

## ポアスケールモデリングによる豊浦砂の毛管圧曲線の推定

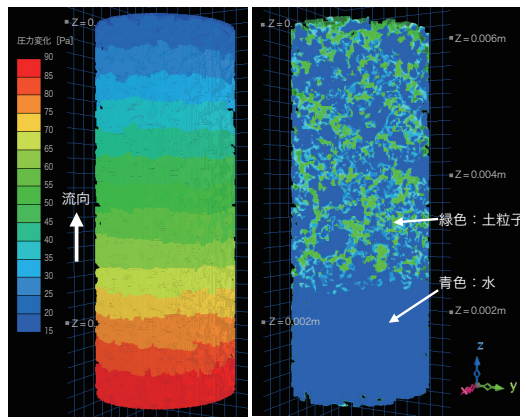
室内試験をコンピューター上で行うデジタルラボラトリー技術の開発



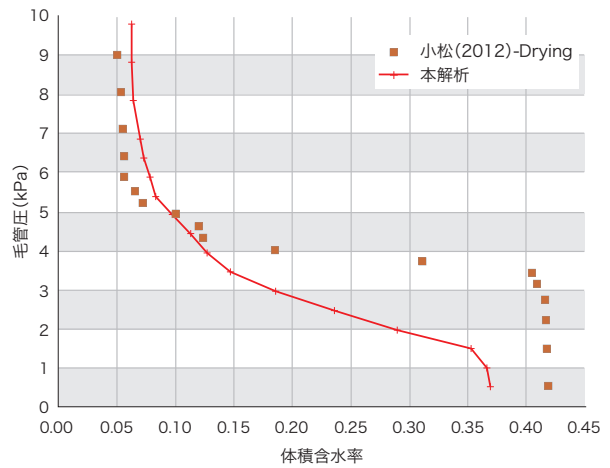
増岡 健太郎\*1

### Estimation for Capillary Pressure Curve of Toyoura Sand Using Pore Scale Modeling

Development of a Digital Laboratory Which Conducts a Laboratory Test on a Virtual Space  
Kentaro MASUOKA



水単相解析 (圧力変化の分布)      水-空気二相解析 (水のみを青色で表示)  
豊浦砂を対象としたポアスケールモデリング



数値解析(水-空気二相解析)で求めた毛管圧曲線(実線)

### 研究の目的

水と油のように界面を持つ二つの流体の地盤中における挙動(二相流)を数値解析する場合、各流体の飽和度と圧力の関係を表す毛管圧曲線(二相流パラメータ)が必要です。通常、毛管圧曲線は室内試験によって求められますが、試料が流体を通しにくい場合には試験に長時間を要し、扱う流体や考慮する温度圧力条件によっては試験の実施自体が困難な場合も考えられます。一方、地盤中における様々な流体や温度圧力条件の二相流挙動を数値解析するケースが近年増加しています(CCS, CO<sub>2</sub>地熱発電など)。本研究では、様々な流体や条件下での二相流挙動を数値解析するために必要なパラメータを、室内試験によらず、数値解析によって推定する技術の開発を目的としています。

### 技術の特長

本技術は、X線CT(Computed Tomography)などを用いて試料(多孔質媒体)の空隙を抽出・数値モデル化し、ナビエ・ストークス方程式(非圧縮性流体)による数値解析(ポアスケールモデリング)を行うことで、任意の流体に対する多孔質媒体の流れやすさや毛管圧曲線を求めます。流体の密度、粘性、界面張力、土粒子表面との接触角を解析条件として与えることで、様々な流体や温度圧力条件に対する検討がコンピューター上で行えます。実験での取り扱いが危険な流体でも安全に検討できるほか、重力値を変更すれば月面など地球の重力場とは異なる環境における多孔質媒体中の流体挙動の検討も可能です。

### 主な結論と今後の展開

豊浦砂を対象として、透水係数および水と空気の場合の毛管圧曲線の推定を行いました。透水係数については、空隙内が水のみで満たされている場合の流れの解析を行い、解析結果から推定される透水係数が既往研究による実験値とオーダーレベルで同等になることが確認できました。毛管圧曲線については、空隙内を水と空気が流れる解析(二相流解析)を行い、毛管圧曲線における残留体積含水率(高毛管圧領域での体積含水率)やS字状の曲線が得られた点で、既往研究の室内試験結果の特徴を再現できました。今後の課題として、毛管圧曲線における空気侵入圧(体積含水率が急激に低下する圧力)の推定精度のさらなる向上とアップスケール手法の検討などが挙げられます。

\*1 技術センター 社会基盤技術研究部 地盤研究室

