

シラン処理による土質材料の疎水性に関する基礎的研究

神戸大学大学院 正会員 ○加藤 正司
 大和ライフネクスト 非会員 藤本 涼平
 岡山大学大学院 正会員 金 秉洙

自然状態における土の多くは親水性を持つものがほとんどであるが、環境汚染、自然災害などの影響によって疎水性材料へと変化する場合があります。そのような疎水性を持つ土質材料に対して、地盤工学分野では一部¹⁾を除き、ほとんど研究されていないのが現状である。本研究では、豊浦砂、DL クレー、まさ土を用いてシラン処理を行って疎水性をもたせた場合の、基礎的な疎水特性(接触角,水滴侵入時間)について検討を行ったので報告する。

1. 用いた試料とシラン処理方法について

今回の試験には豊浦砂、DL クレーおよびまさ土（大阪府南東部産、2mm ふるい通過分）を用いた。各試料の物理特性を表-1に、粒径加積曲線を図-1に示している。各試料について、次のような手順でシラン処理を行った。①試料 50g ずつをビーカーに入れる。②50ml のイソプロピルアルコールに対して 1,2,3,4,5ml の試薬(トリエトキシオクチルシラン)を加えて試薬溶液を作る。(これらのシラン混合率は、17.3, 34.6, 51.9, 69.2, 86.5 g/kg となる。なお、試薬の混合率は吉田らの研究²⁾を参考にした。) ③試料の入ったビーカーに試薬溶液を注ぎ、3 分間かき混ぜ、その後三日間放置する。④ビーカーから試薬のみを流して、24 時間炉乾燥(110℃程度)する。

1. 接触角測定試験,水滴侵入試験および自然暴露試験の試験方法

(1)接触角測定試験: この試験方法は、次の順で行った。①縦,横 2cm に切った両面テープの片側部分に、シラン処理した試料を 5 回程押し付け,砂を付着させる。②テープの他の片側を試験台に貼り付ける。③マイクロピペットを用いて 50μl の水を測り取り,10 mm の高さから試料へ滴下する。④水滴の状況をデジタルカメラでマクロ撮影する。⑤得られた画像を用いて、水滴とテープ面の左右の接触点について、接触角を測定する(写真-1)。

(2)水滴侵入試験: この試験方法は、次の順で行った。①底面が平らな容器に約 5g のシラン処理済試料を入れる。②試料表面を平らにならし、マイクロピペットを用いて 10μl の水を測り取って、試料の表面より 10mm 高さから水滴を滴下する。③水滴が試料内へ侵入する様子をデジタル顕微鏡を用いて 30 秒間隔で撮影する(600 枚で約 5 時間)。④撮影された動画から水滴侵入時間を決定する(写真-2)。

(3)自然暴露試験: この試験は 51.9 g/kg の濃度の試薬でシラン処理した豊浦砂を用いて行った。4 つ容器に

表-1 親水性砂と疎水性砂の物理特性

試験試料	豊浦砂	まさ土	DL クレー
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.64	2.67	2.65
均等係数 U_c	1.49	78.46	4.58
平均粒径 D_{50} (mm)	0.172	0.38	0.0171

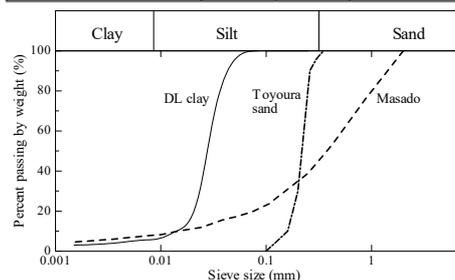


図-1 用いた試料の粒径加積曲線

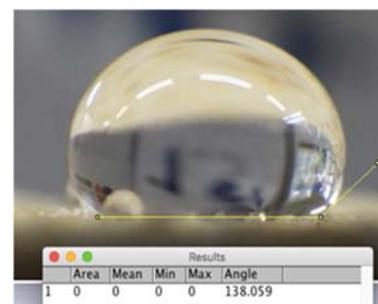


写真-1 疎水性豊浦砂上の水玉の様子と接触角の測定の様子



(a) 滴下直後の状況



(b) 水滴の侵入状態

写真-2 WDPT 試験における水滴の侵入状況

キーワード シラン処理, 疎水性, 接触角, 水滴侵入時間 年次学術講演会

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院・工学研究科 TEL 078-803-6030

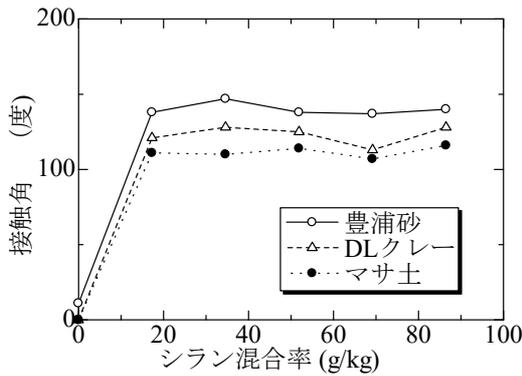


図-2 溶液濃度に対する接触角の変化

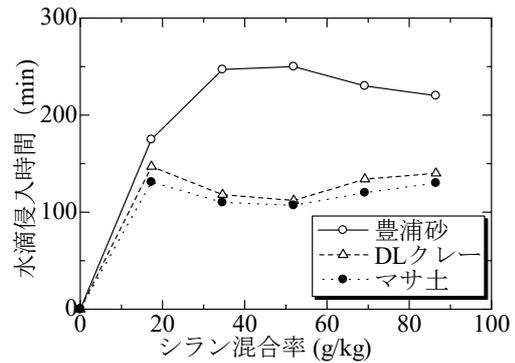


図-3 溶液濃度に対する水滴侵入時間の変化

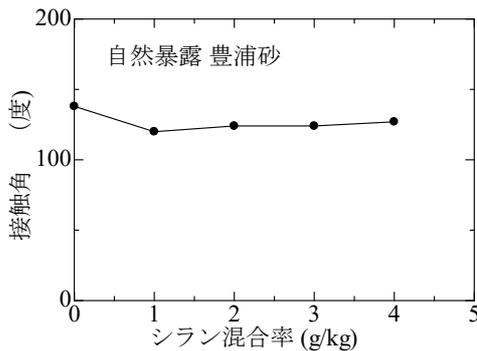


図-4 自然暴露した豊浦砂の接触角の変化

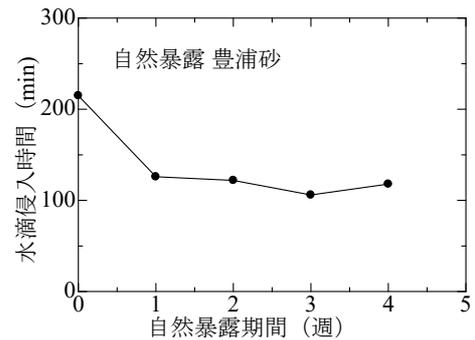


図-5 自然暴露した豊浦砂の水滴侵入時間の変化

疎水性砂を 200g ずつ入れて、4 週間自然暴露して、1 週ごとに接触角測定・水滴侵入試験を行い、暴露期間による変化を検討した。

3. 試験結果および考察

図-2 は、接触角の測定結果を示している。接触角は試料の種類によらず、混合率がゼロの状態から急増し、その後、ほぼ一定の値を示していることが分かる。なお、接触角の大きさは、豊浦砂、DLクレー、まさ土の順で大きいことが分かる。なお、シラン混合率が急増しているが、このことは、わずかな混合率で接触角が増加して疎水性を示すことを表している。

図-3 は水滴侵入時間の測定結果である。水滴侵入時間も混合率がゼロの状態から急増しているが、その後、豊浦砂と DLクレー・まさ土は異なる傾向を示している。試料の粒径加積曲線(図-1)からわかるように、豊浦砂には粘土分が含まれておらず、細かい粘土分が含まれている DLクレー・まさ土の方の水滴侵入時間が短くなっているのは、興味深い。

図-4, 5 は自然暴露した疎水性豊浦砂の接触角と水滴反応時間の測定結果である。暴露 1 週間後に、接触角が小さくなり、水滴侵入時間もわずかに短くなっているが、その後は暴露期間にかかわらず、ほぼ一定となる傾向を示している。この結果は、自然暴露に対して、試料の疎水性がほとんど低下しないことを示している。しかしこの点に関しては今後、暴露期間を長期にして測定を行い、確認する必要がある。図-6 は、接触角と水滴侵入時間の関係を示したものである。図中の点線は、自然暴露豊浦砂を除いた試料についての回帰直線を示している。暴露のあるなしにかかわらず水滴侵入時間と接触角が同様な傾向を示していることが分かる。

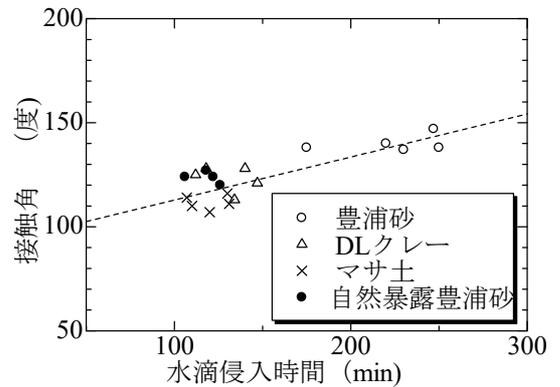


図-6 水滴侵入時間と接触角の関係

参考文献 1) 例えば、金ら、地盤工学ジャーナル, Vol.10, No.2, pp.267-276, 2015. 2) 吉田ら、農業農村工学会大会講演会講演要旨集, pp.914-915, 2008.