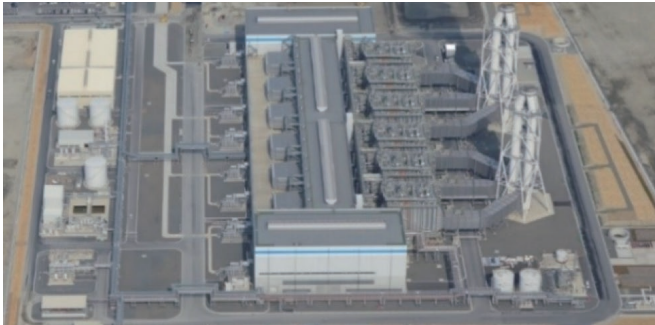
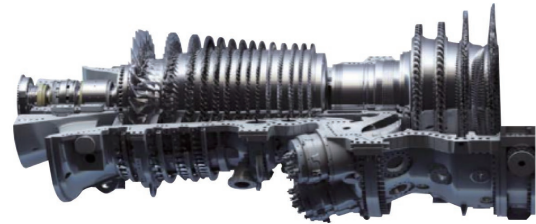


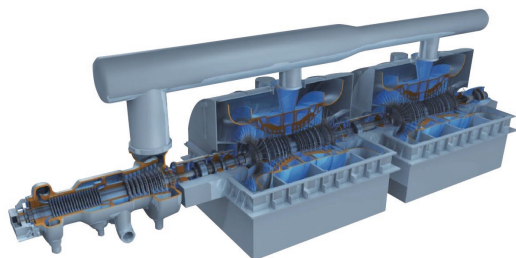
世界最高の発電効率を達成した 中部電力(株)西名古屋火力発電所7号系列の総合運転開始



中部電力(株)西名古屋火力発電所7号系列
Nishi-Nagoya Thermal Power Station Group No. 7 of Chubu Electric Power Co., Inc.



14段圧縮機と4段構成の採用で高効率・大容量を実現した
GE社製HAガスタービン
HA gas turbine manufactured by General Electric Company



最新鋭の性能向上技術と世界最大級の低圧最終段シリーズを適用した
多軸型コンバインドサイクル用蒸気タービン
Steam turbine for multishaft combined-cycle systems



HRSG 全景
Overall view of completed heat recovery steam generator (HRSG)

中部電力(株)西名古屋火力発電所7号系列が、2018年3月に総合運転を開始した。当社の最新技術により、コンバインドサイクル発電所として世界最高^(注)の発電効率63.08%を達成した。この発電所は、定格出力1,188.2 MW×2ブロックの出力を持つ。各ブロックは、多軸型コンバインドサイクル発電設備であり、ガスタービン及びHRSG(排熱回収ボイラー)それぞれ3台と、蒸気タービン1台から成るシステム構成である。

ゼネラル・エレクトリック(GE)社が開発した最新の高効率HA型ガスタービンは、4段構成で、圧力比が約21:1である先進の3次元空力設計翼を採用した14段高効率圧縮機が性能向上に寄与し、最新鋭のシール技術の適用により効率向上が図られている。

蒸気タービンの蒸気通路部には、最適反動度翼を採用して段落効率を向上させ、その高圧部はドラム構造ローターにより多段落化し、更に、最終段翼には世界最大級^(注)の長翼を使用し、効率向上を実現した。

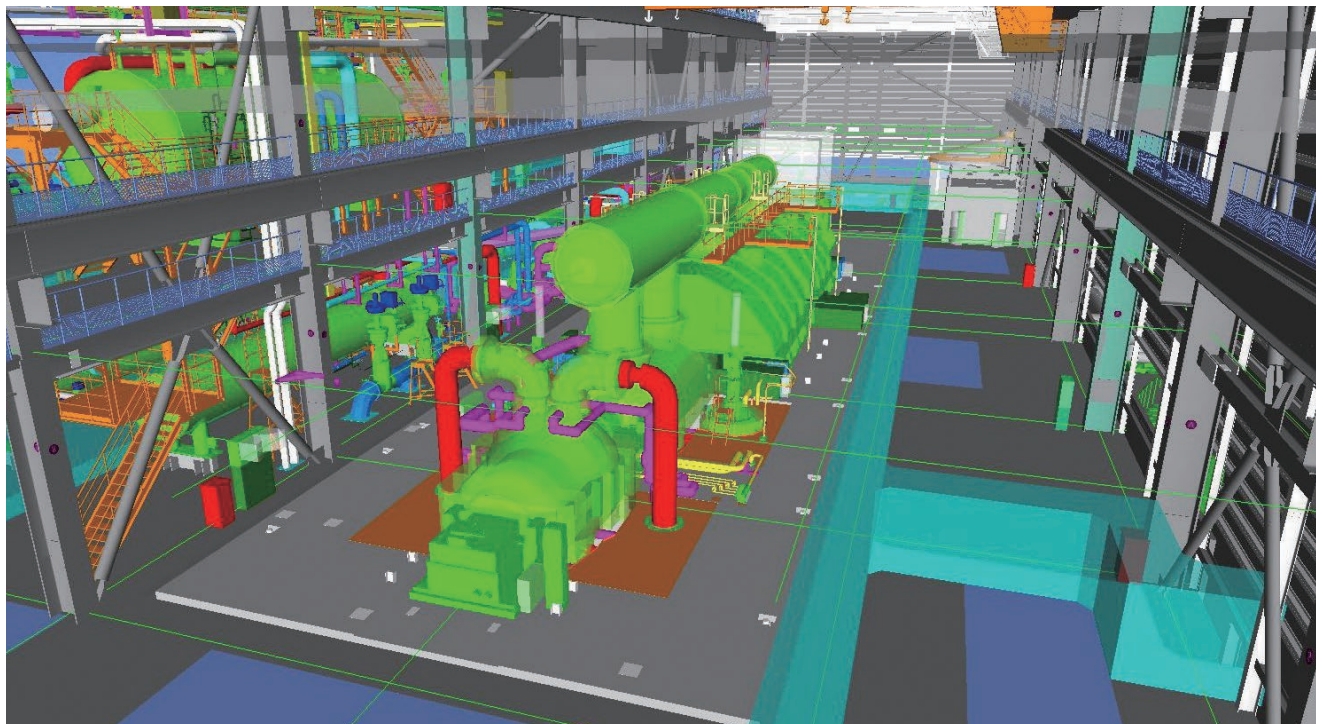
ガスタービンの排ガスから蒸気を発生するHRSGは、主蒸気及び再熱蒸気温度として590℃級を採用し、従来より高温化することで収熱性を高めた。

これらの技術の適用やシステム構成により、世界最高効率だけでなく、発電設備の運用性能向上や環境負荷低減も実現した。

当社は、今後も技術開発を一層加速し、信頼性の高い安定電力の確保や、地球環境に優しいエネルギーシステムの提供を通して、社会や地域への貢献に尽力していく。

(注) 2018年3月現在、コンバインドサイクル発電設備として、当社調べ。
関係論文：東芝レビュー、2018、73、4、p.51-54。

電源開発(株) 竹原火力発電所新1号機へのタービン出荷



竹原火力発電所新1号機 タービン建屋オペレーティングフロア(3次元モデル)

Three-dimensional model of turbine building operating floor in Takehara Thermal Power Plant New Unit 1 of Electric Power Development Co., Ltd.

電源開発(株)竹原火力発電所新1号機のプラント設計と主要機器製造が完了し、2018年12月に再熱蒸気止め弁が一体結合された中圧タービン外部車室を出荷した。

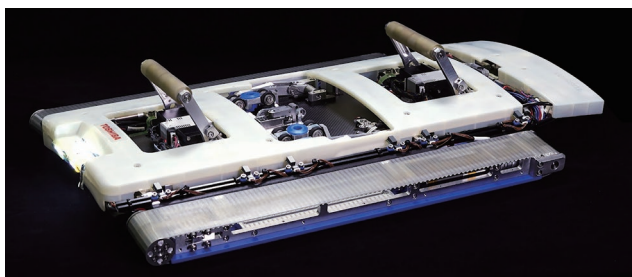
この設備は、蒸気条件として国内初^(注)となる再熱蒸気温度630℃を含む、主蒸気圧力(ゲージ圧)27MPa、主蒸気温度600℃を採用した高効率最新鋭石炭火力発電設備であり、当社は、蒸気タービンと発電機を含むタービンプラントを担当する。蒸気タービンは、串型4車室4流排気式再熱復水型で、最終段動翼に実績のある40インチ(約102cm)のスチール翼を採用するとともに、蒸気入口部の二重構造、ロータークーリングシステムなどの各種高温化対応技術、及び高性能翼列や改良型軸受などの性能向上技術を採用した最新鋭機である。発電機は、60Hzの最大容量機となる670MVA水素間接冷却方式の高効率発電機を採用し、熱サイクルには、主油冷却器を用いてタービン機械損失の回収などの効率向上技術を適用している。

更に、将来の再生可能エネルギーによる電源増加に伴う電力系統の変動に適応するため、高負荷変化率への対応や最低負荷の引き下げなど高運用性にも配慮した設備計画とした。加えて、可動翼式循環水ポンプや、復水ブースターポンプへのインバーター制御方式の採用などによって、広い運用負荷帯に対して部分負荷運転時の所要動力低減を図り、プラントとしての総合効率の向上も追求している。

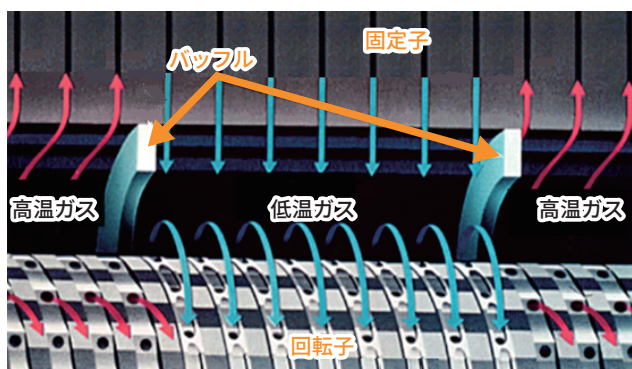
竹原火力発電所は広島県竹原市に位置し、既設火力発電設備の廃止と協調したビルド&スクラップ工法が採用され、瀬戸内海の環境にも配慮して地域との融和も図りながら、輸送及び工事を鋭意進めている。今後、2020年6月の営業運転開始に向け、主要機器の出荷とともにタービン設備の工事を進めていく。

(注) 2018年12月時点、当社調べ。

■ 点検期間を短縮できるタービン発電機検査ロボット



タービン発電機検査ロボット
Turbine generator inspection and diagnosis robot



発電機内部のイメージ
Interior of generator with baffles

タービン発電機の検査を短期間で実施するロボットを開発した。このロボットは、従来のロボット技術では難しかったバッフル^(注1)付き発電機の点検にも対応している。回転子を装着したまま、回転子と固定子の間のギャップ内を走行し、従来の精密点検期間の約半分である12日程度(発電機分解組立期間を含む)^(注2)で、発電機内の回転子及び固定子を点検できる。

現在、2019年度の点検サービス開始を目指し、実機での試運転を行っている。

当社は、このロボットを活用し、他社機も含めた既設発電設備のサービス事業を、国内だけでなく北米や東南アジアなどグローバルに強化し、顧客利益の最大化に貢献していく。

(注1) 発電機の機内通風を整流するために固定子に設置された仕切り壁。
(注2) 点検期間は、発電機ごとの各種点検ポイント数によって変化する。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 高効率を実現する700 MVA級水素間接冷却タービン発電機の完成

項目	仕様	
容量	716.667 MVA	
電圧	19.5 kV	
力率	0.9	
回転数	3,000 rpm	
周波数	50 Hz	
規格	JEC-2130-2000	
冷却方式	回転子コイル	水素直接冷却
	固定子コイル	水素間接冷却
温度上昇	F種-Bライズ	
短絡比	0.556以上	
水素ガス圧(ゲージ圧)	0.52 MPa	

JEC：電気規格調査会



716.667 MVA 発電機の諸元と回転電気試験の様子
Specifications and scene of shop test of 716.667 MVA indirectly hydrogen-cooled generator

近年、二酸化炭素(CO₂)排出量低減の観点から、火力発電に対し、より一層の高効率化が求められている。

当社は、高効率化が可能な大容量水素間接冷却機の発電機開発に1998年頃から取り組み、2000年には、高効率化や大容量化の鍵となる固定子コイル高熱伝導絶縁システムTOSλ™(トスラムダ)を開発し、実績を積み重ねてきた。

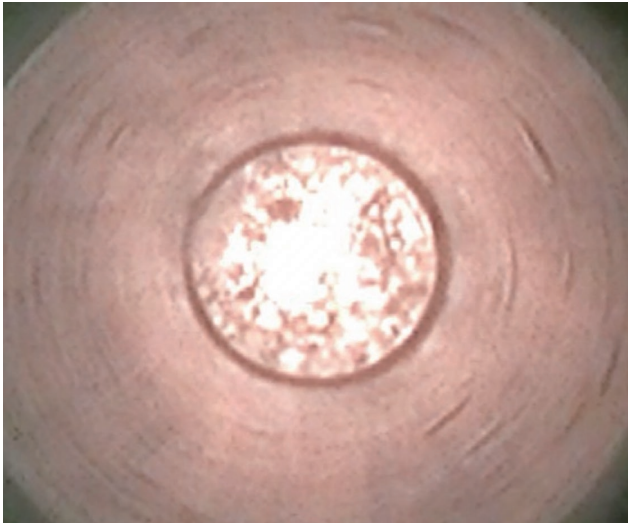
今回製造した716.667 MVA水素間接冷却タービン発電機は、当社が培ってきた高効率化や大容量化の技術を適用することで、発電機規約効率99.1%以上を達成した。

固定子コイル主絶縁にTOSλ™を採用することによる固定子コイル銅断面積の増大、及び固定子コイル結線の多並列化技術の適用で、従来の水直接冷却方式に比べ、固定子コイルで発生する損失を約40%低減した。更に、通風経路の最適化と回転子コイル銅断面積の最大化を図り、回転子コイルで発生する損失も低減した。

今後も、これらの技術を適用し、更に高効率かつ大容量の水素間接冷却機を提供していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 超臨界CO₂サイクル発電システム向けタービン用燃焼器のプラント検証試験



燃焼試験での燃焼器内の火炎（写真中央が火炎）
Flame inside combustor of supercritical carbon dioxide cycle demonstration system undergoing combustion test

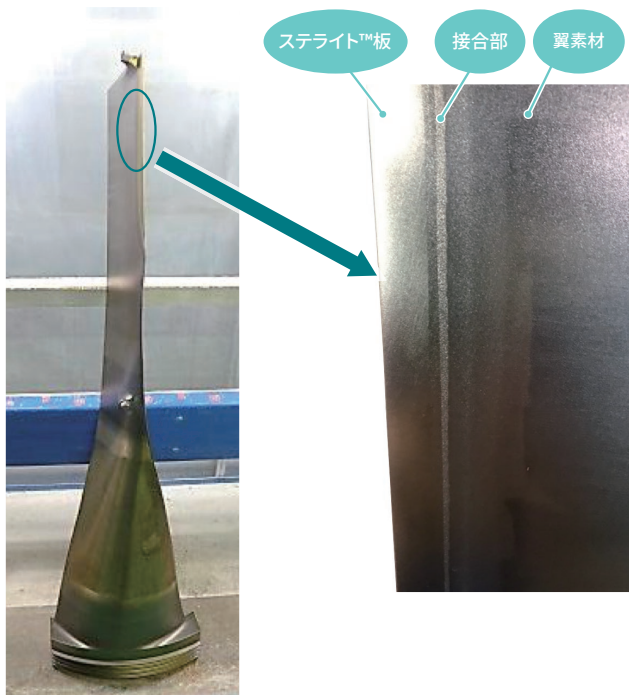
超臨界CO₂サイクル発電システムのキーテクノロジーの一つである燃焼器の燃焼試験を2018年8月に完了した。この燃焼試験は、米国のネットパワー社の超臨界CO₂サイクル発電システム実証試験設備を利用して実施した。

超臨界CO₂サイクル発電システムは、燃焼器で高圧の天然ガスと酸素をCO₂雰囲気中で燃焼させ、高温高圧のCO₂をタービンに供給することでタービンを駆動して発電する。CO₂を循環させるセミクローズドシステムであり、燃焼器からタービンに供給されるCO₂の大部分が再び燃焼器の入り口に戻ってくるため、燃料と酸素を余らせることなく燃焼させる量論燃焼が求められるなど、従来のガスタービン燃焼器とは仕組みが大きく異なる。そこで、タービンと組み合わせた発電実証試験の前に、燃焼器単体での燃焼試験を行った。発電実証試験の部分負荷相当までを模擬した試験を行い、着火起動から部分負荷までの運用性や、超臨界条件での安定した量論燃焼を確認するとともに、燃焼効率も100%に近い結果を得た。

今後は、この燃焼器をタービンに組み込み、超臨界CO₂サイクル発電システムの発電実証試験を実施する。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 析出硬化型ステンレス鋼製蒸気タービン最終段長翼へのステライト™板の取り付け



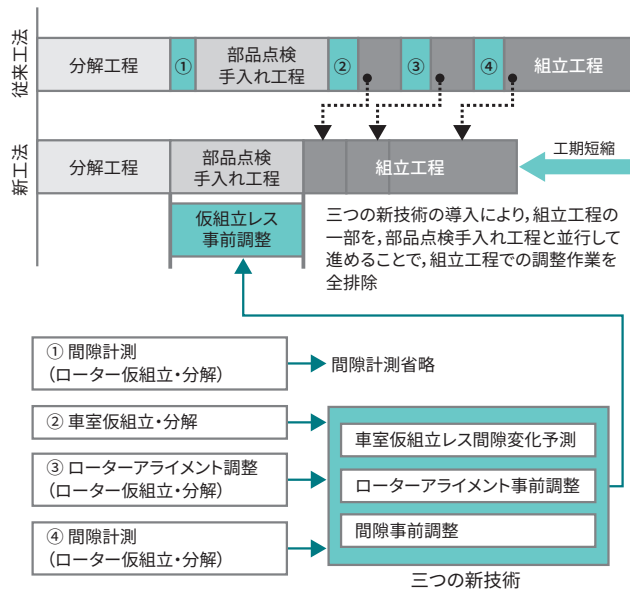
48インチ最終段長翼とステライト™板取り付け部の詳細
48-inch last-stage long blade and detail of Stellite blade bonded portion

蒸気タービンの最終段翼先端部は、蒸気中の液滴によりエロージョンが生じるため、対策としてステライト™板を溶接で取り付ける場合がある。最終段へのステライト™板の取り付けは電子ビーム溶接(EBW)で行っているが、この方法では翼本体への入熱が多い。最新の長翼では、より強度の高い析出硬化型ステンレス鋼を使用する必要があるが、材料特性上、この入熱により強度が低下するという問題がある。この対策として、低入熱で溶接肉盛りをする技術を用いてまずニッケル基合金を翼に溶接し、その層にステライト™板をEBWで取り付けることにより、翼素材に影響のないレベルまで入熱を抑える手法を開発した。

イタリアのプラント向けにこの技術を適用し、半年運用後の点検でも健全性に問題ないことが確認されており、今後も監視を継続していく。更に、現地で運転に使用していた従来構造の翼を取り外し、エロージョンを起こしている翼に、今回の手法でステライト™板のエロージョンシールドを再溶接する補修技術も確立した。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 東京電力フュエル&パワー（株）横浜火力発電所7, 8号系列 定検工期短縮施策の適用



新工法適用時の定検工期短縮効果

Shortening of period required for regular inspection by applying new techniques

横浜火力発電所7, 8号系列(一軸型コンバインドサイクル、2系列×4軸＝全8軸)の高中圧タービン更新後の初回定期検査(以下、定検と略記)において、定検工期短縮や性能維持などの新技術・新工法を提案し、初軸となる2018年4月定検開始の7号系列第2軸から適用を開始した。

従来、蒸気タービンの定検は、分解工程、部品点検手入れ工程、及び組立工程という三つの工程に大別される。組立工程は、車室仮組立による内部間隙変化量計測に続き、ローター仮組立によるローターアライメント調整と間隙計測という作業を、仮組立を繰り返しながらシリーズに実施するため、工期が長かった。

そこで、3次元レーザー計測装置で精度の高い計測データを取得し、仮組立レスで工期を短縮する新工法を採用した。新工法では、三つの新技術を導入し、組立工程の調整作業などを、サブラインで部品点検手入れ工程と並行して完了させる。この工法により、顧客が計画した定検期間内で工事を完了した。後続軸の定検でも順次適用している。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 台湾電力公司大林火力発電所 新1, 2号機の総合試運転を完了



大林火力発電所新1, 2号機の全景

Overall view of Talin Power Plant New Units 1 and 2 of Taiwan Power Company



蒸気タービン発電機

Steam turbine generator

台湾では、脱原発政策の下、経済成長に伴って年々増大する電力需要を賄うために、再生可能エネルギーの導入を推進している。一方で、火力発電でも省エネ化と環境負荷低減を実現するため、天然ガス燃料への転換、及び高効率な超々臨界大型石炭火力発電所の新設、拡張、リニューアル計画が進行中である。当社は、台湾電力会社が所有する大林火力発電所において、既設施設の一部を解体・撤去し、出力1,600 MWの超々臨界圧石炭火力発電所を建設するプロジェクトに参画している。

客先からの要求による、セパレート式の復水脱塩装置や韓国エマソン社の分散制御システムの採用など、初めての課題・経験もあったが、台中、嘉恵、彰濱、豊徳の各発電所で培ってきたノウハウを生かし、課題を達成した。また、台風による浸水被害や長期保管運用などの想定外の事象にも、プロジェクトで一丸となって対応し、2018年4月には1号機の、2018年8月には2号機の総合試運転を完了した。

現在は、2019年に予定されている客先引き渡し完了に向けて、準備を進めている。

東芝エネルギーシステムズ(株)