

CO₂ 回収型高効率 IGCC システムの開発

1. はじめに

次世代の石炭火力発電技術として、石炭ガス化複合発電 (IGCC) 等の高効率な石炭火力発電プラントに、CO₂ の分離回収・貯留 (CCS) を組み合わせた発電システムの導入が検討されている。しかし、既存の CO₂ 回収型火力発電システムでは、大幅な効率低下を避けることができない。本稿では、高いプラント効率と CO₂ 回収の両方を実現する新たな IGCC システムについて概説するとともに、実用化に向けた基盤技術の開発状況について報告する。

2. CO₂ 回収型高効率 IGCC システム概略

従来検討されている CO₂ 回収型火力発電システムは、燃焼後回収システム (Post Combustion)、酸素燃焼システム (Oxy-fuel Combustion)、燃焼前回収システム (Pre Combustion) の 3 種に大別される。これらの CO₂ 回収システムを採用することにより、石炭火力発電所からの CO₂ 排出量を大幅に低減させることが可能となるが、その一方で、発電効率の低下と発電コストの増加が避けられない⁽¹⁾。そこで、高効率と CO₂ 回収を両立したうえで、プラント構成の簡素化によるコスト削減も期待できる新しい CO₂ 回収型火力発電システムが提案されている⁽²⁾。

本システムは、循環させる CO₂ を効果的に利用する O₂/CO₂ 吹き石炭ガス化炉と、クローズドガスタービンを組み合わせたものである (図 1)。ガスタービンの燃焼排ガスの主成分は CO₂ と水蒸気であり、水蒸気を除いて直接圧縮して液化することにより CO₂ を回収することが可能であるため、所要動力の大きな CO₂ 分離回収装置が不要になる。それに加えて、炉内の高 CO₂ 濃度雰囲気による石炭のガス化反応の促進、乾式ガス精製システムの採用、CO₂ の高いモル比熱による複合発電システム上のメリット等により、従来の CO₂ 回収型火力発電システムに比べて高い発電効率が期待できる。

3. CO₂ 回収型高効率 IGCC システム実用化に向けた基盤技術開発

現在、本システムの実用化に向けて、主要構成機器の技術的見通しを得るための研究開発が進められている。

本システムに特有の高 CO₂ 雰囲気下での石炭ガス化反応に対しては、加圧型 Drop Tube Furnace 等を用いた基礎実験により、CO₂ と H₂O との間での活性点の共有現象を見出すとともに、数値シミュレーションに適用可能な反応モデルを構築した (図 2)⁽³⁾。

石炭ガス化炉においては、電力中央研究所の加圧二段噴流床型 3t/日 石炭ガス化研究炉において CO₂ を富化した条件でのガス化試験を行い、CO₂ 富化条件においてチャー生成率が低下し、ガス化反応の促進効果が実際に確認された (図 3)⁽⁴⁾。その一方で、CO₂ のモル比熱が大きいために、空気吹きと同等の O₂ 濃度では炉内温度が低下するといった課題も明らかとなった。さらに、実機規模の石炭ガス化炉を対象にした数値シミュレーションを行い、実機規模においても、CO₂ 循環量を適正化することで、通常空気吹きに比べて、ガス化炉性能を向上させることが可能であるとの見通しを得た。

乾式脱硫プロセスにおいては、高 CO 濃度に起因して脱硫剤への炭素析出が生じ、性能が低下することが懸念される。そこで、水蒸気や CO₂ による炭素析出の抑制効果を実験的に明らかにするとともに、炭素析出を防止するための最適なプラント構成を提案した。

4. おわりに

本稿では、高い効率を維持したまま CO₂ 回収を可能とする IGCC システムの概略と基盤技術の開発状況について紹介した。本システムの実現に向け、引き続き研究開発を進めていく予定である。

なお、本研究は (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託研究 (P08020) として実施したものである。

(原稿受付 2014 年 9 月 1 日)

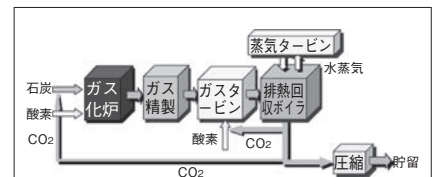


図 1 CO₂ 回収型高効率 IGCC システムの概念

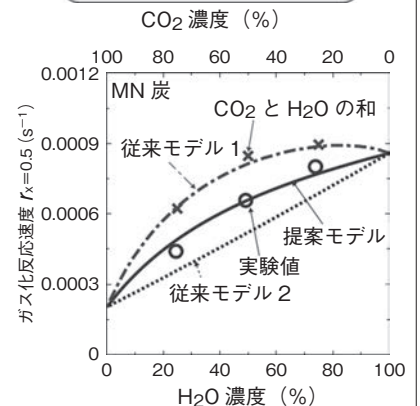
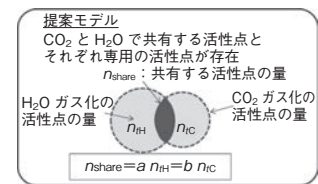


図 2 CO₂-H₂O 活性点共有ガス化反応モデル

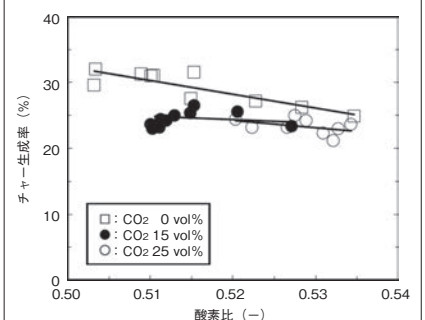


図 3 CO₂ 富化によるチャー収率低減効果

[丹野賢二, 梶谷史朗 (一財) 電力中央研究所]

●文 献

- (1) IPCC, Carbon Dioxide Capture and Storage, (2005), Cambridge University Press.
- (2) 白井裕三・ほか, CO₂ 回収型高効率石炭ガス化複合発電システムの提案とその課題, 電力中央研究所報告, (2007), M07003.
- (3) 梅本 賢・ほか, O₂-CO₂ 吹きガス化炉におけるチャーガス化反応モデルの構築—CO₂ と H₂O の共存下におけるガス化反応モデルの提案と検証—, 電力中央研究所報告, (2010), M09014.
- (4) 木戸口和浩・ほか, 3t/日石炭ガス化研究炉を用いた CO₂ 富化ガス化特性の評価—ガス化剤中 CO₂ 濃度の影響—, 電力中央研究所報告, (2012), M11019.