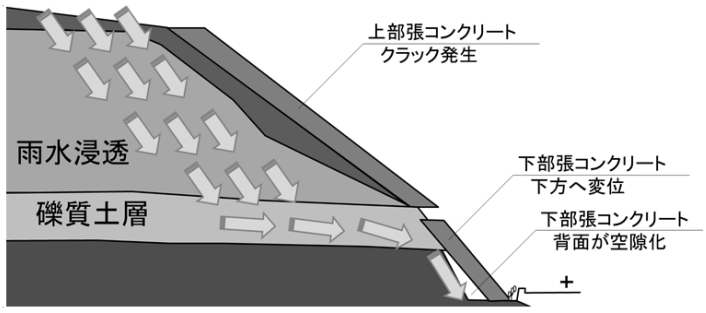


図－４　安定計算における想定滑り面の設定

④ 原因の推定

滑りによる土砂崩壊の可能性について，計算上は，十分な安全率を持っていること，斜面のり肩部に変状がないことから，発生の可能性が低いと考えた．

一方で，礫質土層（透水層）が斜面内部に存在し，水の流下が確認できたこと，下部張コンクリート背面に，空隙と風化した粘性土が確認されたことから，降雨が斜面上部から地中に浸透し，礫質土層を水みちとして流下，張コンクリート背面の土砂を流出させて空隙ができたと想定した（**図－５**）．



図－５　変状メカニズム

張コンクリートには，排水パイプ（φ=75 ㎜）が設置されていたが，礫質土層からの排水の一部が，下部張コンクリートの背面を伝うことで，土砂が徐々に風化，浸食されて空隙化が進み，張コンクリート表面へ排水できなくなったと考えられる．

以上の結果から，張コンクリートが下方へ変位した原因は，張コンクリート背面が空隙化したことにより，地山と張コンクリートの定着力が低下しためと特定した．

４．対策工の選定

斜面の甲府方において，既設の張コンクリートが地山との定着を喪失しており，健全部を残して一部分のみ撤去することが困難であることから，既設張コンクリートを全て撤去し，対策工を新設することとした．斜面の保護と崩壊に対する抑止効果を発揮できる工法を絞り込んだ結果，吹付枠工を対策工法として選定した（**表－１**）．

表－１　のり面工選定

工法		吹付枠工	場所打格子枠工
特徴	･凹凸のり面	施工可	困難
	･基礎コンクリート	不要	必要
	･型枠	不要	必要
	･足場	不要	必要
評価	･施工	○	△
	･工期	1ヶ月	2ヶ月
	･コスト	◎	○
	判定	○	×

また，変状の原因となった礫質土層からの排水を十分確保するため，礫質土層に沿って，のり面工の排水パイプを 1 ㎡あたり 4 本に増設した他，地中浸透水を確実にのり面工表面まで導水するために，多孔管（L=1.0m）を，排水パイプに対して設置した．

当該工事は 2016 年 9 月に完成し， 2017 年 2 月現在において，礫質土層からの良好な排水が確認されている他，新たな変状は発生していない．（**写真－３**）

写真－３　対策工完成状況

５．まとめ

現場の詳細な調査により，切取斜面内の水みちの存在が変状の主要因と確認でき，適切な対策を選定，施工することができた．今後も，鉄道の安全・安定輸送を確保するために，構造物検査結果に基づく適切な補修，改良を進めていく．