

飽和・不飽和浸透流解析による SDPR の排水効果の検討

九州大学大学院工学府	学生会員	○伊藤 裕孝
九州大学大学院工学研究院	正会員	笠間 清伸
西日本高速道路 (株)	正会員	浜崎 智洋
NEXCO 西日本コンサルタンツ (株)	正会員	松方 健治
九州大学大学院工学研究院	正会員	古川 全太郎

1. はじめに

近年、ゲリラ豪雨や巨大地震等により斜面崩壊が多数発生しており、局所的な豪雨や想定外の地震動などの自然外力に対して、既存の盛土や切土のり面を補強する技術が希求されている。我々の研究グループでは、写真-1 に示す排水機能を有するスパイラル羽根付き鋼管 (以下、SDPR とよぶ) を斜面や盛土に打設することで、地盤の安定性を向上させる地盤補強技術の開発を試みている¹⁾。SDPR を斜面に打設する効果は、①平常時では、地盤内に存在する地下水位を低下でき、地盤が不飽和化することで強度が増加すること、②スパイラル状の羽根が法面滑動時の抵抗となり、斜面の安定性が向上する、③豪雨時や地震時においては、地盤内に流入する水や発生する水圧を素早く逃がすことができるなどがあげられる。

本稿では、飽和・不飽和浸透流解析を用いて SDPR 打設前のある期間の盛土内の地下水位変動の再現を行った。さらに SDPR を打設した際の地下水位変動を求め比較することにより、SDPR の効果を調べた。

2. 現地計測の概要

対象とした盛土は、佐賀県鳥栖市山浦町の高速道路盛土の南側車線である。SDPR は、2016 年 9 月 19 日に打設した。SDPR は長さ 6 m、管半径 0.05 m であり、3~4 m 間隔で、盛土下端から 1.5 m の高さに 12 本、3.5 m に 10 本、中段から 1.5 m の高さに 9 本の計 31 本打設した。図-1 に示す位置に地下水位計を設置し、SDPR 打設前後の地下水位を 1 時間ごとに測定した。盛土の土質は、礫混じり砂質粘土であった。

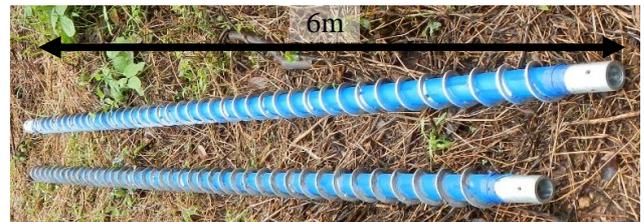


写真-1 SDPR

3. 解析概要

佐賀県鳥栖市にある高速道路盛土の、SDPR を打設した片側の断面を対象として浸透流解析を行った。表-1 に盛土内の土質特性と解析条件を示す。この値は、現場で採取した試料の試験結果や、一般値を用いた。図-1 に解析モデルとメッシュを示す。初期地下水位は、2016 年 7 月 1 日 0 時における路面

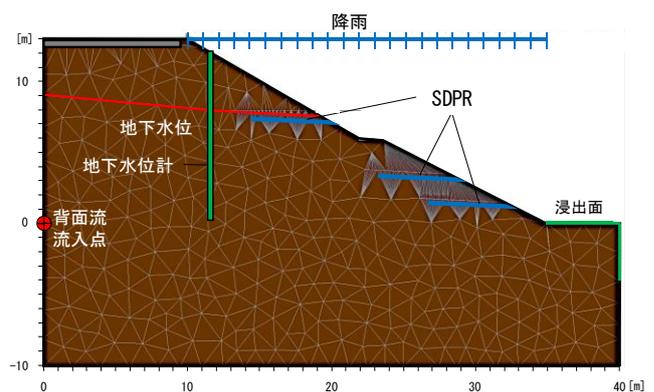


図-1 解析モデルとメッシュ

表-1 盛土の土質特性と解析条件

土質特性			解析条件					
湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	間隙比	透水係数 (m/sec)	比貯留係数 (1/m)	有効間隙率	残留体積含水率	飽和体積含水率	推定式の係数 n
1.716	1.328	1.028	1.250 × 10 ⁻⁶	1.000 × 10 ⁻⁴	0.451	0.000	0.451	3.0

付近の地下水位観測データを用いて設定した。盛土の下部には、浸出面を4mで設定した。浸出面とは、地盤内の湿潤状態の変化により、不透水境界と既知水頭境界を自動的に切り替える境界条件である。図-2に解析に用いた降雨データを示す。降雨量の多かった2016年7月1日0時から7月15日23時(SDPR打設前)の現場での降雨を降雨条件とした。

地下水位を再現するために、この解析では盛土の反対側や周りからの地下水の流入を想定し、盛土の下端と同じ高さから背面流を流入させた。まずは背面流の流量を変えることでSDPRが無い場合の地下水位変動の再現を行った。次にSDPRを表-2のように実際の施工条件で設定した解析を行い、SDPRの有無で地下水位の低減効果を比較した。

4. 解析結果

図-3に、地下水位の実測値と、背面流の流量を無し、0.0002、0.0003、0.0004 m³/sec に変えた解析値を示す。実測の地下水位は、8日の75.5 mm/dayの降雨の後1.02 m上昇し、11日10時の降雨までに0.44 m低下した。81 mm/dayの降雨があった13日10時には地下水位は最大のGL-2.01 mまで上昇した。背面流の流量を0.0003 m³/sに設定すると、8日の地下水位上昇が1.08 m、11日までの低下が0.42 mとなるなど実測値に近い値となった。よって、背面流の流量を0.0003 m³/secに設定し、次にSDPRの有無を比較した。

図-4に、SDPR有無での地下水位解析値の変動を示す。SDPR有の場合、無い場合より全体的に0.6 m程度の地下水位の低下が見られた。また、7月11日から13日の間の地下水位上昇を0.40 m低減することができた。

5. まとめ

本稿では、飽和・不飽和浸透流解析を用いて盛土内の地下水位変動の再現を行った。そして、再現した盛土にSDPRを打設した際の地下水位変動を求め比較することにより、SDPRの効果調べた。背面流の流量を0.0003 m³/secに設定すると、実測値に近い地下水挙動を再現できた。また、SDPRを打設した場合、無い場合より全体的に0.6 m程度の地下水位の低下が見られた。

今後は、飽和度など他のパラメーターでも比較し、SDPRの効果を検討したい。

<参考文献>

- 1) 浜崎智洋、笠間清伸、松方健治、田口浩史、中村大樹：「排水機能を有するスパイラル羽根付き鋼管による地盤補強工法の開発に関する検討」、斜面災害における予知と対策技術の最前線に関するシンポジウム、2015年12月

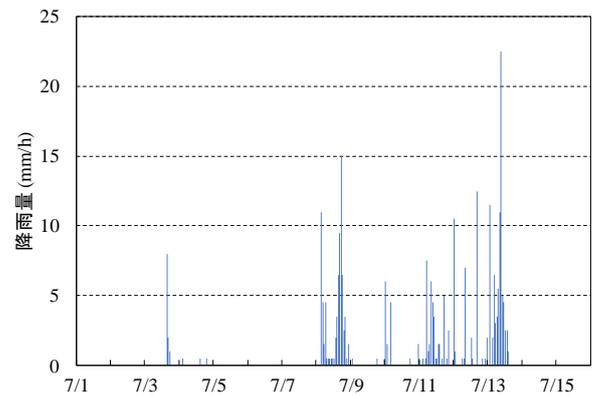


図-2 解析に用いた現場降雨データ (2016年7月1日～15日)

表-2 解析上でのSDPRの打設条件

管半径(m)	長さ(m)	角度(°)	水平間隔(m)	地下水低下条件節点間隔(m)
0.024	6.0	3.0	3.0	0.078

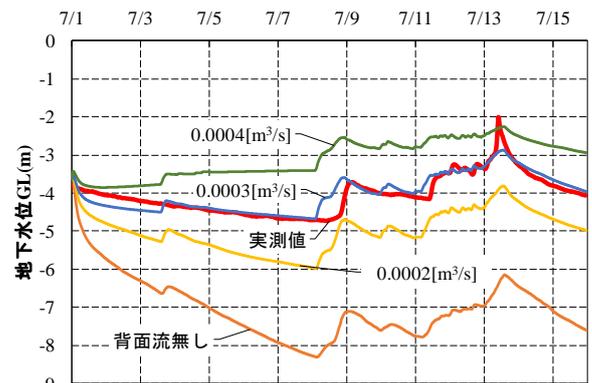


図-3 背面流の検討

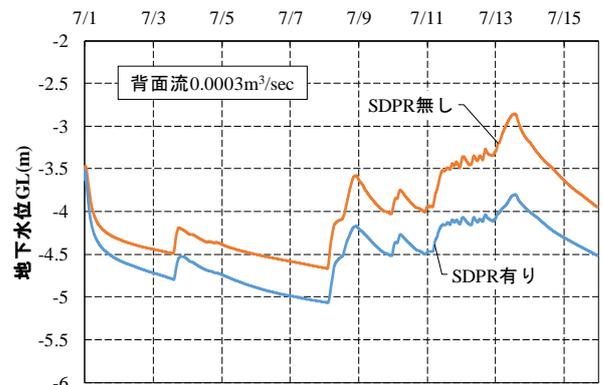


図-4 SDPR有無での地下水位解析値の比較