

土質の違いによる粒度と不飽和透水係数

岐阜大学大学院 学生会員 佐宗隆幸
 岐阜大学工学部 フェロー 宇野尚雄
 同上 正会員 神谷浩二
 日本舗道 桜井勝規

1. まえがき

国内土質に関して“土の状態量から不飽和浸透特性値を把握できるデータベースモデル”の開発指針を得るために、本報告では、室内試験による不飽和透水係数への土質・粒度の影響を考察する。また、試作した不飽和透水・圧縮試験装置による透水係数の測定精度についても言及する。

2. 不飽和透水係数の測定

不飽和土の透水特性と強度特性の関係を究明するために、不飽和透水試験と一軸圧縮試験を併せて行える「不飽和透水・圧縮試験装置(以下では改良装置と呼ぶ)」を試作した。なお、本報では強度特性について言及しない。この装置は、宇野らの加圧型不飽和透水試験装置(以下では従来装置と呼ぶ)に基づく¹⁾。原理的には、間隙空気圧負荷により或る一定の飽和度に制御した供試体に対して透水し、定常状態での動水勾配と透水流量の関係を用いて、ダルシー則に従って不飽和透水係数を求める手法である¹⁾。

従来装置では直径φ60mmで高さ20mmの円柱供試体に鉛直下向き流れて透水するのに対して¹⁾、改良装置では一辺31mmの正方形断面で高さ70mmの角柱供試体に水平流れて透水するという相違がある。そのため、改良装置による試験結果の精度について確認をしておきたい。

図-1は、シルト質土について、従来装置と改良装置のそれぞれによって測定した不飽和透水係数 k_u (cm/s)を飽和度 S_r (%)との関係で示したものであり、図中には供試体の間隙率 n の値を併記した。間隙率の違いによる影響で同じ飽和度に対する不飽和透水係数の値に差がみられるが、改良装置による透水係数は従来装置によるものと遜色ない値が得られる。また、改良装置での水平流れのとき、重力の影響で供試体の上下部で飽和度が異なることが懸念されたが、図-2に示すように、供試体内の飽和度は一様であることが確認できる。

以下では、従来と改良装置の両者により測定した不飽和透水係数の値を用いて考察する。

3. 土質・粒度と不飽和透水係数

図-3(a)は、砂質土、シルト質土、風化残積土のそれぞれに対して測定した不飽和透水係数 k_u を飽和度 S_r との関係で示したものであり、図中には飽和透水係数 k_s (cm/s)の値を併記した。また、図-3(b)は、図-3(a)の縦軸を比透水係数 k_u/k_s の値にして整理し直して示したものである。一方、図-4は、図-3に示した各土試料の粒度を示したものである。

図-3によれば、砂質土では、飽和度が100%から30%までの低下に伴い、透水係数は約2オーダー低下して、30%以下では急激に k_u の値が小さくなる傾向が認められる。その傾向に類似して、シルト質土では S_r が100%から

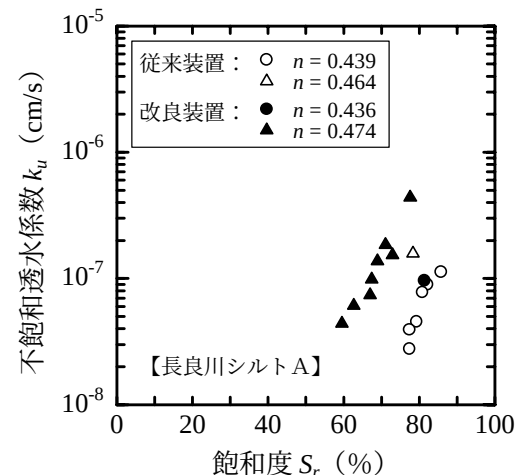


図-1 従来と改良装置による不飽和透水係数

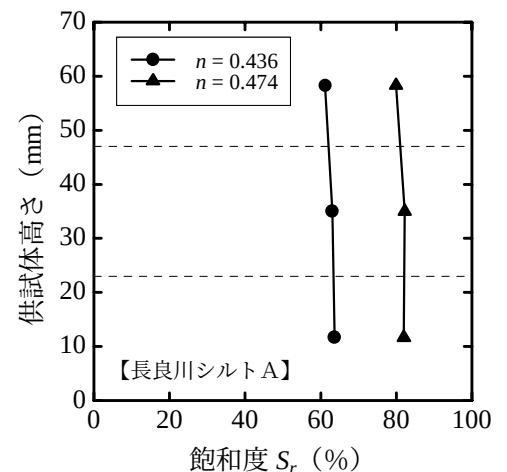


図-2 角柱供試体内の飽和度分布(改良装置)

キーワード：不飽和土、透水係数、粒度、水分特性曲線

住所：〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 Tel：058-293-2421 Fax：058-230-1891

60%程度までの範囲で透水係数は緩やかに低下する。
一方、風化残積土では、 $S_r=100\%$ のときから僅かな飽和度低下で透水係数がかなり減少する変化を示す。

一方、van-Genuchten 式などにみられるように²⁾、不飽和透水係数は水分特性曲線から推定されることがあるため、両者の対応について調べた。図-3と図-5を

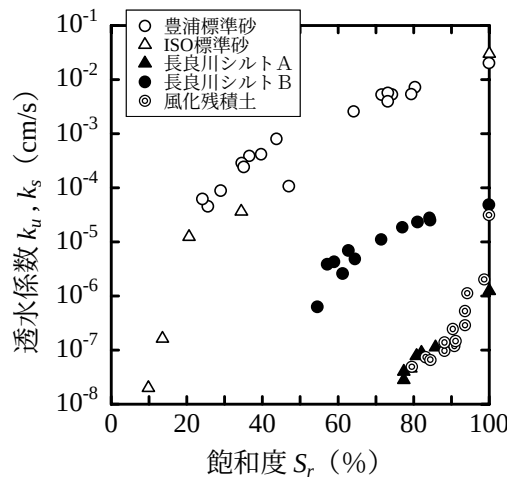


図-3(a) 飽和度と透水係数

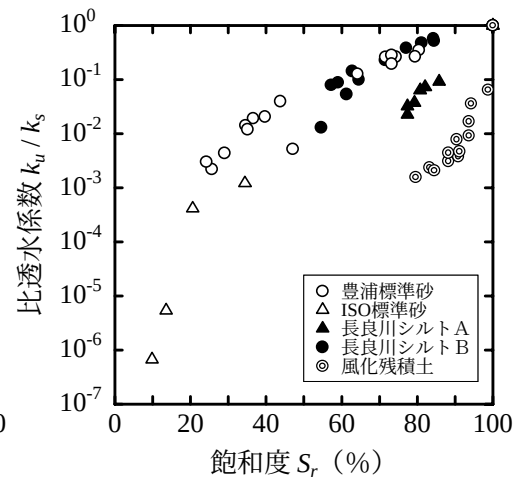


図-3(b) 飽和度と比透水係数

比較すると、間隙水は自由に移動し難くなる存在形態であるとみられる低飽和度側で、僅かな含水量の減少でサクションが増大するときの飽和度と、透水係数が急激に減少するときの飽和度は同程度である。一方で、図-4や図-5(a)によれば、砂質土では、中間的飽和度での水分特性曲線の形状は、粒度の相違によって差がみられる。しかしながら、図-3の中間的飽和度での透水係数の変化は、粒度に関係なくほぼ同じであることが認められる。

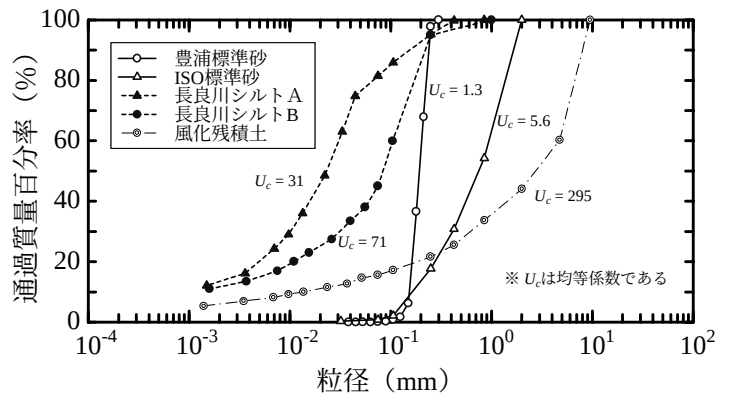


図-4 砂質土、シルト質土および風化残積土の粒度分布

次に、粒度と不飽和透水係数の値との対応について考える。図-3(a)と図-4を比較して、細粒分を代表する20%粒径 D_{20} が小さいほど、或る飽和度に対応する透水係数の値は小さくなる傾向がみられる。長良川シルト B(●印)と風化残積土(◎印)ではこの傾向と異なるが、風化残積土の均等係数 U_c は長良川シルト Bの約4倍とかなり大きく、

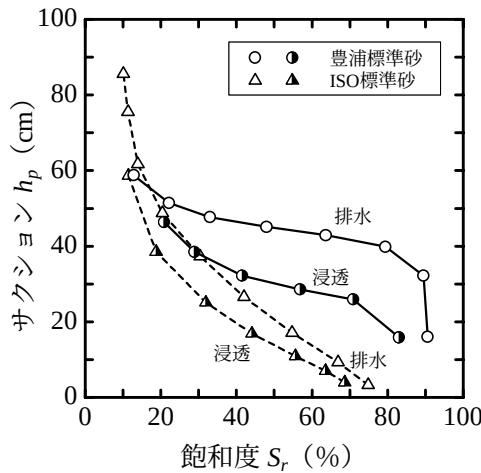


図-5(a) 砂質土の水分特性曲線

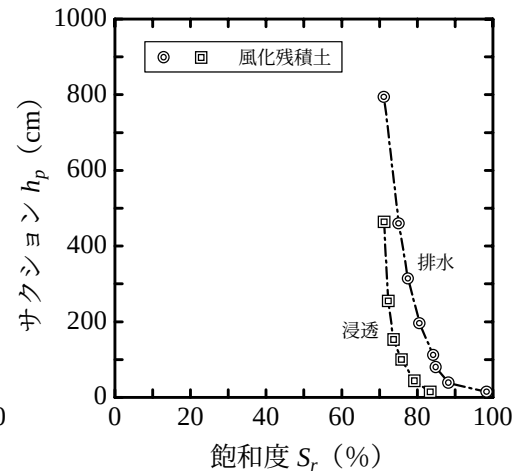


図-5(b) 風化残積土の水分特性曲線

均等係数 U_c が大きくなるほど、透水係数が小さくすると解釈される。即ち、20%粒径 D_{20} が小さく、更に均等係数 U_c が大きいほど、不飽和透水係数の値は小さくなるものと考えられる。

4. あとがき

本報告では、不飽和透水係数の飽和度による変化の特徴に対して、土質や粒度の影響を考察するとともに、水分特性曲線の形状との対応を調べた。或る飽和度に対応する不飽和透水係数の値には、 D_{20} などの細粒分粒径、均等係数 U_c の2要因が支配的要素であることを述べた。

【参考文献】 1) 宇野, 佐藤, 杉井, 柘植: 空気圧制御による不飽和砂質土の透水試験法, 土木学会論文集, No.418/III-13, pp.115-124, 1990. 2) van-Genuchten, M. Th.: A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soil Science Society of America Journal, Vol.44, pp.892-898, 1980.