

PDF issue: 2025-06-01

風化度に着目した不撹乱まさ土の不飽和透水特性

荒木, 繁幸 澁谷, 啓 西形, 達明 西田, 一彦 佐々木, 精一

(Citation) 地盤工学ジャーナル,6(2):361-369

(Issue Date) 2011

(Resource Type) journal article

<mark>(Version)</mark> Version of Record

(Rights) @2011 公益社団法人 地盤工学会

(URL)

https://hdl.handle.net/20.500.14094/90003310



風化度に着目した不撹乱まさ土の不飽和透水特性

荒木 繁幸¹, 澁谷 啓², 西形 達明³, 西田 一彦⁴, 佐々木 精一⁵

- 1 株式会社ダイヤコンサルタント,神戸大学大学院工学研究科博士後期課程
- 2 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻
- 3 関西大学都市システム工学科地盤工学専攻
- 4 関西大学名誉教授
- 5 和歌山工業高等専門学校名誉教授

概 要

まさ土を用いた盛土などの土構造物への降雨の浸透や破壊問題では、乱した試料の物性値が必要である が、自然斜面や切取斜面への降雨の浸透と崩壊を予測する場合には、乱さない試料の不飽和水理特性を知 る必要がある。原地盤のまさ土は、締固めた試料と異なる土構造を有し、不飽和水理特性も大きく異なる。 しかし、不撹乱状態のサンプリングや室内の試験が難しく、また、現地盤が非常に不均一であるため、難 しい多くの試験を実施してもデータのばらつきが大きく、費やす労力に比して得られる成果が少ないこと から、これらの研究はごく断片的にしか行われていない。本研究では、ブロックサンプリングの一種であ るネイルサンプリングによって採取した、風化度の異なる乱さないまさ土の不飽和水理特性を求めるとと もに、風化度および土構造との関係を明らかにする目的で一連の実験を実施した。その結果、風化度と強 熱減量(Ig-loss)および不飽和水理特性の間に比較的よい相関が認められた。このことは、不撹乱試料採取 が困難なまさ土地帯で、撹乱した試料から原地盤の不飽和水理特性が推定できる可能性を示した。

キーワード:斜面崩壊,不撹乱まさ土,不飽和土,透水特性

1. はじめに

乱さないまさ土の原地盤の透水係数は、同じ間隙比の乱 して締固めたまさ土の透水係数とは異なり, 単純な土粒子 モデルから導かれた Carman-Kozeny 理論式では表現でき ないことが明らかにされている¹⁾。透水性の評価のために は、土粒子内部に発達した細かな間隙と土粒子と土粒子の 間に発達したような比較的大きな間隙の 2 つの概念に区 別する必要があり,透水性に影響を与えるのは主に土粒子 間のような比較的大きな間隙と考えられる。さらに、この 土粒子間の間隙比を用いると透水性が合理的に評価でき ることも明らかにされている²⁾。また,締固めたまさ土の 場合,通常の応力レベルでは土粒子の破砕が生じ,土粒子 の破砕しない粒状体に比べ大幅に透水係数が低下するこ とが知られている³⁾。一方,不撹乱状態のまさ土の透水性 については, 不撹乱試料の採取が困難なことや, 不均一性 が大きいこと等から,過去いくつかの研究が報告されてい る程度であり、不明な点が多い4)5)6)7)。したがって、実験 結果を実際問題に応用する場合の評価法についても十分 解明されていない点が多かった。そこで、本論文では不撹 乱まさ土の物性, 土構造の影響を考慮した不飽和水理特性 の測定手法とその評価法について述べるとともに簡易な 試験から不飽和透水係数の概略値を推定する方法につい ても述べる。

実験方法と試料

2.1 試料

実験に用いた試料は、大阪府交野市にある生駒山に分布 する領家花崗岩の風化残積土(以降,まさ土と呼ぶ)であ る。当該地には約30年前に切取された切土斜面があり、 斜面下部では弱風化の岩に近いものから,斜面上部では風 化の進んだまさ土まで,深さ方向に風化度が連続的に変化 している。乱さない試料の採取に先立って、当該地で実施 されたボーリングコアを用い,その試料を土の強熱減量試 験方法(JISA 1226: 2009)に準じて強熱減量を測定した。こ の強熱減量と一般的な風化度指標である間隙率との関係 を図1に示した。この図からわかるように、概ねよい相 関が認められる。ただ, 強熱減量が大きくなると相関がや や低くなる。また、コア中心部の母岩の組織を残す部分を 1 cm³の不定形ブロックに切り出し, 凍結乾燥した後にポ ロシメータを用いて、間隙径分布の測定を行った。この装 置は,水銀の表面張力が大きく,加圧しなければ土の間隙 に侵入しない性質を利用して間隙分布を測定するもので, 0.015 MPa~80 MPa の範囲で加圧調整できる。 圧力に応じ た間隙径の算出には式(1)を用いた。

$r = -2 \cdot \sigma \cdot \cos \theta / p \tag{1}$

ここで, *r* は土の間隙径, *P* は水銀圧力, *o* は水銀の表面 張力, *o* は水銀と非金属の接触角(度)を表す。



さらに、圧入された水銀量で間隙の量を測定する。なお、 測定できる間隙径は1×10-3~10-8 m の範囲である。この強 熱減量の値とポロシメータで測定した 50 µm より小さい 間隙量の分布を計測し、間隙率を求めたものを図 2 に示 した。この図から強熱減量が2%以下では50µm以上の間 隙が全体の間隙の40%を占め、強熱減量が2%以上では 50 µm より小さい間隙が全ての間隙のうちの 70~80 %を 占めるようになるとともに、0.1 µm 程度の間隙も多くなる。 このように, 強熱減量は風化花崗岩の間隙の分布状況と良 い相関が見られ,風化程度の指標として利用できるものと 考えられる。ただし、地表面付近においては、再圧縮等の 別のメカニズムによる間隙分布となっていると推定され, 一部の間隙が再度少なくなる傾向が見られる。一方, 花崗 岩の土粒子のクラック状況を見るために,風化度の異なる 花崗岩の土粒子の顕微鏡写真から,間隙とその他の部分の 輝度の差をより明確にする画像処理を施して、 クラックを わかりやすくしたものを写真1と写真2に示した^の。写真 1からわかるように弱風化の土粒子は、岩の組織もしっか りしており、土粒子内部の間隙は比較的少ない。一方、 写 真2の強風化の土粒子では土粒子内部に細かな行き止り の間隙が多数発達している様子がわかる。このことから, 不撹乱まさ土の風化に伴う間隙の発達状況を概念的に示



図 2 深さ方向の間隙と強熱減量の変化

すと図 3 のように、風化が進行するとともに土粒子内部 にも、より細かな間隙が発達してくると考えられる。当該 地の切り取り斜面表層部において,不飽和透水試験用の不 撹乱状態のまさ土の試料を,ブロックサンプリングの一種 であるネイルサンプリング法を用いて採取した⁷⁾。この手 法は, 釘を地面にあらかじめ打ち込み, 釘が試料を拘束す ることでサンプリングが困難な砂質土のサンプリングを 可能とし、さらに、それが供試体容器を兼ねる構造で、現 地で採取したサンプルをそのまま供試体に利用できるよ うになっている。図 4 はネイルサンプリングによる試料 採取状況とその供試体の寸法を示している。長さ 86 cm, 幅 19 cm, 奥行き 16 cm に整形された供試体の上面をスト レートエッジと呼ばれるカッターを用いて表面を平らに 整形し、その上に下面と同様のベークライト板をみずみち ができないように隙間なく密着させて固定した。両側面は 水密性を保つためのエポキシ系樹脂でシールして試料を 密閉すると同時に圧力計の先端部を供試体に少し埋設し て固定し, 不撹乱状態の供試体をそのまま透水試験に用い ることができるように工夫している。試験を実施した供試 体の物理的特性は表 1 に示すとおりである。この表にお いて、締固め土(No.7)は不撹乱試料をときほぐし再度締固 めたものであり、さらに比較のために用いた豊浦砂も示し ている。



写真 1 弱風化花崗岩の土粒子の画像処理写真



写真 2 強風化花崗岩の土粒子の画像処理写真



図 3 不撹乱まさ土構造の概念図



図 4 試験試料の採取と供試体作製

表 1 試料の物理的性質							
供試体	強熱減量 Ig-loss(%)	土粒子の密度 (g/cm ³)	間隙率 (%)				
No. 1	1.19	2.675	19				
No. 2	2.69	2.705	35				
No. 3	4.25	2.660	47				
No. 4	4.84	2.660	52				
No. 5	4.89	2.740	49				
No. 6	5.49	2.738	54				
No. 7	5.75	2.660	56				
No. 8	5.89	2.740	52				
No. 9	6.75	2.660	52				
締固め土(No.7)	5.75	2.660	56				
豊浦砂		2 650	46				

風化度指標としての強熱減量は,まさ土では 1.19~ 6.75%の範囲にあり,初期の間隙率は 19~56%の範囲にあ る。一方,土粒子の密度は強熱減量,間隙率とはほとんど 無関係である。ちなみに,間隙率 19%の風化層はパワー ショベルで,56%のものはスコップでそれぞれ掘削が可能 な程度であり,どちらもネイルサンプリングが可能な固さ である。

2.2 実験方法

図 5 に示す不飽和透水試験装置を用いて,現地で採取 した試料をそのまま供試体として,試料下部より給排水す る。また,自然地盤の降雨による浸透や排水の状況の再現 を想定すれば,非定常浸透過程による試験方法が妥当であ ると考え,非定常浸透での測定を実施した。ここで,非定



図 5 不飽和透水試験装置

常浸透過程での水分とサクションの変化を同時に測定す るため、水分計として中性子線源(カリフォルニウム Cf₂₅₂, 容量 60 µci),密度の測定にはガンマ線(コバルト Co₆₀, 容量 100 µci)を埋め込んでいる。一方、サクションの測 定には先端に素焼版(A.E.V.200 kN/m²)を装着した圧力計 先端を試料に少し埋設させて用いた。また、水分計と密度 計は供試体をはさんで、上下に自由に移動できる構造とな っており、任意の時間に任意の位置の測定が可能である。 この試験装置による水分量と密度の計測値の計算法と精 度については既に報告されている⁸⁾⁹⁾¹⁰。また、本試験装置 においては、豊浦砂を用いて較正試験を実施し試験機の精 度を確認している。

実験の手順としては供試体下部から給水して上部から 水をオーバーフローさせる給水過程と、つづいて水位を自 由落下させる排水過程からなっている。そして、各時刻、 位置におけるサクション、含水比、密度を測定した。体積 含水率の経時的な変化は土中の全領域にわたって行う必 要があり、また、圧力水頭の変化は複数地点での計測が必 要となるため、複数地点の計測を実施した。河野ら¹⁰⁾は同 様の実験から不飽和水理特性を求めており、この考えを用 いて解析した。土柱内の一次元鉛直浸透の運動式と連続の 式から式(2)が導かれる。試料上端面を z=0(m)、鉛直下向 きを正とした基準面からの高さとすると、z=0(m)で給水が 行われないため流速 v=0(m/s)として、式(3)の非定常一次元 鉛直浸透の理論を用いて体積含水率とサクションならび に不飽和透水係数を求めた。

$$\int \frac{\partial \theta}{\partial t} dz = K(\theta) \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right) + C_1$$
(2)

ここで、 θ は体積含水率、tは時間、 $K(\theta)$ は不飽和透水 係数、 ψ はサクション、 C_1 は積分定数である。

$$\int_{0}^{z} \frac{\partial \theta}{\partial t} dz = K(\theta) \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right)$$
(3)

$$K(\theta) = \left\{ \int_0^z \frac{\partial \theta}{\partial t} dz \right\}_{z,t} / \left\{ \left(\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1 \right) \right\}_{z,t}$$
(4)

式(4)の分子は土中の各計測地点での体積含水率の時間 的変化を測定し、ある任意の点 z_3 を時間 $t_1 \sim t_2$ の間に通過 する流量をAとすると、式(5)で求められる。

$$\left[\int_{0}^{z_{3}}\frac{\partial\theta}{\partial t}dz\right]_{z_{3},\frac{t_{1}+t_{2}}{2}} \cong \frac{A}{t_{2}-t_{1}}$$
(5)

式(4)の分母は土中の各計測点の圧力水頭を経時的に観 測し,任意時間 (t_2+t_1)/2 における任意地点 z_3 の動水勾配 は, z_2 , z_4 の圧力水頭 $\psi_2 - \psi_4$ を用いて近似的に式(6)で求め られる。

$$\left[\frac{\partial \psi}{\partial z} + 1\right]_{z_3, \frac{t_1 + t_2}{2}} = \left(\frac{\psi_2 - \psi_4}{z_2 - z_4}\right)_{\frac{t_1 + t_2}{2}} + 1 \tag{6}$$

式(5),式(6)を式(4)に代入して不飽和透水係数が算出で きる。

3. 実験結果

3.1 水分特性

給水過程及び排水過程における体積含水率とサクションの関係である水分特性曲線を図 6 に示す。この図からわかるように、サクション y=0kPa(S₁=100%)のとき、体積含

水率は風化度が大きい試料ほど大きくなっている。また, 弱風化試料の体積含水率の変化に伴うサクションの変化 と, 強風化試料での体積含水率の変化に伴うサクションの 変化の傾向はほぼ等しくなっており,体積含水率に対して 水分特性曲線が平行移動している。これは強風化試料にな るほど体積含水率が大きくなっていることを示し,風化が 進むにつれ土粒子内部の水分が多くなり,その結果体積含 水率が大きくなっていると思われる。さらには、サクショ ンの変化に比べて体積含水率の変化が小さくなる残留サ クションの値は風化度が異なるにもかかわらず一定の値 に収束する傾向がある。このような、体積含水率とサクシ ョンの関係は、土の間隙の特性に依存していると考えられ る。不撹乱まさ土の土構造は風化程度によって間隙の分布 が異なり、図3の概念図のように弱風化の試料では間隙 の多くが土粒子間の間隙であり連続的にネットワークを 形成しているため、土粒子内部の水分はあまり多くなく、 多くが流動しやすい土粒子間の間隙にあるものと推定さ れる。一方,風化が進んだ試料では、土粒子内部に細かな 間隙が発達してくることにより,水分はその土粒子内部の 間隙にも入るため体積含水率が多くなっていると推定さ れる。

ラリオノフはこのような土粒子内部の間隙を非活性間 隙と呼んでいる¹¹⁾。また,風化土や団粒を形成する土では, 多くの実験結果からその大きさは概ね 0.02 mm 以下とし ている。0.02 mm 以下の間隙は,一般の土では十分透水し



図 6 不撹乱まさ土の水分特性曲線

うる間隙であるが風化土や,団粒化した土の場合,団粒内 部の間隙とそれ以外の間隙の境界がこの大きさの間隙と なり,0.02 mm以下の間隙では排水されにくくなると述べ ており,サクションの変化に比べ体積含水率の変化が小さ くなる境界の残留サクション時の体積含水率に相当する と考えられる¹¹⁾。

また,0.02 mmの間隙に相当するサクションは、ラリオ ノフの実験結果によると、ほぼ9 kPa となるとされている



この考えをまさ土に適用してみると,図 6 の点線が 9kPa のラインを示したものであるが、この付近を境にサクショ ンが増加するにもかかわらず体積含水率の変化が少なく なる。このことは、9 kPa を示すときの体積含水率 θ_{cr}が まさ土においても、残留サクション時の体積含水率に近い 値となっているものと推定される。

また,このサクション9kPa時の体積含水率と風化度を 示す強熱減量との相関性を調べた。強熱減量と9kPaを示 すときの体積含水率 θ_{cr} の関係を示したものが図7であ る。両者の間には非常に良い相関が見られる。このことか ら,結果として強熱減量からまさ土の残留サクション時の 体積含水率 θ_{cr} を推定できる事がわかった。

3.2 不飽和透水係数

飽和透水係数と不飽和透水係数(式3参照)の比を比透 水係数 K_r として,体積含水率 θ と比透水係数 K_r の関係を 示したのが図 8 である。これらを見ると,風化度の大き い供試体ほど体積含水率 θ の大きい領域に位置しており, また風化度の低い供試体は豊浦砂に近い位置に分布して いる。



図8 比透水係数Krと体積含水率 θ

4. 実験結果の解釈

これまでの実験結果から,風化度に応じて異なる不撹乱 まさ土の土構造と不飽和水理特性は密接な関係にあるこ とが分かった。とりわけ,図 6 に示すように風化度に応 じて体積含水率とサクションの関係が体積含水率軸上を 平行移動することは,風化度に応じた土構造の観点から解 釈できると思われる。そこで,これらの不飽和水理特性を 把握するため,水分特性曲線の数式表示を考える。水分特 性曲線の数式表示については, van Genuchten の式(以降, VG-model と呼ぶ)がよく用いられている¹²⁾。この式のサ クションと有効飽和度 S_e の間には式(7), (8)のような関係 があることが明らかにされている。

$$S_e = \left(\frac{1}{1 + (\alpha \cdot \psi)^n}\right)^{1 - 1/n} \tag{7}$$

$$S_e = (\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r)$$
(8)

さらに, van Genuchten は Mualem の研究である式(8)に, 式(7)を代入することで不飽和透水係数を推定する式(9)を 提案している。

$$Kr = S_e^{1/2} \left[\int_0^{S_e} \frac{1}{\psi(x)} dx \middle/ \int_0^1 \frac{1}{\psi(x)} dx \right]^2$$
(9)

ここで、*n*、 α は定数、 θ_r は残留サクション時の体積含 水率、 θ_s は Sr=100 %のときの体積含水率、 ψ はサクショ ン、 θ は任意の体積含水率である。また、*m*=1-1/*n* として 式(10)の形で表現できるとしている。

$$Kr(\theta) = S_e^{1/2} \left[1 - (1 - S_e^{1/m})^m \right]^2$$
(10)

この中で、 θ_r は残留サクション時の体積含水率であり、 不撹乱まさ土の場合、前述のように土粒子内間隙の 0.02 mm 以下の間隙量 θ_{cr} が、この残留サクション時の体積含 水率と同等と考えられる。この θ_{cr} の値を適用し、体積含 水率とサクションの関係式(7)を用いてフィティングした 結果の例を図 9、図 10に示す。このときのパラメータ α , *n*、と θ_s 、 θ_r (θ_{cr} と等しいとする)の値を表 2に示した。 また、これらのパラメータを用いて比透水係数 Kr を計算 し、実測値との比較を示したものが図 11 である。実験値 と計算値が完全に一致はしないが、比透水係数 Kr の変化 をある程度表現することができている。

そこで、代入した定数 α , n, と θ s を強熱減量から求め ることが出来ないかと考え、両者の関係をプロットしたも のが図 12、図 13、図 14 である。図中の線は最小自乗法 を用いて求めたものである。これらの図から $\alpha \approx n$ は強 熱減量の大きいところでは前述のような土構造の違いか ら相関性が低くなる傾向が認められるが、 $S_r=100$ %のと きの体積含水率 θ s は、どの供試体でも強熱減量から精度 良く推定できていると判断される。このことから、不飽和

表 2 VG-model を用いて算出したパラメータ

供封体	強熱減量 Ta=	VG-modelから算出した各パラメータ			
供訊件	loss(%)	$\alpha (cm^{-1})$	n	$\theta_{\rm r}$	$\theta_{\rm s}$
No. 1	1.19	29.0	5.00	0.070	0.230
No. 2	2.69	16.0	4.00	0.100	0.300
No. 3	4.25	42.0	3.80	0.350	0.465
No. 4	4.84	13.0	3.00	0.225	0.490
No. 5	4.89	27.0	4.50	0.280	0.500
No. 6	5.49	35.0	3.00	0.270	0.387
No. 7	5.75	36.0	5.00	0.340	0.600
No. 8	5.89	19.0	3.00	0.360	0.520
No. 9	6.75	2.9	1.56	0.380	0.515







図 10 水分特性曲線 No.4(Ig-loss=4.84%)

水理特性を算出する場合,風化度の指標である強熱減量が 概ね有力なパラメータとなり得る事がわかった。

すなわち, 不撹乱試料を採取して実施するコストの高い 室内不飽和透水試験の実施量を減らして, 安価な強熱減量 試験から風化土の水分特性曲線や不飽和透水係数の概略 値を推定できる可能性を示唆している。ただし, 表層に近 い強熱減量の大きいところでは, その地層の成因から強熱 減量を用いて不飽和水理特性を精度良く推定するにはま だ問題が残っている。

5. 結論

 間隙の大きさに着目した不撹乱まさ土の土構造は,強 熱減量と良い相関があり,風化の程度が大きい試料ほど強熱減量が大きく,小さな間隙の量が増加してくる 傾向がある。



図 11 比透水係数の実測値と計算値の比較







- 2) 風化花崗岩の間隙は、土粒子間の間隙と土粒子内の間隙に区分でき、風化が進むにつれて土粒子内の間隙が増加していき、その中に水が侵入するため、残留サクション時の体積含水率が増加すると考えられる。
- 3) 風化花崗岩の土粒子内の間隙径はラリオノフの提唱している 0.02 mm 程度以下と推定され、その体積含水率 θ cr は残留サクション時の体積含水率 θ r と同等と見なせる。また、0.02 mm 程度以下の体積含水率 θ cr は強熱減量とよい相関があり、強熱減量から推定可能である。また、Sr=100%のときの体積含水率 θ s も強熱減量と良い相関がある。
- 4) van Genuchten 式を用いて、強熱減量から不飽和水理 特性を推定できる可能性を示したが、地表付近の強熱 減量の大きなところでは、その精度には改善の余地が あり、今後のデータの蓄積を要する。

本論文では、不撹乱まさ土の不飽和水理特性を風化とそ れに伴う土構造の変化から明らかにすることを試みた。そ の結果、現地の土層断面の不飽和水理特性を推定する場合、 風化度の指標である強熱減量を用いて推定できる可能性 を示した。このことは、不撹乱試料の採取が困難で、かつ 不均質に風化度が深さ方向に連続的に変化するまさ土(風 化花崗岩)の斜面において、代表的ないくつかの不撹乱サ ンプルを用いて不飽和水理特性試験を実施すれば、風化度 の異なる土層の不飽和水理特性は、強熱減量を尺度として 補間することが可能となり、豪雨時の斜面崩壊の安定性の 検討に有効に利用できるものと考えられる。

謝辞

本論文のとりまとめに当っては株式会社ダイヤコンサ ルタントの鏡原聖史氏の協力を得た。ここに謝意を表しま す。

参考文献

- Sasaki, S., Nishida, K. and Araki, S.: Soil fabric undisturbed decomposed granite and unsaturated permeability characteristics, Proceedings of the International symposium problematic soils, pp.391-394, 1998.
- Sasaki, S., Nishida, K. and Araki, S.: Seepage characteristics of decomposed granite soil slope during rainfall, Proceedings of the

international symposium on slope stability, pp.423-428, 1999.

- 3) 松尾新一郎, 榎本武明:マサ土の土粒子破砕に伴う透水性低下 について, 土質工学会論文報告集, Vol.17, No.4, pp.87-97, 1977.
- 西田一彦,青山千彰:花崗岩風化層の間隙径分布と水分吸着特 性について、応用地質、Vol.20, No1, pp.3-12, 1979.
- Araki, S., Nishida, K. and Sasaki, S.: Porestructure and hydraulic conductivity characteristics of undisturbed decomposed decomposed granite soil, Pro.the 2nd Asian conf.unsurturated soil, pp.339-345, 2003.
- ・楠田啓,西山孝,西田一彦:花崗岩の風化に伴う微小割れ目の 形成と間隙の発達について、土質工学会論文集、Vol.32, No.2, pp.169-175, 1992.
- 社団法人地盤工学会:土質試験の方法と解説 第1回改訂版, pp. 764,2000.
- 西田一彦,青山千彰:乱さない不飽和まさ土のせん断強度特性, 土と基礎, vol29, NO.6, pp.35-40, 1981.
- Matsuo, S., Nishida, K. and Sasaki, S.: Phisical puroperties of soil particles and their effect on hydraulic conductivity of unsurturated decomposed granite soil, Soils and Foundations, vol.21, No.4, pp.1-12, 1981.
- 河野伊一郎,西垣誠:不飽和砂質上の浸透特性に関する実験的研究,土木学会論文報告集,第307号, pp.59-69,1981.
- 11) アーカー・ラリオノフ(松尾新一郎訳):土の構造,山海堂, pp.134-144, 270-275, 1973.
- 12) van Genuchten: A closed-form Equation for Predicting the Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soil, Jounal of Soil Science America, Vol.44, pp.892-898, 1980.

(2010.7.29 受付)

Hydraulic conductivity of unsaturated decomposed granite soil with reference to the degree of weathering

Shigeyuki ARAKI¹, Satoru SHIBUYA², Tatuaki NISHIGATA³, Kazuhiko NISHIDA⁴ and Seiichi SASAKI⁵

- 1 Dia Consultants, Co, Ltd, also Graduate Student, Kobe University
- 2 Graduate School of Civil Engineering, Kobe University
- 3 Department of Civil and Environmental Engineering, Kansai University
- 4 Department of Civil and Environmental Engineering, Kansai University
- 5 Department of Environmental and Civil Engineering, Wakayama National College of Technology

Abstract

The hydraulic conductivity of disturbed sample is employed for engineering problems of geo-structures made of decomposed granite soil. The hydraulic conductivity of the undisturbed sample is needed for seepage and failure problems associated with natural slopes. The hydraulic conductivity of in-situ slopes differs from that of the compacted sample due mainly to the different structure. However the research into the seepage characteristics of undisturbed decomposed granite soil is scarce. In this study, a series of laboratory tests were carried out in order to manifest the suction-water characteristic curve and the hydraulic conductivity with reference to the soil structure affected by the degree of weathering.

Key words: Slope failure, Undisturbed decomposed granite soil, Unsaturated soil, Hydraulic conductivity