

油中水滴型エマルジョンを用いた二酸化炭素固定化に対する ベース油成分の影響

日大生産工 (院) ○岩田 健吾 日大生産工 (院) 鈴木 圭
日大生産工 中川 一人 日大生産工 山崎 博司

1. 諸言

近年の地球温暖化の原因として二酸化炭素排出量の増加が挙げられる。地球温暖化抑制のため二酸化炭素削減の方法として海洋隔離やハイドレート化が考えられている。しかし海洋隔離では二酸化炭素を液体にするため低温高圧環境が必要である。またハイドレート化は海洋隔離の条件を緩和することは可能であるが、氷塊として生成されるため輸送性の低下、生成時にガス拡散を阻害させるため生成効率が低下する可能性がある。この問題を解消するためにエマルジョンを用いたスラリー状でのハイドレート生成が有効とされており、輸送性、生成効率の向上が期待できる⁽¹⁾。

本研究では輸送性の良好な二酸化炭素ハイドレートの生成を目的とし、油中水滴型エマルジョンを用いたハイドレート生成を行った。今回の実験では、飽和炭化水素をベース油として使用し、含水率及び油成分を変化させた場合における二酸化炭素吸収量の変化について実験、検討を行った。

2. 実験装置および方法

図1は実験装置の概略図である。反応容器は内容積500 ml、設計圧力10 MPaのSUS316製の密閉容器である。上部に2段4枚羽の攪拌子を取り付けた攪拌装置が取り付けられており、500 rpmに定回転制御されている。冷却装置はチラーユニットと恒温槽から構成されており、一定温度に制御されている。温度変動は±0.1 Kである。二酸化炭素供給にはピストン、およびシリンダを用いており、ガス供給の際、圧力減少を検出して補正することで反応容器内の圧力が一定に保たれる。測定装置では圧力、温度、ガス流量の測定を行っている。圧力測定では反応容器内およびシリンダ内の測定を行っている。温度測定にはK型熱電対を使用し、反応容器内の上部、中部、下部の3点および恒温槽内の冷却液の温度を測定している。流量測定ではガス供給装置のピストン変位より求めている。以上の測定値を2 sごとにデータロガーに記録される。実験試料は飽和炭化水素と超純水、界面活性剤

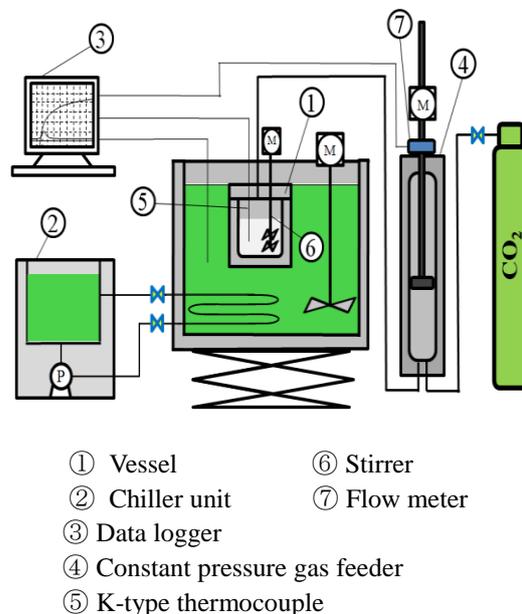


Fig.1 Schematics of Experimental apparatus.

で構成されている。ベース油である飽和炭化水素にはオクタン、デカン、ドデカンを用いており、界面活性剤には非イオン系のソルビタンモノオレエート（レオドール SP-O10 V、花王（株）、HLB=4.3）を用いた。上記の試料を所定の体積割合で混合し、ホモジナイザを用いて10000 rpm程度で2分間攪拌して調整することで、油中水滴型エマルジョンを作成した。界面活性剤の体積割合は0.05で一定とし、含水率は0.1および0.2とした。また、油成分の影響を見るためオクタンとデカン、オクタンとドデカンを混合させた含水率0.2のエマルジョン試料も用いた。

実験ではエマルジョン試料を反応容器内に密閉封入し、攪拌しながら温度一定の恒温槽内に浸漬、冷却しながら一定圧力で二酸化炭素を供給し、二酸化炭素の供給量がほぼゼロになるまで行った。なお、恒温槽温度は275 K、ガス供給圧力は3.0 MPaとした。

Effect of Base Oil Component in Carbon Dioxide Storage Using W/O Emulsion Medium

Kengo IWATA, Kei SUZUKI, Hiroshi YAMASAKI and Kazuto NAKAGAWA

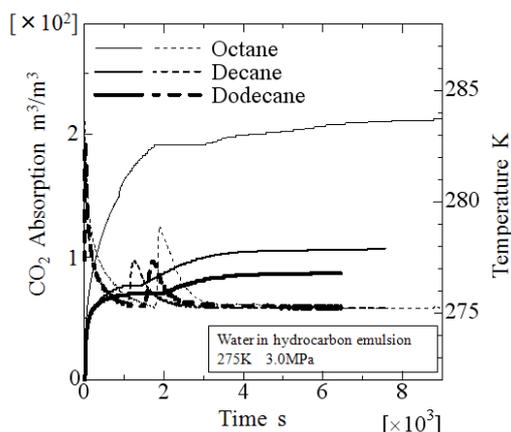


Fig.2 Time histories of CO₂ absorption in W/O emulsions

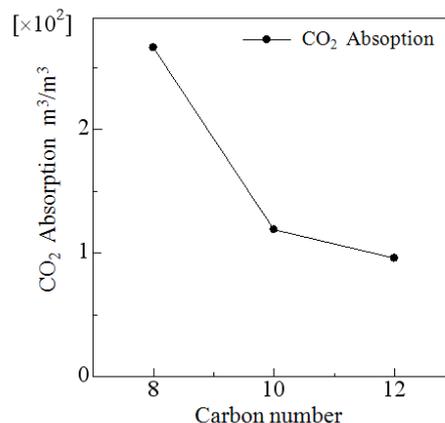


Fig.3 Relation between CO₂ absorption and carbon number of alkanes

3. 実験結果および考察

図2は含水率0.2のエマルジョンを用いたハイドレート生成の実験結果である。左縦軸は二酸化炭素吸収量、右縦軸はエマルジョン温度、横軸は経過時間を示している。なお、二酸化炭素吸収量は275 K、大気圧下で吸収される二酸化炭素体積であり、試料単位体積で規格化している。二酸化炭素吸収量は実験開始直後から急激に立ち上がり、その後傾きが徐々に低下している。エマルジョン温度は開始直後から急激に低下したのち恒温槽温度へ漸近した。この温度変化において温度上昇したのち、再び恒温槽温度へ漸近する変化が見られた。このときの温度上昇のピークが設定圧力3.0 MPaにおける二酸化炭素ハイドレートの生成温度である277 Kとほぼ一致したことから、温度上昇したのちにハイドレートが生成されたものと考えられる。また、温度上昇変化が確認されたのちに二酸化炭素の吸収量が上昇する変化が見られた。これは、エマルジョン中の水分を用いてハイドレートが生成されたことで、飽和炭化水素中に吸収された二酸化炭素が減少したため吸収量が上昇したと思われる。含水率0.1においても同様の変化を確認することができたが、吸収量変化については含水率0.2よりも少ない結果となった。

図3は二酸化炭素吸収量と炭素数の関係を示したグラフである。二酸化炭素吸収量は炭素数の上昇に対して減少していることから、飽和炭化水素を用いた場合、炭素数が二酸化炭素吸収量に影響を与えていると思われる。

図4は混合油を用いた含水率0.2のエマルジョンにおける実験結果の一例である。混合油を用いた場合では、単体油を用いたエマルジョンの二酸化炭素吸収量のほぼ半分の和であることがわかる。また過冷却後の二酸化炭素吸収量が単体油よりも大きく上昇していることがわかる。これは温度低下の途中で過冷却が起きたことにより、ベース油に吸収され

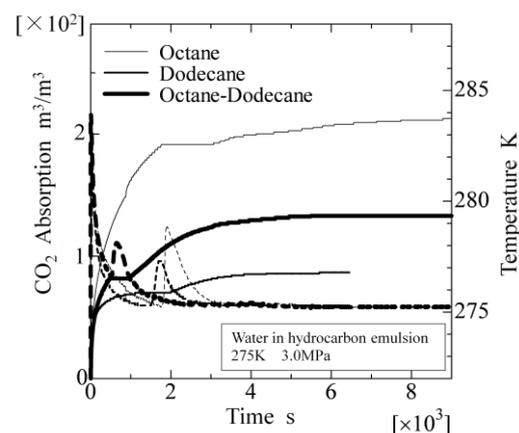


Fig.4 Effect of hydrocarbon mixture of CO₂ hydrate production

ながらハイドレート生成されたと思われる。

4. 結言

輸送性の良好なハイドレートスラリーを生成することを目的とし、油中水滴型エマルジョンを用いた二酸化炭素ハイドレート生成実験を行った結果、以下の結論を得た。

- (1) 飽和炭化水素をベース油とした油中水滴型エマルジョンを用いることで、二酸化炭素ハイドレートを生成することが可能であることを確認できた。
- (2) 飽和炭化水素中に早期に二酸化炭素が吸収され、過冷却を経たのちに二酸化炭素ハイドレートが生成された。
- (3) 炭素数の上昇に対して二酸化炭素吸収量は減少する。
- (4) ベース油を混合することで二酸化炭素吸収量を調節することが可能である。

5. 参考文献

- (1) 中川一人, 山崎博司, 星野和義, エマルジョンを利用したハイドレートスラリーの作成, 第18回日本エネルギー学会大会講演要旨集(2009), 420-421