粒状体の屈折率整合可視化実験における模型地盤作製法に関する基礎的検討

防衛大学校 学 〇神﨑達也 学 山本圭祐 防衛大学校 正 宮田喜壽 正 野々山栄人 港湾空港技術研究所 正 高野大樹 正 森川嘉之

1. はじめに

粒状体の屈折率整合可視化実験の最近の発展が著しく¹⁾, 地盤工学分野でも多くの研究成果が得られて始めている²⁾. 既往の研究では, 可視化に適した材料選定と実験結果の画像処理に主眼においたものが多く, 供試体の作製方法や内部挙動の物理的な観察方法については検討が十分になされていない. 本研究では, これまで地盤工学分野で慣習的に用いてきた方法で模型地盤を作製すると可視化が困難になるという問題点を指摘し, その解決策を提案する.

2. 供試体に空気を混入させない模型地盤作製法

本研究では、溶解石英ガラス粒子(ρ_s =2200 kg/m³, D_{50} =0.45 mm, e_{max} =1.132, e_{min} =0.735, 屈折率 1.4585)と流動パラフィン(屈折率 1.4156 と 1.4616 の流動パラフィンを混合して粒状体の屈折率に合わせたもの)を用いて実験を行うことを前提に、模型地盤作製法について検討した。はじめに、一辺 57mm、厚さ 2mm の立方体のアクリル土槽に、ガラス粒子を用いて空中落下法で相対密度 42%の地盤を作製し、その後土槽底面よりゆっくりと流動パラフィンを浸透させた。その後の状態写真を写真-1 に示す。流動パラフィンの粘性が高く細かい間隙まで入り込みにくいため、多くの空気が間隙に残され地盤が透明化しない結果になった。したがって、この方法は可視化に適した模型実験作製法とはいえない。この問題を解決するために、流動パラフィンを土槽に満たしておいて、上部より多重ふるい(ふるいの目 4.75mm を 2 層)を通して供試体を作製した時の状態を写真-2 に示す。なお、この実験では、供試体の状態が分かるように、あえて屈折率マッチングを完璧にしておらず、このときの相対密度は-24%である。多重ふるいを用いた理由は、粒子の落下時の空気混入を防ぐためである。写真-2 より、粒状体内部に空気はほとんどなく先に述べた問題点が解決されていることが分かる。

3. 供試体の密度の合理的に調整するための模型地盤作製法

多重ふるいを用いた水中落下法が空気混入の影響を小さくできることが明らかになったので、この方法で密度調整する方法を検討した。実験の概要を図-1に示す。この条件で粒子を水中落下させると、非常にゆるく堆積する。そこで、その地盤を最大最小密度試験のように四方から打撃することで密度を変化させることを考えた。その際、流動パラフィンの粘性は温度に依存するので、沈降堆積時もしくは打撃時に液体の温度を調整すれば、さらに密度調整が容易になると考えた。以上の考えのもと、実施した実験の結果を図-2~図-4に示す。打撃回数を多くし、液体温度を高くすれば、地盤の密度を高くできることが明らかになった。密度と打撃回数、温度の関係は図-5より非常に規則性があり、図-6中の簡単な式で表現できる。今回の実験結果をこの実験式で再現した結果を図-6に示す。実験式の精度は高く、打撃回数、温度の決定に有効と考えられる。

今回示した結果は、沈降堆積させるときの管の直径や沈降させるときに多重ふるいを使うかどうかによって変わると考えられる. 現在、追加実験を実施中であり、当日はその結果も含めて報告する.

参考文献 1) Ezzein, F.M. and Bathurst, R.J.: A transparent sand for geotechnical laboratory modeling, ASTM Geotechnical Testing Journal 34(6): 590-601, 2011. 2) Iskander, M, Bathurst, R.J. and Omidvar, M.: Past, present and future of physical modeling with transparent soils, ASTM Geotechnical Testing Journal 38(5): 557-573, 2015.

キーワード 粒状体,可視化実験,屈折率整合

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL. 046-841-3810 E-mail: miyamiya@nda.ac.jp

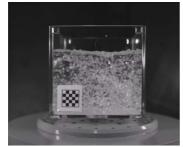


写真-1 浸透によって作製された供試体

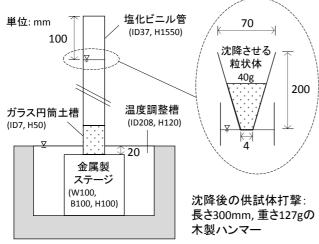


図-1 沈降堆積実験の概要

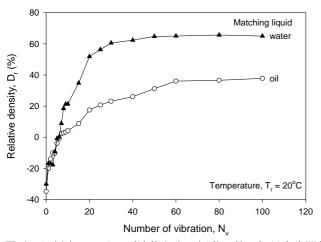


図-3 屈折率マッチング流体と水の振動回数-相対密度関係

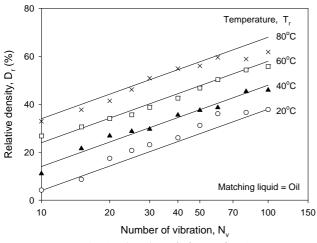


図-5 振動回数-相対密度-温度関係

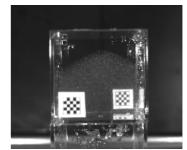


写真-2 水中落下法によって作製された供試体

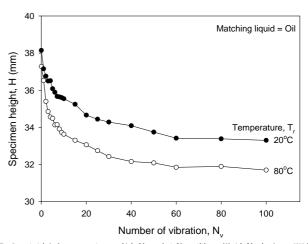


図-2 屈折率マッチング流体の振動回数-供試体高さの関係

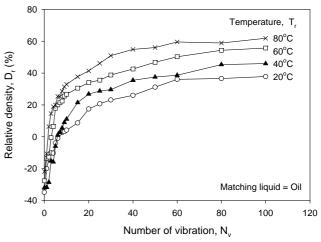


図-4 振動回数-相対密度-温度関係

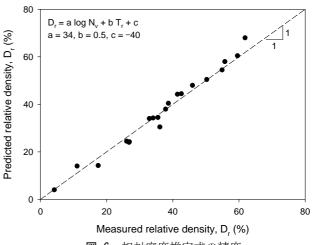


図-6 相対密度推定式の精度