

## 技術紹介

## メタン・窒素分離 PSA 技術

## PSA Technology for the Separation of Methane and Nitrogen

富岡 孝文\*      足立 貴義\*\*      重岡 敦子\*\*\*      渡辺 卓\*  
TOMIOKA Takafumi    ADACHI Takayoshi    SHIGEOKA Atsuko    WATANABE Taku

## 1. はじめに

LNG 製造プラントや LNG 受入基地, LNG 輸送船では, 液化プロセスの制御や貯槽への入熱により, Boil off Gas (以下, BOG) が発生する。BOG はメタンと窒素の混合ガスであり, 低沸点成分である窒素が多く含まれる。

近年, 洋上 LNG 施設の開発や輸送技術の進展により, これまで進まなかった中小規模天然ガス田の開発が, 推進される可能性が高まっている<sup>1)</sup>。これらのガス田における LNG 製造では, LNG 中の窒素濃度が高くなる場合があるため, 窒素除去設備の導入が検討されている。そして, この窒素除去の際に発生する BOG をメタンと窒素に分離して有効利用する技術も検討されている。

本稿では, LNG 製造プラントで発生する BOG から, 燃料用の濃縮メタンを高回収率で分離し, かつ高純度の窒素 (保安用等) が得られる PSA (Pressure Swing Adsorption) 分離技術を開発したので報告する。

## 2. 吸着剤の開発と PSA プロセス

BOG の分離では, 有価物であるメタンを高回収率で分離することが重要である。また本開発では, 高純度の窒素利用も想定している。このため, メタンを吸着して回収する PSA プロセスを採用した。

本プロセスを用いて窒素を高純度に分離することで, メタンをほとんど排出することなく回収することが可能となるが, メタンの高純度化には, メタン吸着量及び, メタンと窒素の分離比が大きな吸着剤が必要となる。そこで, 活性炭を賦活 (改質) して細孔径を調整し, メタンと窒素の分離性能が向上する条件を探索した。

賦活した活性炭 A~D の吸着剤体積あたりのメタン吸着量とメタン/窒素吸着量比を, 改質前の活性炭の値

を 1 とした比率で表 1 に示す。メタン吸着量は活性炭 B で, メタン/窒素吸着量比は活性炭 C で最高値であった。また, スクリーニング試験として, 各条件で改質した活性炭における PSA 分離性能 (窒素回収率と窒素純度の関係) を, ラボスケール PSA 装置で評価した。評価結果を図 1 に示す。

原料ガス組成は, BOG 組成の一例であるメタン 55 % (volume), 窒素 45 % (volume) を条件とした。分離ガスは, 窒素純度 99 % (volume) 以上, 窒素回収率 70 % 以上を指標とした。

PSA 分離性能は, 活性炭 B・C・D で, 分離窒素純度 99 % (volume) 以上, 窒素回収率 70 % 以上となり, メタン吸着量とメタン/窒素分離比の高い活性炭 B で最も高い分離性能を示すことがわかった。

表 1 各活性炭のメタン吸着量とメタン/窒素吸着量比

活性炭	A	B	C	D
メタン吸着量	1.06	1.12	1.08	0.79
メタン/窒素吸着量比	1.04	1.10	1.13	1.11

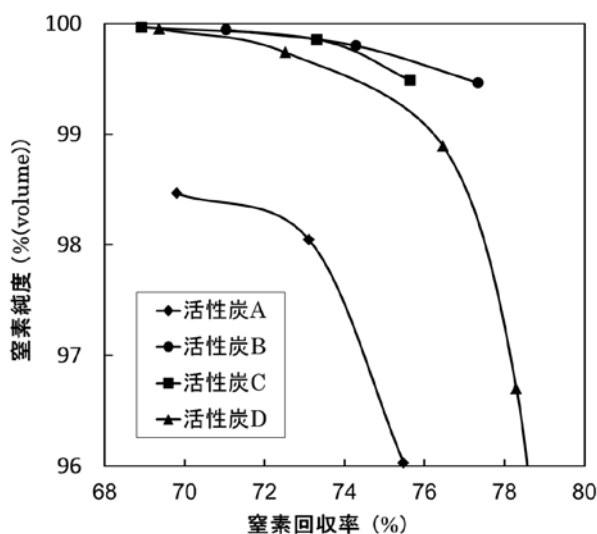


図 1 各活性炭の PSA 分離性能

\* 開発・エンジニアリング 本部山梨研究所プロセス技術部回収技術課

\*\* 開発・エンジニアリング 本部山梨研究所プロセス技術部

\*\*\* 開発・エンジニアリング 本部山梨研究所プロセス技術部吸着技術課

本結果より、活性炭 B をメタン・窒素分離用吸着剤として採用した。

### 3. ベンチスケール PSA 装置による分離試験

ラボスケール PSA 試験により選定した活性炭 B を用いて、ベンチスケールの PSA 分離性能を測定・評価し、大型装置の設計に必要なデータを採取した。

本ベンチスケール試験は、昭和環境システム株式会社と共同で、図 2 の PSA 装置を製作して実施した。

PSA 装置の概略フローを図 3 に示す。分離プロセスは、3 塔式の真空再生式 PSA を採用した。流量は回転機のインバータ制御で、また吸着・脱離圧力は圧力調整弁で調整し、最適な PSA 条件の評価が可能な仕様である。



図 2 ベンチスケール PSA 装置

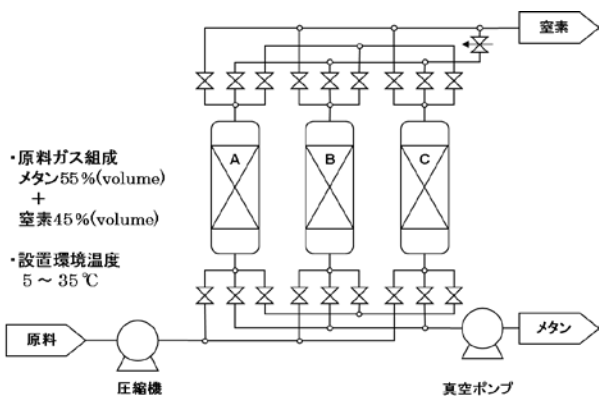


図 3 PSA 装置の概略フロー

分離性能評価は、活性炭 B (以下、開発剤) と市販剤を用いて実施した。原料ガス組成は、ラボスケール PSA 試験と同様に、メタン 55 %(volume)、窒素 45 %(volume)とした。

本装置によるメタン・窒素の分離性能を図 4 に示す。開発剤の適用と PSA 分離条件の最適化により、市販剤と比較して、分離窒素純度 99 %(volume)での窒素回収率は、55 %から 80 %に 25 ポイント向上した。また開発剤では、分離窒素純度 99 %(volume)における窒素取出量も、市販剤に対して約 1.7 倍に向上した。これにより、PSA 装置の吸着剤充填量は市販剤の約 6 割に低減可能となった。

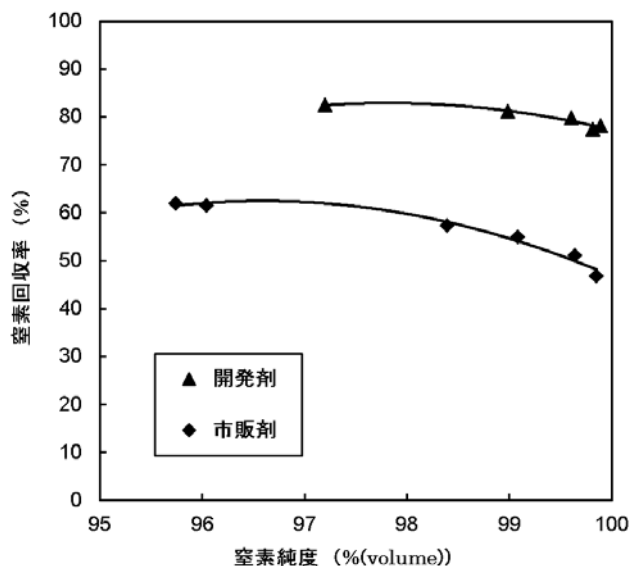


図 4 ベンチ試験装置のメタン・窒素分離性能

本結果より、ベンチスケール PSA 装置で窒素濃度 99 %(volume)以上、窒素回収率 70 %以上を達成でき、LNG 製造プラントで発生する BOG のメタン・窒素分離 PSA 装置の基本設計が可能となった。

### 4. まとめ

メタン・窒素分離技術として、燃料用の濃縮メタン (メタン回収率 99 %) と保安用の高純度窒素を同時に分離できる PSA 技術を開発した。少ない吸着剤充填量で、かつ低価格の開発剤により、PSA 装置は市販剤を使用した場合より低コストでコンパクトとなった。

今後は、LNG 貯槽で発生する BOG のメタン精製 (窒素を吸着して除去するプロセス) や天然ガスの精製などにおいても、技術開発を展開する。

### 参考文献

1)安藤純一郎. “天然ガスの新潮流”.天然ガスのすべて.社団法人日本エネルギー学会天然ガス部会.初版.コロナ社, 2008,p54-58.