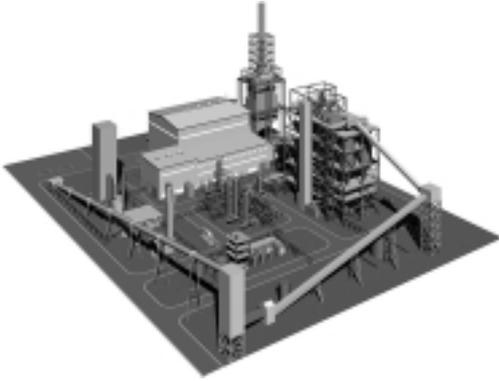


## 石炭ガス化複合発電 (IGCC)

## Development of Integrated coal Gasification Combined Cycle (IGCC)



今本敏彦 洲崎誠 品田治  
池上寿和 小山智規

日本における石炭ガス化複合発電 (IGCC) の開発は、実証プラントの計画が進んでいる。当社では、実証プラントの信頼性向上のため、事前検証試験を実施している。平成12年度から、ガス化炉、脱硫設備、ガスタービン試験設備及び制御装置から構成される一貫試験設備を建設し、各設備の構成機器及び一貫システムの総合的な信頼性の検証に取り組んできた。事前検証試験の結果、構成機器の信頼性及びシステムの安定運転を確認した。事前検証試験で得られた成果は、実証プラントの計画及び設計に反映する。

## 1. はじめに

資源の乏しい我が国では、エネルギーセキュリティのため、埋蔵量が豊富で価格安定性に優れる石炭を利用した火力発電を一定割合で導入することにより、電源のベストミックスを図ることが重要である。さらに、地球環境保全の観点からCO<sub>2</sub>等の環境排出物の低減が不可欠であるため、高効率で環境負荷の小さい石炭利用発電の中核技術としてIGCC (Integrated coal Gasification Combined Cycle: 石炭ガス化複合発電) が注目されている。

我が国では、IGCCの開発は国家プロジェクトとして推進されている。昭和61年～平成8年に実施された勿来200 t/d 噴流床石炭ガス化パイロットプラント (以下、200 t/d PPと称す) 運転研究は、長期信頼性を確認し成功裏に終了した<sup>(1)</sup>。平成9～10年度には、実証プラント開発に向け、フィージビリティスタディにより実証プラントのシステムの選定及び同システムにおける設計パラメータスタディが、また、要素研究として200 t/d PPからの信頼性向上、スケールアップ技術等の検証を目的とした各種試験が実施された<sup>(2)(3)</sup>。続く平成11年度からは、平成10年度までに選定されたシステムを基に、実証プラントの信頼性及び安全性向上を目的とした事前検証試験及び設計研究が進められている<sup>(4)</sup>。

## 2. IGCC 実証プラント計画の概要

IGCC実証プラントの計画は、国の補助金を得て、(株)クリーンコールパワー研究所が進めている。立地点としては、200 t/d PPと同じ常磐共同火力(株)勿来発電所構内が計画され、平成13年10月より環境アセスが着手されている。

## 2.1 実証プラントの概要

現在計画中の実証プラントの主要仕様を表1に、概略系統を図1示す。石炭のガス化は、三菱空気吹き二段噴流床ガス

表1 IGCC実証プラント主要仕様

項目	計画
発電端出力	250 MW
目標プラント効率	発電端 48% LHV 送電端 42% LHV
ガス化炉	乾式給炭 空気吹き二段噴流床
脱硫設備	湿式脱流 (吸収液 MDEA) + 石膏回収
ガスタービン	1250 級
蒸気タービン	タンデムコンパウンド 二車室複流排気形
排熱回収ボイラ	ガス堅流れ形
空気分離設備	深冷分離方式

化炉で行い、微粉炭及びチャーの加圧・搬送は、窒素による乾式とする。脱硫は化学プラントなどで実績の多い湿式 (MDEA法: Methyldiethanolamine) である。複合発電設備は、燃焼温度1250級のガスタービン、タンデムコンパウンド二車室複流排気形蒸気タービン及びガス堅流れ形排熱回収ボイラから構成される。窒素は実績豊富な深冷分離方式の空気分離設備から供給し、酸素はガスタービン圧縮機から供給されるガス化空気とともにガス化炉へ投入する。

発電端出力は250 MWである。目標とする送電端効率は42% LHV (LHV: 低位発熱量基準) である。より燃焼温度の高いガスタービンを採用することにより熱効率の向上が図れ、1500級のガスタービンを使用した商用機では、送電端効率48～50% LHVが実現可能である。

## 2.2 スケジュール

IGCC実証プラント計画のスケジュールを図2に示す。事前検証試験及び設計研究の結果を反映して設計を進め、平成

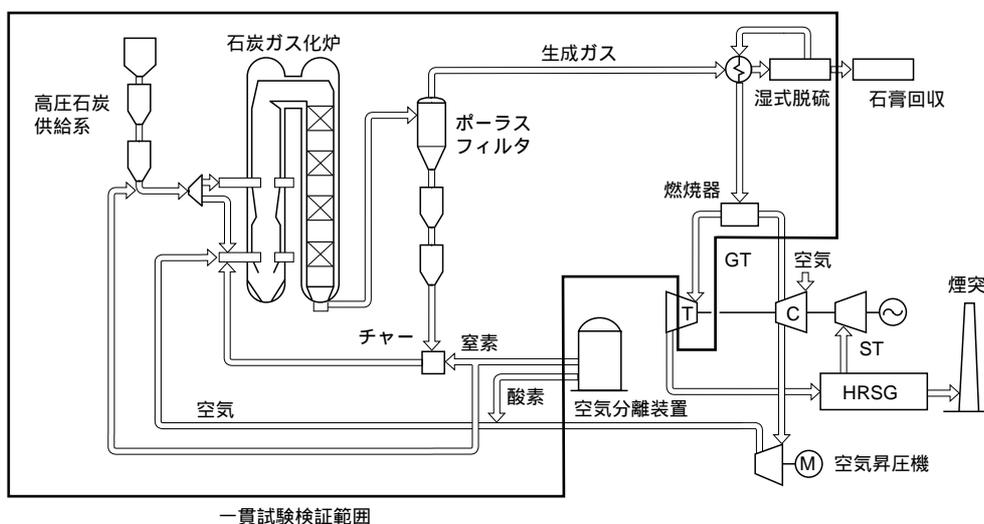


図1 IGCC実証プラントシステム 実証プラントの機器構成を示す。太線内は一貫試験設備による検証範囲を示す。

年度	H11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
スケジュール	事前検証試験 / 設計研究										
			設計・製作								
				建設・据付工事							
			環境アセス					実証試験			

図2 IGCC実証プラント計画のスケジュール 平成16年度から建設・据付、平成19年度から実証試験の予定である。

16年度から実証プラントの建設・据付、平成19年度から実証試験が計画されている。

### 3. IGCC 事前検証試験の概要

実証プラントの信頼性向上のため、本格設計の前段階として、ガス化炉、脱硫及びガスタービンの各設備の信頼性検証試験を、国家プロジェクト及び社内研究として実施している。各設備単体での信頼性は勿論のこと、システムとしての信頼性を求められることから、一貫試験設備を建設し、社内研究として平成13年度に事前検証試験を実施している。

#### 3.1 一貫試験の目的

ガス化炉、脱硫設備、ガスタービン試験設備及び制御装置から構成される一貫試験設備により、各設備の性能を評価するとともに、システムの総合的な検証を行い、実証プラントへ反映することを目的とする。

試験目的の概要を表2に示す。

#### 3.2 一貫試験設備

当社長崎研究所に設置されているガス化試験設備の後流に脱硫設備及びガスタービン燃焼器・翼列試験設備を追加して一貫試験設備を構築した。

設備の機器構成を図1の太線内に、外観を図3に、主要仕様を表3に示す。

##### (1) ガス化設備

表2 一貫試験目的

項目	目的
システム全体	・実ガス運転による状態量と運転裕度の定量的検証 ・起動時・負荷変化時の追従性の検証
ガス化炉	・実証候補炭のガス化性能・スラグ排出性等の評価
脱硫設備	・実ガスによる脱硫性能の確認 ・負荷変化時の動特性の検証
ガスタービン	・実ガスによる燃焼特性の評価 ・翼へのデポジット付着性の検証

機器構成は実証プラントと同一であり、空気吹き二段噴流床ガス化炉、微粉炭高濃度搬送設備及びポラスフィルタを含むチャー回収・供給設備から構成される。ガス化炉の石炭消費量は24 t/dである。

これまでに、本ガス化設備により、微粉炭高濃度搬送設備やチャー回収設備等の200 t/d PPから変更したシステムや機器の性能の確認、ガス化炉スケールアップに関連したガス化性能予測精度の確認、各部の摩耗等の経時的な調査による材料や部品の信頼性の確認、実証機と同スケールの大型粉体弁や機器の信頼性確認等の各種試験を行ってきた。

##### (2) 脱硫設備

実証プラントと同じく、吸収液にMDEAを用いた湿式脱硫設備である。

##### (3) ガスタービン試験設備

試験設備は、実証プラントで採用するガスタービンの燃焼器実缶1本及び第一段静翼から構成される。

##### (4) 制御装置

制御装置は、当社最新の制御システムであるDIASYS Netmation<sup>(5)</sup>を採用した。本制御システムは、最新情報通信技術とプラントメーカーとしての豊富な経験及び制御技術の融合によって開発されたものであり、信頼性が高く、高度な自動化・容易な保守を可能とする。一貫試験設備にお



図3 一貫試験設備外観

表3 一貫試験設備仕様

設備	項目	仕様
ガス化炉	形式	空気吹き二段噴流床
	石炭消費量	24t/d(1000kg/h)
	圧力	1MPa
脱硫設備	形式	湿式(吸収液MDEA)
	圧力	0.8MPa
GT試験設備 (燃焼器, 翼列)	圧力	0.2MPa
	燃焼ガス温度	1250

いてIGCCガス系制御の信頼性検証及び制御ノウハウの確立を行う。

### 3.3 試験結果

一貫試験設備による事前検証試験は、平成13年10月より開始した。

供試炭には、実証プラントの候補炭である中国炭を使用し、約250時間の運転を実施した。

#### (1) ガス化炉

ガス化炉で生成された生成ガスの発熱量は、図4に示すように4.7 MJ/m<sup>3</sup>N程度で予測値と良く一致しており、予測精度の高さが確認された。噴流床ガス化炉では石炭灰は溶融したスラグとして排出されるが、このスラグの排出性は良好であり、ガス化炉は安定して運転した。スラグの排出状況を図5に示す。

#### (2) 脱硫設備

脱硫設備は、定格負荷において連続安定運転を達成し、脱硫性能も良好であった。負荷変化試験を実施し、負荷変化時の挙動評価を行った。

#### (3) ガスタービン試験設備

低カロリーガスである石炭ガス化ガス専焼における、ガスタービン燃焼器の連続安定運転を確認した。NO<sub>x</sub>の排

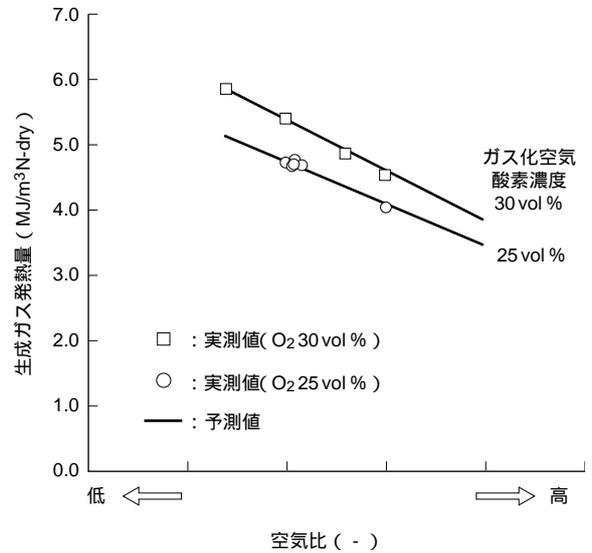


図4 24 t/d ガス化炉ガス化性能 生成ガス発熱量の実測値は予測値と良く一致している。

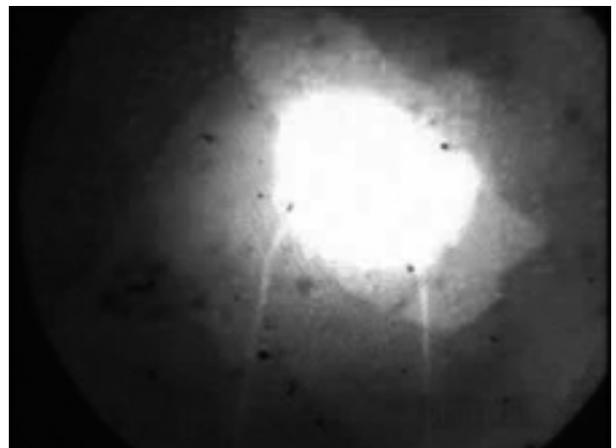


図5 24 t/d ガス化炉スラグ排出状況 スラグの排出状況は良好である。

出性も良好であった。また、石炭ガス化ガスのカロリーを通常より低下させた場合においても、吹き消えることなく安定して燃焼した。

#### 4.ま と め

IGCCの開発は、実証プラントによる運転試験の計画段階にある。実証プラント建設に向けた事前検証として実施している、一貫試験設備を使用したIGCCシステムの総合検証により、各設備の運転時の挙動や性能の把握等に取り組んでいる。

事前検証の成果はもとより、これまでの当社の経験と研究の成果を実証プラントの設計に反映し、信頼性及び安全性が高く、さらに経済性に優れたIGCCシステムを構築していく所存である。

#### 参 考 文 献

- (1) 金子祥三ほか、石炭ガス化実証炉の開発、三菱重工技報 Vol.34 No.1 (1997) p.1
- (2) 橋本彰ほか、石炭ガス化複合発電実証プラントの計画、三菱重工技報 Vol.36 No.1 (1999) p.18

- (3) 佐藤進ほか、石炭ガス化複合発電実証機の開発状況、三菱重工技報 Vol.37 No.1 (2000) p.10
- (4) 佐藤進ほか、石炭ガス化複合発電実証機の開発状況、三菱重工技報 Vol.38 No.2 (2001) p.64
- (5) <http://www.diasys-netmation.com/>



今本敏彦  
原動機事業本部  
主幹



洲崎誠  
機械事業本部  
プラント事業センタ  
ー地球環境技術部



品田治  
長崎造船所  
火力プラント設計部  
陸用ボイラ設計課  
主席



池上寿和  
高砂製作所  
プラント技術部  
コンバインドプラ  
ント設計課主席



小山智規  
技術本部  
長崎研究所  
火力プラント研究推  
進室