

インデックスマッチングによる地下水揚水に伴う地盤収縮挙動の可視化

田部一憲・櫛島智恵子・上野広行

【要約】本研究では、簡易安価なインデックスマッチングによる透明な地盤模型を用いて「揚水に伴う帯水層と隣接する難透水層における地盤収縮の様子と連動性」を可視化する手法を開発する。平成 30 年度は、レーザー光源及び撮影機材を中心とした実験システムを構築した。

【目的】

地下水揚水による地盤変形の影響予測には、通常、地盤をモデル化して地盤変形解析を行うなどの手法がとられる。しかし、局所地盤変形解析において帯水層と隣接難透水層との境界領域における局所的なひずみや難透水層における部分的な圧密現象については、解析数値的な推定の域を出ず、精度を評価できるような実際の地盤挙動の様子を可視化した情報もない。本研究では、簡易安価なインデックスマッチングによる透明な地盤模型を用いて「揚水に伴う帯水層と隣接する難透水層における地盤収縮の様子と連動性」を可視化する。平成 30 年度は、レーザー光源及び撮影機材を中心とした実験システムを構築したので報告する。

【方法】

インデックスマッチングとは、外力による地盤内部の変形現象を可視化することを目的として、光の屈折率を同じくする (refractive index matching) 粒状体と間隙流体で作製した透明な模擬地盤 (transparent soil model) を作製し、この模擬地盤に外力を与えて、その内部の様子を模擬地盤側面から照射したレーザー光線の光反射面を画像解析することにより可視化する手法である (図 1)。

【結果の概要】

平成 30 年度は実験システムを試作した。本研究で用いる模擬地盤は、透明な粒状体として吸水膨張させた吸水性樹脂を採用した。この吸水性樹脂は超軟弱な粘性土の透水特性および圧密沈下特性と非常に類似した特性を有している^{1, 2)}。また給水膨張させた粒状体はほぼ透明であり、間隙流体についてはそのまま水を用いることにした。これらを内寸 36mm×84mm×83mm のガラスタンクに充填して飽和状態の模擬地盤を作製した。この模擬地盤の内部を照射するレーザー光源については、反射面の撮影解像度が比較的良好になるといわれているグリーンレーザーを採用し、市販のグリーンレーザー墨出し器を使用することとした。

実験システムの全景を図 2 に示した。本実験システムでは、ガラス製水槽を横倒しにした上部に模擬地盤タンクを設置した。このガラス製水槽の中から模擬地盤に向けてグリーンレーザー光線を上向きに照射して、模擬地盤内部に照射されたレーザー光線の反射面を撮影した (図 3)。撮影は、模擬地盤と同じ高さで 40cm 離れた距離から一眼レフカメラで撮影した。撮影された画像は PC に取り込んで画像解析を行うこととした。

令和元年度では、この模擬地盤と実験システムを用いて帯水層及び難透水層の二層地盤模型 (112mm×154mm×146mm) を作製して揚水実験を試み、揚水による難透水層地盤の変形挙動を可視化することを試みる。

【参考文献】

- 1) Tabe, K., "Transparent Aquabeads to Model LNAPL Ganglia Migration Through Surfactant Flushing," *Geotechnical Testing Journal*, Vol. 38, No. 5, 2015, pp. 787-804
- 2) Tabe, K., Honma, S., "Transparent Aquabeads to Model Geotechnical Properties of Soils," *Proc. School. Eng. Tokai Univ., Ser. E*, 36 (2011) 7-14

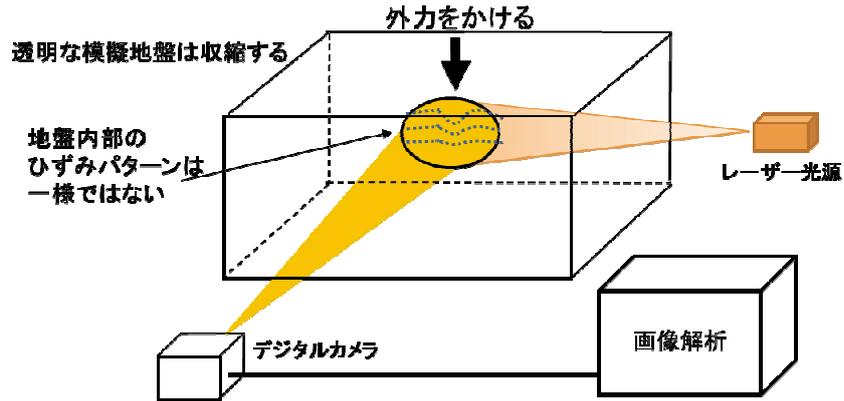


図1 インデックスマッチングの概念図

光の屈折率を同じくする粒状体と間隙流体で作製した透明な模擬地盤（図中）に外力を与えて、その内部の様子を模擬地盤側面から照射したレーザー光線の光反射面を画像解析することにより可視化する手法である。

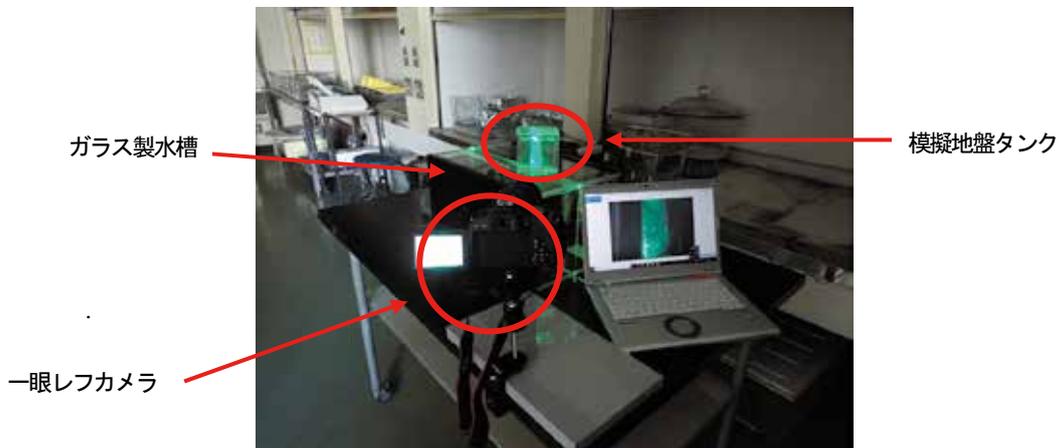


図2 実験システムの全景

横倒しにしたガラス製水槽の上部に模擬地盤タンクを設置する。グリーンレーザー光源はガラス製水槽の中にあり、模擬地盤に向けてグリーンレーザー光線を上向きに照射する。模擬地盤内部に照射されたレーザー光線の反射面は手前の一眼レフカメラで撮影して、画像は写真右側のPCに取り込み画像解析を行う。

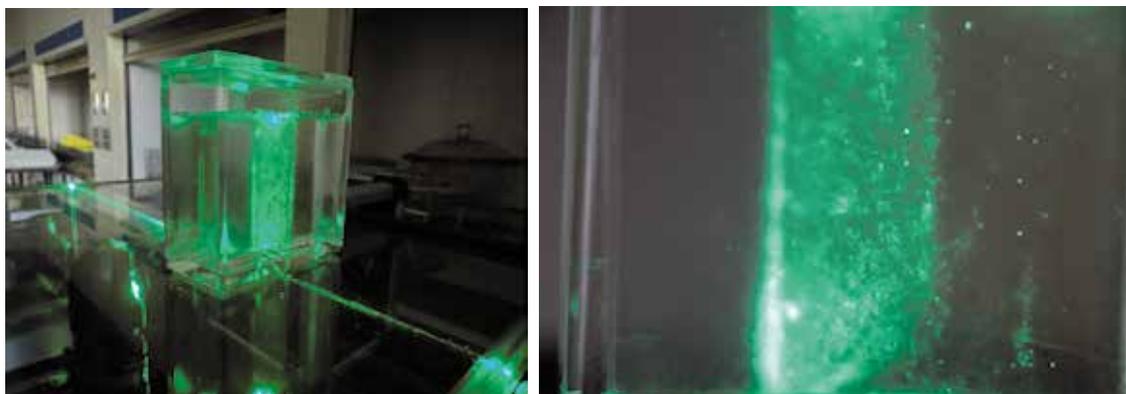


図3 レーザー光線を反射する模擬地盤内部の様子（左）と反射面の拡大画像（右）