

中部電力(株)久瀬発電所が営業運転を開始



久瀬発電所の水車発電機
Hydraulic turbine generators for Kuze Hydroelectric Power Station of Chubu Electric Power Co., Inc.



水車
Hydraulic turbine

中部電力(株)久瀬発電所の水車・発電機設備の一式更新工事が完了し、2022年7月に営業運転を開始した。この発電所は岐阜県揖斐郡に位置し、木曽川水系揖斐川より取水し、2台で17,000 kWを出力する発電所である。2018年7月に発生した集中豪雨により隣接する揖斐川の氾濫で、土砂や河川水が所内に侵入して壊滅的な被害を受けたため、急ぎ、電気設備の一式更新を行うこととなったもので、短納期での対応が評価され、当社が受注した。水車にはT-Blade™ランナを採用し、当社保有の最適類似模型を参考にした設計を行い、模型と形状が異なる吸い出し管については流れ解析(CFD)による追加検討を実施した。これにより、短納期を確保しつつ、既設機器と同じ使用流量で水車1台当たりの最大出力を100 kW増加させた。

また、万が一、豪雨などで水車室が浸水しても、発電機を据え付けたままの状態の水車だけを分解し、部品を水車ピット監査路から搬出することが可能な構造とした。更に、ガイドベーンサーボモーター及び入口弁サーボモーターを電動化することでオイルレス化を図るとともに、水車及び発電機の軸受を空冷にすることで冷却水レス化し、保守の省力化と環境負荷の低減を図った。

監視システムとしては、発電所に設置する監視測定データ送信用サーバー(子局)及び管理所に設置するデータ集計・分析用サーバー(親局)で構成される保守支援装置を導入した。計測項目を増やし、帳票作成機能、表示機能の使い勝手を高めたことにより、保守の利便性向上を図った。今後、同じ管理所が管轄している複数の発電所に対しても、子局を順次導入することでシステムを拡張し、更なる利便性の向上に貢献していく。

納入した水車及び発電機の定格は、以下のとおりである。

- ・水車：9,100 kW, 34.62 m, 240 min⁻¹, 2台
- ・発電機：10,000 kVA, 6.6 kV, 60 Hz, 力率0.9, 2台

中国 寧海揚水発電所の模型立ち会い試験の完了及び初号機吸い出し管の出荷



寧海揚水発電所ポンプ水車模型立ち会い試験装置
Model acceptance test equipment for Ninghai Pumped-Storage Power Station, China



初号機吸い出し管の出荷
Shipment of draft tube for Unit 1

中国 寧海揚水発電所のポンプ水車の模型立ち会い試験は、2022年3月に第三者機関である中国水力水電科学研究院 (IWHR) で、ポンプ及び水車の効率や、キャビテーション、水圧脈動などの項目について実施し、合格した。

また、主要部品として初となる初号機の吸い出し管を、2022年8月に出荷した。

この発電所は、浙江省の省都である杭州市から220 km 東南に位置する単機出力350 MWの設備4台、総出力1,400 MWの揚水発電所で、東芝水力発電設備(杭州)有限公司 (THPC) が、広東省の清遠揚水発電所に続く中国国内揚水案件の2例目として、2021年2月に受注したものである。

当社の所掌は、ポンプ水車の水力設計及び模型開発・試験だけに限定し、ポンプ水車・発電電動機の設計・製造は、当社の支援の下、全てをTHPCにて実施している。

ポンプ水車には、長翼と短翼を組み合わせたスプリットランナを採用した。また、CFDと模型開発により、ケーシングの断面積の変化率、ステーベーンとガイドベーンの翼形と相対位置、ランナの背圧室及び側圧室の隙間、ランナの羽根形状がそれぞれ最適となるよう設計した。これにより、類似機と比較して、模型の水車最高効率を約0.5%向上させ、ガイドベーンの出口とランナ羽根入口間の脈動も減少させた。

初号機の吸い出し管の据え付けは2022年12月末に完了し、後続の号機・機器の工場製作及び現地据付を進めている。運転開始は、初号機が2024年4月の予定であり、以降は4か月ごとに次号機へと進めて、最終号機である4号機は2025年3月を予定している。

ポンプ水車と発電電動機の定格は次のとおりで、THPCとしての最大容量機となる。

- ・ポンプ水車：351.7 MW, 438 m/507 m, 428.6 min⁻¹
- ・発電電動機：388.9 MVA/384 MW, 18 kV, 428.6 min⁻¹, 50 Hz

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ ネパール カリガンダキ A 水力発電所用予備ランナが工場で作成



カリガンダキ A 水力発電所 予備ランナ (溶射前)
Spare hydraulic runner before thermal spraying for Kaligandaki A
Hydroelectric Power Station, Nepal

ネパール カリガンダキ A 水力発電所用の予備ランナは、2022年12月に溶射を実施して工場で作成した。

この発電所は、2002年に運転を開始した主機3台の発電所で、耐土砂摩耗性に優れた溶射ランナ3台とともに、溶射を施していない予備ランナを3台納入した。溶射を施さずに納入した予備ランナは、現地業者が溶射を行い、入れ替えながら使用されていたが、被膜が剥がれ摩耗が進行する問題を抱えていた。一方で、当社の溶射被膜は剥がれにくく、耐土砂摩耗性に優れていることが評価され、今回の受注につながった。

今回完成したランナは、現地調査結果に基づき、ランナ羽根出口側にも溶射を追加し、被膜厚さを薄くしたことにより耐摩耗性と耐衝撃性のバランスを最適化した。

機器の定格は、次のとおりである。

- ・水車：48,000 kW, 115 m, 300 min⁻¹

東芝エネルギーシステムズ (株)

■ インドネシア シグラグラ発電所の水車ランナ4号機の更新を完了



インドネシア シグラグラ発電所更新水車ランナ
Upgrade of hydraulic runner for Siguragura Power Station, Indonesia

インドネシア アサハンアルミニウム (以下、INALUM) 社シグラグラ発電所は、2022年6月に4台目となる水車ランナ4号機の更新を完了した。

この発電所は、日系企業が設立した日本アサハンアルミニウム (株) とインドネシア政府の合弁会社であるINALUM 社が、アルミニウム工場とともに建設した発電所で、1982年に運転を開始した。

2013年の契約満了でのインドネシア政府への全株売却を前に、2007年から2011年にかけて1号機から3号機の水車ランナの更新を実施したが、その効果が認められ、インドネシア政府移管後の2017年に4台目の水車ランナの更新を受注した。

一連の更新では、CFDと模型試験を駆使した性能開発を行い、水車ランナ更新に併せて、ガイドベーンの更新及びステーベーン延長片取り付け改造を実施することにより、既設水車と比較して、効率を約5%向上させた。

定格は以下のとおりである。

- ・水車：73,200 kW, 218 m, 333 min⁻¹, 4台

東芝エネルギーシステムズ (株)

九州電力（株）竹田発電所が営業運転を開始



水車発電機

Hydraulic turbines and generators for Taketa Hydroelectric Power Station Units 1 and 2 of Kyushu Electric Power Co., Inc.

九州電力（株）竹田発電所は、水車・発電機及び制御装置の一式更新工事を完了し、2022年6月に営業運転を開始した。

この発電所は、運転開始から64年が経過し、老朽化が進行していることから、一式更新することになったものである。流用する既設建屋に搬入可能な寸法上の制約があることから、吸い出し管、スピードリング、ケーシング側板、入口短管は分割構造とし、現地にて溶接組立を実施した。また、ガイドベーンサーボモーター、ランナベーンサーボモーター、主弁及び側路弁を全て電動化することにより、設備の簡素化や保守の省力化を図った。このほか、一体形制御盤の採用による省スペース化、制御ケーブルの低減による工期の短縮を図った。

発電所出力は、最大使用水量を増加し、最適設計で水車・発電機の効率を向上させたことにより、従来の7,000 kWから、8,300 kWに増加した。

更新後の水車・発電機の定格は、次のとおりである。

- ・水車：8,940 kW, 37.4 m, 327.5 min⁻¹
- ・発電機：9,000 kVA, 6.6 kV, 700 A, 60 Hz

東芝エネルギーシステムズ（株）

北海道電力（株）層雲峡発電所2号機が営業運転を開始



発電機

Generator for Souunkyo Hydroelectric Power Station Unit 2 of Hokkaido Electric Power Co., Inc.

北海道電力（株）層雲峡発電所は、2021年10月の1号機に続き、2022年10月に2号機が営業運転を開始した。

この発電所は、1954年に運用を開始してから60年以上経過しており老朽化が進んでいたことから、1、2号機ともに一式更新を実施したものである。

水車は、T-Blade™ランナを採用し、CFDにより形状を最適化することで水車出力を12,500 kWから13,000 kWへ増大させた。また、调速機にはハイブリッド方式を適用し、設備の簡素化、環境負荷の低減、メンテナンス性の向上を図った。発電機では、樹脂軸受を採用することで軸受の損失低減を図った。

当社が納入した水車、発電機の定格は、以下のとおりである。

- ・水車：13,000 kW, 158.45 m, 600 min⁻¹, 2台
- ・発電機：15,000 kVA, 11 kV, 788 A, 50 Hz, 力率0.9, 2台

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ ほくでんエコエナジー(株) 虻田発電所が営業運転を開始



水車1号機
Hydraulic turbine for Abuta Hydroelectric Power Station Unit 1 of Hokuden Eco-Energy Co., Ltd.



水車2号機
Hydraulic turbine for Unit 2



水車発電機
Hydraulic turbine generator

ほくでんエコエナジー(株) 虻田発電所は、水車・発電機及び制御装置の更新工事を完了し、2022年12月に発電設備全3台の営業運転を開始した。この発電所は、1939年に建設されてから80年以上経過しており、老朽化のため、設備の一式更新を行うことになったものである。

水車は、T-Blade™ランナを採用し、CFDによる性能開発を実施し、高効率化させたことで、1台当たりの出力を430 kW、発電所として1,290 kW向上させた。

フランス水車のケーシングはコンクリートに完全に埋設するのが一般的だが、更新機は下流側の一部だけをコンクリートに埋設する半露出タイプを採用した。更に、下部吸い出し管は既設を流用することで、現地工程を大幅短縮し、当初の計画より早い運転開始を実現した。また、ガイドベーンサーボモーター、入口弁、及び側路弁を全て電動化することにより、設備の簡素化や保守の省力化を図った。

更新後の水車・発電機の定格は、次のとおりである。

- ・水車： 7,160 kW, 64.31 m, 375 min⁻¹, 3台
- ・発電機：7,700 kVA, 6.6 kV, 674 A, 50 Hz, 力率0.9, 3台

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 電源開発(株) 瀬戸石発電所の水害復旧のための機器更新を完了



水害復旧工事完了後の発電機フロア
Generator floor after completion of flood-damage restoration work at Setoishi Hydropower Station of Electric Power Development Co., Ltd.

電源開発(株) 瀬戸石発電所の水害復旧工事が完了し、2022年5月から営業運転を再開した。

この発電所は、2020年7月の球磨川流域を中心とした豪雨に見舞われ、主要機器のほぼ全てが水没する甚大な被害を受けたことから、一部更新を含む復旧工事を、緊急かつ敏速に行う必要が生じた。

水車・発電機は、電源開発(株)により洗浄・乾燥を行うことのできる限り再利用し、著しい発錆が見られた上部軸や、コレクターリングカバー、上部ブラケットなどの一部の部品だけを工場に持ち込み、修正加工を行った。ソレノイドなどの電気品、制御装置、及びキュービクルは、再利用不可能であったため、更新決定と同時に長納期品の手配を開始し、工期短縮に努め、復旧を完了させた。また、ランナベーン制御の不具合を改善し、励磁変圧器の移設及び保守性の改善も図った。

主要機器の定格は、以下のとおりである。

- ・水車：20,600 kW, 17.15 m, 128.5 min⁻¹
- ・発電機：22,000 kVA, 11 kV, 力率0.85, 129 min⁻¹, 60 Hz

東芝エネルギーシステムズ(株)