JFE 技報 No. 3
（2004年 3 月）p. 55

天然ガスハイドレート高速製造技術

Highly Efficient Natural Gas Hydrate Production Technology

1. はじめに

天然ガスハイドレート（NGH）は，水分子が構成する籠型構造の中に天然ガス分子が包蔵された物質で，1 m^3 中に約 170 Nm^3 の天然ガスを蓄えることが可能である。NGH の優れたガス包蔵性，および大気圧において -10 から -20℃（液化天然ガス（LNG）では -162℃）と常温に近い温度での輸送・貯蔵が可能であるという特長に着目し，人工的にハイドレートを製造して低コスト天然ガスの輸送・貯蔵に利用するシステムが提案され，LNG の状態で天然ガスを長距離輸送・貯蔵する手段を補完する技術として注目を集めている。

NGH による天然ガスの輸送・貯蔵システムが工業規模で実現可能となるためには，連続運転とスケールアップが可能な高効率ハイドレート製造方法の開発が大きな課題となっている。

2. 微細気泡による高速ハイドレート製造

ガスハイドレートを製造する一般的な方法として，冷却された反応容器内で，(1) 気液界面を羽根などにより攪拌する方法（攪拌法），(2) 微細な水滴を噴霧する方法（水噴霧法），(3) 微細な気泡を吹き込む方法（バブリング法）などが挙げられる。いずれの方法においても，冷却された大型の高圧容器が必要であり，工業利用に向けた連続運転および大規模化に適した生成方法とは言いにくい。

ここで，気液接触によるガスハイドレートの生成を考える場合，固有の反応速度以外に生成速度を律速する因子は，水中へのガス拡散と生成熱除去である。そこで，これらを改善して生成効率を上げるために，微細な気泡を水中に分散させ，冷却された管路（熱交換器）中を流してガスハイドレートを生成する方法（以下，微細気泡流法）を考案した。概略フローを **Fig. 1** に示す。

従来の方法と比較するために，攪拌法，水噴霧法および微細気泡流法によるハイドレート生成速度について，模擬ガスとしてプロパンを用いた実験を行った。その結果，微細気泡流法による生成速度は，攪拌法の約 5 倍，水噴霧法の約 60 倍と，従来法に比べて，非常に高速であることが明らかとなった。また，原料ガスは反応管路出口でほぼ全量のハイドレート化が可能であることも明らかとなった。

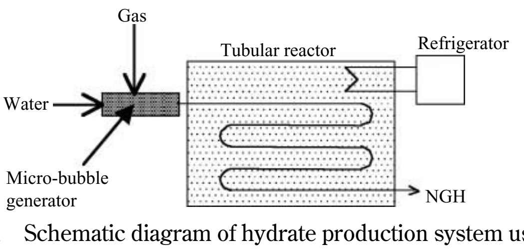

Fig. 1　Schematic diagram of hydrate production system using micro-bubbles

Photo 1　Bench-scale tubular reactor

3. メタンガスによるベンチスケール実験

前述の優れた特性により，設備的には以下のことが可能となる。

(1) ハイドレート生成速度が上がり，製造量が飛躍的に向上

(2) ハイドレート生成が管内で行われるため，従来方式で必要な冷却装置付高圧圧力容器が不要

(3) (1)，(2) の結果，装置の簡略化・コンパクト化とそれにともなう設備費の一層の削減が可能

これらの特徴を有する当社の NGH 製造技術に関する研究テーマは石油公団の提案公募研究（2002 年 11 月–2003 年 12 月）に採択され，天然ガスの主成分であるメタンを用いて，実用化に向けたベンチスケール実験を実施した（**Photo 1**）。本設備におけるハイドレート製造実験から微細気泡流法により高効率にハイドレートを製造できることを確認した。

4. おわりに

微細気泡流法を用いることにより，NGH を用いた天然ガス輸送・貯蔵システムが一層低コスト化されることが期待される。今後，実用化を目指した要素技術の開発を行う予定である。

＜問い合わせ先＞
JFE エンジニアリング　エンジニアリング研究所　エネルギー研究部
TEL：044–322–6238