



# 世界初のF形ガスタービンによる高効率・大容量のBFG 焼きコンバインドサイクルプラント

## 君津共同発電所5号機の営業運転開始

### Large Capacity and High Efficiency Combined Cycle Plant by F Type Gas Turbine with BFG Firing

松田 秀雄<sup>\*1</sup>  
Hideo Matsuda

岡 雄一<sup>\*2</sup>  
Yuichi Oka

小森 豊明<sup>\*3</sup>  
Toyoaki Komori

山上 展由<sup>\*4</sup>  
Nobuyuki Yamagami

君津共同発電所5号機は、世界初となるF形ガスタービンによる高効率・大容量のBFG 焼きコンバインドサイクルプラントで、ガスタービン、蒸気タービン、ガス冷却器、復水器、制御装置といった主要機器を当社が納入している。当社は従来からBFG 焼きガスタービンの研究開発に取り組んでおり、これまでも、D形ガスタービンによるBFG 焼きコンバインドサイクルプラントの実績を多数有している。今回、本発電設備において、世界で初めて確立・実機検証された最新鋭の技術について紹介する。

## 1. はじめに

BFG (Blast Furnace Gas) とは、製鉄プロセスにおいて大量に発生する燃料ガスで、このBFGを有効活用するために、高効率で大容量のBFG 焼きコンバインドサイクルの技術開発が望まれてきた。しかし、BFGは通常の高効率ガスタービン燃料である天然ガスと比較して低カロリーであること、燃料供給ガス圧が低いこと、燃料中に不純物を多く含む等、特殊な燃料条件であるため、ガスタービン燃料としてBFGを利用する場合には、解決すべき技術的な課題が多々ある。

当社は、低カロリー燃料の有効活用というニーズに応えるべく、従来からBFG 焼きガスタービンの研究開発に取り組んでおり、D形ガスタービンによるBFG 焼きコンバインドサイクルの実績を多数有している。

この度、これらの技術を結集し、世界初となるF形ガスタービンによるBFG 焼きコンバインドサイクルプラントの開発に成功した。本論文では、2004年7月28日より営業運転を開始した君津共同発電所5号機の概要(図1は全景写真)と、本発電設備で確立・実機検証された最新鋭の技術について紹介する。

## 2. プラント概要

君津共同発電所5号機における発電設備の主要仕様を表1に、概略システムを図2に示す。



図1 全景写真

なお、図2においては、BFG 焼き系統の特徴を明確にするため、天然ガス焼きの系統を併記する。当社が納入した機器は、タービン入口温度1300のBFG 焼きM701F形ガスタービン、単車室下向き排気蒸気タービン、ガス冷却器、復水器、制御装置である。

図2に示すように、BFGは、COG (Cokes Oven Gas) と混合することで、4400 kJ/m<sup>3</sup><sub>N-dry</sub> (LHV) まで増熱し、“ガスタービン 発電機 蒸気タービン”により構成する軸系と増速歯車を介して結合するガス圧縮機で昇圧された後、ガスタービンに供給される。

## 3. ガスタービンの新技術

BFG 焼きF形ガスタービンの断面図を図3に示す。

### 3.1 燃焼器部

高炉にて生成されるBFGは、一般的なガスタービン燃料として知られている天然ガス(LNG)に比べ燃料発熱量が低く、また、窒素・二酸化炭素のイナータガスの割合が高いため燃焼速度が遅く、可燃範囲が狭いという特徴をもっている。

<sup>\*1</sup> 原動機事業本部火力プロジェクト部プラント技術二課長

<sup>\*2</sup> 原動機事業本部火力プロジェクト部プラント技術二課

<sup>\*3</sup> 原動機事業本部タービン技術部ガスタービン技術課主席

<sup>\*4</sup> 原動機事業本部タービン技術部ガスタービン技術課

表1 プラントの主機仕様

プラント形式	1on1 1軸
燃料	増熱BFG
プラント出力	300 MW
プラント効率	47.5% (HHV)
ガスタービン	M701F 形
蒸気タービン	SRT 40.5
ガス冷却器	直接水冷式
復水器	海水冷却方式
制御装置	DIASYS Netmation

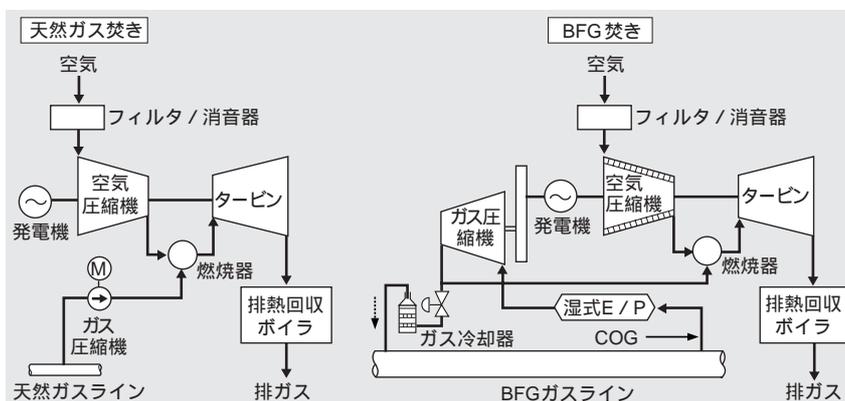


図2 プラント概略系統

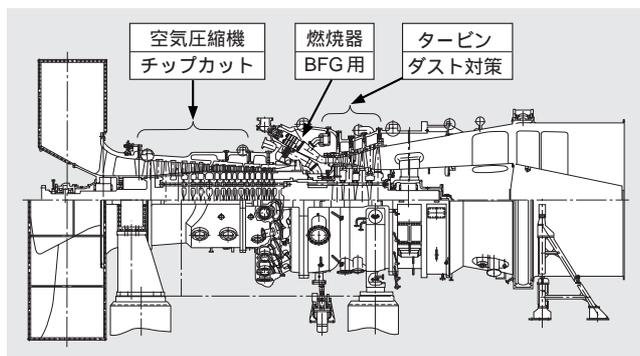


図3 BFG 焼き F形ガスタービン断面

これらの燃料特性に対して、全運転範囲での高燃焼効率を実現させるため最適な燃空比調整ができるように、ドライ低NOx燃焼器と同じ空気バイパス弁付マルチチャン型を採用している(図4)。また、COGの高カロリーガスを流量制御によりBFGに混合させ増熱を行うことで燃焼性の改善をさせ、BFG用燃焼器としては世界最高となるタービン入口温度1300を実現している。

### 3.2 空気圧縮機・タービン

タービン入口温度一定の場合、低カロリーガス焼きでは通常の高カロリー燃料焼きに比べて燃料量が増加するためタービン通過燃焼ガス量が増加する。高炉ガスなどを用いた従来の低カロリーガス焼き機では空気圧縮機を標準機に比べて小型化し、吸気量を減少させてタービン通過流量を標準機並みにすることでタービン翼列には標準翼列を採用可能としている。また、BFGはLNGに比べ多量のダストを含んでおり、経年劣化及び目詰りが懸念されるため、BFGの供給側に湿式電気集塵器( Electrostatic Precipitator : EP)を設置しダストを除去する等の信頼性向上を図っている。

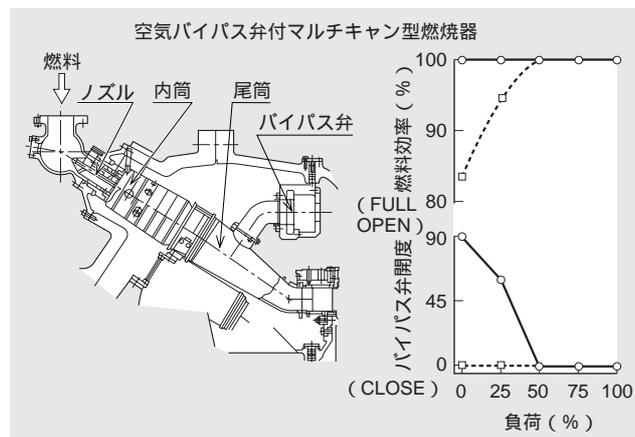


図4 空気バイパス弁付マルチチャン型燃焼器

した。本発電設備は性能試験において、48%台(HHV)の効率を達成し、現在も順調に営業運転を継続している。

この新技術を導入した発電設備は、現在、海外で設計中のものがあり、また、今後建設予定の発電設備も、国内外に多数ある。この技術開発により、エネルギーの有効活用や環境負荷低減のニーズに応え、社会に大きく貢献できると考える。今後とも当社はこの分野での先駆的な役割を果たすべく、より一層の技術開発に努める所存である。



松田秀雄



岡雄一



小森豊明



山上展由

## 4.まとめ

2004年7月より営業運転を開始した君津共同発電所5号機について、プラント概要と新技術について記