不攪乱まさ土の不飽和透水係数の測定

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．地盤の透水特性を的確に把握するためには，費用と時間がかさむ原位置試験や室内試験を行わなければならない．現在，不攪乱試料に対する室内試験については数多くの研究がなされているが，小さい供試体を用いた測定例が多く，まさ土のようにバラツキが大きい試料の実地盤内における浸透水の挙動を正確に再現することは困難である．そこで本研究では，より大きい不攪乱試料を用いることによって，原地盤に近い状態を再現しうる不飽和透水実験を行った．

2. 試料特性

試料採取には，図-1 に示す釘打ち込み法を用いた．地盤に密着させたベークライト板に六寸釘を打ち込むことにより，不攪乱状態の試料(直径 20cm，高さ 20cm)を採取した．この方法を用いると，釘の拘束力により砂質土でも不攪乱状態で採取することができる．供試体は，不攪乱状態をできるだけ維持するために，測定部に刃を装着し，これを釘打ち込み法によって採取した試料に直接挿入することで作成した．

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-2 に示す．なお，測定装置およびセンサー類の信頼性を調べるために，標準砂についても試験を行った．

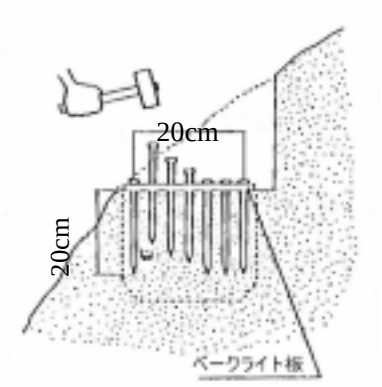

図-1　釘打込み法

表-1　物理特性

試料名	土粒子密度 ρ_s(g/cm^3)	湿潤密度 ρ_t(g/cm^3)	間隙比 e	自然含水比 W_n(%)	細粒分 F_c(%)	Ig.loss (%)	飽和透水係数K_s(cm/s) 不攪乱	攪乱
まさ土1	2.70	1.94	0.54	10.3	11.2	2.4	5.0×10^{-3}	6.2×10^{-4}
まさ土2	2.69	1.82	0.74	18.0	13.1	3.7	2.4×10^{-3}	8.8×10^{-4}
標準砂	2.64	1.50	0.76	0	0.85	0		1.7×10^{-2}

3. 試験方法

図-3 に試験装置を示す．装置の構成は，不攪乱供試体の入る塩ビ製の測定部 (直径 14.6cm，高さ 16cm)とその下の延長部（直径 14.6cm，高さ 52cm）からなっている．この延長部には，不攪乱試料と同一の試料を締固め，ダミーとして用いた．透水量およびサクションの測定のために，供試体の上面から 3cm，13cm(測定間距離 10cm)の位置に土壌水分計および間隙水圧計を設置した．

試験は，まず供試体に徐々に給水することで飽和させた後，下部より排水過程の試験を行った．この試験を 1 試料に対して 3 サイクルずつ行った．まさ土および標準砂の間隙比は、測定部，延長部とも表-1 に示した値に締め固めた．

排水試験においては，重力排水とし，体積含水率 θ および圧力水頭 φ の経時変化を測定することによって，流量および動水勾配を求め，一次元不飽和浸透理論を用いて不飽和透水係数 K を求めた．

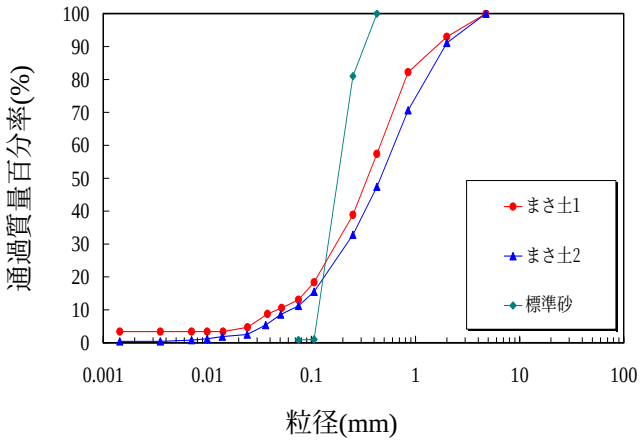

図-2　用いた試料の粒径加積曲線

キーワード　　不飽和土，透水係数，砂質土
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　06-6368-0898

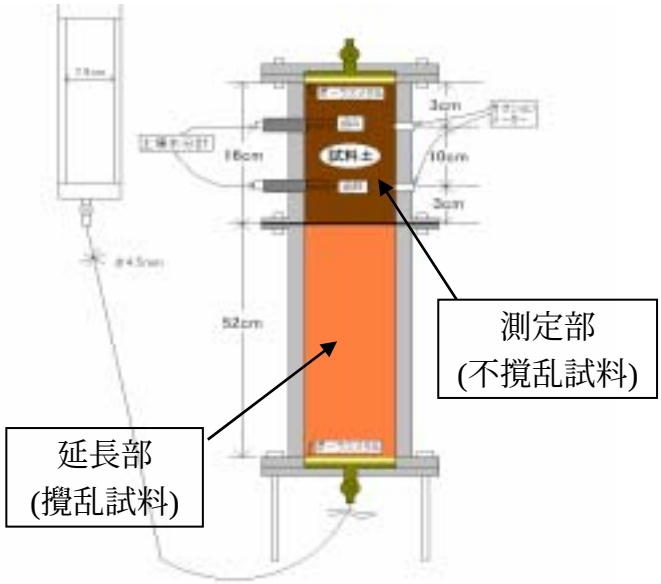

図-3　不飽和透水試験装置

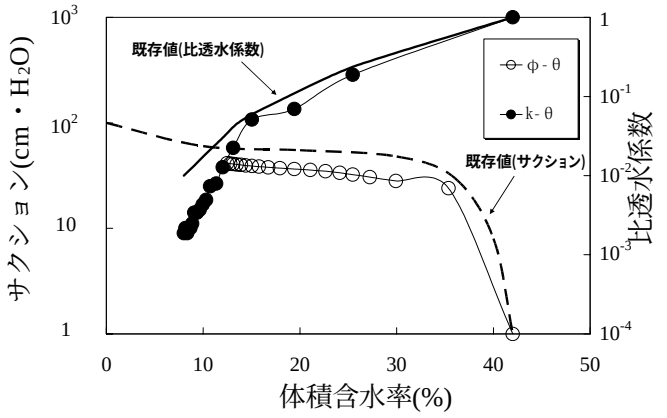

図-4　試験結果(標準砂)

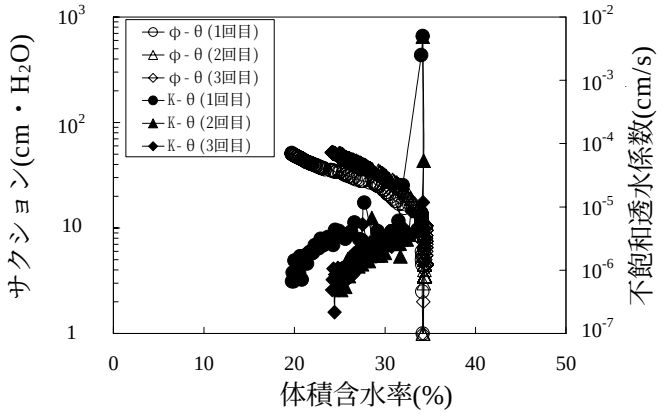

図-5　繰返し回数による比較(まさ土 1)

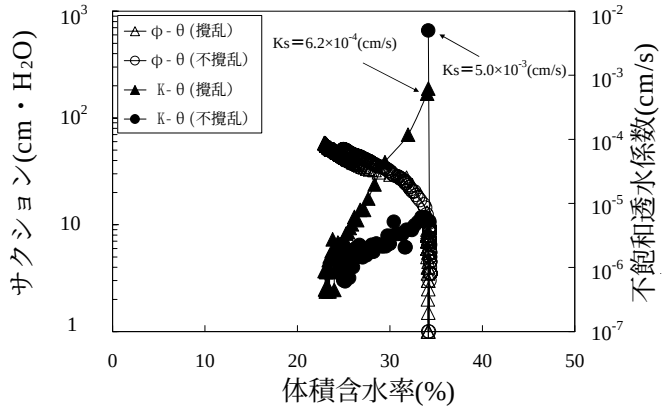

図-6　試験結果(まさ土 1)

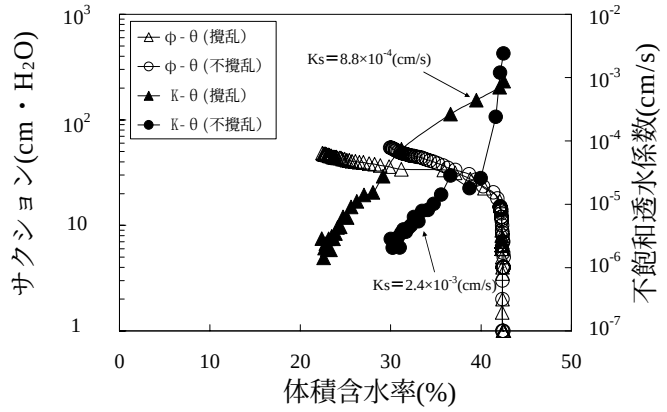

図-7　試験結果(まさ土 2)

4.　実験結果

図-4 は標準砂の試験結果である．これは本試験装置の妥当性を確認するために行ったもので，図より，既存の結果 [1)]と同等の値が得られていることがわかる．

図-5 は不撹乱状態のまさ土 1 の排水試験を繰返し行った結果である．1 回目と 2 回目に大きな違いがみられるが，2 回目と 3 回目にはほとんど違いがみられなくなる．そこで，試験結果の比較・検討には，値の落ちつく 2 回目の結果を用いることにする．

図-6, 7 はまさ土 1 およびまさ土 2 の 2 回目の排水過程の試験結果である．不撹乱状態では，まさ土 1，まさ土 2 とも排水直後に不飽和透水係数が大きく減少し，攪乱状態では，徐々に不飽和透水係数が減少するといった全く違う傾向を示した．また，不撹乱・攪乱状態ともまさ土 1 のほうが減少の幅が大きくなっている．まさ土 1 のほうが大きな変化を示したのは，間隙比の大きさに依存しているものと考えられる．次に，サクションでは，同じ体積含水率で比較すると，攪乱状態の試料に比べて不撹乱状態のほうが大きくなっていることがわかる．これは，不撹乱状態の土粒子内に水が保持されたことが影響していると考えられる．

本研究で用いたような大型の不撹乱試料を用いることで，不撹乱状態と攪乱状態で大きな違いを把握できたが，これらの差は，それぞれの土構造の大きな違いによる影響であると考えられる．

【参考文献】1)西垣・竹下・河野：室内試験による不飽和浸透特性の非定常算定方法，土木学会論文集 No.454/Ⅲ-20，pp.103-112，1992.