

排水性補強材を敷設した盛土に関する解析

九州大学工学府 学生会員 ○中村 大樹 九州大学大学院 正会員 笠間 清伸
西日本高速道路株式会社 (NEXCO 西日本) 浜崎 智洋 九州大学大学院 正会員 古川 全太郎

1. 背景, 目的

近年, ゲリラ豪雨や地震等による斜面崩壊が多々発生しており, 最近では平成 24 年に発生した九州北部豪雨での斜面崩壊は大きな被害をもたらした¹⁾. この様な背景から, 局所的な豪雨や想定外の地震動など狂暴化する自然外力に対して, 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²⁾.

そこで, 我々の研究グループでは, 斜面や盛土に排水性補強材を敷設することで豪雨時や地震時に発生する地盤内の間隙水圧の上昇を低減させ, 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³⁾.

本論文では, 穴あきパイプの透水性を確保するのに必要な穴の大きさや形状を実験的に調査した. また実際の盛土を想定した, 飽和・不飽和浸透流解析を行い, 排水性補強材の排水による有効性を数値解析的に検討した.

2. 解析概要

本章では, 排水性補強材を敷設した盛土を対象に飽和・不飽和浸透流解析を実施し, 降雨時に地盤内に発生する間隙水圧の低減効果を検証した. 実際の排水性補強材を写真-1 に示す. 図-1 は, 排水パイプを敷設した場合の解析地盤の一例で BS_1, BS_2 , BS_3 , BS_4 はそれぞれ地盤の種類を示す. 法高は 6m で, 段数は 2 段, 小段幅 2m, 法勾配は 1:1.7 とした. 材料定数を表-1 に示す. 表の a , n , m は水分特性曲線のフィッティングパラメータで, van genuchten モデルを用いた. 今回, 水分特性曲線フィッティングパラメータには, 砂の一般的な値を入力している. 盛土の透水係数は, 宮崎自動車道で採取された試料を対象に, 変水位透水試験により求めた. 降雨は気象庁の HP より宮崎県小林にある観測所の 2014 年 7 月 1 日から 2014 年 7 月 18 日までのデータを入力し, 解析を行った. さらに背面流を考慮し, 左面から水が流入する境界条件を与えた. 背面流は試験施工が行われた現場とのデータ比較で決定し, その流量は 15mm/hr とした. 敷設する排水性補強材は実際に試験施工に使われているものと近い, 打設間隔 2m, 打設長 12m の組み合わせとし, 敷設する角度は 1:12, パイプの透水係数は, 開口率 10~15%, 透水係数を 1.0×10^{-2} m/s として排水性補強材を透水係数の良い地盤として置き換えることで解析を行った. 本来なら浸透解析とは別にパイプ流計算が必要となるが, 今回は簡略化した. 初期地下水位はモデルの下端に一致するとし, 上面の道路部分 19m は不透水とした.



写真-1 排水性補強材

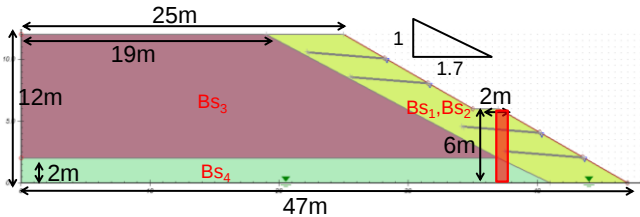


図-1 解析モデルの一例

表-1 材料定数

	BS_1, BS_2	BS_3	BS_4
coefficient of permeability (m/s)	8.4×10^{-5}	5.4×10^{-5}	1.0×10^{-4}
adhesive force (kN/m ²)	8	39	23
internal frictional angle (°)	29	17	24
saturated unit weight (kN/m ³)	14.5	15.5	15.5
residual volume water content	0.1	0.1	0.1
saturated volume water content	0.4	0.4	0.4
a	0.1	0.1	0.1
n	2	2	2
m	2	2	2

3. 解析結果

排水性補強材の排水効果を調べるために図-1 の斜面浅部, 枠に囲まれた部分の水位の変化を解析によって求めた. 図-2 に試験施工現場より得られた排水材補強材敷設後の降雨量と水位を示す. 図-3, 図-4 は解析によって得られた排水性補強材を敷設する前とした後の水位の変化である.

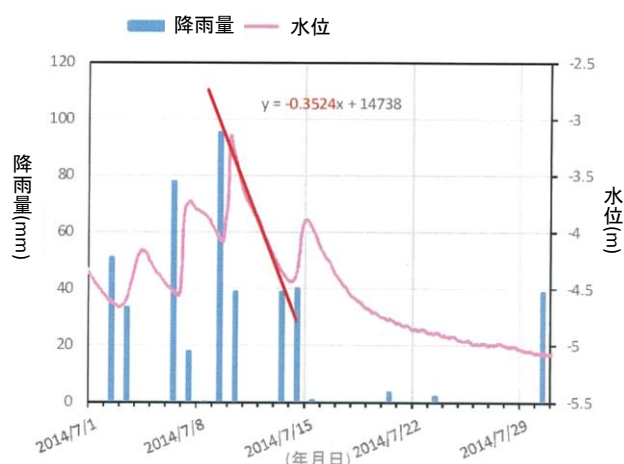


図-2 試験施工現場より得られた降雨量と水位

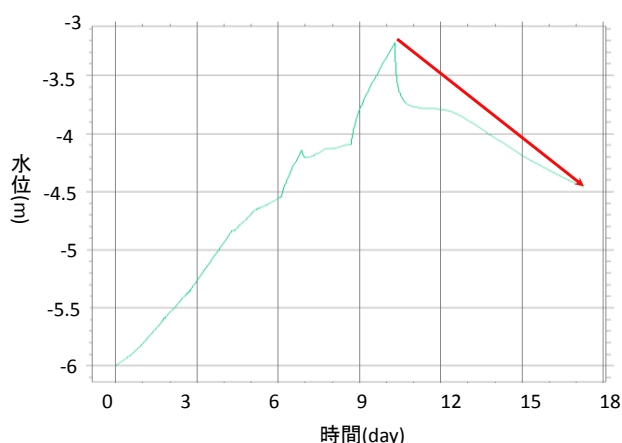


図-3 排水性補強材を敷設した場合の水位変化

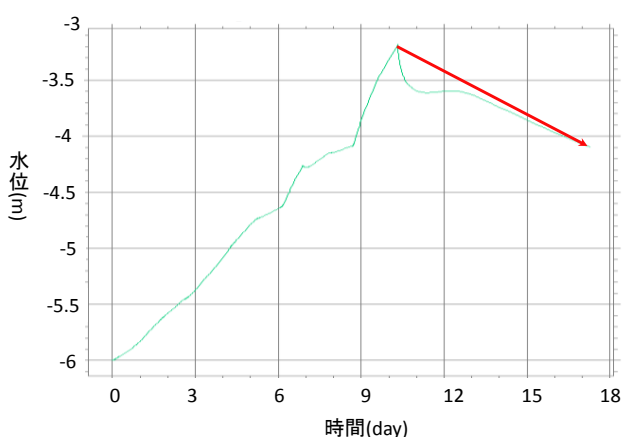


図-4 排水性補強材を敷設していない場合の水位変化

試験施工現場より得られたデータと解析によって得られた排水性補強材を敷設した場合のデータを比較すると、最大水位が得られた時間とその値はおおよそ一致していることがわかり、このことから背面流や水分特性曲線のパラメータがある程度現場に近い値を取ることが出来ているのではないかと考えられる。しかし、排水時間や水位上昇時のグラフの変化過程などで違いが見られた。現場と解析

で違いが発生した要因としては初期水位が異なることや、背面流が実際の現場では雨量などに伴い変化することが挙げられる。

解析で得られた排水材補強材を敷設した場合と敷設していない場合のデータを比較すると、最大水位、またそれに達するまでの時間に大きな違いは見られなかった。ふたつのグラフの大きな違いは排水時間であり、排水性補強材を敷設した場合のグラフ中矢印の傾きは0.79、排水性補強材を敷設していない場合は0.52となり、排水にかかる速度は排水性補強材を敷設することにより約1.5倍にまで上昇させることが出来た。

4. まとめ

- (1) 現場で得られたデータを活用することで背面流の流量や、水分特性曲線のフィッティングパラメータなど、入力した値が大きくずれていないことが確認できた。
- (2) 排水性補強材が敷設された現場と解析のグラフでは、排水時間や水位上昇時のグラフの変化過程などで違いが見られたが、違いが発生した要因としては初期水位が異なることや、背面流が実際の現場では雨量などに伴い変化することが考えられる。
- (3) 解析で得られた排水材補強材を敷設した場合と敷設していない場合のデータを比較すると、最大水位、またそれに達するまでの時間に大きな違いは見られなかったが、排水性補強材を敷設することで排水時間の速度が1.5倍になることがわかった。

5. 謝辞

本研究は、西日本高速道路株式会社の協力を受けて行われたものであり、ここに感謝の意を表します。

6. 参考資料

- 1) (公社)地盤工学会 平成24年7月九州北部豪雨による地盤災害調査団: 平成24年7月九州北部豪雨による地盤災害調査報告書, 2013年。
- 2) 鵜飼恵三・祭飛・阪上最一・若井明彦: 降雨時の斜面安定性の全体安全率による評価, 地すべり, Vol.35 No.1, pp19~23, 1998
- 3) 中村大樹・笠間清伸・陳光斉・浜崎智洋: 穴あきパイプの打設間隔と透水性について, 自然災害研究協議会 西部地区部会報研究論文集, Vol.38, pp61~62, 2014