

石炭ガス化複合発電 (IGCC) による CO₂ 排出削減の展望

Overview of CO₂ Reduction by IGCC Technology



橋本 貴雄*¹
Takao Hashimoto

太田 一 広*²
Katsuhiko Ota

坂本 康 一*²
Koichi Sakamoto

石井 弘 実*³
Hiromi Ishii

北川 雄 一 郎*⁴
Yuuichirou Kitagawa

小 山 智 規*⁵
Yoshinori Koyama

石炭は、世界の一次エネルギーの約 25 %、日本の約 20 % を占める重要なエネルギー源である。一方、発電量当たりの CO₂ 排出量が多く、石炭を利用するには、高効率化による CO₂ 排出量の低減が重要な課題となっている。また、最近では更なる CO₂ 排出量低減のため、発生した CO₂ の回収・隔離が検討されており、石炭ガス化複合発電 (IGCC) は最も効率的・経済的に CO₂ 回収が可能な石炭利用火力発電技術として注目されている。本稿では、IGCC と CO₂ 回収の最新動向について報告する。

1. IGCC の開発状況

石炭ガス化複合発電 (IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle) は、石炭をガス化し、ガスタービンコンバインドサイクル発電と組み合わせることにより、従来型石炭火力を超える高効率化を実現する発電システムである。

我が国では、より高効率、高信頼性の空気吹き IGCC の確立に向けて、9 電力会社、電源開発(株)及び(財)電力中央研究所が共同で、国からの補助を受け開発を進めている。昭和 61 年から平成 8 年にかけて資源エネルギー庁、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業として 200 t/日規模 (25 MW 相当) のパイロットプラント試験を実施した。さらに、平成 13 年 6 月に設立された(株)クリーンコールパワー研究所が 250 MW 級 IGCC 実証機 (以下 IGCC 実証機) プロジェクトを進めている。

IGCC 実証機は平成 19 年 5 月にガスタービン点火、9 月にガス化炉点火を行い、平成 22 年度まで試験の予定である。

2. IGCC 商用機計画

2.1 米国における IGCC 商用機の計画

米国では、自国の豊富なエネルギー資源の有効利用のため、また最近の天然ガス価格の上昇により、多くの石炭火力の計画が進められており、特に、環境性能の改善の観点から、IGCC が注目を浴びている。

2005 年 8 月に施行されたエネルギー政策 (Energy Policy Act) の優遇税制 (Incentive Tax Credit 以下 ITC) を前提に、2010 年代の運転開始を目標とした複数 IGCC プロジェクトが検討されている。2006 年 12 月に 3 件の IGCC プロジェクトの ITC 採択が発表され、2008 年 4 月には追加採択プロジェクトが発表予定である。

電力会社では、AEP (American Electric Power) が 2007 年 6 月にウエスト・バージニア州の公益事業委員会に 600MW 級 IGCC を申請し、また Duke Energy の 600MW 級 IGCC が ITC に採択されるなど、商用機の事業計画が活性化している。

一方、これらプロジェクトの FEED (Front End Engineering Design プロジェクト費用見積り) のための詳細設計) 検討によると、いずれも他社技術採用によるスラリー供給酸素吹きガス化炉のため送電端効率は 38.6 % (HHV) と低く、CO₂ の回収・隔離は将来計画に位置付けられ、高効率化・環境性能改善の観点から、更なる工夫の必要性が論じられている。

2.2 空気吹き IGCC 商用機の計画

これらの商用機事業活性化及び高効率化・環境性能改善に対する市場ニーズに対応するため、当社では、燃焼温度 1500℃ 級のガスタービンを採用した高効率 IGCC 商用機検討を開始した。図 1 に IGCC 商用機の外観を示す。また、表 1 に IGCC 実証機と商用機的主要諸元比較を示す。商用機ガス化炉は、IGCC 実証機から容量比で約 2 倍のスケールアップとする。また、

*¹ 原動機事業本部火力プロジェクト部長

*² 原動機事業本部火力プロジェクト部主席

*³ 原動機事業本部火力プロジェクト部 IGCC グループ

*⁴ 長崎造船所ボイラ技術部ボイラ設計課主席

*⁵ 技術本部長崎研究所燃焼・伝熱研究室主席

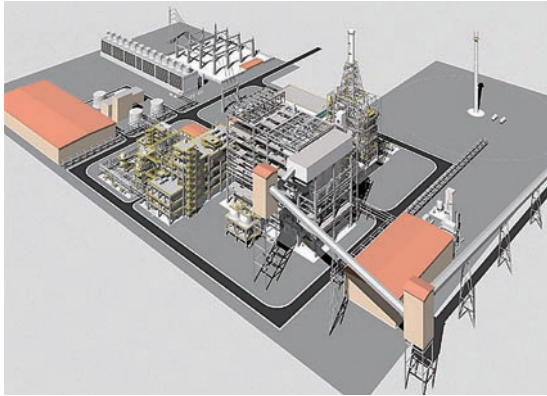


図1 空気吹きIGCC商用機の外観

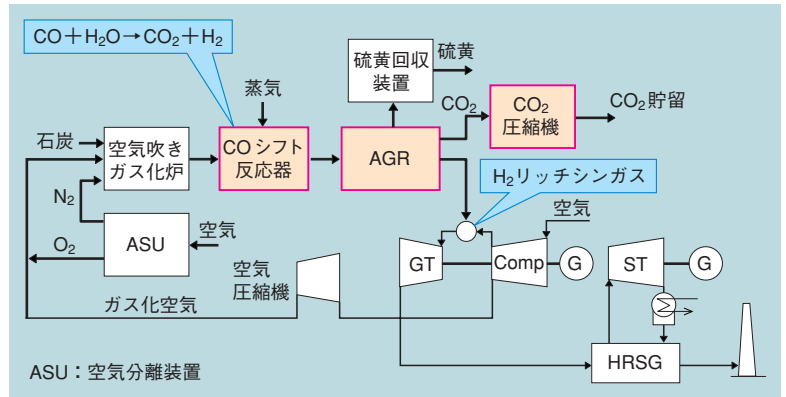


図2 CO₂回収時の空気吹きIGCCシステム概略系統図

表1 IGCC 実証機と商用機の主要諸元比較

項目		実証機	商用機
出力(発電端)	(MW)	250	500(60Hz)
炭種	(-)	瀝青炭	瀝青炭
ガス化炉	(-)	乾式給炭 空気吹き	乾式給炭 空気吹き
ガス精製	(-)	湿式脱硫	湿式脱硫
ガスタービン	(-)	M701DA	M501G
プラント(送電端)	(%, HHV)	40.5	46
環境性能 (16% O ₂ 換算)	SO _x (ppm)	8	8
	NO _x (ppm)	5	5
	ばいじん (mg/m ³ N)	4	4
運開年度	(-)	2007	最短2012

ガスタービンは、低カロリー焼きガスタービンの豊富な実績を基に、石炭ガス化ガスを高効率で燃焼が可能な燃焼器を採用する。最新のガスタービンを組合せたIGCC 商用機は、送電端効率の向上により、従来石炭火力に比べてCO₂ 排出原単位を約15%低減可能である。

また、米国で安価かつ豊富に存在するPRB (Powder River Basin) 炭の利用を検討している。PRB 炭は水分含有量が20～30 wt%と高く、スラリー化しにくい、当社が採用する乾式給炭方式により、効率よく発電が可能となる。

3. IGCC によるCO₂ 回収

世界各国で地球温暖化に配慮し、CO₂ 回収を組合せたIGCC の検討が進められている。石炭火力のCO₂ 回収方式として、①石炭燃焼排ガスからCO₂ を回収する方式と②燃焼前の燃料ガスからCO₂ を回収する方式がある。

IGCC は、加圧状態でCO₂ を回収できるため、処理ガス量が小さく、かつCO₂ 濃度が高いことから、燃料ガスからのCO₂ を回収することにより、燃焼排

ガスからのCO₂ 回収に比べ、プラント効率の低下が小さく、発電原価の上昇が小さいと評価されている。

図2にCO₂ 回収設備を組み合わせた空気吹きIGCC システムの概略系統を示す。ガス化炉で生成されたシingas中の一酸化炭素(CO)はCOシフト反応器において水分と共にCO₂と水素(H₂)に転換され、CO₂はAGR(Acid Gas Removal: 脱硫・CO₂回収)設備でシingasから分離・回収される。CO₂が分離されたH₂リッチのシingasはガスタービンで燃料として利用される。CO₂回収を行うIGCCシステムは、必要とされるCO₂の回収率によりCOシフト反応器やCO₂回収システムの最適化を図る必要がある。

また、当社でCO₂回収時の空気吹きIGCCと酸素吹きIGCCの送電端出力と建設単価を比較した結果を図3に示す。

酸素吹きガス化に比べて、空気吹きガス化による生成ガス量が多いものの、ガス化炉およびガス精製設備の建設費に対する影響は小さく、逆に送電端出力で空気吹きガス化の方が大きいことから、建設単価としては、空気吹きが有利になる。

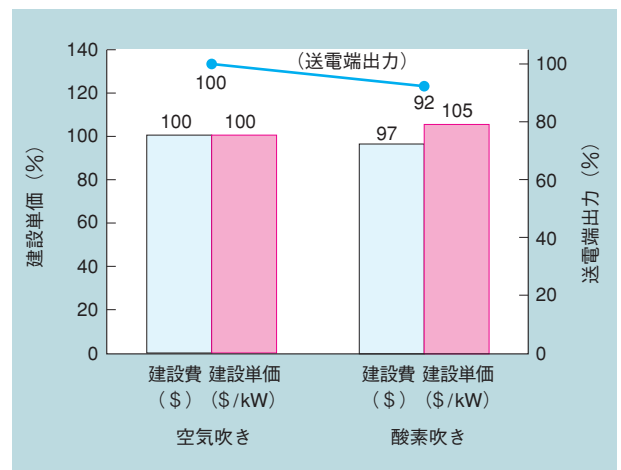


図3 CO₂回収時の空気吹きと酸素吹きIGCCにおける建設費及び建設単価と送電端出力の比較

4. ま と め

IGCC は次世代石炭火力発電を担う中核技術であり、250 MW 級実証機で今後各種の実証試験を実施し、プラントとしての信頼性、安全性の確認を行う。また、商用機設計に反映できるデータを取得し、高効率・高信頼性を具えた空気吹き IGCC システムの確立を図る。

また、昨今の環境に対応して CO₂ 回収・隔離にも対応し得る IGCC 商用機を実現していく。CO₂ 回収・隔離については、CO₂ の大幅な低減が可能である一方、効率低下や建設費上昇、及び地質学的な CO₂ 貯留の可否を含む地域性の課題があり、発電設備だけでなく、全体を俯瞰した検討を行う所存である。



橋本貴雄



太田一広



坂本康一



石井弘実



北川雄一郎



小山智規