

液体の繰り返し給排水条件が空気-水、空気-LNAPL の 2 相条件における $S-p$ 関係に及ぼす影響の評価

松田 悠太郎

キーワード： LNAPL、 $S-p$ 関係、給排水サイクル、体積変化

1. 研究背景と目的

NAPL(Non-Aqueous Phase Liquid)は非水溶性の汚染物質であり、水との間に物理的な境界を形成して混ざらない。中でも、炭化水素に代表される LNAPL(Light Non-Aqueous Phase Liquid)は水より軽く、帯水層上に蓄積して薄い汚染膜を形成することで知られている。ともすれば、降雨などにより地下水位に変動があった場合に汚染物質が水面下にトラップされ、地下水の運動とともに汚染が大きくなる恐れがある。よって、LNAPL の挙動をつぶさに見るうえでは給排水等の流動的な操作をもって観察されるべきであるといえる。本研究では、その給排水条件を供試体に与えた場合に空気-水、空気-LNAPL の 2 相条件の $S-p$ 関係がどのように影響をうけるのか、また給排水サイクルによってもたらされる供試体の体積変化がどのようなものなのかを確認するために 2 つの変数 (S_{ra} と S_{rf}) をモニタリングした。

2. 使用材料と実験方法

本研究では固相には豊浦砂を、LNAPL には低粘度パラフィンを用いた。2 つの締固め度 (緩詰めと密詰め) と 2 つの相 (空気-水、空気-LNAPL) の 4 ケースにおいて、 $S-p$ 関係の核となる前述の 2 つの変数 S_{ra} (サクシオンが十分に大きい時の飽和度) と S_{rf} (サクシオンが 0 の時の飽和度) をモニタリングするために、図 1 に示す排水過程と給水過程を繰り返し与えた。

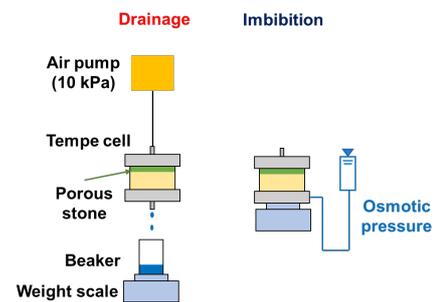


図 1 実験装置のイメージ図

3. 本研究で得られた主な成果

- 1) 体積変化の軌跡として、間隙比の軌跡を右の図 2 に示す。段階的な体積変化によって S_{rf} が徐々に小さくなり、収束するという既往の研究とは違って、体積変化ははじめの数サイクルで収束した。この結果は、 S_{rf} を減少させる要因が土粒子の物理的な配置の変化のみにとどまらないことを示している。空気をトラップする空隙がサイクル毎に増加したことが大きな要因として考えられる。
- 2) 図 2 が示すとおり、空気-水の 2 相条件でより供試体が収縮した。主にそれぞれの液体の密度の違いがこの差を生んだと考えられている。
- 3) 体積変化は正しい $S-p$ 関係の取得に著しい誤差を与えうることが図 3 からわかる。体積変化が起こらないという仮定の下での計算結果は、体積変化を考慮した補正を行った結果との有意な差を有していた。

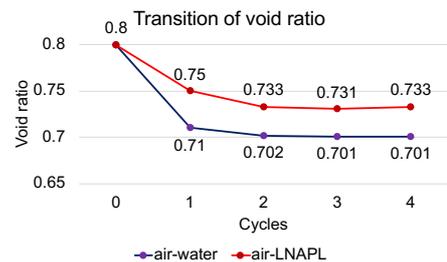


図 2 供試体の体積変化の軌跡

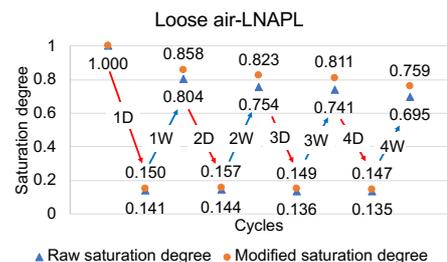


図 3 パラメータの遷移過程

参考文献

Kong, L. et al. (2018): *Canadian Geotech.* 55(J), 208-216