

低NO_x燃焼器を採用した H-25ガスタービンの運転実績

—SaskPower社クイーンエリザベス発電所リパワーリングシステムの完成—

Performance Results of H-25 Gas Turbine with Low NO_x Combustor

笹尾 俊文 *Toshifumi Sasao* 赤津 文彦 *Fumihiko Akatsu*
下木 哲 *Tetsu Shimoki* 劉 千里 *Ken Liu*



注：略語説明 OTSG(Once-Through Steam Generator)

カナダのクイーンエリザベス発電所のリパワーリングシステムの外観(左)、およびガスタービン設備(右)

既設蒸気タービン発電設備のリパワーリングを目的として、OTSGと組み合わせたH-25ガスタービン発電設備を完成させた。H-25ガスタービンには25 ppm級の低NO_x燃焼器を採用し、環境保護に努めている。

地球環境問題が深刻化する中で、効率の高いガスタービン発電所が求められている。日立製作所は、カナダのSaskPower社クイーンエリザベス発電所に既設されている蒸気タービン発電設備のリパワーリングを目的とし、OTSG(Once-Through Steam Generator: 貫流ボイラ)と組み合わせたH-25ガスタービン発電設備を完成した。納入したH-25ガスタービンには、環境保護に対応するために低NO_x(窒素酸化物)燃焼器を採用している。これは、日立製作所が大型ガスタービン用低NO_x燃焼器の開発で培ってきた低NO_x燃焼技

術を基に開発したものであり、クイーンエリザベス発電所で、そのNO_x排出量が25 ppm級(15%O₂換算)であることを実証した。また、H-25ガスタービンは-30℃という条件下でも問題なく運用することができ、発電端出力、熱効率とも顧客仕様の計画値を満たし、その性能を十分に実証することができた。

この低NO_x燃焼器採用の高効率H-25ガスタービンにより、地球温暖化防止とNO_x排出量低減という、今後の環境対策へのニーズにこたえる実績が得られたものとする。

1 はじめに

省エネルギーや地球温暖化防止に対応するため、ガスタービン発電所では高効率化が求められている。日立製作所は、

カナダのエンジニアリング会社であるSNC-Lavalin社とともに、同国のSaskPower社クイーンエリザベス発電所の既設ボイラ燃焼蒸気タービン発電設備(66 MW×2台)の高効率化を目的としたリパワーリングシステムを完成させた。このリパワーリングシステムは、OTSG(Once-Through Steam Generator:

貫流ボイラ)とH-25ガスタービン発電設備を組み合わせたものである。ガスタービン燃焼器には、顧客仕様計画値であるNO_x排出量規制値 25 ppm(15%O₂換算)を保証するために、低NO_x燃焼器を採用した。試運転は2001年11月から開始され(各ガスタービン設備の試運転は1か月ごとに実施)、2002年5月には6台すべてが営業運転に入り、これまで順調に稼動している。

ここでは、H-25ガスタービンとその燃焼器の概要、およびクイーンエリザベス発電所での運転実績について述べる。

2 H-25ガスタービン

H-25ガスタービンは、コージェネレーションシステムに対応するために日立製作所が自主開発したもので、国内外で28台(H-15ガスタービン含む)の納入実績がある。各ガスタービンとも順調に稼動しており、延べ総運転時間56万時間の実績を

更新し続けている。

定格回転数は7,280 rpmで、発電機間に設置する減速機により、50/60 Hz双方の周波数に対応することができる。圧縮機入口のIGV(Inlet Guide Vane:入口案内翼)は、コージェネレーションシステムとコンバインドシステムでの部分負荷性能の改善を図るために、可変翼となっている。H-25ガスタービンの構造断面を図1に、仕様を表1にそれぞれ示す。

3 H-25ガスタービン用燃焼器

燃焼器では、これまでの標準燃焼器に加え、ガス専焼で低NO_x燃焼器を選択することもできる。これら燃焼器の仕様を表2に示す。

3.1 標準燃焼器

標準燃焼器は、多種類の燃料に対応することができる。ま

表1 H-25ガスタービンの仕様

性能値は大気温度15℃での発電端出力の数値を表し、吸気圧損88.9 mmH₂O、排気圧損63.5 mmH₂Oを含む(2002年10月現在)。

項目	仕様	
	天然ガス	軽油
燃料	天然ガス	軽油
出力(MW)	26.9	26.3
熱効率(%)	33.2	32.6
定格回転数(rpm)	7,280	
吸気流量(kg/s)	88	
排気ガス温度(℃)	555	
圧力比	14.7	
圧縮機	軸流式17段	
タービン	軸流式3段	
燃焼器	多缶式10缶	

表2 燃焼器の仕様

標準燃焼器は、多種類の燃料に対応可能となっている。また、ガス専焼では、低NO_x燃焼器の選択も可能である。

燃焼器	形式	対応可能燃料		NO _x 低減
		気体燃料	液体燃料	
標準燃焼器	ガス専焼 油専焼 油・ガス二重燃料 ガス二重燃料	LNG 天然ガス 都市ガス オフガス	軽油 A重油 ナフサ メタノール LCO	蒸気・水噴射
低NO _x 燃焼器	ガス専焼	LNG 天然ガス 都市ガス	—	乾式

注：略語説明 LNG(液化天然ガス)、LCO(接触分解軽油)

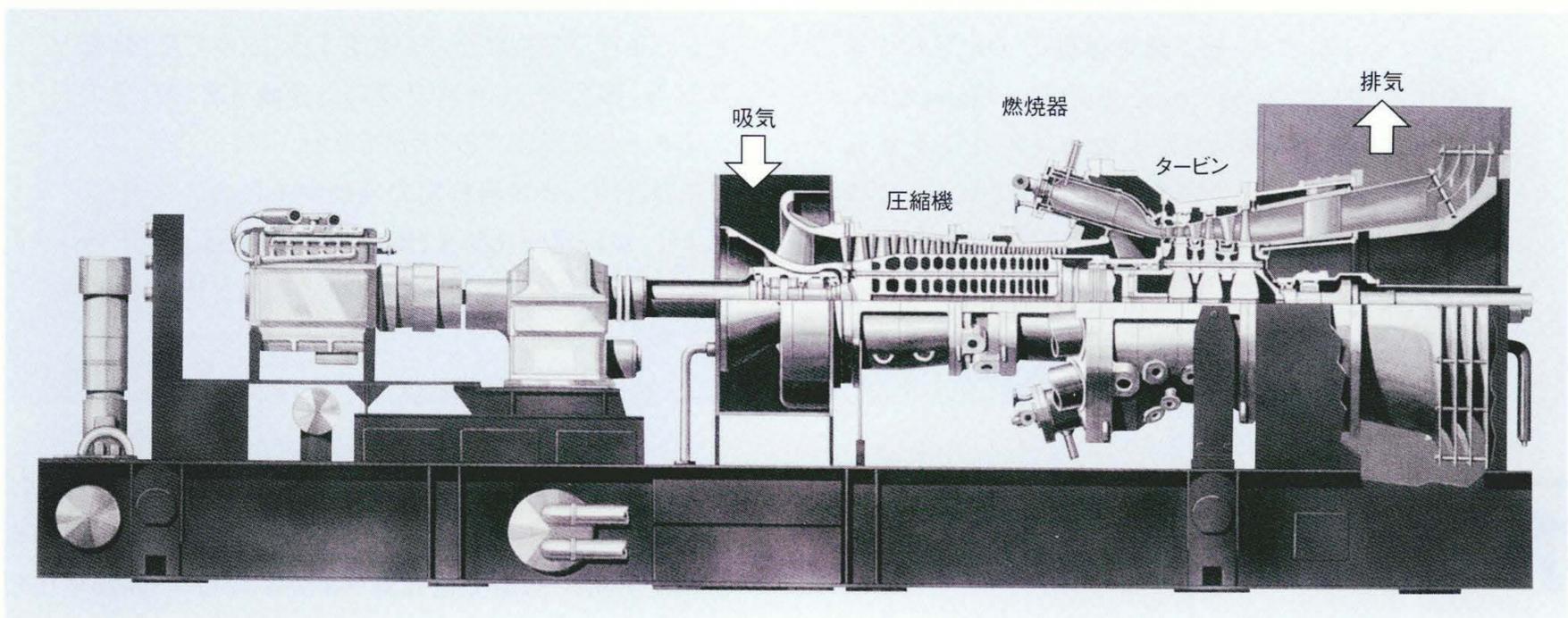


図1 H-25ガスタービンの断面

一軸型であり、17段軸流圧縮機、3段軸流タービン、および燃焼器10缶で構成している。

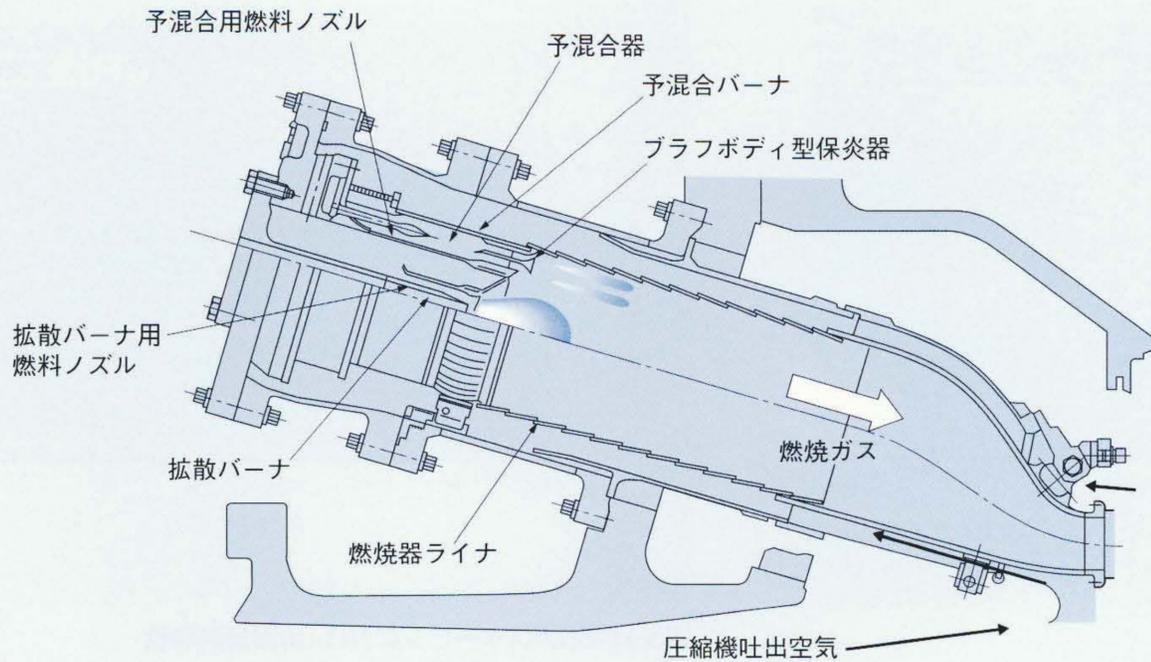


図2 H-25ガスタービン用低NOx燃焼器の構造

予混合火炎の保炎器として、燃焼の安定性に優れたブラフボディ型保炎器を採用している。

た、水と蒸気噴射によってNOx排出量の低減が図れる。

3.2 低NOx燃焼器

環境保護の観点から、中小型ガスタービン分野でも低NOx燃焼器のニーズが高まっている。日立製作所は、これまで培ってきた低NOx燃焼技術を基に、H-25ガスタービン用低NOx燃焼器を開発した。この低NOx燃焼器はガス専焼であり、特殊ガスを除くガス燃料に対応できる。低NOx燃焼器の構造を図2に示す。

燃焼方式は、NOxの低減に有効な希薄予混合燃焼と、安定性に優れた拡散燃焼を組み合わせた。燃焼器中心部に拡散バーナを、その外周にリング状の予混合バーナをそれぞれ配置した構成としている。拡散バーナには燃焼安定性に優れた旋回型バーナを採用し、これは昇速時のメインバーナとして使用される。また、負荷運用時には、予混合バーナの補助炎として機能する。予混合バーナには、予混合器内で燃料と空気の希薄予混合気を生成し、予混合器出口に設けられたブラフボディ型保炎器により、その下流に予混合火炎を形成して保炎させる燃焼方式を採用した。このブラフボディ型保炎器は、予混合燃焼の保炎方式としては燃焼安定性が高く、NOx排出量低減と負荷運用性に優れた特徴を持っている。負荷運用時には、この予混合燃焼の割合を増加させることによってNOx排出量の低減を図る。

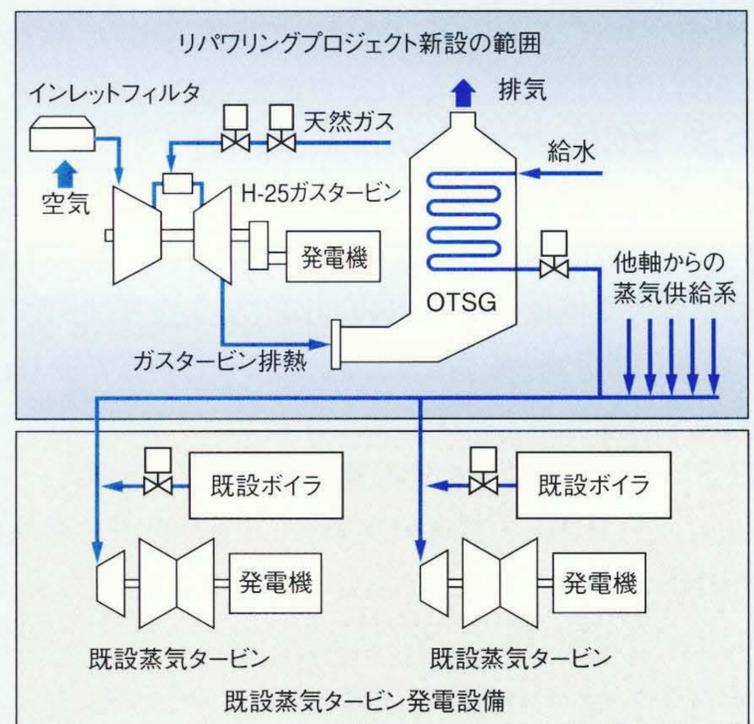


図3 リパワリングシステムの概要

既設の蒸気タービンをH-25ガスタービン6台でコンバインド化した。

ビン発電設備によって発電するとともに、ガスタービンからの排熱を利用し、OTSGで既設の蒸気タービンを駆動させる蒸気を発生させる。リパワリングシステムの概要を図3に示す。

4.2 ガスタービン運転実績

4.2.1 ガスタービン運用特性

クイーンエリザベス発電所は北緯52度、標高501 mに位置しており、冬場には気温が -30°C 程度までに達する。試運転時に得られた大気温度に対する出力特性を図4に示す。試運転は冬場に実施され、圧縮機入口温度が -30°C となる場合があったが、このような低気温時でも、H-25ガスタービンは問題なく運用され、計画出力を発生することができ、その運用信頼性の高さを実証した。なお、大気温度約 -15°C 以下では出力が一定となっているが、これは出力制限によるもの

4 クイーンエリザベス発電所での運転実績

4.1 システム概要

クイーンエリザベス発電所納めのリパワリングシステムは、既設ボイラ焚き蒸気タービン発電設備のコンバインド化により、プラント効率の向上を図るものである。H-25ガスタービン発電設備とSNC-Lavalin社納めのOTSGで構成し、H-25ガスター

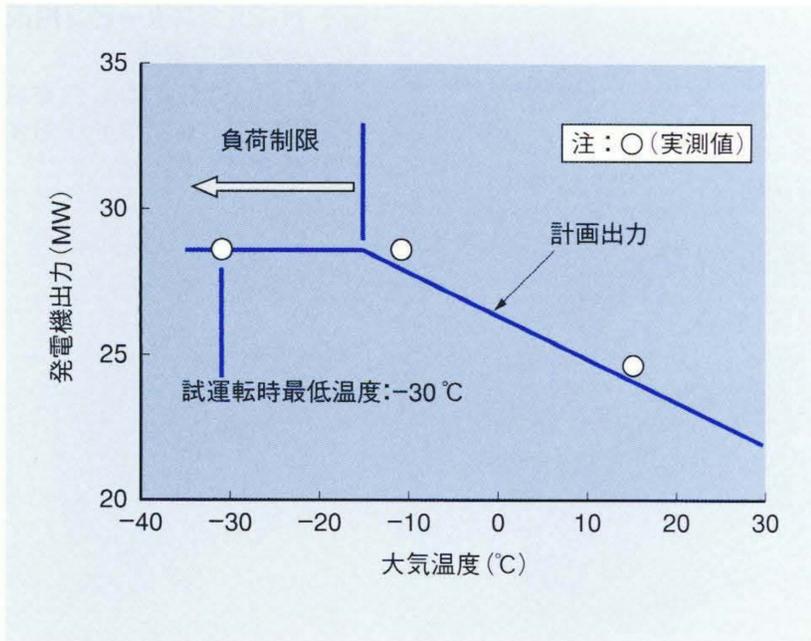


図4 H-25ガスタービンの出力特性

大気温度 -30°C の条件下でも問題なく運用できた。

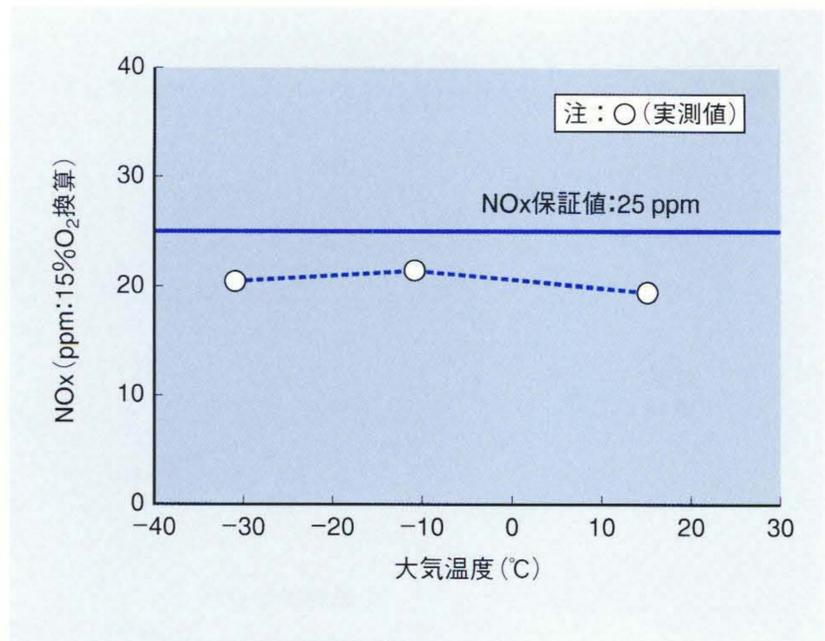


図5 H-25ガスタービンのNOx排出量特性

NOx排出量は25 ppm(15%O₂換算)以下であった。

である。

性能については、ガスタービン単独で発電端出力、熱効率とも顧客仕様計画値を満たすことが実証できた。

4.2.2 低NO_x燃焼器のNO_x排出量特性

試運転時に得られた低NO_x燃焼器の、大気温度に対する定格負荷でのNO_x排出量特性を図5に示す。NO_x排出量は各大気温度条件で、25 ppm(15%O₂換算)以下であり、顧客仕様計画値を満たすとともに、この燃焼器が25 ppm級の低NO_x燃焼器であることを実証することができた。

4.2.3 営業運転以降の運転実績と初回点検結果

2001年11月からの試運転開始後、6台の低NO_x燃焼器採用H-25ガスタービンは、これまでトラブルもなく稼働している。2002年10月からは順次、初回燃焼器点検を実施しているが、燃焼器やガスタービンなどに損傷などは認められず、良好な点検結果が得られており、ハードとしての信頼性が確認できた。

なお、納入したH-25ガスタービンについては、長期運転保守契約により、今後、長期的にメンテナンスを実施していく。

5 おわりに

ここでは、H-25ガスタービンとその燃焼器仕様、およびSask Power社クイーンエリザベス発電所での低NO_x燃焼器採用のH-25ガスタービンの運転実績について述べた。

クイーンエリザベス発電所では、H-25ガスタービンおよび低NO_x燃焼器の優れた運用性と性能を実証することができた。日立製作所は、今後、さらに運用性、環境保全性に優れたガスタービンと低NO_x燃焼器の開発を進めていく考えである。

参考文献

- 堀井, 外: 日立H-25高効率ガスタービンの現状と展望, 日立評論, 81, 2, 187~190(1999.2)
- 瀧花, 外: 最新の高効率ガスタービン, 日立評論, 72, 6, 527~534(1990.6)
- 木下: ガスタービン用低公害燃焼器の技術動向, 日本ガスタービン学会誌, 29, 6, 447~452(2001.11)

執筆者紹介



笹尾 俊文

1991年日立製作所入社, 電力・電機グループ 火力・水力事業部 タービン設計部 所属
現在, ガスタービン用燃焼器の開発に従事
日本機械学会会員, 日本ガスタービン学会会員
E-mail: toshifumi_sasao@pis.hitachi.co.jp



赤津 文彦

1974年日立製作所入社, 電力・電機グループ 火力・水力事業部 品質保証部 所属
現在, ガスタービンおよび蒸気タービン試運転業務に従事
E-mail: fumihiko_akatsu@pis.hitachi.co.jp



下木 哲

1991年日立製作所入社, 電力・電機グループ 火力・水力事業部 火力海外技術部 所属
現在, 海外火力発電の受注活動および既受注プロジェクトのプロジェクトマネジメントに従事
E-mail: tetsu_shimoki@pis.hitachi.co.jp



劉 千里

1997年日立製作所入社, 電力・電機グループ 火力・水力事業部 タービン設計部 所属
現在, 海外ガスタービンプラント計画に従事
E-mail: ken_liu@pis.hitachi.co.jp