

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	X線マイクロトモグラフィーを用いた三次元多孔質の空隙スケールにおける化学的原油増進回収に関する研究
Title(English)	Pore-scale Study on Chemical Enhanced Oil Recovery in Three-dimensional Porous Media using X-ray Microtomography
著者(和文)	SHEYun
Author(English)	Yun She
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12184号, 授与年月日:2022年9月22日, 学位の種別:課程博士, 審査員:末包 哲也,花村 克悟,奥野 喜裕,伏信 一慶,齊藤 卓志
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12184号, Conferred date:2022/9/22, 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

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	SHE Yun	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	末包 哲也	教授	審査員	齊藤 卓志	准教授
	審査員	花村 克悟	教授			
		奥野 喜裕	教授			
		伏信 一慶	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Pore-scale Study on Chemical Enhanced Oil Recovery in Three-dimensional Porous Media Using X-ray Microtomography (X線マイクロトモグラフィーを用いた三次元多孔質の空隙スケールにおける化学的原油増進回収に関する研究)」と題し、5章から構成されている。

第1章「Introduction (序論)」では、原油採掘における増進回収法の役割について概説し、化学反応を用いた原油増進回収法が開発されつつあり、高効率回収が報告されている一方で、既存の研究では多孔質内部の流動が可視化されていないため、空隙スケールでどのような輸送現象が発生しているか未解明であることを指摘している。これを踏まえて、X線マイクロトモグラフィーにより、多孔質内空隙スケールでの流動を可視化することにより、化学反応を伴う原油増進回収法の現象解明と高効率化を行うことが本研究の目的であると述べている。

第2章「Comparative performance of ready-made and chemical-produced surfactants in acid-existing oil reservoirs (酸性油層における既成界面活性剤攻法と反応生成界面活性剤攻法の性能比較)」では従来の界面活性剤攻法に比べて、アルカリを注入することにより原油に含まれる酸との化学反応により、置換界面で界面活性剤を発生させたほうが、高い原油回収効率を示すことを明らかにしている。これは、アルカリ注入により原油を効率的にエマルジョン化し、流動化させることで、さらに広範囲にアルカリと原油が接触し、回収効率が向上するためである。また、新しいカチオン系界面活性剤の回収メカニズムについて検討を行い、界面にゲル状の沈殿物が発生し、凝集することで、置換界面が安定に維持され、結果として回収効率が向上することを見出している。

第3章「Effect of oil-acid concentration on performance of alkaline flooding application (アルカリ攻法の性能に与える油層酸性度の影響)」では、前章でメカニズムの解明を行ったアルカリ攻法の回収効率の向上と運転条件の最適化を行うために、原油の酸性度と生成する界面活性剤による油分のエマルジョン化の関係について議論している。高粘度の油相に低粘度の水相を注入するとヴィスカスフィンガリングと呼ばれる界面不安定現象が発生するが、油分がエマルジョン化されることにより、フィンガリングが緩和され、回収効率が向上することを示した。また、酸性度が高いとエマルジョン化された油滴のサイズは多孔質の空隙スケールより小さくなり、実質的に界面張力の影響が消失するため、高い回収効率を達成することができる。

第4章「Solvent-based microemulsion flooding with quasi-miscible behavior regardless of oil-acid concentrations (油層酸性度に依存しない準混和挙動を示す溶媒マイクロエマルジョン攻法)」では、近年非常に高い回収効率が報告されている溶媒マイクロエマルジョン攻法に注目し、回収メカニズムの解明を行っている。油と溶媒は混和性であるために、溶媒を注入すると非常に高い回収効率が期待できるが、通常、経済性が成立しない。溶媒の注入量を下げる方策として溶媒を水相にマイクロエマルジョン化して注入する方法を検討し、X線マイクロトモグラフィーにより空隙スケールの挙動を観察したところ、マイクロエマルジョンを含む水相と油相の界面が消失し、準混和状態が達成されることで高効率回収を達成することを見出した。

第5章「Conclusions and suggestions (結論と今後の展望)」では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の課題と研究の展望について述べている。

以上を要するに、本論文はアルカリ攻法などの油分との界面での化学反応に伴う界面活性剤生成による原油増進回収法のメカニズムの解明に基づいて、回収効率向上の条件を見出しており、原油回収・貯留層工学上の貢献が大きい。よって、本論文は博士(工学)論文として十分な価値を有すると認められる。