

メタンハイドレート資源のCO₂ハイドレートの生成熱を用いた増進回収における地層へのCO₂注入原理の室内実験による検証

Experimental verification for a principle of CO₂ injection into sediments about enhanced recovery of methane hydrate

池川 洋二郎^{1*}, 宮川公雄¹, 鈴木浩一¹, 増田昌敬², 成田英夫³, 海老沼孝郎³

Yojiro Ikegawa^{1*}, Kimio Miyakawa¹, Suzuki Kouichi¹, Yoshihiro Masuda², Hideo Narita³, Takao Ebinuma³

¹電力中央研究所, ²東京大学, ³産業技術総合研究所

¹Central Research Institute of Electric P, ²Tokyo University, ³Advanced industrial science and technolo

次世代の天然ガス資源として注目されるメタンハイドレート資源の商用化が期待される。米国では石油の産出量を増やすためにCO₂が商用的に使われ、CO₂の大気放出の抑制効果がある。地層温度を10°Cに上げるエネルギーとしてCO₂が機能することを示し、このCO₂ハイドレートの生成熱を利用したメタンハイドレートの産出量を増やす方法をこれまでに提案している。さらに、複数年連続的に地層にCO₂が注入できることを示し、CO₂ハイドレートの生成熱を利用したメタンハイドレートの産出量を増やす方法の実用性を示すことが望まれている。

地層にCO₂を注入すると、水とCO₂から固体のCO₂ハイドレートが生成して地層の孔隙を閉塞し、CO₂は注入できなくなると考えられている。これに対し、固体であるCO₂ハイドレートが安定に存在する温度・圧力の境界は、4.5MPa以上のとき約10°Cで、CO₂ハイドレートの生成と、水とCO₂への分解がバランスする相平衡の状態である。この相平衡の状態ではCO₂ハイドレートの生成・分解による発熱・吸熱で、地層の温度は10°Cに自然に維持される。そこで、豊浦砂を指標とし、CO₂ハイドレートが生成した平衡状態の砂の中にCO₂を浸透させた時、CO₂ハイドレートの生成で孔隙が閉塞することなく浸透することを室内実験データに基づいて確認した。以上、CO₂ハイドレートの平衡状態において、CO₂が地層中に長期間・連続的に注入できることを示した。

また、CO₂ハイドレートの生成には、4.5MPa以上の場合、10°C以下の条件と、CO₂と水の両方が必要である。このため地層中でのCO₂と水の比率を制御するとともに、地層中に均質にCO₂を分散させるため、CO₂/水エマルジョンを注入する方法をこれまでに提案している。ここでのCO₂/水エマルジョンは耐圧容器内のCO₂ガス中で液体CO₂を噴霧し、下面の水と攪拌することで生成させている。しかし、この方法を坑井内で利用することや流量を制御することに課題があった。そこで、孔径10 μm程の多孔質材料を用いたCO₂/水エマルジョンを生成させる方法を室内実験で検証した。結果、CO₂の体積百分率が20%~60%において、時間当りの生成量を変えても、CO₂/水エマルジョンが安定して連続的に生成できることを確認した。また、高速カメラによる撮影結果から流動するCO₂/水エマルジョン中のCO₂液滴は微細な状態が維持されていることを確認した。以上の多孔質材料を用いたCO₂/水エマルジョンの新しい生成法を検証することで、坑井内でのCO₂/水エマルジョンの生成方法の適用可能性がより高くなったと考える。

本報告は、メタンハイドレート資源開発研究コンソーシアム(MH21)の生産手法開発グループの研究の一部として行った結果を利用させて頂いた。

Keywords: methane hydrate, CO₂ hydrate, exothermic heat, enhanced recovery, continuous injection, experiment