

不攪乱まさ土の風化度と不飽和透水係数

関西大学大学院

学生会員 雪本拓也

関西大学工学部

正会員 西形達明

(協) 関西地盤環境研究センター

正会員 西田一彦

(協) 関西地盤環境研究センター

正会員 中山義久

1. はじめに

地盤内における土の不飽和浸透特性は、斜面安定を考える上で重要な問題である。既往の研究をみていると、主に盛土などの再構成(攪乱状態)された土構造物を想定した研究結果が多く、自然斜面(不攪乱状態)を想定した研究結果は極端に少ない。しかしながら、不攪乱状態と攪乱状態では土構造に大きな違いがあることは明白である。よって、自然・切土斜面と盛土などの土構造物とでは、不飽和透水特性に大きな違いがあるものと推察される。そこで本研究では、近畿地方から西日本に広く分布するまさ土斜面を対象として、大型の不攪乱試料を用いて室内試験不飽和透水試験を行い、実斜面の不飽和透水特性を把握することを試みた。

2. 試料特性

試料には大阪府交野市で採取したまさ土を用い、その物理特性を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示す。風化度の指標としては、 $I_{g.loss}$ と間隙比が考えられるが、 $I_{g.loss}$ のデータにはバラツキがみられ、風化の全過程を表すことは困難であることから、土構造の変化を表すものと考えられる間隙比を用いた。表-1より風化度は、まさ土1が最も小さく、まさ土6が最も大きくなる。また、まさ土6は兵庫県下で採取したものであり、粒径加積曲線も異なる形状を示している。不攪乱試料の採取には、釘打ち込み法を用いた。不攪乱供試体は、不攪乱状態をできるだけ維持できるように、塩ビ製の測定部(直径14.6cm、高さ18cm)に挿入した。

表-1 物理特性

試料名	土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	湿潤密度 ρ_w (g/cm ³)	自然含水比 W_n (%)	$I_{g.loss}$ (%)	間隙比 e
まさ土1	2.74	1.97	12.9	3.9	0.49
まさ土2	2.70	1.94	12.8	2.4	0.54
まさ土3	2.73	1.89	18.3	3.9	0.63
まさ土4	2.71	1.78	13.2	2.7	0.70
まさ土5	2.69	1.82	18.0	3.7	0.74
まさ土6	2.75	1.90	23.9	7.6	0.79

3. 試験方法

図-2に試験装置を示す。装置の構成は、測定部(不攪乱供試体)と排水過程において供試体下端部の水の滞留などの問題点を解消するための延長部(直径14.6cm、高さ52cm、標準砂を充填)からなっている。透水量およびサクシヨンの測定は、測定間距離が10cmとなるように土壌水分計(ADR)および間隙水圧計を設置して行った。

試験方法は非定常法により、体積含水率(流量)およびサクシヨンの時間変化を測定することにより不飽和透水係数と水分特性曲線を求めた。測定方法は、供試体に下部より徐々に吸水させることで飽和し(吸水過程)、その後、試験装置下部から排水過程の試験を行い、排水過程と吸水過程における体積含水率とサクシヨンの測定を行った。

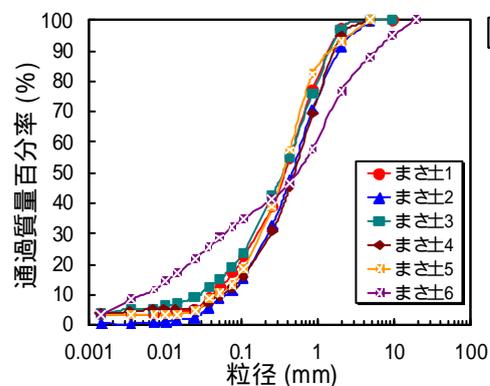


図-1 粒径加積曲線

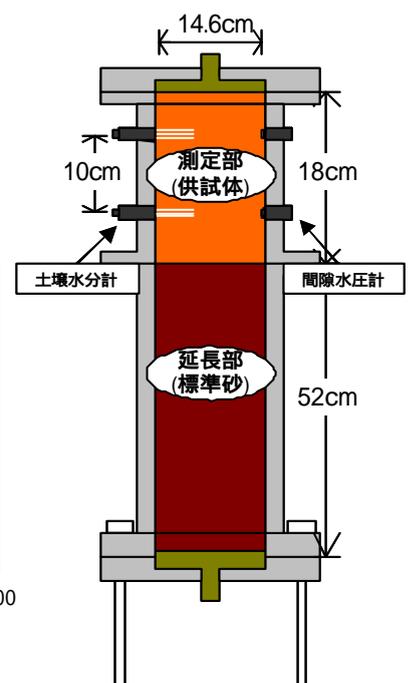


図-2 試験装置

Key words: まさ土, 風化度, 透水係数

連絡先: 564-0073 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学工学部都市環境工学科

TEL/FAX 06-6368-0898

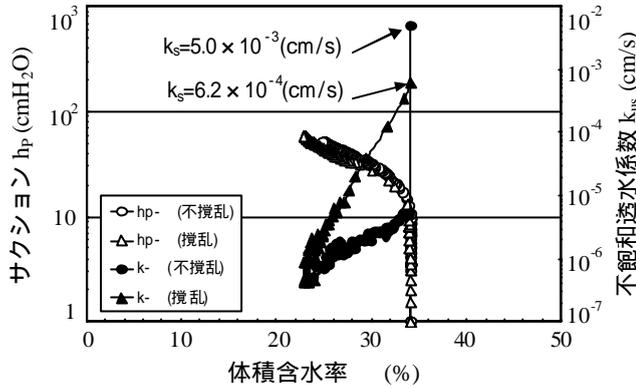


図-3 試験結果(まさ土 2)

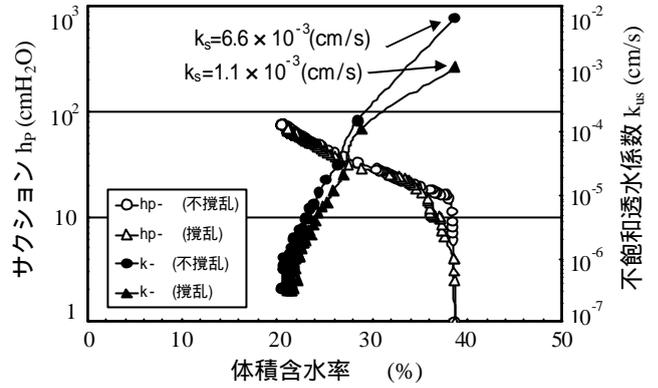


図-4 試験結果(まさ土 4)

4. 実験結果

図-3, 4 はまさ土 2 および 4 の排水過程における測定結果である。また、図中の k_s は飽和透水係数である。風化度の小さいまさ土 2 では、不飽和透水係数が、不攪乱試料では、排水直後から急激に減少し始め、その後、体積含水率の減少とともに多少低下している。また、攪乱試料では、不攪乱試料と傾向が異なり、排水直後から体積含水率の低下とともに徐々に低下している。次に、風化度がまさ土 2 に比べて大きくなるまさ土 4 の不攪乱試料では、まさ土 2 と大きく異なり、まさ土 2 の攪乱試料と同様の傾向を示している。

まさ土 2, 4 におけるサクシヨンの変化は、不飽和状態になるにつれて、不攪乱試料のほうが攪乱試料に比べ大きめの値となっており、不攪乱試料と攪乱試料での相違が確認できる。

図-5, 6 はまさ土 2 および 4 の間隙径分布である。なお、間隙径分布は毛管理論を用いて水分特性曲線から求めたものである¹⁾。風化度の小さいまさ土 2 の場合は、不攪乱試料では粗大間隙から微細間隙まで広範囲に分布している。次に、風化度の大きくなるまさ土 4 では、まさ土 1 と比べて全体の間隙量が増加している。特に、間隙径 0.005~0.01cm の間隙量の増加が顕著である。よって、風化度が大きくなると、間隙量が増大し、間隙構造が変化する傾向にあると考えられ、このため、不飽和透水係数はまさ土 2 に比べて大きくなったといえる。一方、まさ土 2 の攪乱試料では結晶組織が細粒化されることで、不攪乱試料でみられた粗大間隙がなくなり、微細間隙が増加している。また、間隙径は狭い範囲に分布しており、間隙構造は均一化されたことがわかる。このため、不飽和透水係数において、不攪乱試料より攪乱試料のほうが不飽和透水係数が大きくなったと考えられる。

図-7 は空気侵入値付近の 90% 体積含水率 ($\theta_s = 0.9$) 時の間隙比と不飽和透水特性の関係を示したものである。図より、不攪乱・攪乱試料とも風化度が大きくなるにつれて不飽和透水係数が増加している。また、風化度の小さい試料(まさ土 1~3)では、不攪乱試料のほうがかなり小さい値となり、風化度の大きい試料(まさ土 4~6)では、不攪乱試料のほうが大きい値となる逆転現象がみられる。

【参考文献】1)土の物理学 土質工学の基礎, 土壌物理研究会, pp231~233, 1979.

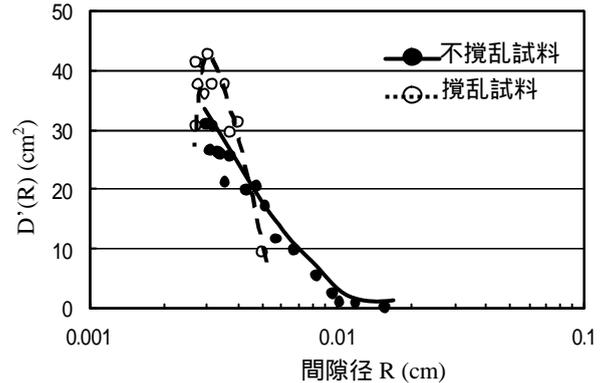


図-5 間隙径分布(まさ土 2)

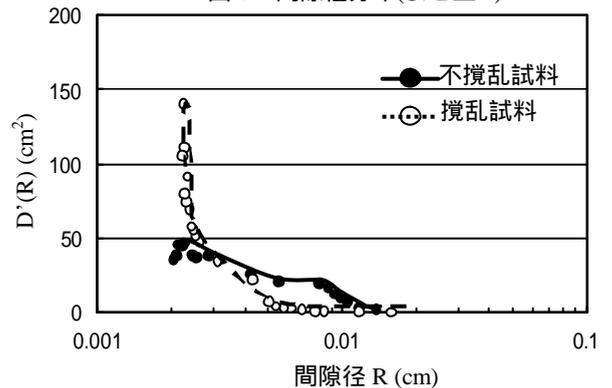


図-6 間隙径分布(まさ土 4)

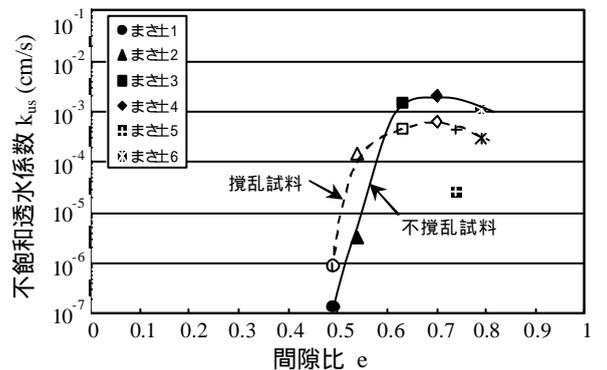


図-7 $e-k_{us}$ (90%体積含水率時)