

溶融石英を用いた透明可視化地盤における白変と土粒子変位との関係

前橋工科大学 学生会員 ○神谷 将麻
前橋工科大学 正会員 森 友宏

1. 研究の背景と目的

近年、地盤内の変形や水分量の変化を直接観察する手法として、溶融石英と流動パラフィンなどを用いた透明可視化地盤による実験が提案されている。本研究では昨年透明可視化地盤を用いた模型試験を行い、地盤内に生じた変形の直接観察を行った。その際、地盤内の変形部位には空気が侵入して白変が生じているように観察された(写真1 参照)が、透明可視化地盤の白変が意味する物理的意味は解明できなかった。そこで、本研究では、透明可視化地盤の変形による白変を、せん断による地盤の体積膨張もしくは飽和度低下によるメニスカス水の切断(図1 参照)により土粒子間に空気が侵入したと仮定し、このことをたしかめるための各種実験を行った。

2. 実験方法

土粒子間のメニスカス水を微視的視点から考え、土粒子(溶融石英)同士の接触をガラス棒同士の接触



写真1 コーン貫入による透明可視化地盤の白変
(左)および溶融石英の拡大写真(右)

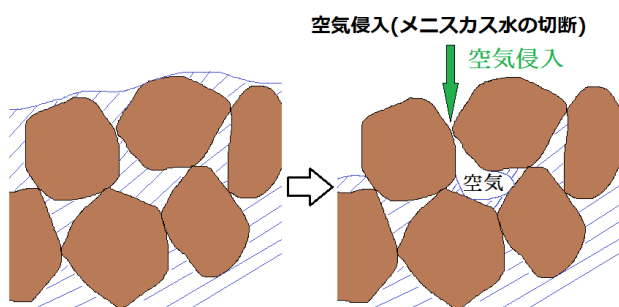


図1 メニスカス水切断のイメージ図

におきかえて実験を行った。メニスカス水が切断される地盤中の土粒子状態の違いとして、粒子間距離、粒子形状、粒子表面粗度が考えられ、それぞれの土粒子モデルの距離が何 mm 離れた際にメニスカスが切れるのか具体的な数値を計測する。また、土粒子表面に付着した水分はそのまま保持されているため、土粒子間同士に付着する水量(以後、保水体積とする)と関連付けての考察も行っていく。粒子形状は、球、面、くさび型(先端角度 90 度、120 度)の計 4 種類を用いる。ガラス棒の組合せは下記の図にて示す(図2 参照)。くさび型先端角度の選定は無作為に抽出した溶融石英 200 粒の角の角度を測ることで得られたグラフ(図3 参照)より 90 度、120 度とした。表面粗度の粗いケースでは、#1000 の耐水紙やすりでガラス棒の表面が白く曇るまで磨いたものを使用した。

3. 結果と考察

面+〇〇の組合せでは、水でもパラフィンであっても表面粗度による保水体積、メニスカス切断距離への影響はあまり見られなかった。かつ、両者とも比例関係にあり、水はパラフィンより傾きが大きい傾向がある。球+〇〇の組合せもまた、面+〇〇組合せと同じ傾向にあり、保水体積と、メニスカス切断距離はほぼ比例関係である(図4 参照)。パラフィンに関しても水と同様に比例関係にあるが、保水体積、

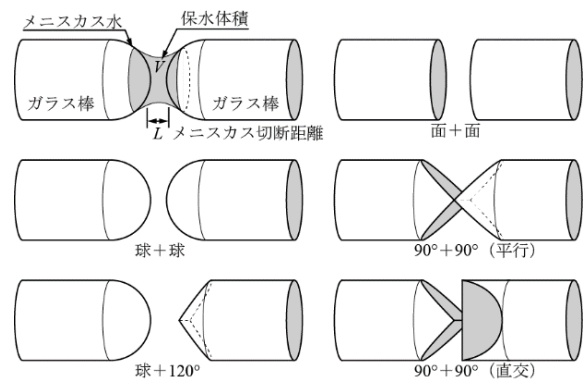


図2 ガラス棒の接触組合せの一例

キーワード 溶融石英, パラフィン, メニスカス張力, 地盤の可視化

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460 番地 1 前橋工科大学 TEL,027-265-7308 E-mail:mori@maebashi-it.ac.jp

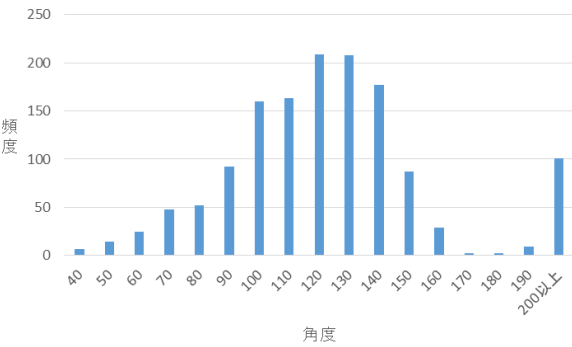


図3 溶融石英粒子の角の角度分布

メニスカス切断距離の傾きは小さい傾向にある。図5のくさび型組合せ、平行と直交との比較より、平行接触は直交接触に比べ、切断距離が長くなる傾向がある。平行と直交ともに、 $90^{\circ} + 90^{\circ}$ 、 $90^{\circ} + 120^{\circ}$ 、 $120^{\circ} + 120^{\circ}$ の順に保水量が大きくなっている。保水量とメニスカス切断距離の傾きは非常に小さく、保水量が大きくなっても、切断距離に大きな変化は見られなかった。

以上のことから、球+〇〇の組合せ(図4参照)は溶融石英の代表角 $90^{\circ} \sim 120^{\circ}$ の組合せ(図5参照)の直交接触の結果と近い値であり、切断距離は1.5mm～2.5mm、保水体積は10mm³以下の範囲でふるまっていると考えられる。この結果から、メニスカス水の切断を考える際、溶融石英のサンプル粒子形状として「球」を用いて実験を行っても、ほぼ同様の結果が得られると考えられた。但し、メニスカス水の切断距離は粒子の大きさに影響を受けると考えられたため、直径2mm、1mm、0.25mmのガラスビーズを用いて、メニスカス切断距離を測定(図6参照)し、両対数グラフ(図7参照)であらわすと、粒子径とメニスカス切断距離との間に高い関係性がみられた。実験に用いる石英の粒子径は0.1～0.5mmであるため、グラフ中の直線式からメニスカス切断距離は0.017～0.152mmと推察される。

4. まとめ

実験より、粒子径とメニスカス水の切断距離との関係が明らかとなった。これにより、透明可視化地盤の白変部位における、粒子の変位・ひずみレベルを把握できた。

参考文献

1) 宮田善壽:透明土を用いた地盤実験技術, 地盤工学会誌, Vol. 65, No. 10, pp. 26～27, 2017

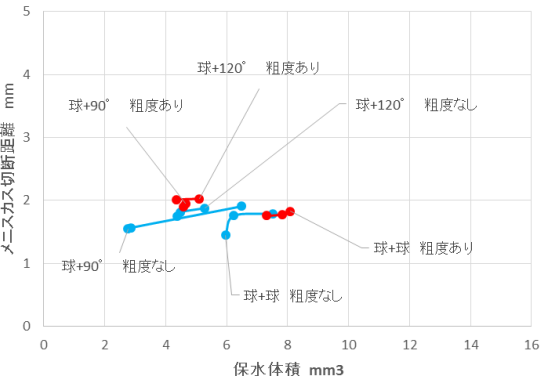


図4 保水体積とメニスカス切断距離(球+〇〇)

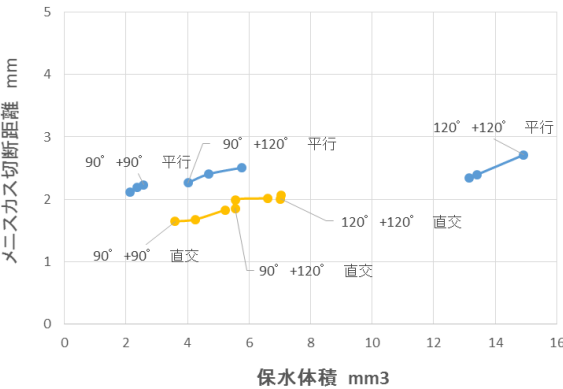


図5 保水体積とメニスカス切断距離
(くさび型の組合せ、平行・直交の対比)

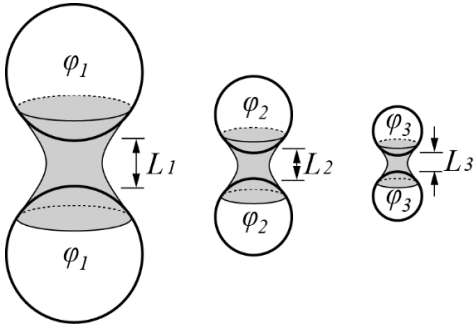


図6 粒子径とメニスカス切断距離

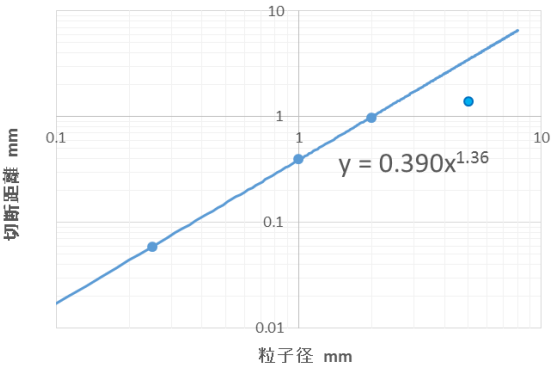


図7 粒子直径とメニスカス切断距離