

豪雨時の盛土への雨水浸透現象と効果的な排水機能に関する研究

東京都市大学大学院 学生 ○友岡亮太郎
 元, 東京都市大学 (現 フジタ) 藤原夏美
 東京都市大学 正 伊藤和也 正 田中剛 正 末政直晃
 東急建設 正 野中隆博

1. はじめに

盛土構造物や自然地山は、台風や集中豪雨によって水が地盤内に浸透することにより、斜面崩壊が発生する。地盤内に雨水が浸透しても地盤外に排水されている内は斜面は安定しているが、ひとたび排水不良となり地盤内が飽和状態となると、みかけの粘着力が失われ斜面の安定性が著しく低下して斜面崩壊を招く危険な状態となる。盛土の法面安定対策の1つとして、従来から水平方向にドレーンを敷設する盛土内排水工が使用されている。しかし、排水層に目詰まりが発生し、透水性が低下、排水が行われなくなってしまう可能性もある¹⁾。本研究では、盛土下部からの排水ではなく、**図1**のように盛土下部の飽和を防ぎ、盛土上部からの排水を可能とするキャピラリーバリアを利用した新しい排水工法について検討している。本報告では、小型模型を用いた盛土斜面への降雨実験結果について報告する²⁾。

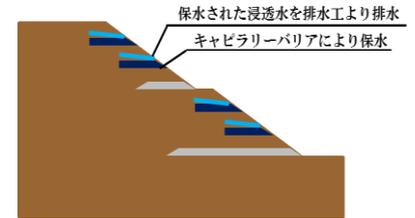


図1 本研究の排水工法イメージ



写真1 土壌水分計・排水パイプ

2. 小型模型を用いた降雨実験

2-1. 実験概要

縦 580mm, 横 650mm, 斜面高さ 300mm, 斜面勾配 1:1.5 の小型盛土地盤を作製し、降雨による斜面崩壊実験を行った。盛土材料は山砂を用いて締固め度 $D_c=87\%$, 乾燥密度 1.45g/cm^3 , 最適含水比 14.7%となるように突き固めを行い3層に分けて作製した。地盤内に設置した土壌水分計 (EC-5) と排水パイプを**写真1**に示す。土壌水分計の配置は**図2**に示すように、上部①層に水分計8~10, ②層に水分計5~7, 下部③層に水分計1~4をそれぞれ設置した。**図3**に実験ケースの概要を示す。実験ケースは、山砂のみを用いて作製したケース1, 砕石と排水パイプでの対策を行ったケース2の全2ケースである。ケース2では②層に高さ50mmで砕石を全面に敷設した。なお、降雨によって法面の砕石の崩壊を防止するために法面のみ不織布で覆った。砕石の上部に長さ500mmの排水パイプを水分計5, 6, 7と同じ間隔で設置した。なお、排水パイプの先端にシリコンチューブを取り付け、地盤外に排水させることで排水量の確認も行った。降雨は噴霧ノズル (いけうち製 COOL KIT-A) を**図4**に示すように5箇所、盛土全体に噴霧できるように設置した。ノズル1つあたり1時間に3600mlの降雨を再現できる。降雨実験は、盛土斜面に2時間降雨させ、その後1時間降雨を停止し、降雨によって盛土内に侵入した水が盛土下部まで浸透していく様子を確認した。これを3セット繰り返した。



図2 ①～③層土壌水分計設置位置

キーワード キャピラリーバリア, 豪雨, 排水

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤1丁目28-1 東京都市大学 TEL:03-3703-3111 E-mail: g1981629@tcu.ac.jp

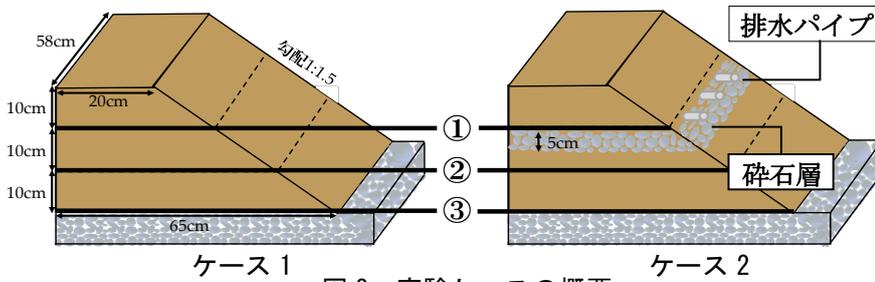


図3 実験ケースの概要

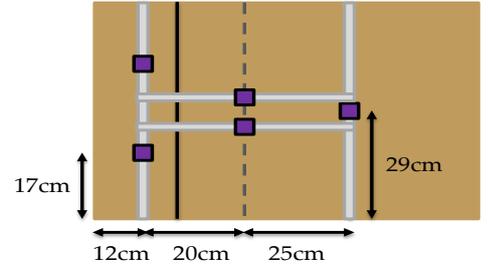


図4 噴霧ノズル設置位置

2-2. 実験結果

①層の体積含水率～経過時間関係を図5にケース1, 図6をケース2に示す. 青色で示している部分で降雨を行っている. 図5を見ると全ての水分計で降雨開始時に体積含水率が増加している. 降雨中は常に水が地盤下方へ浸透していくため体積含水率が一定となっている. 降雨停止後に体積含水率は瞬時に10%程度急落して, その後緩やかに減少している. 図6のグラフを見ると, 降雨開始直後に体積含水率が上昇した. その後水分計9は降雨停止中もほぼ一定, 水分計8, 10は降雨停止後に3%程度減少した. 2回目の降雨停止後は全ての体積含水率が緩やかに減少した. 図5と比較すると降雨による体積含水率の変動幅が小さい. これは敷設した碎石によってキャピラリーバリアが発現し, 盛土上部にて保水されていると考えられる. しかし, 同じ層内で体積含水率に差が生じたことから碎石層の作製時に層厚が均質ではなかったことや碎石を水平に敷設できず法面を正面から見て2~3°の傾きが出来てしまったこと等が要因として考えられる. ケース2での排水量は法面に向かって左で1.68ml, 右で122.88mlの排水が確認でき, 総排水量は124.57mlとなった. 中央の排水パイプからは排水を確認出来なかった. これは地盤作製時に排水パイプの位置が他のパイプよりも若干高めに設置されたことによるものと考えられる. 図7は本実験で使用した山砂の水分特性曲線(吸引法)である. 吸水過程では降雨により雨水が地盤に浸透することによって体積含水率が増加して間隙がなくなるため, 負圧が0に近づいていく. 排水過程では土中の水が重力方向に浸透していくことやパイプにより排水されることで体積含水率が減少して負圧が発生している. ケース2の水分計9の体積含水率の挙動は, キャピラリーバリアが発現したが排水パイプから十分な排水が行えず, 体積含水率が高い(飽和状態)状態を保ったためだと考えられる.

3. まとめ

盛土上部からの排水を可能とする新しい排水工法について, 小型模型を用いた盛土斜面への降雨実験を実施した. その結果, 盛土途中に碎石を設置した場合, キャピラリーバリアの発現によって碎石層上部に水が保水され排水パイプによって排水されることが確認された. ただし, その設置方法や排水パイプの配置等については今後の検討課題である.

4. 参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局治水課「ドレーン工設計マニュアル」, pp4, 2013
- 2) 藤原ら 降雨浸透する土壌水移動と排水効果に関するカラム実験, 第15回地盤工学会関東支部発表会 GeoKanto2018

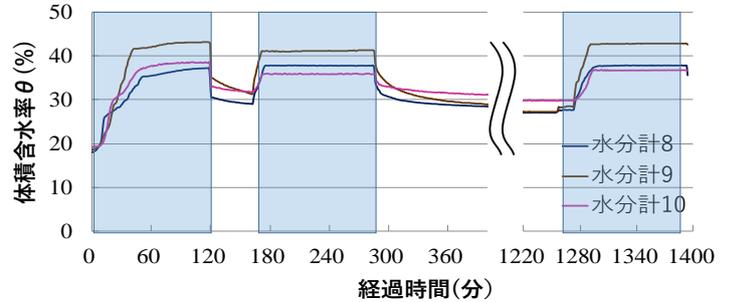


図5 ①層の体積含水率と経過時間の関係(ケース1)

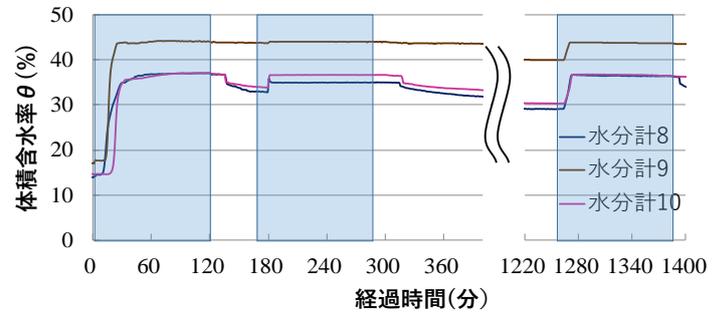


図6 ①層の体積含水率と経過時間の関係(ケース2)

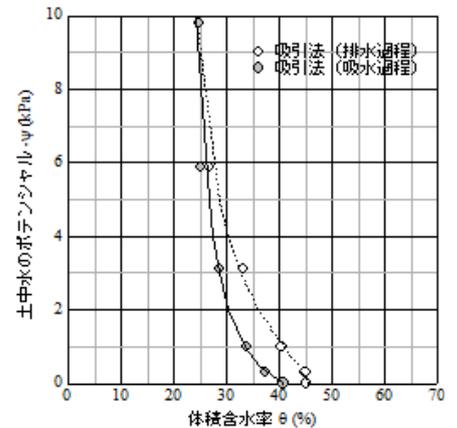


図7 山砂の水分特性曲線