

第Ⅲ部門

雨水浸透及び変形挙動把握のための模型斜面の改良

大阪大学 工学部 学生員 ○岡崎 滉大
 大阪大学 工学研究科 正会員 小泉 圭吾
 大阪大学 工学研究科 正会員 小田 和広
 西日本高速道路(株) 関西支社 正会員 櫻谷 慶治
 大阪大学 工学研究科 学生員 山本 健史

1. はじめに

模型斜面を用いた散水実験により、図-1 に示す体積含水率と変位の関係が、既往の研究¹⁾で明らかになっている。この模式図は、模型斜面に一定強度で散水を行うと、土中に水分が浸透することで、体積含水率が初期擬飽和体積含水率 (IQS) と定義された値を超えた付近で上昇率が一旦低下し、平衡状態 (=擬飽和状態) となる。その後、深部から水位が形成されることによって体積含水率が再上昇すると伴に、変形が発生することで崩壊に至ることを示している。このことから、IQS を超えなければ変形は起こらないという点に着目した種々の条件での模型実験を繰り返し、その再現性の検証を行っている。しかし、ここでの課題として、図-2 に示す現行の模型斜面では、法尻部分の土層深が薄く、1 深度でしか土壌水分計を設置できないため、深度方向の体積含水率の挙動を確認することができないことが挙げられる。そこで、本研究ではこの問題を解決するために、図-3 に示すような斜面形状へと改良し、改良した模型斜面を用いて散水実験を行うことで、法尻での浸透と変形挙動に関する考察を行った。

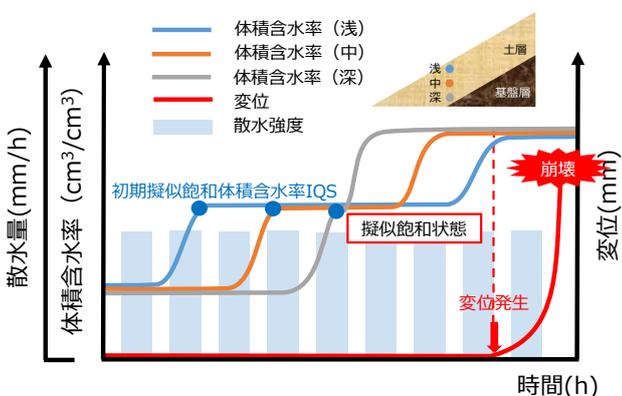


図-1 模型斜面実験における体積含水率と変位の関係

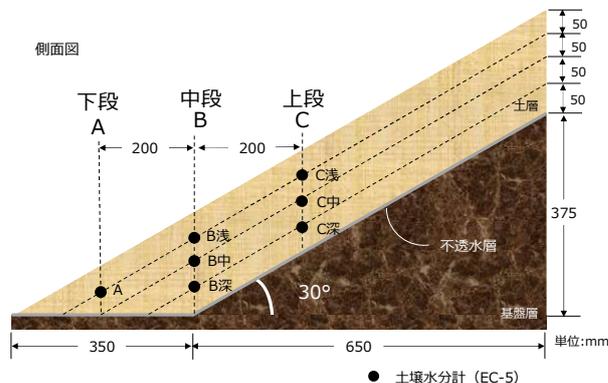


図-2 現行の模型斜面の概要

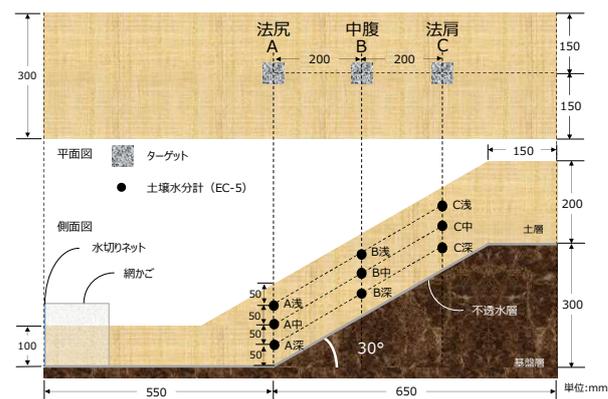


図-3 改良した模型斜面の概要

2. 実験概要

本実験では、横 1200mm×幅 300mm×高さ 500mm の斜面を作成し、表土層厚は 200mm、斜面勾配は 30°とした (図-3)。基盤層の表面に粘土により不透水層を設け、非排水条件とした。また、模型先端に網かごと水切りネットを設置することで、排水条件を確保しながら、先端が崩壊するのを防ぐ工夫を施した。試料は奈良県産マサ土を使用しており、表-1 に用いた試料の物性値を示す。深度方向および斜面方向の浸透挙動を確認するために、図-3 に示す 9 地点に土壌水分計 (EC-5) を設置した。地表面変位計測には、画像センシング技術²⁾を用いた。ここでは、模型斜面に正対する方向に USB カメ

ラ (3376pixel×2704pixel) を設置するとともに、変位計測用ターゲットを法尻、中腹、法肩の3か所に設置した。このターゲットをテンプレートとして指定し、フレームレート2fpsに設定し、変位の経時変化を測定した。散水には霧状の雨を降らすことが可能な噴霧装置を用い、散水強度は100mm/hとした。散水開始から120分後、斜面全体が崩壊に至ったため実験を終了した。なお、本実験では計測機器の不具合により地点Cでの変位計測ができなかった。

表-1 試料の物性値

試料	奈良県産マサ土
含水比 w	6.0 %
土粒子密度 ρ_s	2.624 g/cm ³
乾燥密度 ρ_d	1.592 g/cm ³
透水係数 k	4.17×10 ⁻³ cm/s
間隙比 e	0.66

3. 実験結果と考察

図-4 は法尻における深度ごとの体積含水率の時系列変化を示している。散水による地表面からの水分浸透により、浅部から中部、深部の順に体積含水率が上昇した。その後、中部、浅部では体積含水率の変化率が低下し、擬似飽和状態となった後、中部、浅部の順に体積含水率が再上昇した。一方、深部では、擬似飽和状態を経ることなく、中部、浅部の再上昇よりも先に体積含水率が上昇した。図-5 は法尻、中腹、法肩での深部の体積含水率の時系列変化を示しているが、この図からも、地点Aは、擬似飽和状態が確認される地点B、Cとは異なる挙動を示していることがわかる。これは、不透水層に到達した水分が浸透流となって法尻に集まるため、法尻の深部では擬似飽和状態が発現する前に地下水位が形成された可能性が考えられる。図-6 は、法尻、中腹における変位の時系列変化を示している。この図より、変位は法尻、中腹の順に発生していることがわかる。これは、今回の崩壊が法尻からの進行性崩壊によることを示している。また、図-4、図-6より、法尻において変位が発生したのは散水開始後40分ごろであり、体積含水率がIQSを超えた後であるということが分かる。このことからIQSを超えなければ変位は発生しないという既往の結果と整合することが確認された。

4. まとめ

本研究では、模型斜面の形状を改良することで、従来計測が不可能であった法尻部分(地点A)の深度方向の

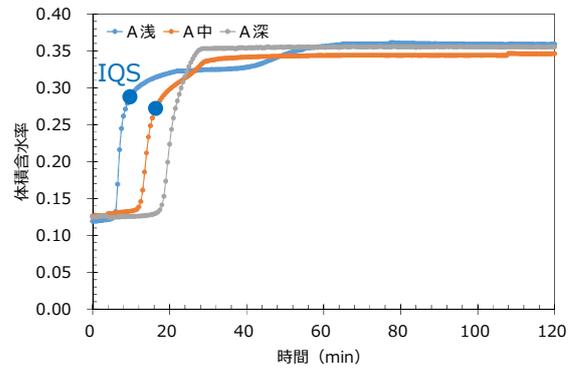


図-4 法尻における体積含水率の時系列変化

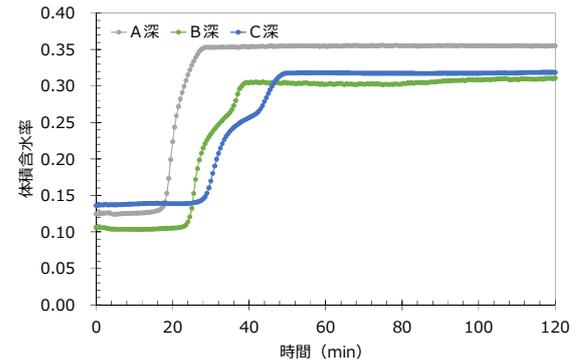


図-5 法尻、中腹、法肩での深部の体積含水率の時系列変化

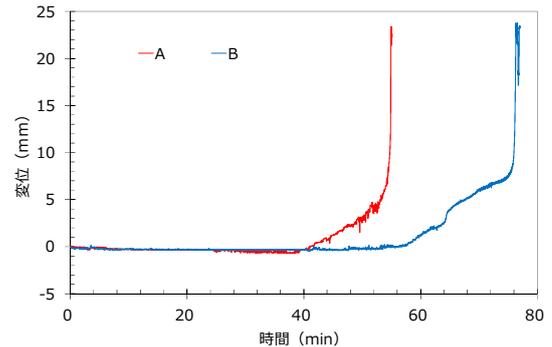


図-6 法尻、中腹における地表面変位の時系列変化

体積含水率の計測が可能となった。この結果、上からの浸透と地下水に伴う毛管作用により、特に深部の体積含水率の挙動が斜面中腹、のり肩の挙動と異なることが明らかとなった。また、法尻から順に崩壊する崩壊形態の場合、法尻での浸透と変形挙動の把握は重要であり、今回の模型斜面の改良によりこの計測が可能となった。

参考文献

- 1) 小泉圭吾, 櫻谷慶治, 小田和広, 伊藤真一: 体積含水率に着目した降雨時の斜面の健全性に関する実験的研究
- 2) 福田芳雄, 小泉圭吾, 山本健史, 小橋俊也, 小田和広, 櫻谷慶治, Maria Feng: 画像センシング技術を用いた斜面変形計測に関する実験的研究, Kansai Geo-Symposium 2016, pp.243-248, 2016