

## RIMS による土粒子と浸透流の運動の可視化実験

環境防災研究室 西 司

指導教員 大塚 悟 福元 豊

## 1. はじめに

土木分野において、自然災害は密接な関係にあり、近年は、液状化現象が多く発している。液状化現象に限らず、地盤内部は直接的に観察ができないため、明確にはメカニズムを知ることができない。地盤内部を観察する方法として、MRI、X線CTなどが存在するが比較的、高価である。また、粒状体解析などシミュレーションは、予測や推測があるため信頼性が低い。そこで、本研究では、アクリル容器内のガラスビーズを土粒子と見立て、地盤内部を再現し直接的に観察を行う。屈折率マッチング可視化技術を用いることで、2次元的地盤内部を直接的に観察が可能になる。浸透流速はPIV計測を利用し、土粒子の挙動は時系列運動解析において解析する。地盤内部の挙動を明確にすれば自然災害への対策の向上が図ることができる<sup>1)</sup>。本研究は、数値解析や理論をより深く正確なものへつなげていく第1段階の基礎実験を目的とする。

## 2. RIMS による材料の透過

RIMSとは、液体に浸した対象物を透明にする方法であり、液侵法と同じものである。対象物と浸す液体の屈折率を近づけると対象物を可視化できる次に、水と質量比0.3、0.5の3つの上からの文字の見え方について図-1に示す。



図-1 屈折率の比較

屈折率の変化により、上からの「止」の文字の見え方の比較を行った。水の場合は文字がわからず、質量比0.5の透明度が一番高いことがわかる。2種類のシリコンオイルの質量比から屈折率を求めたものを図-2に示す。

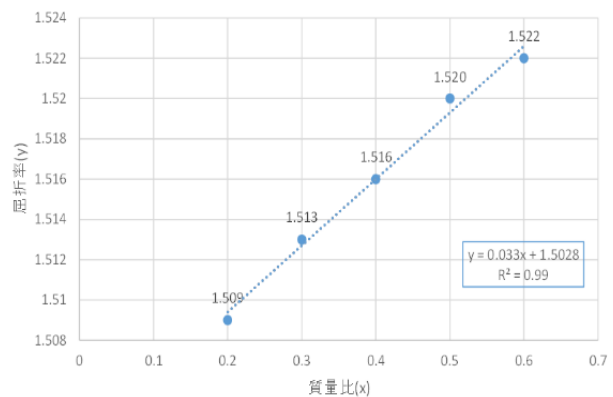


図-2 質量比による屈折率の変化

2種類のシリコンオイルの質量比から縦軸を屈折率、横軸を質量比として、算出したグラフにより、屈折率の調整を行った。

$$y = 0.033x + 1.5028 \dots (1)$$

(1)式のxに質量比を代入すると屈折率を求めることができる。

$$R^2 = 0.99 \dots (2)$$

(2)式は、1に近いほど誤差が少ないことを示すものであり、1に近いことから誤差が少ないことがわかる。誤差が出た原因は、調合の際にビーカーなどに付着していることが考えられる。

## 3. PIV/PTV計測による画像処理

PIV計測は画像解析技術を用いて、流体の複雑な多次元・非定常流れの計測することを目的とし開発されたものである<sup>2)</sup>。液体中に入れるトレーサー粒子を観察することで流れを把握する。次に、断面の変化を図-3に示す。

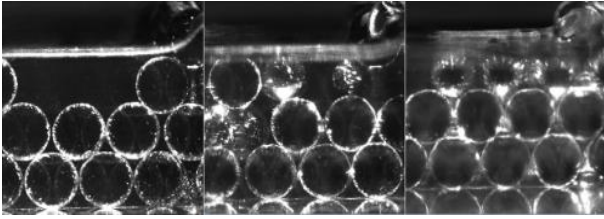


図-3 照射位置による断面の変化

レーザーの照射位置による断面の変化について、アクリル容器の全長が 50mm のうち、手前を  $y=0$  として照射位置をそれぞれ 5mm, 23mm, 38mm に変化させ、断面に違いは生じるか実験を行った。次に、粒子径  $48\sim 52\mu\text{m}$  のトレーサー粒子による間隙流速を解析したものを図-4 に示す。

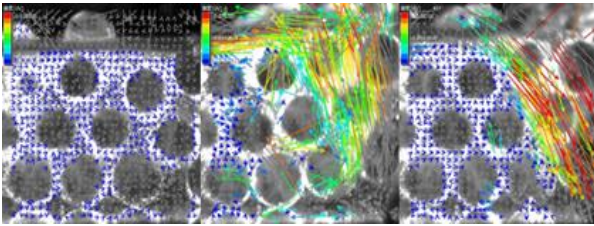


図-4 間隙流速の解析

#### 4. 土粒子運動の時系列解析

土粒子運動の時系列解析において、追尾する基点を定め、ガラスビーズの挙動を解析する。黄色い円の中の赤い点を基点とし、1 コマずつ基点を取りコマ数を増やしていくと基点の動きがわかる。緑色の点は軌跡である。図-5 に基点の変化を示す。

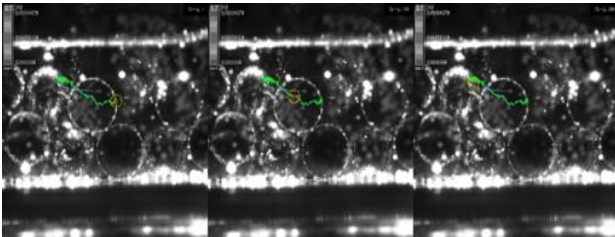


図-5 基点の変化

ガラスビーズ 1 つの追尾を行った画像を図-6 に示す。また、ガラスビーズの追尾から得た 2 種類のグラフと追尾の画像を図-7 に示す。

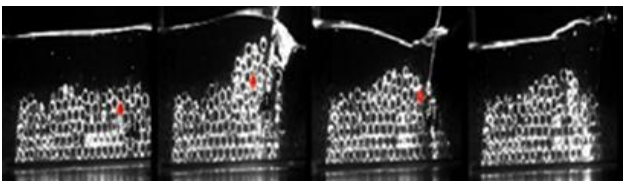


図-6 運動解析とグラフ

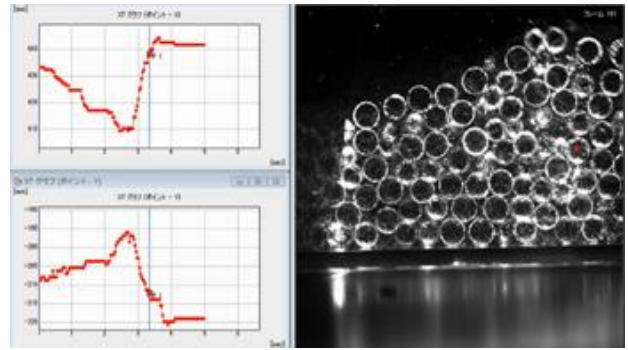


図-7 ガラスビーズ 1 つの追尾

グラフは X と Y のグラフであり、グラフの中に P1 と点がある。2 つのグラフと追尾は連動している。ガラスビーズの粒子径に考慮し、液体の動粘性、密度など組み合わせを変えることでガラスビーズ 1 つだけを解析できると考える。

#### 5. 結果と課題

今回の実験から、ソーダガラスとシリコンオイルの組み合わせで、奥行き 30mm 程度までの任意の断面情報を得ることができた。また、レーザーシート上の断面での土粒子間の浸透流速の PIV 解析と、土粒子の時系列運動解析が可能であることがわかった。しかし、土粒子間の浸透流速と、土粒子の時系列解析は同じ倍率で撮影を行うことができなかった。今後は、今回の実験で使用したソーダガラスとシリコンオイル以外の実験材料の組み合わせを検討する必要がある。また、浸透破壊を計測する装置の中で RIMS を行う浸透流による間隙流速や土粒子の挙動の解析を行いたいと考える。また、挙動の解析により得た結果を踏まえて、シミュレーションにおける粒状体解析を行えば、よりメカニズムを明確にできると考える。

#### 参考文献

- (1)液侵法による地盤内可視化実験の基礎的検討 E-14 第 50 回地盤工学研究発表会(札幌)2015 年 9 月
- (2)カトウ光研株式会社 流体画像解析 流速計測法 PIV システムとは [www.kk-co.jp/piv\\_.php](http://www.kk-co.jp/piv_.php)