

氏名(本籍)	さおもとひでたか 竿本英貴(和歌山県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第3544号
学位授与年月日	平成16年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	粒子-流体系に関する可視化実験と数値解析

主査	筑波大学教授	工学博士	山田恭央
副査	筑波大学教授	工学博士	西村仁嗣
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	松島亘志
副査	筑波大学助教授	博士(工学)	榊原潤

論文の内容の要旨

本論文は、粒子-流体系の複雑なマクロ現象が、微視的な粒子群と流体の連成挙動に支配されているという視点に立ち、可視化実験と数値解析の両面からその解明を試みたものであり、全4章から構成されている。

第1章では、地盤工学分野における粒子-流体系の現象を取り上げ、それらのメカニズムを把握するためには、巨視的なアプローチだけではなく、微視的なメカニズムの解明が欠かせないことを指摘し、本研究の背景と目的を述べている。また、粒子-流体系の現象に関する可視化実験と数値解析について、既往の研究を概観するとともに、論文の構成を示している。

第2章では、粒子-流体系内部における両者の挙動を定量的に評価する目的で開発した可視化実験手法について述べている。この手法は、粒状体内部の観察手法の一つであるLAT(Laser-Aided Tomography)と、流体の速度場計測手法の一つであるPIV(Particle Image Velocimetry)を組み合わせたもので、粒子と流体両者の挙動を同時に観察できる利点を有している。この可視化実験手法を、透水試験およびボイリング試験に適用して、間隙流体の速度場や粒子挙動を定量的に計測した例を示し、その有効性を確認している。また、計測結果より、マクロには一次元問題とみなせる現象でも間隙流体の挙動は極めて三次元的であること、平均流速はダルシー流速に近い値となるが最大流速はその10倍程度であることなどの知見を得ている。

第3章では、粒子群と流体の複雑な相互作用を的確に表現することを目的として開発した解析手法について述べている。この手法は、粒子法の一つであるSPH(Smoothed Particle Hydrodynamics)と地盤材料の数値解析手法の一つであるDEM(Discrete Element Method)を組み合わせたもので、固体粒子-固体粒子、固体粒子-流体粒子、流体粒子-流体粒子の3種の組み合わせについて各々の相互作用を考慮できるものとなっている。この手法の妥当性を検討するために、まず、豊浦砂のX線CT画像に基づき再構成したモデル要素の透水解析を行い、計測された透水係数が、実物の砂を用いた実験での計測値と良く一致することを示している。次に、二次元ボイリング試験の解析を実施し、前章の可視化実験で観測された特徴的な現象を、定性的にはあるものの、シミュレートできることを確認している。

第4章は結論であり、本研究を総括し、得られた成果を要約するとともに、今後の課題について言及している。

審査の結果の要旨

本研究は、粒状体内部の粒子と流体の挙動を同時に計測できる可視化手法を開発しその有用性を確認する一方、SPHとDEMを組み合わせた数値解析法を開発し実験との比較を通じてその適用性を示しており、粒子-流体系の微視的メカニズムの解明に寄与している点で、工学的に高く評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。