

東欧火力発電設備のリハビリテーションにおけるエンジニアリング

Engineering for Rehabilitation of Thermal Power Plants in Eastern Europe

田尻 純一 田中 克明

■ TAJIRI Junichi

■ TANAKA Katsuaki

東芝は、東欧で老朽化が進む火力発電設備のリハビリテーションプロジェクトを2003年に受注して以降、同地域で複数のプロジェクトを遂行している。これまでに、ルーマニア パロセニ火力発電設備のリハビリテーション工事を完了させ、ブルガリア マリツァイストII火力発電所で受注した6基のタービン発電設備リハビリテーション工事のうち4基の顧客への引渡しを完了し、現在は、残る2基のリハビリテーション工事を行っている。これら東欧における発電設備のリハビリテーションプロジェクトでは、既設設備・機器の建設時データの散逸や東欧の複雑な認証システムなどに起因する課題が数多く発生し、現状の把握や許認可に必要な図書類の準備など実際に即したエンジニアリング手法により推進した。

Following the conclusion of its first contracts for the rehabilitation of aging thermal power plants in Eastern Europe, Toshiba has been implementing rehabilitation projects in Romania and Bulgaria. Rehabilitation of the Paroseni Thermal Power Plant in Romania has already been completed, and a rehabilitation project at the Maritsa East II Thermal Power Plant in Bulgaria, in which a total of six turbine-driven generator units are planned to be replaced, is in progress. Rehabilitation of four of these units has been completed, and work on the remaining two units is under way.

Although engineering delays caused by both lack of information on existing equipment and differences in business practices such as complicated certification systems have occurred frequently in these Eastern European projects, we have been making efforts to minimize delays in the project schedules by taking advantage of our practical experience in rehabilitation project management and engineering.

1 まえがき

東欧ではインフラ整備の遅れから火力発電所の老朽化が進み、運転中止や性能が大幅に低下したままの状態での運用を余儀なくされている設備が数多い。また、EU（欧州連合）加盟に伴い環境規制が強化され、電気式集塵（しゅうじん）器及び排煙脱硫装置など環境設備の追加やタービン発電機など火力発電設備の更新又は補修による効率向上といったリハビリテーションなしには運転許可を取り消される場合もある。そこで、発電設備の新設に比べてコストも低く、設備の停止期間も短いリハビリテーションを総合的に実施するのが大きな潮流の一つとなっている。

東芝は、国内外で培った火力発電設備の設計と建設技術を活用して、ルーマニア及びブルガリアで火力発電設備のリハビリテーションプロジェクトを受注した。ここでは、それらリハビリテーションの概要と、プロジェクト遂行時の課題点及びそれを解決するエンジニアリングについて述べる。

2 リハビリテーションの概要

リハビリテーションは、顧客の要望や発電設備の環境などにより、その工事内容が大きく異なる。ルーマニアとブルガリア両プロジェクトのリハビリテーション概要を述べる。

2.1 ルーマニア パロセニ火力発電所

パロセニ火力発電所4号機（150 MW）は老朽化により運転継続が不可能となり、顧客自身で改修計画が進められ、更新の機器や部品の一部が購入されたが、顧客の事情から計画が中断していた。当社はこの改修計画を引き継いでリハビリテーションプロジェクトを開始したため、顧客が既に購入した、あるいは20年以上前の既設部品を流用する機器や部品が数多く存在し、顧客と当社の所掌範囲が入り組むことになった。主な更新機器の所掌範囲を表1に示す。当社は、顧客から供給される機器を有効利用しつつ、不足機器の供給や旧品の改修、土木・据付工事などを所掌範囲として、発電設備のリハビリテーション作業を実施した。その結果、主要設備を更新することによる性能向上、及び電気式集塵機の改修による環境負荷低減などのリハビリテーション効果が得られた。

また当社は、中央制御室から設備の監視や運転を行うDCS（Distributed Control System）を納入したことから、所掌元が異なるボイラやタービンと発電機の取りまとめを行った。このDCSの設置により発電設備の総合運転における効率改善や制御方式の更新が実現された。

顧客供給のタービンに組み合わせた当社製発電機を図1に示す。このプロジェクトは2003年3月に契約し、2007年8月に完工して顧客へ引き渡した。

表1. パロセニ火力発電所リハビリテーションの所掌

Scope of rehabilitation at Paroseni Thermal Power Plant, Romania

機 器	供 給	改 修	据 付
蒸気タービン	顧客	—	顧客
タービン制御装置	顧客, 東芝	顧客	顧客
発電機	東芝	—	東芝
タービン周辺設備	顧客, 東芝	東芝	東芝
DCS及び計装品	東芝	—	東芝
ディーゼル発電機	東芝	—	東芝
ボイラ	他社	—	他社
ボイラパンカ	他社	—	東芝
電気式集塵器	顧客	東芝	東芝
土木工事	東芝	東芝	東芝
運炭設備	顧客, 他社	東芝	東芝
灰処理設備	顧客, 東芝	東芝	東芝



図1. パロセニ火力発電所のタービン発電機 — リハビリテーションを完了した4号機の様相である。

Turbine-driven generator at Paroseni Thermal Power Plant

2.2 ブルガリア マリツァイーストII火力発電所

マリツァイーストII火力発電所1～8号機のうち、当社は1～6号機のリハビリテーション工事を受注した。契約は2004年10月に発効し、現在は5、6号機のリハビリテーション工事を実施中である。

このプロジェクトは老朽化した機器の更新に加え、発電出力及び発電効率の向上も目的としており、更新範囲は各号機の実情に合わせ異なる。1、3、4号機は蒸気タービン発電機をはじめ主要機器を当社が更新した。2号機は顧客が蒸気タービンを既に更新していたので、当社は発電機だけを更新した。

また5、6号機は他社製蒸気タービン内部の構造物だけを更新することで、発電出力及び発電効率の向上を目指している。既設低圧タービンのバウマン翼を撤去し、最終段を31インチ翼から36インチ翼に更新するとともに、二次流れ損失を低減させた翼列や通路部からの漏れ蒸気を低減させるシール構造を採用するなど熱消費率を約5%改善する計画である。

各号機の計画発電出力(更新前, 更新後)及び更新機器を

表2. マリツァイーストII火力発電所リハビリテーションの概要

Outline of rehabilitation work at Maritsa East II Thermal Power Plant, Bulgaria

号機	出力 (MW)		東芝の主要供給機器	完成年月
	更新前	更新後(計画)		
1	150	177.37	蒸気タービン, 発電機, 復水器, 給水加熱器	2007年 9月
2	150	165	発電機	2007年 3月
3	150	177.37	1号機と同じ	2008年11月
4	150	177.37	1号機と同じ	2009年 2月
5	210	230	蒸気タービン内部更新	工事中
6	210	230	5号機と同じ	
7	215	—	リハビリテーションプロジェクト対象外	
8	215	—		

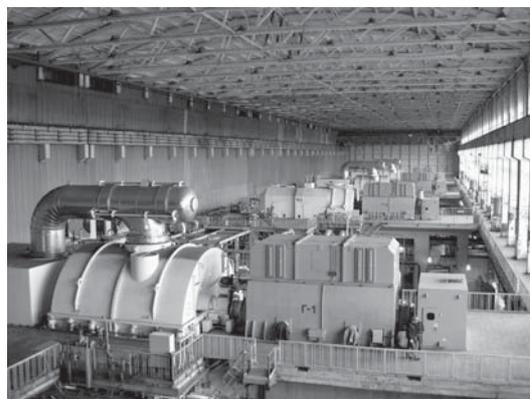


図2. マリツァイーストII火力発電所のタービン発電機 — リハビリテーションを完了した1～4号機の様相である。

Turbine-driven generator at Maritsa East II Thermal Power Plant

表2に示す。1～4号機のリハビリテーション工事は既に完了しており(図2)、その試験結果は表2に示した計画を上回る出力及び効率を達成した。

3 リハビリテーションプロジェクトでの課題

リハビリテーションの対象となる発電設備は、その状況に従い更新機器や実施する工事内容が異なる。したがって、プロジェクトの遂行にあたっては各々の運転状況と機器の劣化状態を事前に把握し、更新が必要な機器の特定が必要になる。更に工事実施中に想定外の劣化などが発見され追加工事が発生することもあるため、検査項目やその内容を事前に協議し劣化発見時の対応についても方針を決めておく必要がある。

一方、リハビリテーションの対象は他社製発電設備であるため、当社には既設設備に関する設計情報がなく、プロジェクト遂行にあたっては既設機器の情報をいかに精度よく、また効率的に収集するかが重要な課題となる。同様に、東欧での法規や規制を調査し、それらを遵守するとともに、東欧での許認可申請や慣習の調査も必要になる。

4 エンジニアリングでの課題解決

前述した多くの課題を解決しながらエンジニアリングを進めた。そのポイントをいくつかの実例をもとに以下に述べる。

4.1 インベントリチェック

パロセニ発電所の場合、最初に行ったことは顧客の計画及び系統設計の調査と確認であった。顧客の計画の概要は系統図から調査できたが、補機や配管の取合いなどの詳細は顧客から聴取を重ねながら設備全体をまとめる必要があった。

また、リハビリテーションプロジェクトで使用する顧客が購入済みの機器（以下、インベントリと呼ぶ）は、購入後20年近く経過したものもあり、それらの適用範囲や保管状態がどのようなものであるかの調査も必要である。これらインベントリすべての機器や部品を網羅した管理リストがないため、インベントリチェックでは個数、寸法、材質確認、保管状態の確認が必須であった。チェックはボルトやナットなどの小物にまで及び、開梱（かいこん）しながら一品ずつ図面と照らし合わせて寸法などの課題がないか確認し、併せて欠陥がないかなどの目視点検も行った。現物には管理番号の識別をつけながらチェック結果を記載したリストを一品一葉で作成し、現物写真と合わせて確認結果をレポートとしてまとめた。レポートには欠品及び欠陥をまとめたリストを添付し、顧客に追加購入又は補修を要請した。このインベントリチェックの総アイテムは約13,000点に及び、約半年間の期間を費やして実施した。

4.2 現地計測

リハビリテーションプロジェクトでは設備とともにその情報も老朽化している場合があり、オリジナル図面の散逸や、現物がオリジナル図面から改修されていることも多い。したがって、図面だけによる情報収集ではなく、実際の発電所内での機器配置や機器の寸法を正確に把握する手段も必要である。

マリツァイーストII火力発電所では、発電所内の建屋の柱や機器、配管の配置を確認するため、レーザ計測を行った。この計測結果は、そのまま3次元CAD図面に変換して、配管のルート計画に活用した。

4.3 許認可手続き

ルーマニア、ブルガリアともに許認可手続きは同様の手順で、工事計画時及び工事着工前に、それぞれ次の図書を提出して認証機関の承認を受ける必要がある。

- (1) 基本設計図書 プロジェクトの全体像が記載される。
- (2) 詳細設計図書 機器の詳細仕様や外形図、強度計算書から成る。

これらの承認図書は当社などの工事契約者が準備し、政府認可のエンジニアリング会社、顧客の順にレビュー、承認された後、顧客が契約した政府認可のコンサルタント会社でアセス

メントレポートにまとめられ、政府の最終認可を受ける。これらの工事許認可は機器設計に適用されるCEマーキング^(注1)などの各種設計コードとは別に必要とされ、この許認可を取得しなければ工事は着工できない。こうした東欧の許認可手続を遵守しながらプロジェクトを推進した。

4.4 改正図書及び完工図書

現地工事では、たとえ軽微な変更でも作業開始までに改正図書が必要であり、改正図書には設計者の署名及び政府認可エンジニアリング会社の承認が必要である。現地状況に応じて改正する図書には配管関係が多く、また配管関係工事の日程的余裕がないことから、現地工事の最盛期には配管設計者をサイトに常駐させ、すぐに対応できる体制とした。

また、変更後の状態を反映した完工図書は、わが国では工事終了後にまとめて提出するのが一般的であるが、東欧では前記のように現地工事中に改正図書が順次発行されるので、完工図書の発行時期などに関する契約事項には細心の注意を払った。

4.5 品質保証図書

ルーマニア、ブルガリアともEUに加盟し、自国の法規制とEU規制の整合化を進めているが、現在は過渡期にある。両国オリジナルの規制は手順や手続きなどが厳しいにもかかわらず、設計図書に網羅すべき事項が明確でないなど詳細内容は不明確で、許認可機関の担当者判断で決定されることも多い。承認機関と綿密に調整しながらプロジェクトを推進した。

5 あとがき

当社にとっては初めての、東欧他社製発電設備のリハビリテーションプロジェクトであるルーマニア パロセニ火力発電所のリハビリプロジェクトを成功させた。また、ブルガリア マリツァイーストII火力発電所のプロジェクトも既に4基のタービン発電設備の工事を完成させ、発電量の増加と環境改善に貢献している。

当社はこれらのプロジェクトを通じて吸収できた東欧でのエンジニアリング手法を、今後は更にグローバルな火力発電設備リハビリテーションに生かしていく。



田尻 純一 TAJIRI Junichi

電力システム社 火力プラント統括部 火力プラント技術部グループ長。海外火力発電所プラント技術業務に従事。
Thermal Power Plant Engineering Div.



田中 克明 TANAKA Katsuaki

電力システム社 火力プラント統括部 火力プラント技術部主務。海外火力発電所プラント技術業務に従事。
Thermal Power Plant Engineering Div.

(注1) 製品がEU指令に合致していることを示すもの。