

プロジェクト課題 - 次世代電力需給基盤の構築

IGCCの燃料種拡大化・高効率化

背景・目的

高効率で環境保全性に優れた石炭ガス化複合発電(IGCC)は、電気事業にとって、次世代の石炭利用火力発電の有力なオプションとなる重要な技術である。当所は、IGCC開発創生期のプロセス開発から研究に取り組み、現在運転が進められている勿来IGCC実証機の設計・運転条件の検討等を

支援してきている。

本課題では、実証機の運転支援を行なうとともに、今後のIGCC商用機の開発に向けて、フレキシブルな燃料運用、更なる高効率化、ならびに信頼性向上のため、ガス化プロセスにおける燃料種拡大化技術、IGCC用乾式ガス精製システムなどを開発する。

主な成果

1 実証機の運転支援

実証機試験候補炭について、超高温・加圧型燃料反応実験設備(PDTF)や熱天秤により、ガス化炉内条件に近い高温加圧下でのガス化反応性を明らかにした。その結果に基づき、短時間で計算可能な当所開発の一次元ガス化性能解析ツールを用い、実証炉でのガス化性能を事前に予測し、適宜実証機運転条件の検討に反映した(図1)。さ

らに、ガス化炉内の複雑な現象を計算可能な当所開発の三次元ガス化炉内数値シミュレーション技術により、幅広い運転条件(反応性の著しく高い石炭や混炭条件など)での実証機試験結果を精度良く表現でき、本数値シミュレーションによるガス化性能評価手法が大型の商用規模ガス化炉に適用可能であることを確認できた。

2 バイオマスの石炭ガス化混合燃料としての適合性評価

IGCCにおける燃料種拡大に向けて、木質バイオマスや汚泥炭化物などについて石炭と混合した時の灰溶融特性およびガス化特性の評価を行なった。一般的に汚泥炭化物は、アルカリ含有率が高く灰融点が高いことから、高灰融点炭の灰融点を大きく低

下させる*とともに、ガス化反応を促進することを明らかにした(図2)。これらの結果から、高灰融点炭に汚泥炭化物を混合することで、IGCCの適合炭種を拡大できる可能性があることを見出した。

3 乾式ガス精製システムの適正化と熱効率の評価

IGCCの一層の熱効率向上やガス精製設備の簡素化を目指し、ハロゲン化物や水銀も除去する乾式ガス精製システムの設計検討を進めた。その結果、脱硫プロセスの所要動力の低減やハロゲン化物除去装置の小型化等に対し改善を加えた新たな乾式ガス精製システムを考案した(図3)。商用規模

IGCC(1500℃級ガスタービン)を対象とした熱効率解析を行い、現状技術の湿式ガス精製システムに対し、本乾式ガス精製システムは熱損失が少ないことによる発電端効率の向上と所内率の低減により、送電端効率の絶対値で約1.6%(HHV)の向上を見込めることが明らかになった。

* 噴流床ガス化炉では灰を溶融排出するため、一般的に灰融点が高いと安定運転が容易となる。

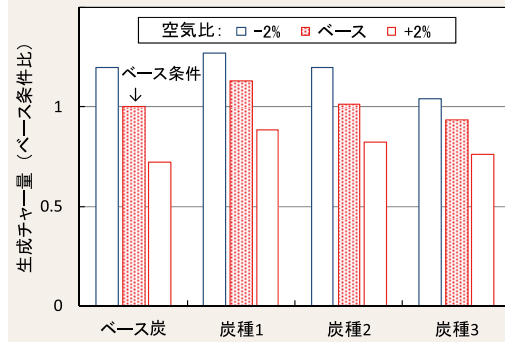
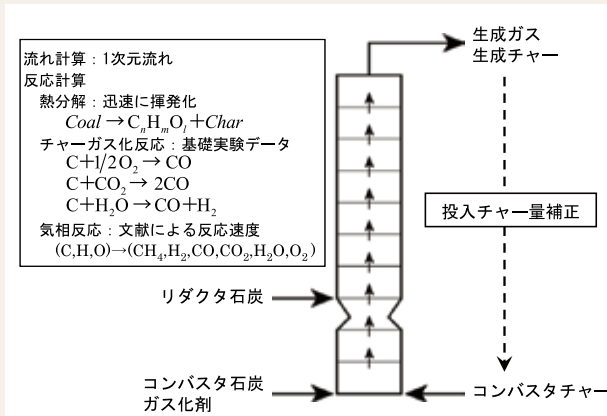


図1 一次元ガス化性能解析ツールの概要とガス化性能予測結果例

石炭性状とガス化反応速度解析結果を用いて解析し、実証炉の定格負荷運転時のガス化特性を予測した。ここでは、ガス化炉の安定運転条件の検討に必要な生成チャー量の予測結果を示す。

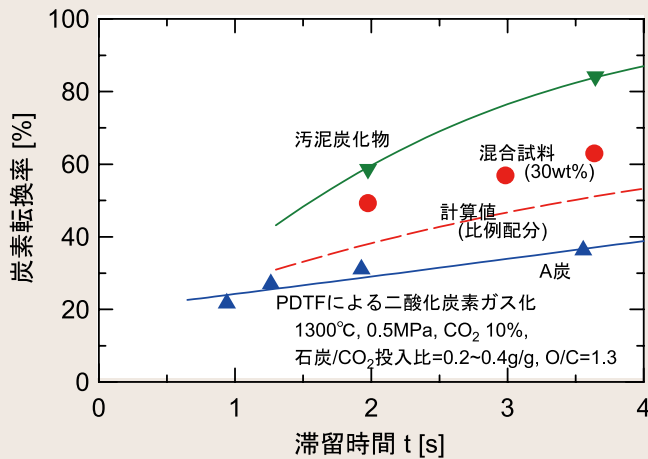


図2 汚泥炭化物混合による炭素転換率向上

A炭に汚泥炭化物を30wt%混合した時の炭素転換率* (実験値)は、A炭および汚泥炭化物単体の実験結果から混合比率による比例配分で計算した値よりも高くなった。これは、汚泥炭化物に含まれるアルカリ成分が石炭チャーのガス化反応促進に寄与したものと考えられる。

$$\text{炭素転換率}(\%) = \frac{\text{生成ガス中炭素量}(\text{kg/h})}{\text{投入燃料中炭素量}(\text{kg/h})} \times 100$$

ハロゲン化物除去プロセスの改善
ハロゲン化物濃度に応じて吸収剤量を調節できる吹込み式ハロゲン化物除去と精密除去との二段プロセスで装置を小型化

乾式脱硫プロセスの改善
①脱硫剤再生時に使用するガスを循環利用で大幅に削減して、所要動力を抑制
②還元工程で消費する燃料ガスを削減

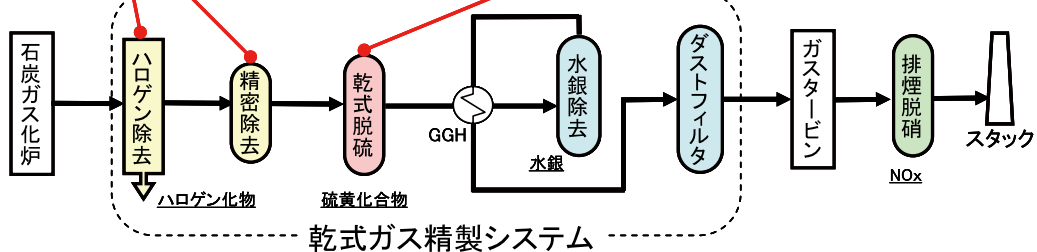


図3 提案する乾式ガス精製システムの構成

本乾式ガス精製システムは、ハロゲン化物除去、脱硫、水銀除去、および残留ダスト除去で構成され、脱硫プロセスの所要動力低減やハロゲン化物除去プロセスの小型化を図っている。