

奄美諸島に分布する赤土等の土質特性と不飽和浸透試験

鹿児島大学工学部 学生会員 ○田中祥司
 鹿児島大学大学院 学生会員 竹原晋平
 鹿児島大学工学部 正会員 北村良介

1.はじめに

奄美諸島を含む鹿児島県南部から沖縄県にまたがる南西諸島では、風化残積土である赤土等が地盤表面を広く覆っている。南西諸島では、国頭マージ、島尻マージと呼ばれる赤土の他に、ジャーガルや赤土が腐植により灰色になった灰色土も分布しており、これらを総称して赤土等と呼んでいる。北村研究室では赤土等流出対策に関連し、赤土等の土質特性に関する実験を行ってきている¹⁾。

本研究では、奄美諸島の喜界島で採取した赤土等とさんごの物理試験を行うとともに、室内不飽和浸透試験を行い、層の境界面における Capillary Barrier と呼ばれる毛管遮水層の発生を調べ、雨水の浸透の制御する技術開発を目的とする。

2.物理試験

試験試料は赤土等、さんごの 2 試料である。さんごはあらかじめ粉砕機で細かくしたものを試験試料とした。表-1 は各物理試験から得られた結果を示している。赤土等の透水係数は変水位透水試験の結果で、初期の間隙比 $e=1.16$ 、飽和度 $S_r=95.5\%$ 、さんごの透水係数は定水位透水試験の結果で初期の間隙比 $e=0.79$ 、飽和度 $S_r=57.8\%$ の状態で試験を行った値を示している。図-1 に粒径加積曲線を示す。表-1、図-1 より赤土等はさんごと比較して細粒分が多く、粒度配合の良い土であることが分かる。

図-2 乾燥法・繰返し法で行った赤土等の締固め曲線を示す。赤土等は $w_{opt}=21.0\%$ のとき $\rho_{dmax}=1.61\text{g/cm}^3$ をとった。細粒分の多い赤土等は、なだらかな曲線となると同時に、最適含水比が高く、乾燥密度が低くなっている。

3.不飽和浸透試験

3.1 試験装置

図-3 に示すようなアクリル土槽に赤土等、さんごをそれぞれ層状に締固め、降雨装置を用いて降雨させることにより、粒度分布の違う層間においてサクシンの働きにより止水・乾燥状態を保持する Capillary Barrier の発生を確認する不飽和浸透試験を行った。水道水を流量計へ導き、降雨装置へ配給する水の量を調節し、降雨装置を用いて、雨粒を降らせるようになっている。上層に細粒分の多い赤土等、下層に粗粒分の多いさんごを入れた。これは二層の境界面の間隙水圧が一定値以下の不飽和領域では、粒径が小さい土の方が水を流しやすいという性質があるからである。赤土等、さんごの各層はそれぞれ幅 99cm、高さ 10cm、奥行き 30cm である。Capillary Barrier の発生を確認するには、境界面を明確にする事が重要であるため、層間に水切りネットを使用し、赤土等の上面には、赤土等の雨粒による変形を防ぐため、ガラ

表-1 物理試験結果

試料名	赤土等	さんご
土粒子密度(g/cm^3)	2.73	2.70
礫分(%)	0	37
砂分(%)	39	58
シルト分(%)	50	2
粘土分(%)	11	3
$D_{50}(\text{mm})$	0.044	1.050
均等係数 U_c	18	4
曲率係数 U_c'	1.25	2.48
透水係数(cm/s)	1.73×10^{-3}	6.32×10^{-2}

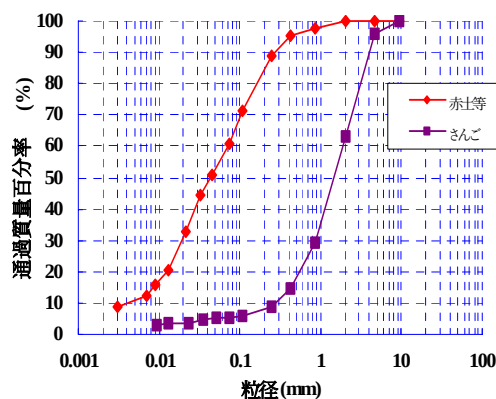


図-1 粒径加積曲線

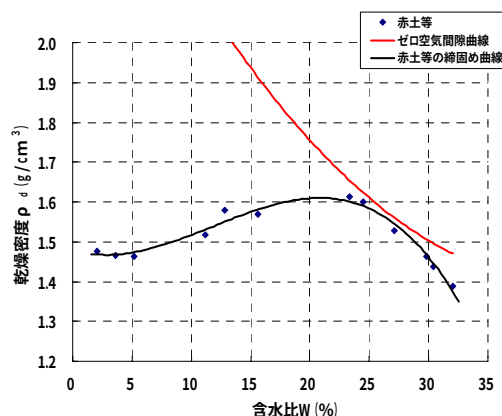


図-2 赤土等の締固め曲線

スビーズを 1cm 敷いた。また、赤土等の上面から 5cm、10cm、15cm の場所に土壌水分計を設置した。降雨装置は空洞のある針を 5cm 間隔で取り付けて降雨させている。更に、降雨装置にモーターを取り付け、横の振動を与え、雨粒が均等に土層に給水されるようにした。降雨量は 5mm/h に設定し、Capillary Barrier の発生が確認しやすい雨量で試験を行った。

3.2 試験結果

試験開始後、浸透が早い箇所では約 9 時間後、浸透が遅い箇所では 11 時間程度で湿潤面が赤土等とさんごの境界面に達した。ある箇所が境界面近くに達すると、浸透水は側方へ移動し、境界面に到達していない箇所の浸潤面の下降が早くなった。目視より Capillary Barrier の保持時間は短かった箇所では約 50 分、長かった箇所では約 60 分保持した後 Capillary Barrier は消滅し、さんご層へ浸透した。図-4 に各位置に設置した土壌水分計における体積含水率の経時的変化を示す。層の境界面である 10cm 地点に着目すると、試験開始後約 460～540 分において体積含水率の上昇が小さくなり、それ以降になるとほとんど体積含水率の変化がなかった。これは、460～540 分の間に Capillary Barrier の発生・保持・消滅が行われているからであると推測する。

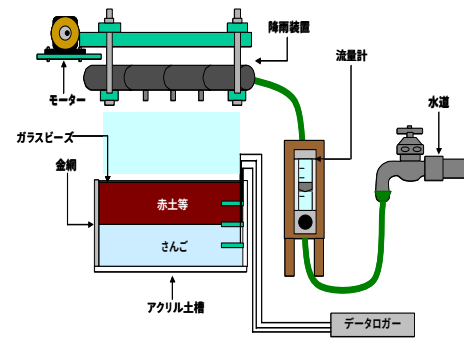


図-3 不飽和試験装置のレイアウト

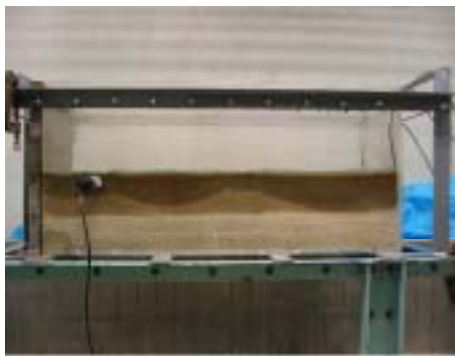


写真1 454分後

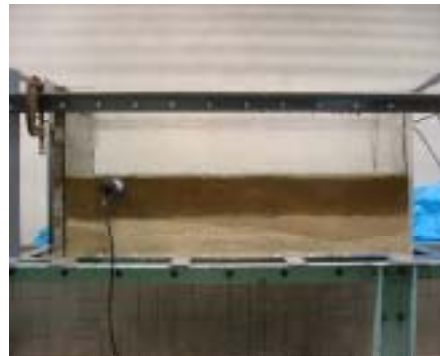


写真2 720分後

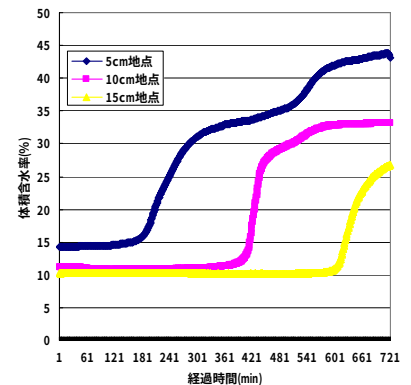


図-4 体積含水率の経時的変化

3.3 キャリブレーション

赤土等を試料として、不飽和浸透試験に用いた土壌水分計のキャリブレーションを行った結果を図-5 に示す。実測値と校正曲線の比較をすると、実測値の方が同じ電圧において体積含水率がやや大きい結果となった。これは、校正曲線が様々な試料に適するように定義されたものであり、必ずしも赤土等に完全にフィットするものではないからであると推測する。

4. おわりに

本報告では、赤土等とさんごの土質特性を調べ、不飽和浸透試験を行い考察を加えた。粒径分布の異なる赤土等とさんごを用いた不飽和浸透試験を行うことで、Capillary Barrier の発生が確認できた。浸潤面が一定にならなかった理由として、降雨装置の各針から落ちる雨量が異なっていた為だと考えられる。今後は、現場の斜面を想定し角度を与えた場合の不飽和浸透試験を行い、Capillary Barrier による浸透の制御と体積含水率の変化についての考察したい。

謝辞: 本研究に対し、科研費(基盤(A))の援助を頂いた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 深見、竹原、北村：奄美諸島に分布する風化残積土(赤土等)の土質特性に関する実験的研究, 2006

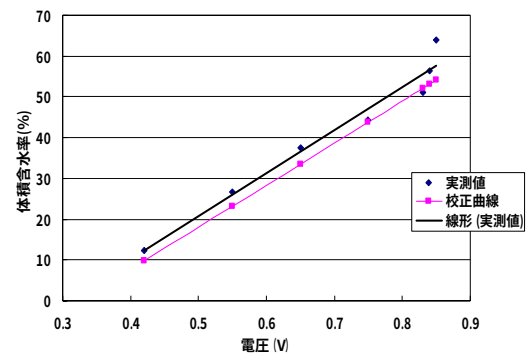


図-5 キャリブレーション結果