

高圧再生型 CO₂ 回収(HiPACT)の実証試験結果

Results of High Pressure Acid-gas Capture Technology (HiPACT) Demonstration Test

田中浩二*1、藤村靖*2

Koji Tanaka*1, Yasushi Fujimura*2

*1 技術開発本部技術推進部、*2 技術開発本部技術開発部

*1 Technology Promotion Department, Research & Development Division, *2 Technology Development Department, Research & Development Division

要旨

天然ガスパラントにおける CO₂ 排出量削減要求の高まりを受け、BASF 社と共同で開発を始めた HiPACT は、このたび INPEX 越路原プラントの商業機を用いて実ガス実証試験を行った。これまでの実験で確認していた高吸収性能、低再生熱量を実証することができ、試験は成功裏に終了した。本実証試験をもって商業化は可能となり、今後鋭意販売していく。

Abstract:

Concurrently with the growth of interest in reducing CO₂ emissions from natural gas plants in recent years, JGC and BASF started development of HiPACT. A demonstration test at INPEX's commercial Koshijihara Plant has been successfully completed in which HiPACT demonstrated high CO₂ absorption capacity and low regeneration energy as expected. Following this completion of the demonstration test, HiPACT is now ready for commercial applications.

1. はじめに

2010年8月から9月にかけて HiPACT (High Pressure Acid-gas Capture Technology) の実証試験を国際石油開発帝石株式会社(INPEX)越路原プラントにて行い、成功裏に終了した。本稿では、開発の背景・経緯とともに、実証試験結果を記述する。

2. HiPACT 開発の背景・経緯

2. 1 背景

ガス田から掘り出した天然ガスには多くの場合 CO₂ が含まれており、パイプラインガスや LNG を製造するためにこの CO₂ は取り除かれている。CO₂ 除去プロセスには CO₂ の吸収剤が用いられ、回収された CO₂ は通常大気中に放出されている。

近年の地球温暖化防止に対する関心の高まりを受け、この天然ガスパラントから

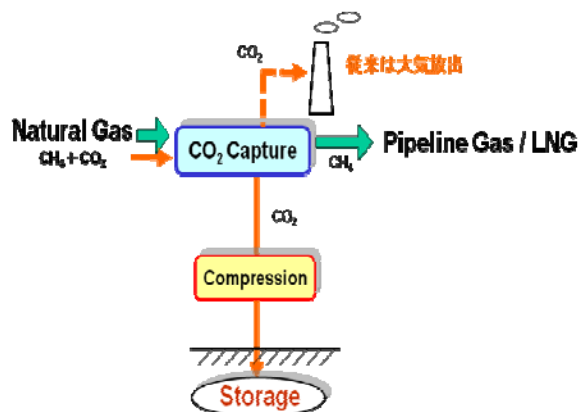


図1 天然ガスパラントにおける CCS

回収された CO₂を地中貯留 (CCS) する動きが活発化している (図 1)。実際、ノルウェー、アルジェリアなどでは、商業 CCS も稼働しており、CCS なしには天然ガス開発を認めない国も出現してきた。当社は、CCS 付き天然ガスプラントをアルジェリア In-Salah プロジェクト (世界で 2 例目) にて既に経験している他、オーストラリア Gorgon プロジェクトでも CCS 付き天然ガスプラントを建設中である。

CO₂ 除去プロセスにて回収した CO₂は、コンプレッサーを用い 100~200 bar もの超臨界圧まで圧縮する必要がある。従って、CCS 実施事業者にとって、この膨大な圧縮エネルギーを含めた追加コストを (誰が) どのように負担するか の仕組み作りが、CCS 普及のための課題となっている。

2. 2 HiPACT のコンセプト

HiPACT 溶剤の特徴は、従来溶剤に比べ①高温耐久性、②高吸収性能を有することである。HiPACT では CO₂ 放散塔 (CO₂ Stripper) の圧力を上げて運転することで、後段圧縮設備における圧縮比を低減させ、圧縮コスト (エネルギーコスト、装置コストとも) を削減する。CO₂ 放散塔は塔底が沸点条件となるため、圧力を上げれば温度も上昇する。通常の溶剤では劣化してしまう高温域で運転を可能とするために、①高温耐久性が必要である。

一方、CO₂ 回収装置は、CO₂ の吸収に必要な溶剤の循環流量が多いほど装置が大きくなり、同時にエネルギー消費も多くなるため、循環流量を少なくすることが、CO₂ 回収コスト低減に有効である。HiPACT は②高吸収性能を有しており、従来よりも少ない溶剂量で多くの CO₂ を吸収することができるため、CO₂ 回収コスト (エネルギーコスト、装置コストとも) を削減することができる。図 2 に HiPACT コンセプトをまとめた。

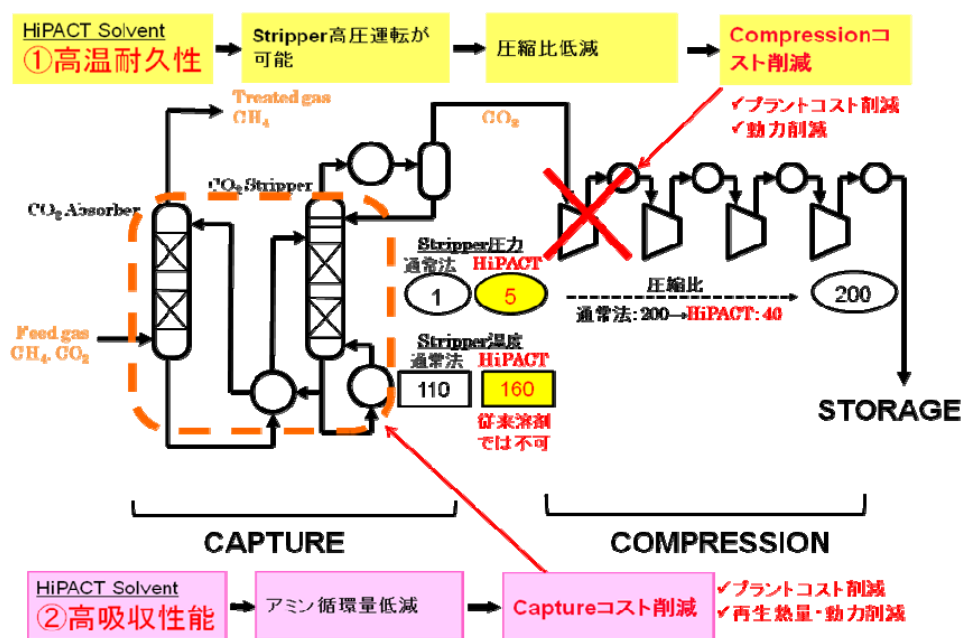


図 2 HiPACT のコンセプト

HiPACT を用いることによって、CCS による追加コスト負担の低減化に貢献できる。CCS を実施するにあたり CO₂ 圧縮コストを全てなくすることはできないにしても、その前段にある CO₂ 除去 (回収) 部分のコストを含めて削減することで、全体として負担低減を実現する (図 3)。

一方、HiPACT のコンセプトは、IGCC (Integrated Gasification and Combined Cycle) と CCS の組み合わせにも効果を発揮する。IGCC は石炭などの CO₂ 負荷の高い燃料から高効率に電気を生み出す技術である。CCS を行う場合、高い CO₂ 分圧の合成ガスから CO₂ を分離回収できるため、従来型石炭ボイラー発電に比べ、効率が良いとされている。HiPACT を用いれば、さらに効率的に CO₂ を分離・回収できるため、IGCC-CCS の経済性を向上させることが期待される (図 4)。

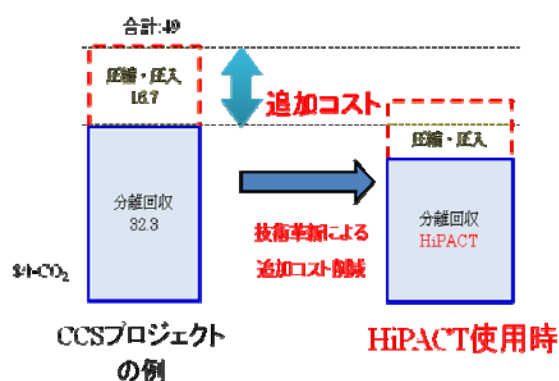


図 3 HiPACT による CCS コスト削減

IGCC(ガス化複合発電)

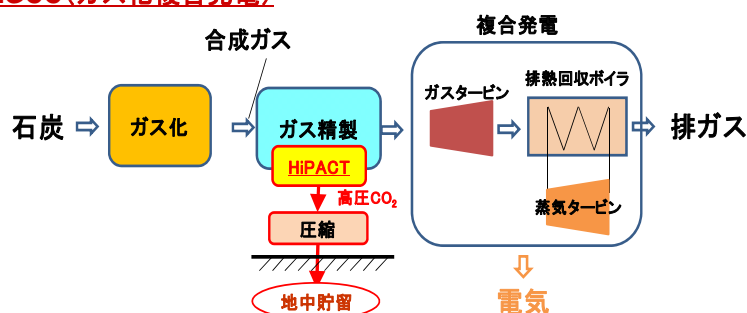


図 4 IGCC-CCS への HiPACT 適用

2. 3 BASF との協業

本開発はドイツの BASF 社と共同で行っている。BASF 社は世界有数の化学会社であり、既存 CO₂ 回収プロセス (aMDEA) ライセンサーとしても世界トップシェアを誇っている。世界有数の天然ガスプラント建設実績を有する当社の経験と BASF 社のライセンサーとしての知見を組み合わせることで、効率的な開発を行うことができた。

2. 4 開発経緯

本開発は 4 フェーズに分けて行った。フェーズ 1 では溶剤スクリーニングにより、HiPACT の候補溶剤を見出した。フェーズ 2 では、当社技術研究所 (茨城県大洗町) に設置したパイロット装置 (図 5) を使い、溶剤性能 (高温耐久性、高吸収性能) が優れていることを、模擬ガスを用いて明らかにした。今回の実証試験はフェーズ 3 の実ガスを用いた試験に相当する。



図 5 HiPACT パイロット装置

3. 実証試験

3. 1 実証場所

国際石油開発帝石株式会社 (INPEX) 殿越路原プラント (新潟県長岡市) において、実際に天然ガスを生産している商業プラントの CO₂ 回収溶剂を入れ替えて実証試験を行った (図6)。既存の CO₂ 回収プロセスは BASF 社ライセンスの aMDEA であり、長年の安定運転を達成している。今回の HiPACT 実証運転においても、その知見が大いに生かされた。



図6 INPEX 殿越路原プラント

3. 2 目的・内容

HiPACT 溶剂の特徴のうち、②高吸収性能の実証を主たる目的とした。①高温耐久性については、スケールアップファクター (リスク) がないことからパイロットプラントの結果で十分であり、実証試験の目的からは除外した。なお、フェーズ2のパイロット試験において、溶剂中の CO₂ 濃度および天然ガス中に含有の微量成分濃度、運転温度・圧力、滞留時間をパラメータとした劣化速度式を完成させており、実ガスを用いた場合の耐久性能については既に予測可能である。

2010年8月の1か月間をかけて、種々の運転パラメータ (溶剂温度、リボイラー熱量、CO₂ 放散圧力等) を変化させデータを取得した。その他、発泡性などの点でも既存溶剂 (aMDEA) に比べ運転性に問題ないことを確認した。なお、HiPACT 実証試験中も天然ガスは製品として出荷された。

3. 3 結果

HiPACT 実証試験では、目的の吸収性能、再生熱量を実証することができた。また、今後商業化にあたり、有益な知見を得ることができた。

(1) 吸収性能

HiPACT 溶剂では aMDEA に比べ循環溶剂流量を 21%低減させたが、天然ガス中の CO₂ は問題なく吸収できた。これにより、従来溶剂よりも CO₂ 吸収能力 (吸収容量) が高いことが実証された。

(2) 再生熱量

本来 Reboiler 再生熱量を下げると、溶剂の再生度低下に伴い吸収塔における CO₂ 除去性能が低下する傾向にある。HiPACT 運転において再生熱量を下げたところ、徐々に精製ガス中の CO₂ 濃度が上がっていったが、aMDEA に比べ 20%少ない熱量の時にも

製品の CO₂ 濃度規格を満たす結果が得られた。これにより、aMDEA に比べ再生熱量を低下できることが実証された。この再生熱量は CO₂ 回収コストの大きな割合を占めており、HiPACT は従来溶剤に比べ CO₂ 回収コストを低減できることを示している。

4. 今後の流れ

2005 年から開始した HiPACT の開発も、商業化に必要な主要な試験項目は終了し、商業化が可能となった。まずは早期に適用実績を作り、その後着実に実績を積み上げていく所存である。