

散水試験による降雨対策工の効果の検証

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○木村 宗平

正会員 大木 基裕

1. はじめに

近年、豪雨災害が頻発化・激甚化している。例えば、全国のアメダス観測結果より、時雨量 100mm 以上の年間発生回数は 1980 年頃から約 2 倍に増加している¹⁾。東海道新幹線は開業当初よりのり面工や排水パイプ等の降雨対策工を施工し、安全を確保してきた。しかし、近年の降雨の傾向を考慮すると、降雨対策工の効果を再評価する必要がある。本稿は、試験用盛土で散水試験を行い、土壌水分計により盛土内の飽和度を計測した結果、のり面工の遮水性能と排水パイプの排水性能を確認したことを報告する。

2. 試験設備の概要

散水試験を行うのは、実物大の新幹線盛土を模した試験用の盛土(図-1)で、天端部には複線の新幹線軌道があり、線路方向の両端は橋台、線路直角方向の両側にはのり面(北側のり面には張ブロック工、南側のり面には張コンクリート工)が施工されている。本試験では、南側のり面を対象(図-2)とし、排水パイプを設置した。盛土材の工学的分類は、細粒分混じり砂質礫(GS-F)である。Creager の推定式により算出した透水係数は $1.4 \times 10^{-4}(\text{m/s})$ であり、中位の透水性を有する²⁾。散水装置(図-3)は、貯水槽の水を電動ポンプにより盛土上部へ圧送し、ループ状にノズルを配置したものとのり面上に伸ばした腕状にノズルを配置したものにより散水し、盛土への降雨作用を再現するものである。電動ポンプ 1 台あたりの吐出量は、散水ノズル位置の全揚程で $16\text{m}^3/\text{h}$ である。この電動ポンプ 3 台により図-2 の範囲において最大時雨量 200mm の散水が可能である。

3. 散水試験の条件設定

本試験では、散水装置により、時雨量 200mm の降雨強度で 2 時間散水し、短時間集中豪雨を再現した。降雨対策工の効果は、各対策工が劣化、損傷したことを模擬して、変状の有無で比較、検証した。模擬した変状として、のり面工は、砕石層まで貫通するように張コンクリートを切断し、スリット状の開口を 0.6m ピッチで設定した(図-4)。排水パイプは、外径 60.5mm、厚さ 2.3mm、長さ 3.6m の鋼管であり、口元 1m が腐食した状況を、孔を開けて再現した(図-5)。

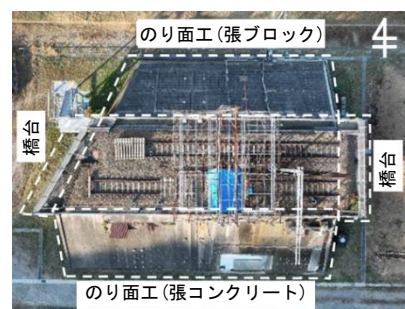


図-1 上空から見た試験用盛土

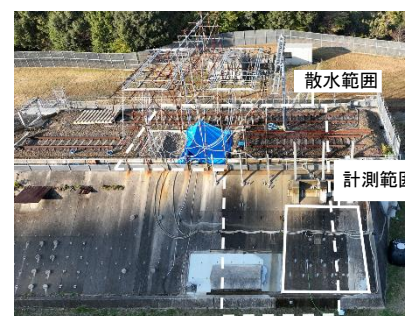


図-2 試験対象及び散水範囲

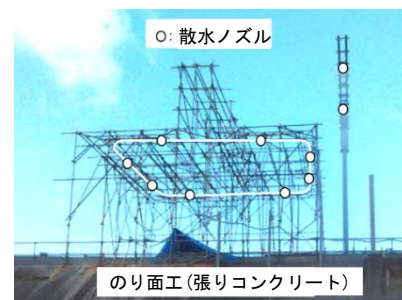


図-3 散水装置

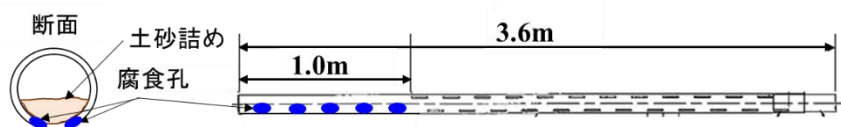


図-5 排水パイプの変状設定

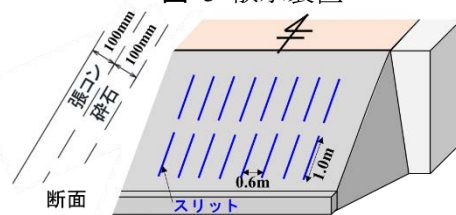


図-4 のり面工の変状設定

キーワード 散水試験, 土壌水分計, 盛土飽和度, 降雨対策工, のり面工, 排水パイプ

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33

総合技術本部技術開発部 TEL0568-47-5375

4. 盛土飽和度の計測方法

土壌水分計は金属製の電極棒をセンサーとし、土中に埋めて誘電率を取得するものである。誘電率と土中の含水率の関係をあらかじめ調べておき、センサーが取得する誘電率から飽和度を算出する。含水率は、センサー部周りの土の密度により変化するため、試験用盛土の現場密度と同等になるように埋設した。土壌水分計の配置は、試験対象箇所の表層部と深層部で同じ高さになるよう1断面あたり2基とした(図-6)。加えて、橋台寄りに1断面配置し、計4基とした(図-7)。以降①～④で記す。

5. 結果及び考察

散水試験及び自然降雨において、各土壌水分計の飽和度の推移は、盛土中央側(①, ③)より橋台側(②, ④)の方が上がりにくい傾向が見られた。比較的弱い自然降雨の場合、この特徴が顕著に見られる(図-8)。これは、試験用の盛土の橋台裏は粗礫混じりであり、盛土材より透水性が高いことと、浸透水が耳壁沿いを流下することにより、橋台側の方が水が抜けやすくなると考えられる。散水時には橋台脇からの出水を確認した(図-7)。

のり面工の開口の有無で飽和度の推移を比較した結果、④で、開口有の方が散水開始後、飽和度の上がり始めが早い挙動が見られた(図-9)。これは、浸透水(盛土材や張コンクリート裏の碎石層を浸透)に加えて開口により表面水(張コンクリート表面を流下)が流入したことによる影響と考えられる。なお、①～③は開口の有無による差は見られなかった。これは、散水による水の供給量が多いゆえ、浸透水の影響が強く現れ、飽和状態に達し、表面水流入の有無による差が見られなかったためと考えられる。また、飽和状態に達してから飽和度の下がり方は①～④とも差が見られなかった。

排水パイプの腐食孔の有無で飽和度の推移を比較した結果、③で、腐食孔有の方が飽和状態から飽和度は下がりにくい挙動が見られた(図-10)。これは、腐食孔の位置が口元から1mまでの範囲にあることにより、この範囲の直下の③で腐食孔からの水漏れによる影響を受けたと考えられる。しかし、④では腐食孔の有無による差が見られなかった。これは、最も浸透水の影響を受けにくい位置であるため、飽和度の下がり方を比較できるほどの水が供給されなかったためと考えられる。また、いずれの場合も飽和状態に達した後すぐに飽和度が下がり始めた。

6. まとめ

散水試験により盛土内の飽和度を計測した結果、短時間集中豪雨が作用した場合でも、のり面工は遮水性能により飽和度の上昇を抑える効果、排水パイプは排水性能により飽和度の低下を促す効果を確認した。今後、これらの効果を考慮して盛土の健全性を評価し、維持管理の高度化に寄与するよう技術開発を進める。

参考文献

- 1) 気象庁：各種データ・資料,<<https://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>>,(入手 2023.3.15)
- 2) 地盤工学会：土質試験 基本と手引き(第二回改訂版),pp91-99,丸善出版,2015.

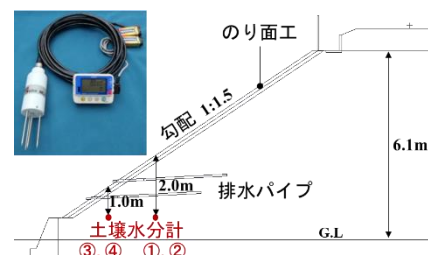


図-6 土壌水分計埋設断面

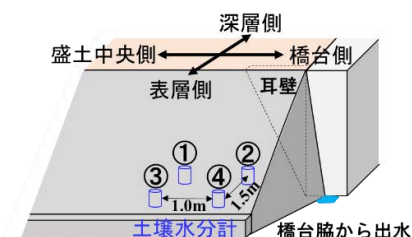


図-7 土壌水分計の配置

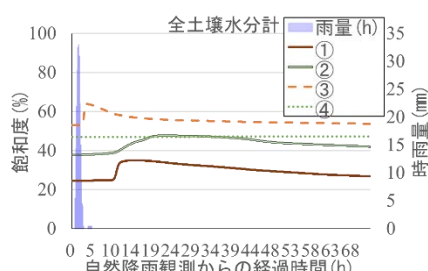


図-8 各土壌水分計の特徴

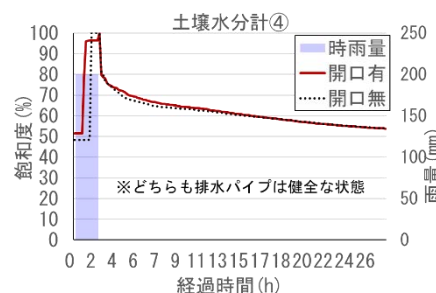


図-9 のり面工開口の影響

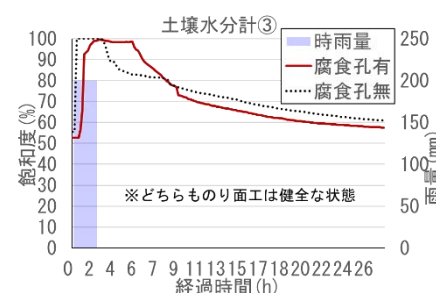


図-10 排水パイプ腐食孔の影響