

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Study on dissolution mass transfer from trapped gas bubbles to water in porous media
著者(和文)	PATMONOAJI Anindityo
Author(English)	Anindityo Patmonoaji
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11590号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:末包 哲也,肖 鋒,野崎 智洋,伏信 一慶,齊藤 卓志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11590号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	Anindityo PATMONOAJI		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	末包 哲也	教授	審査員	齊藤 卓志	准教授
	審査員	肖 鋒	教授			
		野崎 智洋	教授			
		伏信 一慶	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Study on dissolution mass transfer from trapped gas bubbles to water in porous media (多孔質におけるトラップされたガス気泡から水への溶解物質輸送に関する研究)」と題し、以下の8章で構成される。

第1章「Introductions (序論)」では、本研究の背景となる土壤汚染修復技術および二酸化炭素地下貯留技術における多孔質内物質輸送現象のモデル化の状況を概観し、従来手法では多孔質内部の可視化が困難であったことから物質輸送係数と比表面積を独立に定量化することができず、現象論的な記述にとどまっていることを指摘している。これを踏まえ、近年、急速に進展している X 線 CT 技術を利用することにより、両者を独立に評価する、新しい多孔質内物質輸送モデルを構築することを本研究の目的に設定している。

第2章「Characterization of various porous media by using micro-tomography and pore and throat identification algorithm (マイクロトモグラフィーを用いたポアとスロート検出アルゴリズムによる様々な多孔質の特徴化)」では、空隙スケールを解像した X 線マイクロトモグラフィー画像から多孔質のポアとスロートを検出するアルゴリズムを提案している。この手法を用いることにより、非凝結性多孔質を構成する粒子の形状と多孔質の空隙率、ポア体積分布、スロート面積分布の関係性を明らかにしている。

第3章「Three-dimensional structures of fluid displacement pattern in porous media (多孔質における流体置換パターンの三次元構造)」では、前章で開発した画像解析手法を多孔質内における非混和性二相流の置換過程に適用し、キャピラリーフィンガリングとヴィスカスフィンガリングおよびその遷移状態における界面の三次元構造の特徴を明らかにしている。

第4章「Micro-tomographic analyses of capillary trapping in various porous media (様々な多孔質における毛管力トラップされた相のマイクロトモグラフィーによる解析)」では、多孔質内毛管力トラップされた様々な大きさのガス気泡の表面積に関する分析を行っている。その結果、気泡のサイズが多孔質のポアのサイズに対して小さい場合は、気泡の体積と表面積は球に類似する関係性を持ち、逆に大きい場合は、カプセル形状が伸長するような関係性を有していることを見出し、多孔質を構成する粒子の直径やトラップ相の飽和率から比表面積を推定するモデルを構築している。

第5章「Effects of bypassing induced by dissolution fingering on dissolution mass transfer in porous

media (多孔質における溶解物質輸送に与える溶解フィンガリングに伴うバイパス流れの影響)」では、まず、前章で開発したトラップ相の比表面積を推定するモデルを様々な粒子サイズを有する多孔質に適用できるように拡張している。様々な粒子サイズで溶解物質輸送実験を行った結果、粒子サイズにより物質輸送係数が2つのグループに分かれることを見出した。このような特異な現象が発生する原因として溶解フィンガリングの発生の有無が寄与していることを見出した。

第6章「Effects of dissolution ratio of trapped gases on dissolution mass transfer in porous media (多孔質におけるトラップガスの溶解比が溶解物質輸送に与える影響)」はガスの種類(二酸化炭素, 酸素, 窒素, アルゴン)により、溶解挙動に相違が発生することを見出している。この現象を特徴づけるパラメーターとして溶解度と密度の比で定義される溶解比を用いること提案している。二酸化炭素は他のガスに比べて高い溶解比を有し、溶解過程が2段階に分かれて発生することを見出している。この結果、二酸化炭素の物質輸送係数は他のガスに比べて一桁程度小さくなっていることを明らかにした。

第7章「Development of dissolution mass transfer model for various trapped gases in porous media (多孔質における種々のトラップガスに対する溶解を伴う物質輸送モデルの開発)」では前章までに解明してきたモデルを総合して、物質輸送係数の無次元量であるシャーウッド数を流動現象の無次元量であるレイノルズ数とガスの物性値に基づくシュミット数の関数として記述するモデルを構築・提案している。このモデルと第4, 5章で構築した比表面積に対するモデルと用いることにより、多孔質内における溶解物質輸送を予測することが可能になった。

第8章「Conclusions and future works (結論と今後の課題)」では、各章で得られた結論を総括し、今後の研究の展望について述べている。

以上を要するに、本論文は土壌汚染修復技術開発など様々な分野で重要な現象となる多孔質内における溶解物質輸送現象に対して、空隙スケールにおける可視化手法により、物質輸送係数と比表面積を独立に評価するモデルを構築しており、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。