

超音波処理による豊浦砂のゼータ電位の変化

The change of zeta potential of Toyoura sand by Ultrasonication.

白鳥克哉* 山下祐司* 足立泰久*

SHIRATORI Katsuya, YAMASHITA Yuji, ADACHI Yasuhisa

1. はじめに 土壌中におけるコロイド粒子の移動特性を調べる目的から、我々はカラム充填粒子の表面荷電特性を流動電位法により測定してきた[1]。豊浦砂はカラム実験に用いられる標準的な試料であるが、その表面荷電特性の詳細は報告されていない。そこで本研究では、pHとイオン強度の関数として、豊浦砂のゼータ電位を測定した。測定結果より、豊浦砂の組成の92.6%はSiO₂であるにもかかわらず、そのゼータ電位が一般の石英砂と異なることが示された。そこで、豊浦砂の洗浄法として超音波処理を加えたところ、ゼータ電位が一般の石英砂ゼータ電位と良く一致することが明らかとなった。一方、走査型電子顕微鏡観察から、豊浦砂表面に粘土鉱物様の不純物が付着していること、超音波処理後にその不純物が除去されていることが確認された。

2. 試料と実験

2.1 試料の洗浄方法 豊浦珪石鉱業株式会社より購入した豊浦標準砂を用いた。粗大な不純物を除去するために、豊浦砂250gを蒸留水で数回すすいだ後、有機物を除去するために6%の過酸化水素水3lに浸漬し、5日間70℃に保つ。その後、蒸留水でよくすすぎ、500ml瓶に50cm³程度入れて10⁻²、10⁻³、10⁻⁴MのNaCl溶液400mlに浸漬させた。この試料をSand-1とする。過酸化水素処理後、超音波浴槽で100分間処理し、蒸留水でよくすすぐ操作を3回繰り返してから、Sand-1と同様にNaCl溶液に浸漬させた試料をSand-2とする。Sand-1、Sand-2ともに走査型電子顕微鏡(以下SEM)を用いて表面を観察・撮影した。

2.2 ゼータ電位測定 Sand-1、Sand-2のゼータ電位は、流動電位方式ゼータ電位測定装置(ZetaCAD、仏国CAD社)により(Fig.1)、IMのゼータ電位は限外顕微鏡式電気泳動法(Model502、CAD社)により測定した。HCl、NaOHによりpHをNaClによりイオン強度を調節し平衡させた試料を用いた。

3. 結果 Fig.2に10⁻⁴MにおけるSand-1、Sand-2のゼータ電位を、Fig.3に各イオン強度においてpHの関数として測定したゼータ電位から、pH5.7におけるゼータ電位を外挿した

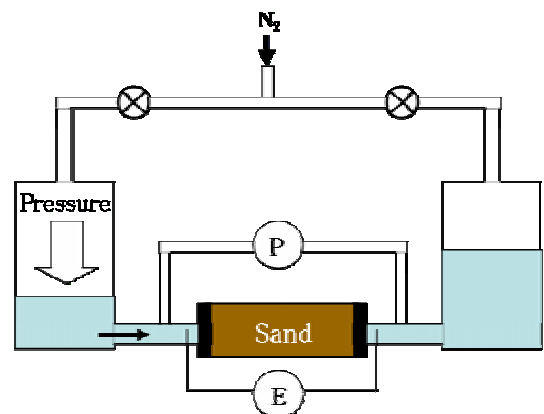


Fig.1 Streaming potential measurement

グラフを示す。両図より、超音波処理によりゼータ電位が上昇すること、Fig.3 より超音波処理後の豊浦砂のゼータ電位が石英砂のゼータ電位[2]に良く一致することがわかる。

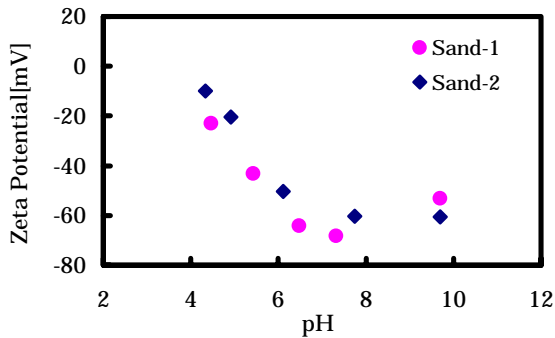


Fig.2 Zeta potential of Sand-1 and Sand-2

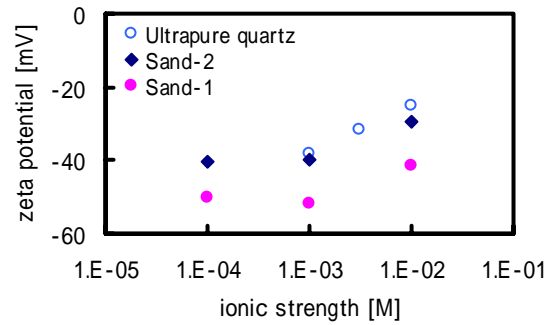
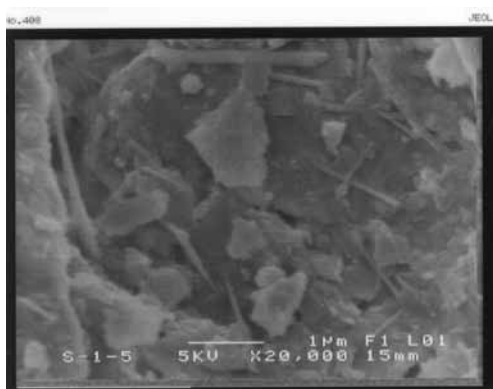
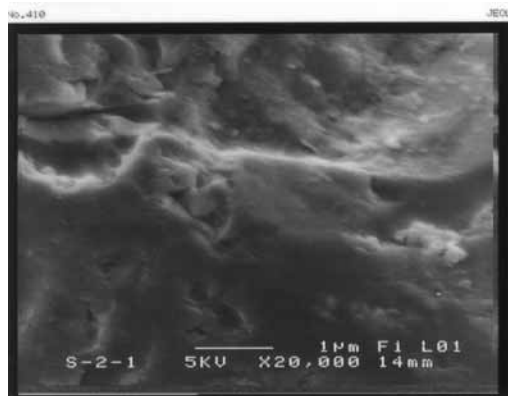


Fig.3 Zeta potential of Toyoura sand and quartz

Sand-1 と Sand-2 の SEM 写真を Fig.4 に示す。豊浦砂の表面には粘土鉱物様の不純物が付着しており、これは過酸化水素処理では除去できず (Fig4(a))、超音波処理により除去されていることがわかる (Fig.4(b))。また、超音波処理により上澄みに分散した懸濁物質のゼータ電位を Fig.5 に示す。



(a) Sand-1 (H₂O₂ treatment)



(b) Sand-2 (H₂O₂ + Ultrasonic treatment)

Fig.4 SEM images of Toyoura sand surfaces

以上の結果より、超音波処理により表面の粘土鉱物様の不純物が除去されることで、豊浦砂のゼータ電位が石英砂のゼータ電位に近付くことが示された。しかし、この変化は粘土鉱物様の不純物のゼータ電位のみでは説明できない。今後、その原因を不純物の荷電特性や付着機構等から検討してゆく必要がある。

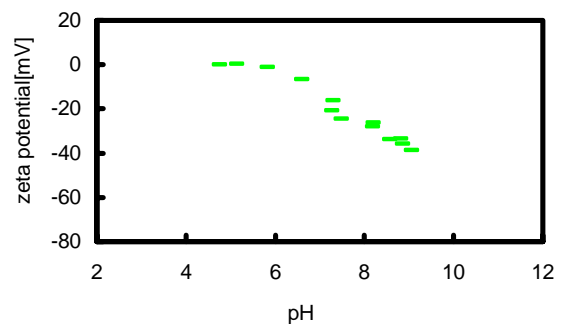


Fig.5 Zeta potential of impurities at 10⁻⁴M

参考文献

- [1] 山下祐司 足立泰久 農業土木学会論文集 (2006) No.245 47-53
- [2] N. Tufenkji, G.F. Miller, J.N. Ryan, R.W. Harvey, M. Elimelech, Environmental Science and Technology, (2004) Vol.38, 5932-5938.