粒子径の異なる SiO_2 ナノ粒子分散液による濡れ性改質作用の検討

（秋田大学大学院国際資源学研究科*）○根岸慶輔*・阿部一徳*

1. 緒言

2010 年初頭より，ナノ粒子を用いた石油増進回収法（Nano-EOR）の研究事例が増加し，最大 10%程度の増油効果が確認されている。本 EOR 手法による既往研究では，界面張力の低下による置換効率の改善や分離圧による油脱離作用の促進など種々の増油機構が提案されているが，中でも岩石表面の濡れ性改質による影響は，多数の著者により報告されており，有力な説として考えられる。また，既往研究において，ナノ粒子の粒子径に着目した研究事例が少なく，その粒子径の違いは，油回収量に影響を与える可能性が高い。故に，本研究では，Nano-EOR の増油機構として，岩石表面の濡れ性改質に焦点を当て，SiO_2 ナノ粒子の粒子径の違いが濡れ性改質作用に与える影響を Amott 試験などの各種試験により，評価した。その後，掃攻試験を実施し，2 種の SiO_2 ナノ粒子分散液による増油効果を検証した。

2. 実験

2.1 試料

SiO_2 ナノ粒子分散液は NP-A（粒子径：30nm，粘度：0.998cP（20℃）），NP-B（粒子径：100nm，粘度：1.006cP（20℃））の 2 種を用い，いずれも分散媒として 0.1wt%NaCl 溶液（粘度：0.979cP（20℃））を使用し，濃度 0.1wt%に調製した。水相に 4wt%NaCl 溶液を用い，油相には 2 種の原油（Crude1：8cP（23℃），Crude2：70cP（23℃））を用いた。岩石試料として，炭酸塩岩を用い，その浸透率は 200-300mD 程度である。

2.2 手法

本研究では，Amott 試験を始めとした濡れ性評価を行った後，SiO_2 ナノ粒子による増油効果を検証するため，掃攻試験を実施した。Amott 試験は，Spontaneous Imbibition などの 4 つの工程に分類されるが，貯留層環境下を想定し，いずれの工程も 60℃条件で実施した。また，掃攻試験も同様に，コアホルダー温度 60℃，側圧 2,000psi で実施した。

3. 結果

表 1 に Amott 試験結果を示す。Spontaneous Imbibition 工程において，4wt%NaCl 溶液を用いた試料 No.1 は，WI の値が 0.01 であり，Neutral Wet の状態を示した。対して，塩分濃度を低下させ，0.1wt%NaCl とした No.2 及び SiO_2 ナノ粒子分散液を用いた No.3, No.4 は，WI の値が 1.0 に近く，いずれの試料も Water Wet の状態を示した。ただし，SiO_2 ナノ粒子を含んだ際に，より強い Water Wet の状態を示し，かつ，粒子径が小さい場合の方が，その傾向が顕著である。

油相を Crude2（No.5，No.6）とし，SiO_2 ナノ粒子の粒子径の違いによる濡れ性改質作用を検証した際も同様に，粒子径が小さい SiO_2 ナノ粒子を用いた場合の方が，WI の値が高く，濡れ性改質作用が高いことが確認された。

掃攻試験においても，Crude1 及び Crude2 の両者に対し，粒子径が小さい NP-A を用いた際の方が高い増油効果が認められた。

表 1　Amott 試験結果

Rock Sample	Formation Water	Oil	Spontaneous Imbibition, Forced Imbibition (Water)	Spontaneous Drainage, Forced Drainage (Oil)	Wettability Index (WI)
No.1	4wt%NaCl	Crude1	4wt%NaCl	Crude1	0.01
No.2	4wt%NaCl	Crude1	0.1wt%NaCl	Crude1	0.54
No.3	4wt%NaCl	Crude1	0.1wt%NaCl+0.1wt%NP-A	Crude1	0.94
No.4	4wt%NaCl	Crude1	0.1wt%NaCl+0.1wt%NP-B	Crude1	0.87
No.5	4wt%NaCl	Crude2	0.1wt%NaCl+0.1wt%NP-A	Crude2	0.38
No.6	4wt%NaCl	Crude2	0.1wt%NaCl+0.1wt%NP-B	Crude2	0.14

Copyright(C) The Japan Petroleum Institute 2021 All rights reserved.