

酸化アルミニウムナノ流体を用いた重質油の増進回収技術の検討

(九州大工) ^{いのうえ ひろき} 〇井上 紘希・^{ささき きゆうろう} Ronald Nguele・^{すがい ゆういち} 佐々木 久郎・菅井 裕一

1. 緒言

重質油の増進回収には水蒸気、ポリマー、ならびに二酸化炭素がよく用いられる。しかしながら、これらの方法は重質油層の空隙に原油が捕捉されたり、油中の重質成分の沈殿により浸透率が低下したりすることで生産効率の低下が発生する。したがって、本研究では現在用いられている重質油回収技術に対して適用できる増進回収(EOR)技術について検討することを目的とし、酸化アルミニウムナノ流体の適用可能性を調査した。

2. 実験

2.1 ナノ流体の調製、及び安定性の検討

安定な酸化アルミニウムナノ流体の調製のため、(A)～(C)の3種類のポリビニルアルコール(PVA)、(D)水、ならびに(E)エチレングリコールの計5種類のベース流体から酸化アルミニウムナノ粒子の分散に適したベース流体を選定した。ナノ流体の調製は、(a) CO₂ 封入下でマグネティックスターラーと超音波振動、(b)マグネティックスターラーと超音波振動、(c)超音波振動、ならびに(d)マグネティックスターラーの4種類の方法で行った。調製後のナノ流体を25°C、45°C、55°Cならびに、80°Cで2ヶ月間静置した。

2.2 界面張力測定

異なる濃度のナノ流体と日本産重質油(API 16.6)との界面張力を測定し、その結果からナノ流体調製に用いるベース流体濃度として臨界ミセル濃度を決定し、その濃度における酸化アルミニウムナノ粒子の安定性を調査することでナノ流体中のナノ粒子の体積割合を決定した。それらの濃度で調製した酸化アルミニウムナノ流体と、ナトリウムイオン溶液、カルシウムイオン溶液、ならびに硫酸イオン溶液との界面張力を測定した。

2.3 原油回収率評価

酸化アルミニウムナノ流体による重質油の回収率評価のため spontaneous imbibition 試験を行った。重質油を飽和させた砂岩コアを水、ならびに58.9 %酸化アルミニウムナノ流体の2種類の溶液中に静置し、1 日おきに砂岩コアからの石油の剥離量を測定した。同様の実験を水の代わりに740ppm カルシウムイオン溶液を用いて行った。

3. 実験結果および考察

3.1. ナノ流体の調製、及び安定性の検討

ベース流体として3種類のPVA または水を使

用した場合、酸化アルミニウムの沈殿が観察されたが、エチレングリコールを使用した場合、沈殿は観察されなかった(図 1)。したがって、酸化アルミニウムナノ流体調製のためのベース流体としてエチレングリコールを選択した。調製したナノ流体は、25°C、45°Cおよび、55°Cでは2ヶ月間以上安定であったが、80°Cでは1ヶ月後に沈殿し始めた。したがって、酸化アルミニウムナノ流体は高温環境下では安定状態を保ちにくい傾向があることが確認された。また、80°Cで2ヶ月静置後の状態を比較すると、(a)は(b)より安定な状態を保つことが観察されたため、CO₂ 封入によりナノ流体の安定性が高められたと考えられた(図 2)。

3.2 界面張力測定

界面張力測定により、ベース流体濃度は30.6 % (=臨界ミセル濃度)、ナノ粒子の体積割合は0.05 %と決定した。ナトリウムイオン濃度の増加に伴い酸化アルミニウムナノ流体と重質油間の界面張力は増加した。また、硫酸イオンにおいても同様の傾向が確認された。しかし、カルシウムイオン濃度が増加した場合に界面張力は減少したが、ナノ流体とカルシウムイオンが共存した場合、カルシウムイオン濃度が増加するにつれて界面張力は増加した。したがって、高濃度のカルシウムイオンが存在する貯留層に対しては酸化アルミニウムナノ流体の使用が適さないと考えられた。

3.3 原油回収率評価

spontaneous imbibition 試験において、油含浸砂岩コアを水中に静置した場合、重質油のコアからの剥離は観察されなかったが、酸化アルミニウムナノ流体中に静置した場合、試験開始2日後に剥離が確認され、最終的には約0.75 %の原油が回収された。また、重質油の剥離はカルシウムイオン溶液を用いた場合にも確認され、水を使用した場合に比べわずかに高い回収率を得た。

