マイクロバブル技術を適用した CCS/CCUS(EOR)への取り組み

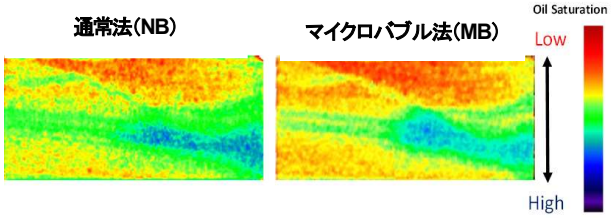
（石油資源開発*・地球環境産業技術研究機構**）○中野正則（なかのまさのり）*・上田 良（うえだりょう）*・薛 自求（せつ じきゅう）**

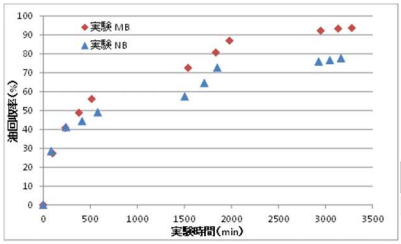
1. はじめに

CCS/CCUS(EOR)においては CO_2 貯留量や原油生産量の極大化や操業・設備コストの削減など最適化努力が日々行われている。マイクロバブル（MB）は直径 1~100 μm のファインバブル（微細気泡）の一つであり、気泡上昇速度（浮力）の低下、流体への溶解速度上昇、界面張力の低下など CCS/CCUS(EOR)における新たな技術としてフィールド適用への展開が期待できる技術である。本発表ではマイクロバブル技術に関するこれまでの取り組みや成果について紹介を行う。

2. ラボ実験

ラボ実験ではマイクロバブル注入効果・メカニズムの検証を進めた。X 線 CT 装置を使用したコアフラッド実験を実施し、通常の CO_2 注入法（NB）との比較からマイクロバブルの効果として、CCS を模擬したマイクロバブル CO_2 注入実験では CO_2 貯留量の増加、CO_2-EOR を模擬した実験では+16%の増油効果が確認できた（図 1）。





条件	油回収率@end (%)
NB圧入	77.6
MB圧入	93.6

図 1　ラボ実験における増油効果

3. フィールド実証試験

フィールド実証試験は石油資源開発(株)の油田坑井を使用し、単一試験井（生産休止井）での Huff ’n Puff 方式で実証試験を実施した（図 2）。

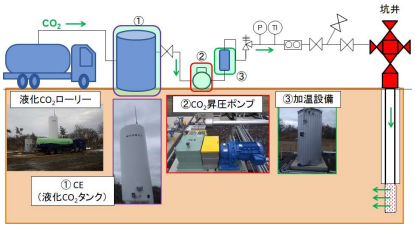


図 2　フィールド実証試験装置他

フィールド実証試験はマイクロバブル CO_2 圧入、通常法での CO_2 圧入の 2 つの方式で実施し、比較検討を行った。マイクロバブル圧入効果については、CO_2 安定圧入時の圧入指数の比較から、マイクロバブル圧入で 0.36t/D/MPa、通常圧入法で 0.09t/D/MPa、と約 4 倍に向上したこと、またフローバック後の CO_2 貯留率（(1-CO_2 産出量/CO_2 圧入量）×100）は、マイクロバブル圧入で 80.2%、通常圧入法で 62.5%とマイクロバブル法にて CO_2 圧入性と貯留性向上を示唆する結果が確認できた。油の生産量も試験前生産時より多く、油生産の面でも改善が見られた（表 1）。

表 1　フィールド実証試験結果一覧

実証試験結果	圧入量			産出量				CO2貯留		
	CO2		水	CO2		水	油	量		率
	(t)	(m3)	(L)	(t)	(m3)	(L)	(L)	(t)	(m3)	(%)
通常法	5.8	3,211	1,150	2.1	1,203	351	0	3.7	2,008	62.5
マイクロバブル法	20.1	11,033	4,000	3.9	2,189	1,200	600	16.3	8,844	80.2

4. おわりに

ラボ実験やフィールド実証試験での検証から、CCS/CCUS(EOR)技術としてのマイクロバブル圧入技術の適用性は高まったと言える。しかしながら CO_2 の圧入性や貯留率の向上、ならびに油回収効果の向上などのメカニズムについては未だ解明すべき点も多い。今後は引き続きマイクロバブル技術の実適用を鑑み、本フィールド試験をステップに実適用の汎用性向上を見据えた取組みを行っていくことと致したい。

謝辞

本研究の成果の多くは、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP18006）の結果得られたものであり、本研究の基礎となるマイクロバブルに関する基本技術は東京ガス株式会社と地球環境産業技術研究機構の共同研究成果である。深く感謝する。

Copyright(C) The Japan Petroleum Institute 2020 All rights reserved.