

室内模型実験による斜面地盤の降雨浸透流に関する基礎的研究

長崎大学工学部 学 ○菊川玲奈 長崎大学大学院 学 張 慧中 正 杉本 知史
長崎大学大学院 F 蔣 宇静 正 大嶺 聖

1. はじめに

近年,局地的な集中豪雨による土砂災害が頻発しており,通常安定している斜面が豪雨による雨水浸透より崩壊する事例が多発している.国土の約7割を山地が占める中,土砂災害への危険性のある箇所に居住区域や道路などが近接している箇所が数多く存在している.斜面の崩壊は人命に関わる重大な事故へと繋がる可能性が高く非常に危険である.本研究では,集中豪雨の斜面への浸透挙動,および安定性に与える影響を室内斜面模型を用いた降雨浸透実験により検証することが目的である.加えて,斜面崩壊や地すべりなどの斜面災害の原位置でのモニタリング手法の開発に活かすことを考えている.

2. 斜面模型実験の概要

地下水流と雨水浸透が斜面の安定性に与える影響を把握するため斜面模型実験を実施し,降雨の浸透挙動を確認する.模型の概要を図1に示す.模型の下部に基盤岩を想定したEPSブロックを設置する.モデルの奥行きは300mmである.本研究では,比較的透水性の高い地下水流を持つ地層の上に,透水性の低い地層が重なる斜面を想定し,上層に真砂土,下層に豊浦砂を用いる.斜面表層部分とそれに対応する深さの位置の浸透挙動を確認するため,土壌水分計を斜面上部と下部に,テンシオメータを斜面下部に,間隙水圧計を斜面下部にそれぞれ設置した.地下水位形成のため,模型上段に設置した数箇所穴を開けたポリ容器に注水し下層を飽和させる.降雨の再現のため,模型上部から降雨強度を調節可能な写真1に示すようなノズルを用いて霧状に散水する.

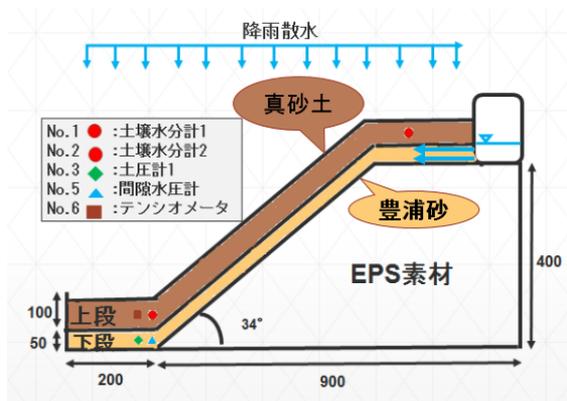


図1 斜面模型概要(単位: mm)

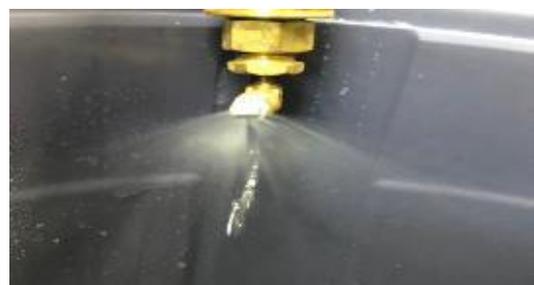


写真1 ノズルによる降雨再現状況

3. 斜面模型実験

斜面模型作成にあたり豊浦砂,真砂土を使用した.表1に斜面模型作製時の含水比,三軸圧縮試験(CD試験)によって得られた粘着力と内部摩擦角および変水位透水試験(JIS A 1218)により得られた透水係数をそれぞれ示す.本実験では層数を3層,1層あたりの突き固め回数を55回とし,上層(真砂土)100mm,下層(豊浦砂)500mmとする.1層ずつ階段状に作成し,最後に斜面を整形した.作成途中の状況を写真2に斜面完成の様子を写真3.4に示す.下層作成途中に,土圧計と間隙水圧計を埋設し設置した.

降雨開始前に下層を飽和状態とするために,模型上段に設置したポリ容器に注水し,水位が一定となるように地下水面を形成した.約1時間経過後,地下水が定常状態となったことを確認後,降雨を開始した.今回は,降雨強度70mm/hで約2時間散水した.



写真2 斜面作成途中の様子



写真3 斜面完成後の様子(断面)



写真4 斜面完成後の様子(正面)

表 1 透水・三軸試験結果

	初期含水比 w_0 (%)	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	粘着力 c_d (kN/m ²)	せん断抵抗角 ϕ_d (°)	透水係数 k (m/sec)
豊浦砂	10	1.69	1.27	36.9	4.8×10^{-4}
真砂土	10	1.76	10.85	18.9	1.9×10^{-5}

4. 実験結果と考察

今回の実験では、斜面崩壊は起こらなかったため外観の変化は見られなかった。設置したセンサー群の測定結果より土中でどのような変化が生じているのか分析した。間隙水圧と経過時間の関係を図2に示す。地下水を流し始めて約30分程度で間隙水圧が上昇している。間隙水圧計を斜面の下段に設置しているため、遅れて反応していると考えられる。また、降雨の開始直後、3.5kpaまで上昇した後、安定したが約30分後さらに、急激に上昇した。この原因として、上層では雨が浸透し、下層では地下水の水位が上がり、上下の両方から水が浸透し、2層の両方が完全に飽和したと考えられる。

土壌水分率と経過時間との関係を図3に示す。上段に設置した土壌水分計は、地下水を供給後約15分で飽和状態になり、地下水が定常的に流れ出すと降雨開始後も大きな変化は見られなかった。下段に設置した土壌水分計は、地下水供給時は変化が見られず、降雨開始約25分後、35%になり収束している。

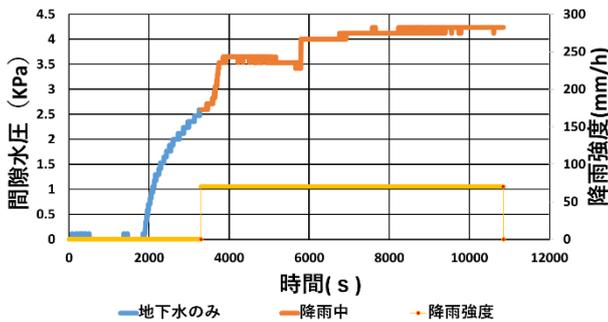


図2 斜面下段における間隙水圧の推移

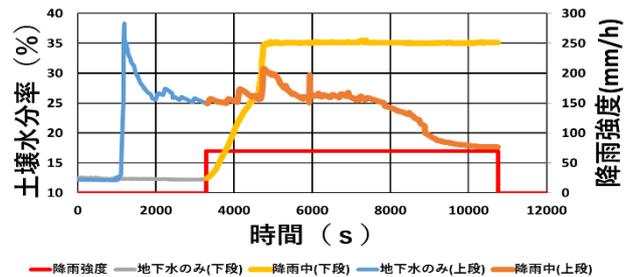


図3 斜面上段ならびに下段における土壌水分率の推移

5. おわりに

本研究では、異なる透水係数を持つ2つの試料を用い、斜面地盤の降雨浸透流がどのような動きをするのかについて分析した。今後は条件を変え、斜面地盤において土中で浸透流が地盤に及ぼす影響について分析していく。

謝辞：本研究は学術研究助成基金助成金（若手研究(B):17K13005）の助成を受けたものです。

参考文献：堤 拓摩ほか：無線センサネットワークによる産業廃棄物堆積斜面の変状モニタリング, 土木学会西部支部研究発表会, pp. 387-388, 2018. 3