FR4-01

天然ガス輸送システムに係るハイドレート連続生成装置の開発

Development of Continuous Hydrate Production System for Natural Gas Transportation System

○長安 弘貢 (三菱重工) 木村 隆宏 (三菱重工)
伊原 賢 (JOGMEC) 奥井 智治 (JOGMEC) 坂東 克彦 (JOGMEC)

Hiromitsu NAGAYASU, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. 2-1-1 Shinham Arai-cho Takasago-shi, Hyogo Japan
Takahiro KIMURA, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. 1-1 Wadamisaki-cho 1-Chome Hyogo-ku Kobe-shi, Hyogo Japan
Masaru IHARA, Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, 2-2 Hamada 1-Chome Mihama-ku Chiba-shi Chiba Japan
Toshiharu OKUI, Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, 2-2 Hamada 1-Chome Mihama-ku Chiba-shi Chiba Japan
Katsuhiko BANDO, Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, 2-2 Hamada 1-Chome Mihama-ku Chiba-shi Chiba Japan

This paper describes a natural gas transportation system with gas hydrate. This system is called NGH(Natural Gas Hydrate) Chain. MHI/JOGMEC are investigating various technologies, such as optimization of formation and dehydration of NGH slurries.

In this study, we are showing experimental results of continuous Hydrate production system by spray method and screw press dewatering method. The main results of examination are as follows.

- 1) We made a Continuous production system by simulated Gas Hydrates and continuous formation and dewatering system by Methane Gas Hydrates.
- 2) Screw press method is able to be applied to Continuous dewatering of NGH slurry at High pressure condition.

Key Words: Hydrate, Clathrate, Natural Gas, Natural Gas Hydrate, (NGH), LNG

1. 緒言

天然ガスはCO₂ガス排出量が小さく環境への負荷が少ないクリーンなエネルギー源であることから、近年特に注目され、将来のエネルギー需要見通しでは、その比重は益々高まると予想されている。現状の天然ガス輸送・貯蔵手段は、陸上輸送に適したパイプライン、海上輸送に適しているが、初期投資額が大きく、大規模ガス田にのみ適用されているLNG(液化天然ガス)が主流であり、未開発の中小ガス田に適用できる低コストの天然ガス輸送・貯蔵の技術開発が必要となっている。また、石油の生産に付随して産出される天然ガスの一部が未利用のまま焼却されているなど資源の有効活用及び環境保全の観点から、ガスの有効利用技術の開発促進が課題となっている。この課題解決方法の一案として、ガスハイドレートの形態で天然ガスを輸送・貯蔵するシステムが注目されている。⁽¹⁾

ガスハイドレートは水分子の結晶の中に天然ガスが取込まれた構造を持ち、メタンであればハイドレート1m³あたり約170Nm³を包蔵することができ、また、LNGよりマイルドな-20℃程度で安定保持できるとの報告がなされている。⁽²⁾

Fig.1 NGH Chain Concept

なお、以下、天然ガスのハイドレートをNGH(Natural Gas Hydrate)とする。

NGH Chainの概念図をFig.1に示す。NGH Chainは大きく、天然ガスと水からNGHを生成する「生成プラント」、NGHを

輸送する「輸送船」、NGHを分解したガスを取り出す「再ガス化プラント」から構成される。

開発計画の長期計画はFig.2に示す値であり、ベンチスケール試験、パイロットプラント試験を経て、商業プラントに到る計画である。

本報告では、NGH chainの生成プラントの技術開発に関し、模擬ガス及びメタンガスによるベンチ試験装置での連続生成プロセス及び高圧装置の開発状況について述べる。

Fig.2 Production Plant R&D Plan

2. 連続生成プロセスの開発状況

2.1 プロセス工程

プラントのブロックフローをFig.3に示す。生成は大きく次の4工程により行われる。

Fig.3 Production Plant Block Flow

- (1) 高圧下、天然ガスと水を接触させて、NGH+水スラリーを生成する生成工程
- (2) 高圧下、NGH+水スラリーを脱水する脱水工程
- (3) 高圧下、NGHを分解しない温度まで冷却する冷却工程
- (4) 冷却後のNGHを大気圧まで減圧する減圧工程

生成工程には、構成がシンプルでスケールアップが容易であること、循環水の冷却によりハイドレートの生成に伴う発熱を除去できることから、「スプレー式」を採用した。⁽³⁾

脱水工程には、連続処理が可能であること、高圧化が可能であることから「スクリュース式」を採用した。⁽⁴⁾

冷却工程には、連続処理が可能であること、高圧化が可能であることから、「横型攪拌式」を採用した。

2.2 模擬ガスによる連続生成試験

低圧でハイドレートが生成する模擬ガスによるベンチ試験装置の写真をFig.4に示す。生成・脱水・冷却・減圧の各工程の機能を確認し、一連の連続生成運転が可能であることを確認した。

Formation Unit

Dewatering and Cooling Unit

Fig.4 Photos of Simulated Gas Bench Scale Test Facilities

回収ハイドレートは、 $-10^{\circ}\text{C} \sim -15^{\circ}\text{C}$ であり、含水率は $18 \sim 23\text{wt}\%$ であった。(Fig.5)

この様に一連の生成プラントシステムにより連続生成運転が可能であることを確認した。

Fig.5 Recovered Hydrate

2.3 メタンガスによる連続生成試験

模擬ガス試験結果に基づき、高圧を必要とするメタンガス用の生成・脱水装置の製作を行った。

高圧用スクリュース式脱水装置の概念図をFig.6に示す。脱水装置は压力容器内に設置し、容器内と均圧されたシールタンクを含む駆動部とハイドレートスラリー中の固形分を回収するためのろ過部、スクリュースで搬送・圧縮する脱水部から構成されている。

Fig.6 Screw Press Type Dewatering Unit

メタンガスによる生成・脱水ベンチ試験装置の写真をFig.7に示す。

生成・脱水工程のシステムから連続的にハイドレートが回収できることを確認した。

今後高圧用の冷却・減圧装置を追加し、メタンガス用連続生成システムを確立すると共に、大型設備設計データを取得し、経済性検討を進める予定である。

Formation Unit

Dewatering Unit

Fig.7 Photos of Methane Gas Bench Scale Test Facilities

3. 結言

ガスハイドレートの形態で天然ガスを輸送・貯蔵するNGH chainに関し、模擬ガス及びメタンガスでのベンチプラント試験を行い、連続生成システムの成立性を確認した。

今後、設計データを取得を行うと共に経済性についての見極めを進めていく予定である。

謝 辞

本研究は、平成13年度から平成15年度石油天然ガス・金属鉱物資源機構による天然ガス有効利用に関する提案公募研究として行われた。記して謝意を表します。

参考文献

- (1) Gudmundsson J.S., Borrehaug A. (1996): Frozen Hydrate for Transport of Natural Gas, 2nd Int. Conf. NGH, Toulouse, France, Nov.29, P415.
- (2) Gudmundsson J.S., Parlaktuna M., and Khokhar A.A. (1994): Storing Natural Gas as Frozen Hydrate, SPE Production and Facilities, P69.
- (3) Kazuaki M., Toshiharu O., et al (2002): A Challenge to High-rate Industrial Production of Methane Hydrate, Proceeding of 4th Int. Conf. NGH, Yokohama, Japan, P1031.
- (4) Takahiro K., Shojiro I., et al (2002): Dehydration Method of Gas Hydrate Slurry, Proceeding of 4th Int. Conf. NGH, Yokohama Japan, P1003.