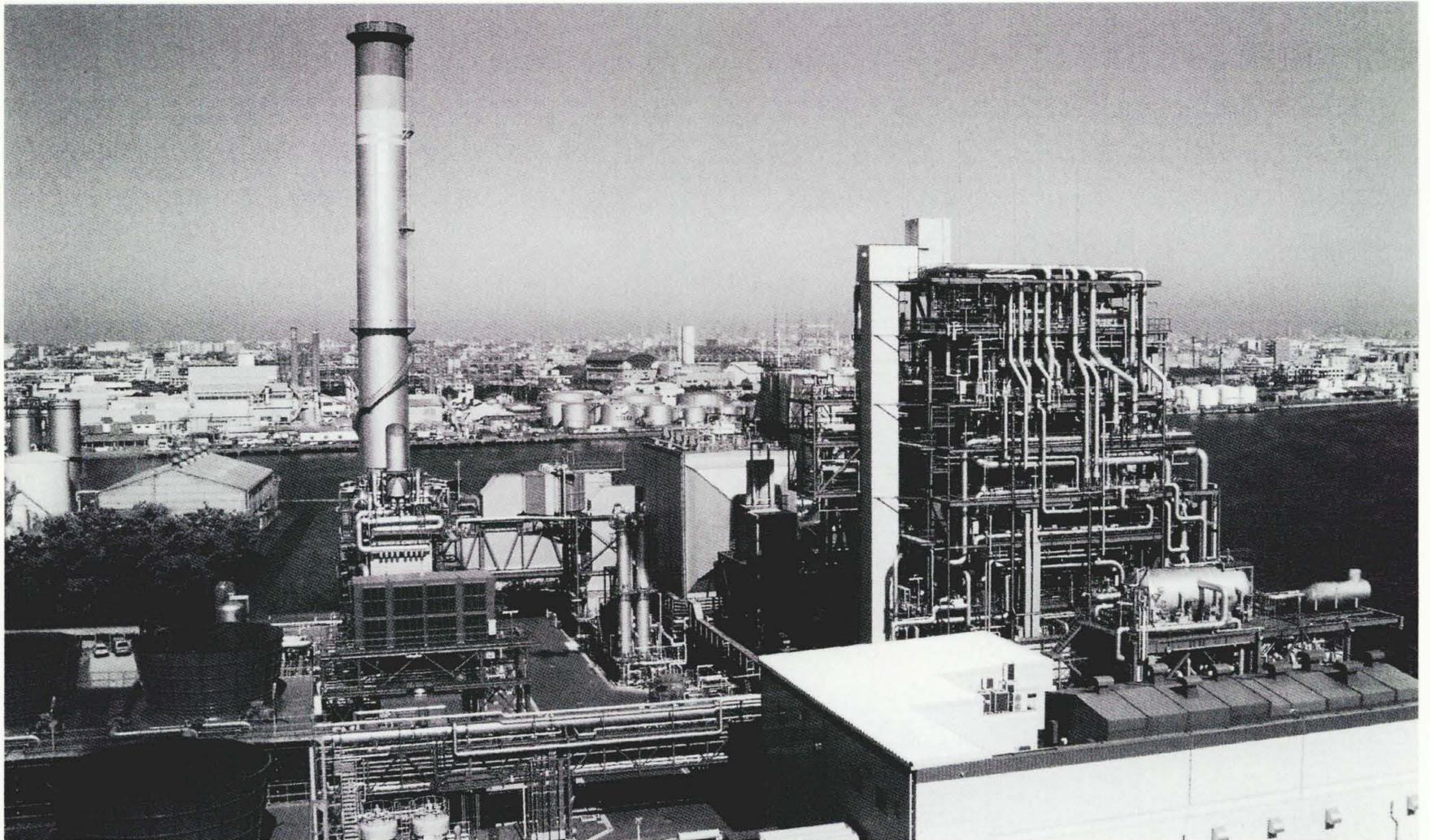


プロジェクトファイナンスを導入した 株式会社ジェネックスの最新鋭IPP火力発電所

Advanced IPP Thermal Power Plant by Project Finance

岩本 祐一 Yûichi Iwamoto 富沢 雅昭 Masaaki Tomizawa
西森 拓郎 Takurô Nishimori 中村 淳彦 Atsuhiko Nakamura



株式会社ジェネックス水江発電所の全景

蒸気タービン建屋(右手前)、冷却塔(左手前)、ガスタービン、廃熱回収ボイラ、共通煙突(中央上)、およびボイラと環境装置(右上)がコンパクトに配置されている。水江発電所のシンボルである煙突は、「川崎市都市景観形成協力者表彰」を受賞している。

近年、火力発電の分野では規制緩和による競争の激化が進み、IPP(独立発電事業者)が登場するなど、大きく環境が変化している。

そのような中で、日立製作所は、エンジニアリングから資金調達までを通じた発電所ビジネスに取り組んできている。その一例が、株式会社ジェネックスの水江発電所である。この最新鋭IPP火力発電所では、汽力発電設備とコージェネレーション設備を併設しており、東京電力株式会社への電力卸売りと、東亜石油株式会社京

浜製油所へのプロセス蒸気供給を同時に行っている。

製油所へプロセス蒸気を安定供給するには26種類に及ぶ特殊運転が考えられたことから、それらをすべて実機で確認するなど、高い信頼性と効率を図るために注力した。

また、この発電所の建設資金の調達では、プロジェクトファイナンスが導入された。今回は日立製作所が元請け会社としてプロジェクトをまとめ、計画から建設、運転に至るまで、顧客のパートナーとして支援した。

1 はじめに

株式会社ジェネックスの水江発電所は、2003年6月から東

京電力株式会社への電力卸売事業を開始した。

この発電設備には、汽力発電設備とコージェネレーション設備が併設されている。前者は残渣(さ)油燃焼ボイラと蒸気タービンで、後者はガスタービンと助燃付き廃熱回収ボイラで

それぞれ構成している。この設備からは、東京電力株式会社へ電力卸売りをするほか、東亜石油株式会社京浜製油所へプロセス蒸気を供給している。そのため、製油所の安定運用を考慮し、発電設備や電気系統の故障時にも、発電所から製油所へ蒸気を安定供給する必要がある。

電力とプロセス蒸気の同時供給という点を考慮した結果、26種類の特殊運転が想定された。そのため、これらのすべてについて検討し、問題なく運転できることを実機で確認した。

なお、この発電所の建設資金の調達では、プロジェクトファイナンスが導入された。建設時のリスクを回避するために元請けを1社とする旨の要請があったため、システム計画元である日立製作所が、元請け会社として、土木工事を含むプロジェクト全体の取りまとめを行った。

ここでは、この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水江発電所の概要と特徴について述べる。

2 プロジェクトの概要

2.1 プラントの概要と特徴

株式会社ジェネックス水江発電所(以下、水江発電所と言う。)では、東京電力株式会社への卸電力と、東亜石油株式会社京浜製油所への電力・プロセス蒸気を同時に供給する

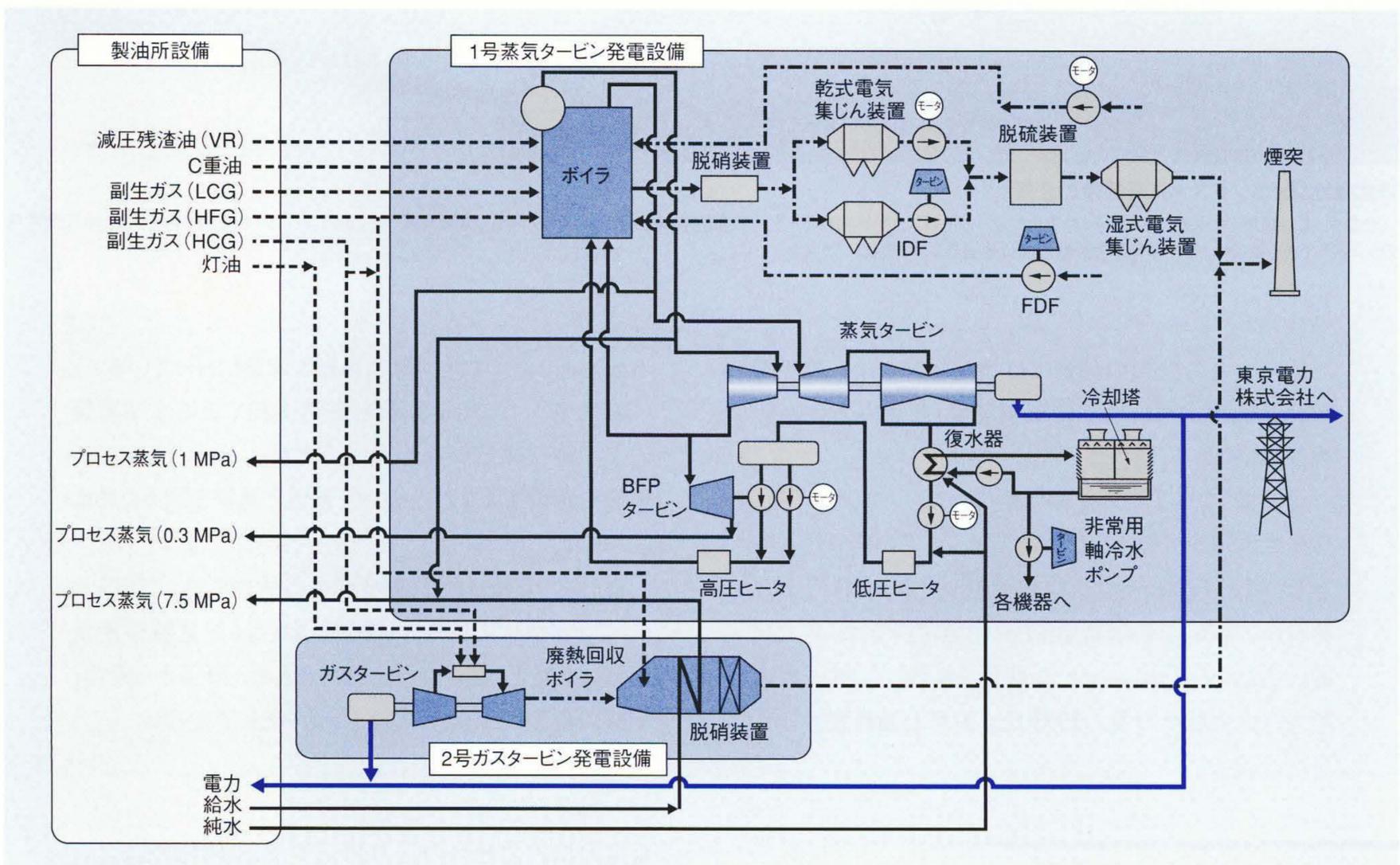
ために、発電設備や電気系統の故障だけでなく、燃料供給源である製油所側の運用を考慮する必要がある。電力とプロセス蒸気の同時供給ということを考慮して、発電設備の運用を検討した結果、26種類の特殊運転が想定された。水江発電所のシステム構成を図1に、主要設備の諸元を表1にそれぞれ示す。

水江発電所の特徴は以下のとおりである。

- (1) 汽力設備のボイラ給水ポンプ、押込通風機、誘引通風機1系列と、共通設備の非常用軸冷水ポンプを蒸気タービン駆動とする。また、所内全停電時にはボイラ単独運転を行い、製油所へプロセス蒸気を供給する。
- (2) 通常運転では廃熱回収ボイラで発生した蒸気を製油所へ供給するが、ガスタービン停止時には、汽力設備のボイラ主蒸気系統から廃熱回収ボイラの主蒸気系統へバックアップする。
- (3) 汽力設備は高圧・低圧タービンバイパスを持ち、蒸気タービン停止時にはボイラ単独で運転する。汽力設備から製油所へも、プロセス蒸気を供給する。

2.2 プロジェクト管理

今回、東亜石油株式会社は、建設資金の調達方法として、電力事業としてはわが国でも数例目となるプロジェクトファイナンスを実施した。これは、返済の財源が事業によって生み出



注：略語説明 VR (Vacuum Residue), LCG (Low Calorie Gas), HFG (Home Fuel Gas), HCG (High Calorie Gas), FDF (Forced Draft Fan; 押込通風機) IDF (Induced Draft Fan; 誘引通風機), BFP (Boiler Feedwater Pump; ボイラ給水ポンプ)

図1 システムの概要

製油所へのプロセス蒸気は、通常では2号ガスタービン発電設備から供給するが、ガスタービン停止時には、1号蒸気タービン発電設備からバックアップする。

表1 水江発電所の主要機器の諸元

1号蒸気タービン発電設備と2号ガスタービン発電設備の主要諸元を示す。

項目		1号蒸気タービン 発電設備	2号ガスタービン 発電設備
最大出力(発電端)		19万4,890 kW	7万9,300 kW
卸売電力		23万8,000 kW(契約最大電力)	
製油所供給電力		1万kW	
ボイラ	型式	放射再熱式 自然循環ボイラ	自然循環 廃熱ボイラ
	蒸発量	630 t/h	250 t/h
	蒸気条件	17.06 MPa, 541 °C/540 °C	6.96 MPa, 443 °C
	燃料	副生ガス, C重油 減圧残渣油	副生ガス (助燃用)
	製造者	石川島播磨重工業株式会社	川崎重工業株式会社
タービン	型式	再熱再生復水型 (TCDF-26)	単純開放一軸型 (F6FA)
	蒸気条件	16.6 MPa, 538 °C/538 °C	—
	回転数	3,000 min ⁻¹	5,235 min ⁻¹
	発電機	21万8,700 kVA	8万8,200 kVA
	燃料	—	副生ガス, 灯油
	製造者	日立製作所	

される、キャッシュフローに限定した資金調達である。

このプロジェクトには、当初、日立製作所のほかに、ボイラ設備メーカーと廃熱回収ボイラ設備メーカーの計3社が参画していた。しかし、プロジェクトファイナンスの導入によって建設時のリスクを回避するために、元請け会社を1社とする旨の要請があったことから、当初からシステム計画を担当していた日立製作所が、元請け会社としてプロジェクト管理の役目を担った。日立製作所は、プロジェクト管理の強化を図るため社内にプロジェクト管理チームを発足させ、全体の取りまとめを行った。チームの主な業務は以下のとおりである。

- (1) 他メーカー分を含む図面・図書の管理
- (2) エンジニアリング、機器製作、据付け・試運転の工程進捗(ちよく)管理
- (3) 懸案事項・仕様変更の管理
- (4) 諸官庁への申請書類、月報、月間スケジュールの取りまとめ
- (5) 現地統括管理業務

3 ガスタービンと蒸気タービンの概要と特徴

3.1 ガスタービンの特徴

水江発電所発電設備のガスタービンには、燃料ガスと灯油による燃焼が可能なデュアル燃焼ガスタービンを採用している。燃料ガスには水素が規定濃度以上含まれているので、起動と低負荷でのガス燃焼運転ができない。そのため、ガス燃焼運転ができない運用範囲をカバーする目的と、ガス燃料不足時のバックアップ燃料として、灯油でも運用できる燃焼器

を採用している。

また、この発電設備では、主要な運用形態であるガス燃焼100%負荷の運転状態から、負荷を下げることなく、灯油燃焼運転に切り替えられるシステム構成としている。

3.2 蒸気タービンの特徴

水江発電所発電設備の蒸気タービンは、190 MWクラスの大型蒸気タービンである。非常调速装置に電気式の保護装置を採用することによって機械的な構成部品員数を減らし、メンテナンス性の向上を図っている。

これまで、蒸気タービンの主要弁を駆動するための制御油供給方式では、約0.7 MPa程度の潤滑油を制御油として使用するシステム、または約11 MPa程度の専用の難燃性油を制御油として使用するシステムが採用されてきた。しかし、専用の難燃性油用システムを必要としないという前者の長所と、高圧制御油を使用するという後者の長所を併用することで、主要弁の駆動装置をコンパクト化することが可能となる。このため、約11 MPa程度の潤滑油を制御油として使用するシステムを採用した。

3.3 ガスタービンと蒸気タービンの連携

水江発電所発電設備には、上述の蒸気タービンと75 MWクラスのガスタービンを新設した。このうち、ガスタービンは負荷変化への追従特性に優れているので、ガスタービンの速度調定率を蒸気タービンよりも小さく設定することにより、主にガスタービンで系統周波数の調整を行っている。

また、所内での単独運転移行時の負荷確保はガスタービンだけによる方式とし、周波数の一定制御を採用している。

なお、ガスタービン負荷の降下時または停止時には、ボイラ主蒸気からプロセス蒸気をバックアップするため、蒸気タービン運転中は加減弁の制御を負荷制御から主蒸気圧力一定制御に切り替えられるシステムを採用している。

4 建設・試運転実績

4.1 土木建築工事

水江発電所は水江運河と塩浜運河の交点(南西方向)付近にあり、約2万7,000 m²の敷地の中に、ガスタービン、廃熱回収ボイラ、残渣油燃焼ボイラ、蒸気タービン、環境設備、煙突、冷却塔などがコンパクトに配置されている(図2参照)。

敷地内の地質は沖積層が主体であることから、地盤強化のためのくい選定にあたっては、タービン架台などの主要構造物には鋼管くいを、接地面積の広い冷却塔下部水槽にはサンドコンパクションくいを、その他にはPHCくい(コンクリート既製くい)と、それぞれの特質に応じて3種類のくいを使い分けている。



図2 水江発電所の全景

中央手前にガスタービンと廃熱回収ボイラ、中央上に蒸気タービン建屋とボイラ、右側に冷却塔、左側に環境設備が位置している。なお、奥に塩浜運河と京浜運河がある。

建屋にはタービン建屋と石こう倉庫の2棟があり、いずれも鉄骨構造である。また、蒸気タービン設備が設置されるタービン建屋のオペレーティングフロアは屋外となっており、蒸気タービンと発電機はエンクロージャで覆われている。オペレーティングフロアの四方は景観壁で囲われており、アイボリー地の色にシンボルカラーにもなっているブルーのストライプが入った、すっきりとした外観に仕上がっている。

4.2 試運転結果

水江発電所の建設では、2000年10月に土木工事に着手し、2002年10月にボイラとガスタービンの点火、同年11月に蒸気タービン通気とガスタービンの初併入、同年12月に蒸気タービンの初併入という経過後、すべての特殊試験を実機で確認したうえで、2003年6月に営業運転を開始した。

代表的な特殊運転モードである、所内単独運転と所内全

停電運転の試運転結果は以下のとおりである。

(1) 所内単独運転

東京電力株式会社との系統遮断時には、ガスタービンによる所内単独運転へ、汽力設備はボイラ単独運転へとそれぞれ移行し、プロセス蒸気をバックアップする。

試運転では、ガスタービンの所内単独運転と、ボイラ単独運転中のプロセス蒸気バックアップ運転を実施し、両機能とも十分な信頼性が得られることを確認した。

(2) 所内全停電運転

通常の発電設備では、所内全停電時には発電設備を安全に停止させる。しかし、この発電設備では、製油所が停止するまで蒸気を供給する必要がある。そのため、蒸気タービン駆動補機によるボイラ単独運転へ移行し、主蒸気と高温再熱蒸気からプロセス蒸気を供給する。

試運転ではタービン駆動補機によるボイラ単独運転への移行とプロセス蒸気バックアップを実施し、両機能とも十分な信頼性が得られることを確認した。

5 おわりに

ここでは、最新鋭IPP火力発電所の事例として、プロジェクトファイナンスを導入し、特殊運転モードを備えた株式会社ジェネックス水江発電所の設備概要と試運転結果について述べた。

日立製作所は、今後も、電力分野の新しい取り組みに努めていく考えである。

終わりに、この発電設備の計画、建設、試運転では、株式会社ジェネックスの関係各位から多大なるご指導とご協力をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

執筆者紹介



岩本 祐一

1996年日立製作所入社、電力・電機グループ 火力・水力事業部 火力システム設計部 所属
現在、火力発電所のエンジニアリング業務に従事
日本機械学会会員
E-mail: yuuichi_iwamoto @ pis. hitachi. co. jp



富沢 雅昭

2001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、ガスタービン系統の設計に従事
E-mail: masaaki_tomizawa @ pis. hitachi. co. jp



西森 拓郎

1995年日立製作所入社、電力・電機グループ 火力・水力事業部 火力技術部 所属
現在、火力発電設備の取りまとめ業務に従事
E-mail: takuro_nishimori @ pis. hitachi. co. jp



中村 淳彦

1999年日立製作所入社、電力・電機グループ 火力・水力事業部 火力プラント設計部 所属
現在、火力発電設備の土木、建築設計に従事
E-mail: atsuhiko_nakamura @ pis. hitachi. co. jp