

砂質土斜面における水みちの形成に関する基礎的検討

群馬大学 学生会員 ○仲 祐亮  
 元群馬大学 非会員 住田 啓輔  
 元群馬大学 非会員 本明 将来  
 群馬大学 正会員 若井 明彦  
 山梨大学 正会員 後藤 聡

1. はじめに

住田ら(2016)<sup>1)</sup>により、斜面内の「水みち」について、検討がなされてきた。地盤内の空隙の大きさにより、水みちが選択的に形成されることが述べられているが、形成のメカニズムの解明には至っていない。本研究では、密度が大きな場所と小さな場所が混在する地盤における、水みちの基本的特性について、より詳細に検討を行うことを目的とする。

2. 実験概要

2-1. 実験試料

ガラスサンドと呼ばれる園芸用の砂を使用した(図1)。この試料の物理特性・力学的特性を表1および、図2に示す。これらより、この試料は特性上「砂」に分類される。



図1 実験試料

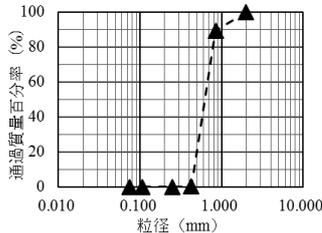


図2 試料の粒度分布

表1 試料の物理特性・力学的特性

粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 φ (°)	最大密度 ρ <sub>dmax</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	最小密度 ρ <sub>dmin</sub> (g/cm <sup>3</sup> )	土粒子密度 ρ <sub>s</sub> (g/cm <sup>3</sup> )
0	38	1.50	1.20	2.54

2-2. 実験模型

模型地盤の諸量を表2に示す。含水比を調整した試料を透明なアクリル容器内に均等に投入し、コテで整えて地盤を作製した。そのうち一部分を葉さじでくり抜き、所定の密度となるように埋め戻すことで、図3のような場所によって密度が異なる地盤とした。図4に完成した模型斜面を示す。

表2 模型地盤の諸量

層厚 (mm)	含水比 w(%)	湿潤密度 ρ (g/cm <sup>3</sup> )	
		均質地盤	低密度部分
25	16.6	1.31	0.75

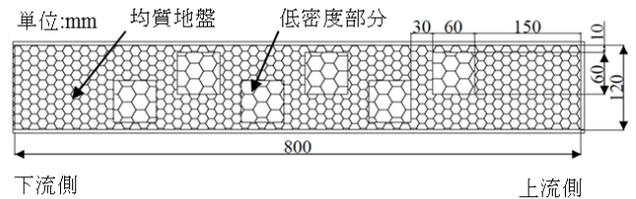


図3 模型斜面の概念図



図4 完成後の模型斜面

2-3. 実験条件

作製した模型を図5に示すように、30°の角度に傾けて実験を行った。上流から給水を行い、流下する様子を容器の底面から観察した。また、本実験では図6のようなステップを設けることで、流量の変化に伴う水みちの挙動の観察を可能としている。

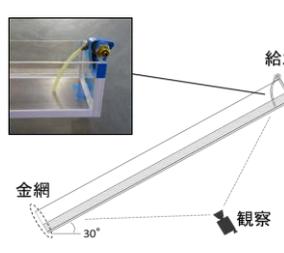


図5 実験時の様子

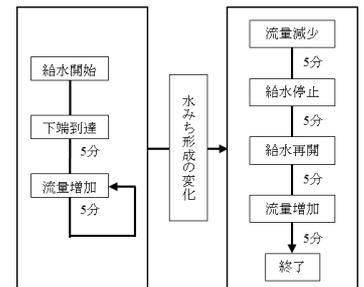


図6 給水ステップ

3. 実験結果

図7に実験結果を示す。以降文中の①から⑥は図7中の①から⑥に対応している。給水開始後、①のように、水は低密度な部分を避けるように流下する様子が観察できた。この際、低密度で空隙が大きい場所では、粒子間にメニスカスを作れず水を保持できないため、水が通らないと考えられる。流量の増加を行うと、それに伴い内部に閉じ込められた空気は②のように徐々に消散し、流量が220ml/minとなった時に地盤は飽和した(③)。

キーワード 水みち, 斜面, 模型実験

連絡先 (TEL0277-30-1622, 群馬県桐生市天神町1-5-1 群馬大学 理工学部環境創生理工学科 地盤工学研究室)

一度流量の減少を行うと、地盤は不飽和となり、②と同様の水みちが確認できた(④)。これより、地盤内の水が低密度な部分に浸透するには、ある一定流量以上の水が必要になると考えられる。給水停止後、再度給水を行うと、④と比べ、低密度な部分にも水が浸透している様子が伺えた(⑤)。これは③で地盤全体が飽和した際に低密度な部分が沈下し、締め固められたことで密度が大きくなり、水を保持しやすくなったためであると考えられる。流量を増加し、飽和させた後に給水を停止すると、低密度な部分の排水が先行的に行われ(⑥)、後に周囲の排水が行われた。このように低密度な部分の流速が大きいことから、低密度な部分の方が、透水性が大きいという従来の考え方に沿う結果も得られた。

4. 考察

空隙が大きい場所と小さい場所が混在する構造の地盤における、土粒子周辺の水の移動の概念図を図8に示す。不飽和土の場合、水はメニスカスが形成できる部分を優先して浸透する傾向があるため、空隙の大きな場所を避けるように浸透する。また、地盤内に閉じ込められた空気は他に消散できないため、その場所は水の浸透を阻害する働きを発揮する。流量が増え、空隙が小さな場所のみでは透水が行えないため、水が浸透しようとする力は周囲に分散し、空隙が大きく透水性が大きな場所に働く。この力が、空隙によって水の浸透を阻害するように働く力を上回ることによって、空隙の大きな場所に水が浸透しはじめる。流量の増加に伴い、これらの過程が繰り返されることで最終的には地盤が飽和状態となり、空隙が大きい場所を優先して水が浸透するようになる。しかし、流量が減少した場合は空隙の大きな場所に浸透しなくても十分に透水することが可能となる。そのため地盤内に分散していた水が浸透しようとする力は、流量の減少に伴い除荷される。この力によって水が浸透していた場所はメニスカスを形成できず、粒子間に水を保持できなくなるため、再びその場所では水が浸透しなくなる。

5. 結論

本実験により、水みちについて新たな知見が得られた。本検討は一定の粒径帯の地盤で行ったが、今後は様々な粒径帯の試料を含む地盤での検討を行い、より詳細な水みちに関する知見を増やしていく必要がある。このようにして得られた知見を様々な検討に絡め、発展させていくことがさらなる防災対策につながると考える。

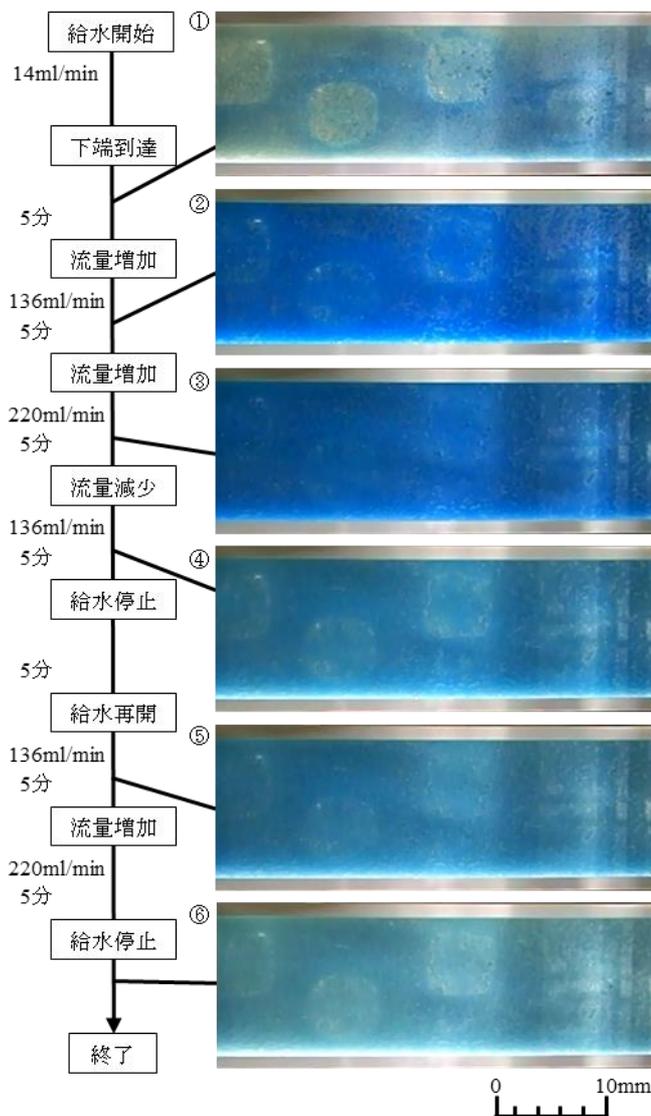


図7 実験結果

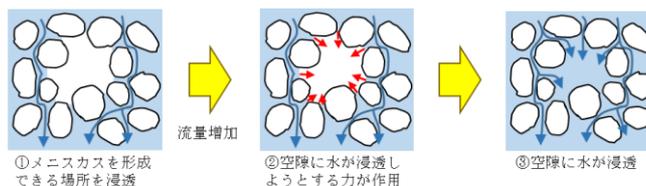


図8 土粒子周辺の水の移動の概念図

謝辞

本研究の一部は、国土交通省平成26~28年度河川砂防技術研究開発公募(砂防技術分野)「局地的大雨による大規模表層崩壊発生機構の解明と危険地抽出技術の開発」(受託:公益社団法人日本地すべり学会, 研究代表者:後藤聡)の助成によるものです。関係者の皆様に記して深く謝意を表します。

参考文献

1)住田啓輔・本明将来・仲祐亮・若井明彦・後藤聡(2016):豪雨時の火山灰斜面の崩壊と斜面内における水みちの基本的特性の観察, 第55回日本地すべり学会研究発表会講演集, pp.227-228.