

日立臨海発電所第2号機の完成

Completion of Hitachi Rinkai Power Station Unit-2

高井 秀和 Hidekazu Takai

森脇 文治 Fumiharu Moriwaki

田中館 勉 Tsutomu Tanakadate

船木 誠 Makoto Funaki



図1 完成した日立臨海発電所第2号機の全景

H-25ガスタービン2台，排熱回収ボイラ1台，蒸気タービン1台で構成される多軸型コンバインドサイクル発電設備である。

1.はじめに

日立臨海発電所第2号機は，H-25ガスタービン2台，排熱回収ボイラ1台，蒸気タービン1台で構成される多軸型コンバインドサイクル発電設備であり，2006年6月20日から東京電力株式会社への電力卸売事業を開始した。

この設備は，起動後定格負荷運転を継続し，中間負荷での運用がないことから，ガスタービン2台をシンクロナイズさせ，あたかも1台のように運転する運転方式を採用した。また，2台分のガスタービン排気を1台の排熱回収ボイラに導く構成として機器員数を減らすことで合理化を図り，IPP(Independent Power Producer)発電設備に求められる発電コスト・設備投資の抑制という，徹底した経済性を追求した。

ここでは，日立臨海発電所第2号機の概要と特徴について述べる(図1参照)。

2.日立臨海発電所第2号機の概要

2.1 計画概要

この設備はガスタービン，排熱回収ボイラ，蒸気タービンから成るコンバインドサイクル発電設備で，2台分のガスタービン排気を1台の排熱回収ボイラに導く多軸型として構成している(図2参照)。

第2号機の主な設計仕様を表1に示す。届出出力は89,680 kW，東京電力との契約出力(送電端)は86,100 kWである。ガスタービンは高効率ガスタービンH-25を採用し，燃料には低硫黄A重油を使用している。排熱回収ボイラは横型自然循環複圧式を用い，蒸気タービンは混圧単流排気式復水形とし，復水器用冷却水は冷却塔による冷却方式を採用した。また排水槽は漏洩(えい)による土壤汚染を防止するため，従来のコンクリート排水槽を採用せず，槽の六面点検が可能な地

近年、火力発電分野での規制緩和により、全国で数多くのIPP(独立発電事業者)発電設備が建設されてきている。日立製作所は、エンジニアリングから建設、営業運転開始後の運転管理まで、すべてを通して発電ビジネスに積極的に取り組んでおり、この度、東京電力株式会社へ電力卸売を行うIPP発電設備として、日立臨海発電所第2号機を完成させた。この設備は住宅地に隣接する日立事業所臨海工場内(茨城県日立市)に設置することから、騒音・排水などによる環境への影響には特に配慮した設備仕様としている。すでに営業運転を開始している第1号機と比較して、起動特性を向上させており、より環境に配慮した、信頼性のある発電設備となっている。

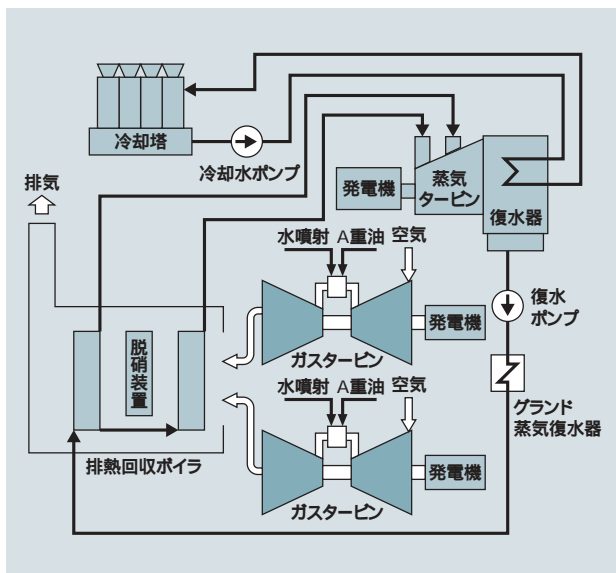


図2 システム構成の概略
2台分のガスタービン排気を1台の排熱回収ボイラで熱回収することを特徴とする。

下式二重化方式を採用して、地域環境を考慮した設計としている。

2.2 運用

運転方式は、ヨリ運用として土・日曜日と祝日を除く平日昼間の12時間運転(WSS(Weekly Start-up and Shut-down)およびDSS(Daily Start-up and Shut-down))を実施し、年間利用率は30%である。

3. 主要機器の特徴

3.1 ガスタービン

H-25ガスタービンは、日立製作所が自主開発したガスタービンであり、1988年に初号機を納入して以来、高い信頼性と性能が評価されており、現在では国内・海外各地で運転され、納入台数は累積約100台を数える。また、多様なアプリケーションが可能であり、事業用・産業用ともに、シンプルサイクル、コンバインドサイクル、コージェネレーションシステムなど、適用形態は多岐にわたる。

構造は信頼性の高いヘビーデューティ型であり、車室は水

表1 第2号機の主な仕様
第2号機の主要仕様を示す。

89,680 kW多軸型コンバインドサイクル		
H-25ガスタービン	型式	開放単純サイクル1軸式
	出力×台数 燃料 回転数 燃焼器 DeNOx方式	30,870 kW×2台 低硫黄A重油 7,275 min ⁻¹ シングルノズルタイプ 水噴射
ガスタービン発電機	容量×台数	33,690 kVA×2台
排熱回収ボイラ	型式	横型自然循環複圧式
	蒸気条件 蒸気量	5.13 MPa/523 91.2 t/h
蒸気タービン	型式 出力×台数 回転数	混圧単流排気式復水形 27,940 kW×1台 3,000 min ⁻¹
蒸気タービン発電機	容量×台数	29,410 kVA×1台
復水器	型式	表面接触冷却式2折流1区分形
冷却塔	型式	強制通風吸引式クロスフロー形
燃料タンク	容量	780 m ³ (第1号機と共用)
純水装置	容量	600 m ³ /d
NOx排出濃度	ppm	40以下(16% O ₂ ベース)
SOx排出量	m ³ N/h	11.2以下

注:略語説明 DeNOx(脱硝)

平分割方式によってメンテナンス性を向上させている(図3参照)。またガスタービンはパッケージ化することで輸送・据付け期間を短縮できる構造となっている。この設備においては、地域環境を考慮した騒音規制値80 dBAをクリアするため、ガスタービンおよび補機類、発電機を大型のエンクロージャで囲む構造を採用している(図4参照)。

圧縮機は軸流17段で圧力比を約15としており、前段側は流入マツハ数も高いことから、遷音速翼を採用している。

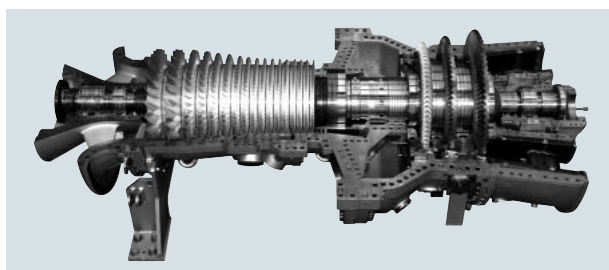


図3 H-25ガスタービンケーシング開放状況
車室は水平分割方式により、メンテナンス性を向上させている。

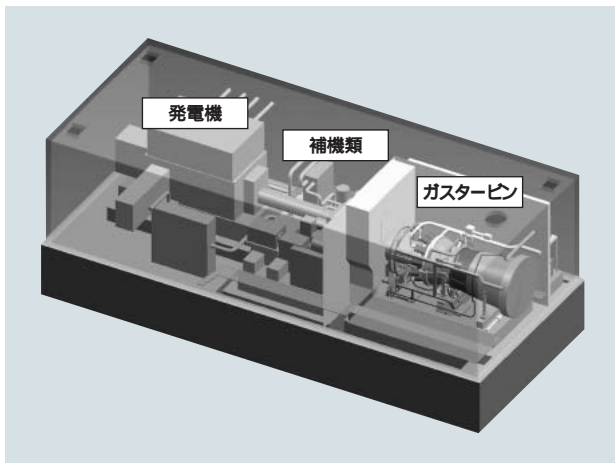


図4 H-25ガスタービンパッケージ配置図
騒音規制値80 dBAをクリアするため、ガスタービンおよび補機類、発電機を大型のエンクロージャで囲んでいる。

タービンは衝動式の3段で構成されている。1段動翼はマルチパス型リターンフロー冷却方式の冷却翼を採用し、その内部には高性能タービュレンスプロモータを設置している。また、1段静翼はフィルム冷却、インピジメント冷却、ピフィン冷却を採用し、冷却効率向上とともに、冷却空気流量を低減して性能向上を図っている。2段、3段動翼にはシュラウドカバー付き翼を採用し、翼先端のリーク性能を向上させている。

燃焼器は多缶型を採用し、H-25ガスタービンでは10缶の燃焼器を備える。燃料はガス、液体、多重燃料が使用可能であり、燃料種も天然ガス、軽油、重油、オフガスなどのほか、近年ではコークスガスなど中カロリー対応タイプもある。DeNO_x(脱硝)として蒸気噴射、水噴射のほか、乾式低NO_x燃焼器がある。この設備では低硫黄A重油燃料を使用しており、DeNO_xは水噴射方式を採用し、排熱回収ボイラ内設置の脱硝装置と併用して環境規制値40 ppm(16% O₂ベース)をクリアしている。

3.2 排熱回収ボイラ

排熱回収ボイラのイメージを図5に示す。排熱回収ボイラは、屋外設置の横型自然循環複圧式であり、ガスタービン2台の排ガスを入口ダクトで合流させ、1台で熱回収することによって合理化を図り、初期投資費用およびメンテナンス費用双方の経済性を大幅に向上させている。

この設備の特徴として、(1)インテグラル脱気器(低圧蒸気ドラムと一体型の脱気器)の採用によるコンパクト化と低コスト化を図り、(2)低温域フィンチューブにSTBA22相当の合金鋼を採用することで、耐腐食性の向上を図っている。さらに、(3)ケーシング内部に作業床を設置することで、伝熱管全高へのアクセスを確保し、営業運転開始後のメンテナンス性の向上を図っている。

環境面では、(1)低SO₃転換率の脱硝システムを採用する

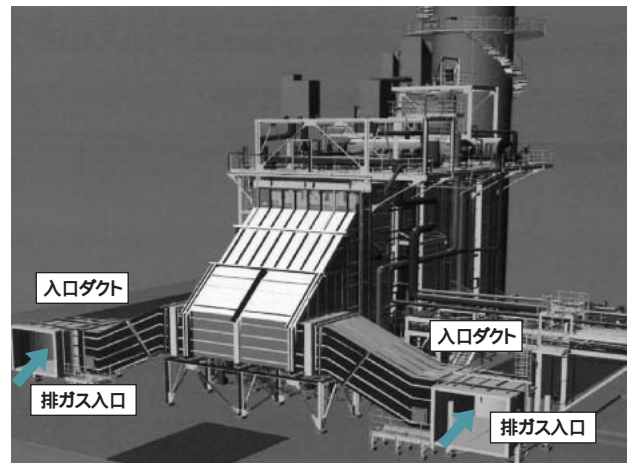


図5 排熱回収ボイラのイメージ
2台のガスタービンから放出される排ガスを熱回収し、蒸気タービンに送気する蒸気を発生させる排熱回収ボイラを示す。

とともに、(2)アンモニア注入による乾式アンモニア接触還元法により、排ガスを無害な窒素と水に分解し、(3)煙突の高さを40 mとすることで低公害化を図り、環境に配慮した設計としている。

また、設備全体をモジュール化することで据付けを簡易化し、大幅な据付けコスト低減を図っている。

この設備は第1号機と比較し、据付けからメンテナンス、およびプラント運用後までの全般にわたり、高効率化を図るとともに環境により配慮している。

4. プラント制御方式

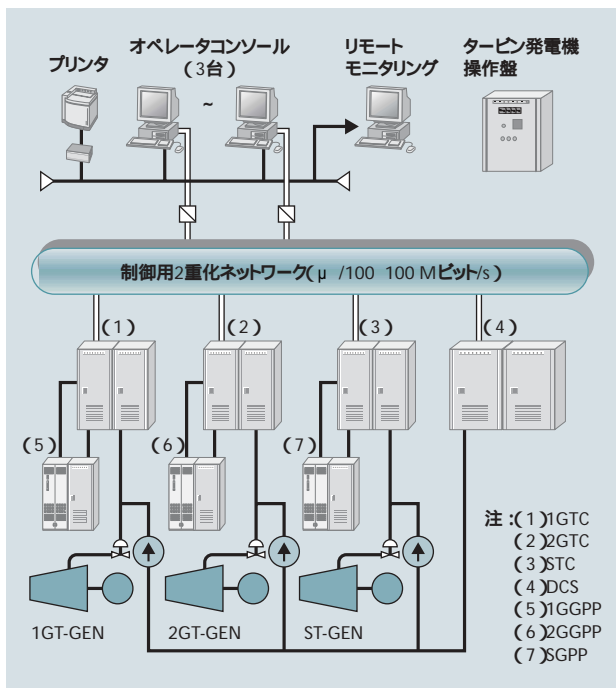
4.1 監視制御システム構成

この設備はDSS、WSS運用を行い、いったん起動後は定格負荷運転となる。この運用に対応する運転員構成は、第1号機を含め2名1直の体制であるため、運転員の負担を軽減することを十分に考慮した監視制御システムとした。この設備における監視制御システム構成の特徴を以下に示す(図6参照)。(1)特殊または、高速応答の要求される制御は、専用の制御装置に分担させ、その情報を監視制御装置(DCS: Distributed Control System)に吸い上げて、操作・監視管理の集中化を行い、プラントの運転監視を容易なものとした。

(2)多軸型コンバインドサイクルであるため、各ガスタービン、排熱回収ボイラ、蒸気タービン制御装置を独立させ、故障が発生した場合でも、他への波及・拡大を防止できるように制御システムの信頼性向上を図った。

(3)将来の制御・管理機能拡張にも柔軟に対応可能となるように、シリアル伝送を積極的に採用し、ケーブルコストの低減を図った。

(4)プラント全体の運転状態および異常状態を事業所内で遠隔監視して運転解析を行い、適切な運転・保守のサポートが可能であるリモートモニタリングシステムを設置した。



注:略語説明 GT(ガスタービン),ST(蒸気タービン),GEN(発電機)
 GT(ガスタービン制御装置),ST(蒸気タービン制御装置)
 DCS(監視制御装置),GPP(発電機保護継電器盤)
 GGPP(ガスタービン発電機保護継電器盤)
 SGPP(蒸気タービン発電機保護継電器盤)

図6 監視制御システムの構成概略
 各種シーケンス制御,プロセス制御および各種監視機能などをソフトウェアで構成した分散型デジタル制御システムを採用している。

4.2 運転制御方式

この設備は,ガスタービン2台に対して排熱回収ボイラ1台の構成となっており,2台のガスタービンは一体運用を基本としている。ガスタービン2台運転に対する主な制御方式の特徴を以下に示す。

- (1) 起動過程においては,パージ運転がガスタービン2台ともに完了していることを確認し,2台同時に点火操作ならびに昇速操作を行う。また,並列後は初負荷保持がガスタービン2台ともに完了していることを確認し,2台同時に負荷上昇操作を行う。
- (2) 通常運転時は,目標負荷に対してガスタービン2台のアンバランス運転を防止するため,均等負荷配分を行う。
- (3) プラント異常時の対応としては,ガスタービン1台トリップま

執筆者紹介



高井 秀和
 2000年日立製作所入社,電力グループ 火力事業部 火力技術本部 火力システム計画部 所属
 現在,火力プラントシステム計画業務に従事



森脇 文治
 1993年日立製作所入社,電力グループ 日立事業所 タービン設計部 所属
 現在,ガスタービンシステム計画業務に従事

たはランバック発生時は,他のガスタービンもトリップまたはランバック動作させる。

5. 試運転実績

この設備は2005年2月に着工し,約10か月の建設・据付け工事を経て2006年2月にガスタービン初点火,初併入に至った。試運転は,この後約4か月の期間で各種試験を行い,発電設備の安全性・信頼性・運用性などを確認し,6月20日に営業運転を開始した。

5.1 プラント性能

試運転中に実施したプラント性能試験では,計画発電端出力および計画発電端効率を上回る性能を達成した。またNOxおよびSOx排出濃度も計画値を下回る値となり,地域環境に配慮した発電設備であることを確認した。

5.2 プラント起動特性

試運転中に実施したプラント起動特性試験では,ホットスタート時,ガスタービン起動から約60分で起動完了することを確認した。ガスタービン起動から約90分で起動完了する第1号機に対し,約30分の起動時間短縮を達成した。

6. おわりに

ここでは,日立臨海発電所第2号機の概要と特徴について述べた。

今後,日立製作所は,この発電設備での運転および保守の経験を蓄積し,さらに積極的な発電ビジネスを進めていく。

終わりに,この発電設備の計画から建設・試運転を経て完成に至るまで,日立臨海発電所の関係各位から長期間にわたり多大なご指導とご協力をいただいた。ここに厚くお礼を申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 岩本,外:プロジェクトファイナンスを導入した株式会社ジェネックスの最新鋭IPP火力発電所,日立評論,86,2,181~184(2004.2)
- 2) 三田寺,外:日立製作所 日立臨海発電所,日本ガスタービン学会誌(2002.1)



田中 館 勉
 1994年日立製作所入社,電力グループ 日立事業所 火力プラント設計部 所属
 現在,排熱回収ボイラのエンジニアリング業務に従事



船木 誠
 1992年日立製作所入社,電力グループ 火力事業部 火力技術本部 火力システム計画部 所属
 現在,火力プラント計装・制御計画業務に従事