

CO₂ハイドレートの生成熱を用いたメタンハイドレート採掘 - 室内実験によるCO₂の性能の検討 -

Exploitation of methane hydrate using exothermic heat of CO₂ hydrate formation -CO₂ performance by experiments-

池川 洋二郎 [1]

Yojiro Ikegawa[1]

[1] 電力中央研究所

[1] Central Research Institute of Electric Power Industry

海洋堆積層や永久凍土層に存在するメタンハイドレート (MH) は、新たな天然ガス資源として期待されている。しかし、MH は固体で流動性がないため、加温や減圧などにより MH をメタンガスと水に分解して採掘する必要がある。この MH の加温に二酸化炭素 (CO₂) が利用できれば、エネルギー資源の確保と地球環境問題への対応を経済的に解決できる可能性がある。そこで、CO₂ ハイドレートの生成が発熱反応であることに着目し、海洋堆積層の加温材としての CO₂ の性能を室内実験と解析で検討した。この検討では東部南海トラフの MH の採掘対象とされるタービダイト砂層の指標として室内実験に利用されてる豊浦砂を用いた。

まず、豊浦砂に液体 CO₂ を均質に分散させるため CO₂/水エマルジョンを用いる方法を検討した。一方、豊浦砂の粒径が 100-600 μ m であるのに対して、従来の CO₂/水エマルジョン中の CO₂ 液滴の直径は 200-300 μ m で十分に小さいとは言えない。そこで、新たに提案した高圧ガス雰囲気で液体 CO₂ を噴霧する方法を室内実験で検証した。この方法で作製した CO₂/水エマルジョンの顕微鏡観察の結果、CO₂ 液滴の直径は 10-100 μ m で、従来の CO₂ 液滴および豊浦砂の直径より小さいことを確認した。これより提案した CO₂/水エマルジョン作製方法が有効であることを示した。

次に、この CO₂/水エマルジョンを用いて CO₂ ハイドレートを生成した場合の加温性能を検討するため、室内実験でデータを取得した。耐圧容器に豊浦砂を密詰めにして水で飽和した後、CO₂/水エマルジョンを注入し、加圧・冷却することで CO₂ ハイドレートを生成させた。この時、耐圧容器内に挿し込んだ 6 箇所の熱電対で計測した時間 - 温度関係より、次の知見を得た。1) CO₂ ハイドレートの生成で、6 箇所の温度が同時に上昇したことから、CO₂/水エマルジョンが豊浦砂の間隙に均質に分散していると考えられる。2) この実験の温度変化は 2 次元軸対称の非定常熱拡散問題として扱うことができる。

さらに、実験データを用いた非定常熱拡散解析の結果、CO₂ ハイドレートの生成熱により、CO₂/水エマルジョンで飽和した豊浦砂が約 9 上昇すると評価された。この温度上昇は、CO₂ ハイドレートの理論的組成となる質量の水と CO₂ が、砂の間隙に存在すると仮定した場合に計算される温度変化にほぼ一致する。

以上より、提案する CO₂/水エマルジョンを用いることで、CO₂ に海洋堆積層の加温材としての性能があることを示した。