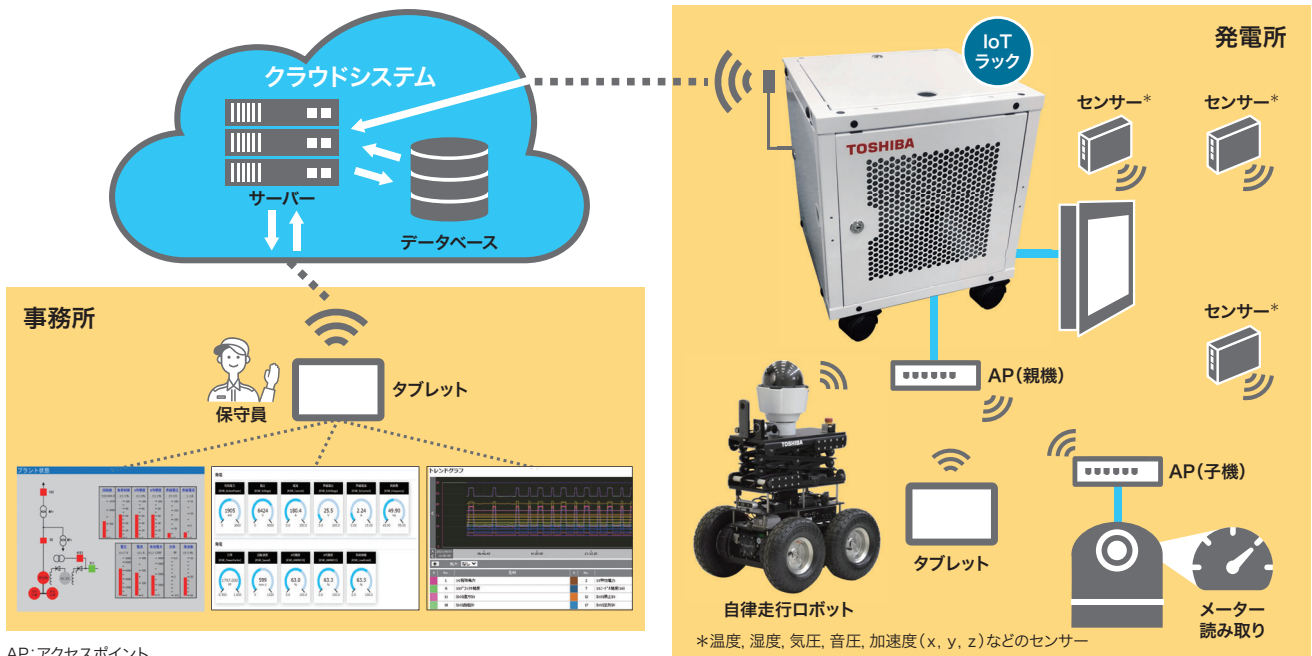


IoTを活用した水力発電所遠隔監視システムの試運用



AP:アクセスポイント

IoTを活用した遠隔監視システムの構成

Architecture of remote monitoring system for hydroelectric power plants using Internet of Things (IoT)

岩手県企業局が進めているスマート保安技術の効果検証に協力し、2020年12月から、岩洞第一発電所及び柏台発電所において、IoT (Internet of Things) を活用した遠隔監視システムの試運用を開始した。

この遠隔監視システムは、発電所に設置するIoTラック・センシングデバイス・自律走行ロボット、クラウドシステム上のデータベースとアプリケーション、及び保守員が使用する監視用タブレットから構成される。

IoTラックは、発電所の様々なデータを収集するデータ収集装置である。ネットワークを介して制御装置や記録計と接続し、運用に必要なデータだけでなく、保守で使用する過去から現在までのデータをクラウドシステム上に保存することを可能にする。また、ネットワークにセンシングデバイスを追加拡張することも可能で、今回は、メーターを読み取るカメラや、小型振動計測装置、固定子の部分放電測定器などを接続し、データを取得している。

タブレットでは、取得したデータを基に発電設備の現状を遠隔監視で把握するとともに、過去のデータを確認できる。系統図や、メーター、トレンドグラフ、警報リストなどの表示が可能で、表示項目やデザインはユーザーがカスタマイズできる。

取得したデータを用いた異常予兆診断の検証も実施している。異常を早期に捉えることで、主機の計画外停止の削減や保守の効率化が期待できる。自律走行ロボットの走行試験も実施した。自動巡視や、緊急時の一次診断に活用することで、保守の負担を削減できる。

当社は、エネルギーをはじめとした幅広い分野の産業向けに、様々なCPS (サイバーフィジカルシステム) 技術を開発してきた。これらの技術と、プラントメーカーとしての実績を基に、顧客との共創により、適切なシステムを構築することで、新たな価値やサービスを提供していく。

東芝エネルギーシステムズ (株)

群馬県企業局ハッ場発電所の営業運転開始



ハッ場発電所の水車
Hydraulic turbine for Yamba Hydroelectric Power Station of
Gunma Prefecture



水車発電機
Hydraulic turbine generator for Yamba Hydroelectric Power Station

群馬県ハッ場発電所の水車・発電機設備の新設工事が完了し、2021年4月に営業運転を開始した。この発電所は、ダムの建設に伴い新設された発電所で、(株)明電舎と共同で2016年6月に受注し、当社は水車機器の設計・製造を担当した。

このダムは多目的ダムで、治水容量6,500万 m^3 に対して利水容量は2,500万 m^3 と、治水としての使用量の方が大きく、洪水期には水位を大きく下げる運用をするため、変落差幅が大きい。水車の有効落差としては、最高105.8 mから最低62.08 mまで40 m以上変化する。また、使用流量も最大13.6 m^3/s から最小2.4 m^3/s と広範囲に変化させる必要があった。そのため、横軸両掛けフランシス水車、及びT-Blade™ランナを採用するとともに、最適類似模型を参考にした設計を行うことで、広範囲の運転条件に対応できる高効率な水車を実現した。

発電所が位置する利根川水系吾妻川は酸性河川であることから、吸い出し管やケーシングを含む流水部全てにステンレス製の部品を採用した。ランナ及びガイドベーン材の材質には、当社実績を基にしてステンレス鋼SCS6を選定した。

また、片輪に通水して運転する場合、空転させるランナは冷却する必要があるが、空冷とすることで冷却水を不要にした。空冷の実績としては大出力となるため、水車の排水配管に設けられた電動弁の開閉制御を行い、冷却性能を向上させることによって冷却水レスを実現した。また、電動ガイドベーンサーボモーターを採用することで油レス化し、更に保守の省略化を図った。

当社が納入した水車の定格は、以下のとおりである。

- ・水車：横軸二輪単流渦巻き両掛けフランシス水車、12.6 MW、105.8 m、600 min^{-1}

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 米国ブルームサ水力発電所の発電機大規模改修工事を完了



発電機固定子のつり込み

Installation of generator stator at Blue Mesa Powerplant, U.S.A.

米国コロラド州のブルームサ水力発電所は、2020年9月に1台目、2021年5月に2台目の発電機改修工事を完了し、営業運転を再開した。この工事は、2016年5月に東芝アメリカエナジーシステム社（TAES）が受注したもので、当社は固定子の設計及び製作を行い、TAESは固定子の現地組立、流用する部品の修理、励磁装置調達、及び現地作業を行った。

改修工事は設備の近代化とそれによる信頼性の回復であったが、既設発電機は、固定子巻線の温度上昇に問題を抱えていた。既設発電機は他社製のため、設計に必要なデータの一部が不足していたが、現地での回転試験による情報収集でこれを補い設計に反映することで、改修後の温度上昇の仕様を満足した。また、固定子組立は、事前に発電所内のスペースを利用して行うことで効率化を図り、停止期間の短縮に結びつけた。

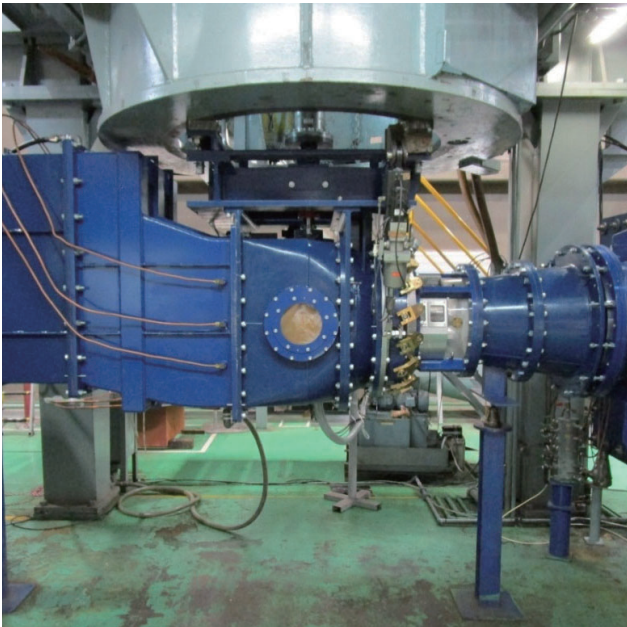
新型コロナウイルス感染症（COVID-19）による作業の中断など予期せぬ事態があったが、無事改修工事を完了させた。

定格は次のとおりである。

・発電機：48.0 MVA, 11.5 kV, 200 min⁻¹, 60 Hz

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 中国新集水力発電所用の水車の模型試験を完了



水車模型試験による性能検証

Verification of hydraulic turbine performance by model tests

中国新集水力発電所用の水車の模型試験を、2021年8月に完了した。この案件は、実績を重視する客先から、東芝グループが持つバルブ水車の豊富な設計・製造実績が評価されたことにより、東芝水電設備（杭州）有限公司（THPC）が受注したもので、当社は水車模型試験を担当した。

当社は仕様に合致する水車模型の試験データを保有していたため、開発に時間を掛けることなく、保証値を満足する性能を達成した。COVID-19まん延の影響により、各国間の人員の移動が制限されたことで客先の来日が困難となったが、オンラインシステムを活用してリモートで立ち会い試験を実施し、各種性能が仕様を満足していることが確認され、無事合格した。

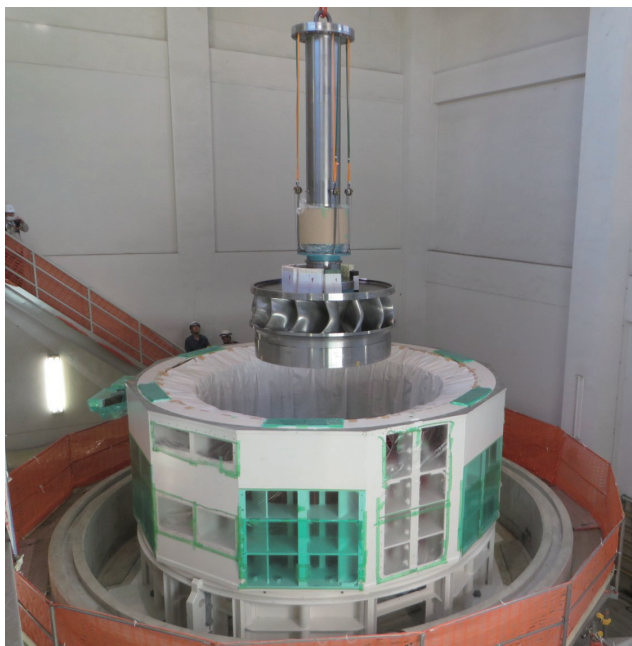
この発電所用の機器は現在 THPC にて設計・製作中であり、2022年10月から出荷し、2023年5月には据え付け・試験を完了して営業運転を開始する予定である。

水車の定格は次のとおりである。

・水車：30.77 MW, 8.6 m, 78.95 min⁻¹

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 電源開発（株）足寄発電所2号機の一式更新工事を完了



水車ランナのつり込み
Installation of hydraulic runner at Ashoro Hydroelectric Power Station Unit 2 of Electric Power Development Co., Ltd.

電源開発（株）足寄発電所2号機は、2021年2月19日に営業運転を開始した。この発電所は、1955年の運転開始から60年以上が経過しているため、設備の信頼性の向上と簡素化・省力化を目的に一式更新が図られたもので、当社は水車を設計・製造し、納入した。

今回の更新では模型試験は実施せず、流れ解析（CFD）だけでランナ性能開発・評価を行い、高効率化を実現した。T-Blade™ランナを採用するとともに、ランナと静止部の隙間からの漏流を少なくするため、当社独自のランナシール構造を適用し、従来型と比較して最大約0.2%効率を向上させた。これらの施策により、使用する流量を変えずに水車出力を23,500 kWから23,800 kWに増加させた。

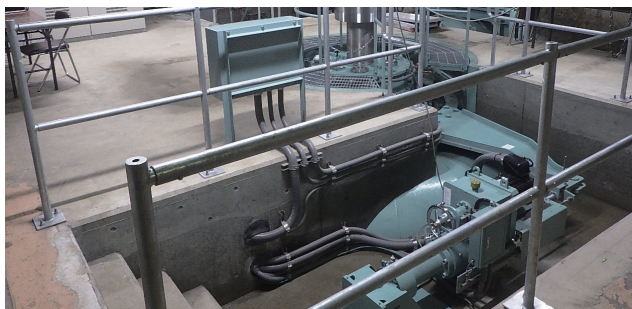
納入した水車の定格は、次のとおりである。

- ・水車：立軸単輪単流渦巻きフランシス水車、
23,800 kW, 92.63 m, 300 min⁻¹, 1台

更新工事は、2台目として1号機についても進められており、現在製作・据え付け中で、2023年3月に運転開始の予定である。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 東京電力リニューアブルパワー（株）石打発電所の一式更新工事を完了



水車設備



発電機設備

石打発電所の水車及び発電機
Hydraulic turbine and generator for Ishiuchi Hydroelectric Power Station of TEPCO Renewable Power, Inc.

東京電力リニューアブルパワー（株）石打発電所は2021年7月に営業運転を再開した。この発電所は運転開始から40年以上経過しているため、設備の老朽化対策として、今回一式更新を行うとともに、出力の増大を図った。

水車は、CFDを駆使して最適な流路形状とするとともに、最新のT-Blade™ランナの適用により、規定使用水量での水車出力を5,800 kWから6,110 kWに向上させた。

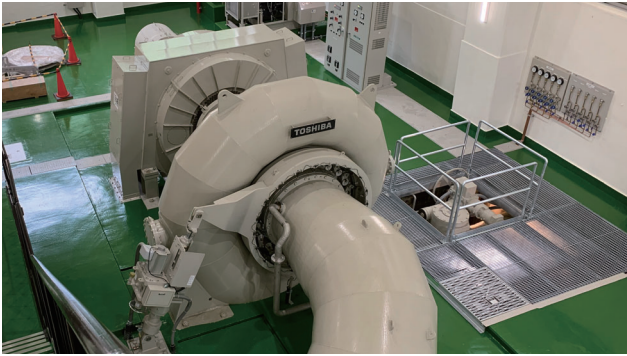
また、水車軸受け部への水潤滑方式の採用、入口駆動装置・ガイドベーン駆動装置・ブレーキ装置の電動化、及び無拘束速度機の採用による制圧機の不要化で油レス化を図り、設備を簡素化した。

水車と発電機の定格は、次のとおりである。

- ・水車：6,110 kW, 49.797 m, 333 min⁻¹
- ・発電機：6,400 kVA, 6.6 kV, 50 Hz, 力率0.95

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 中部電力（株）洞戸発電所の一式更新を完了



洞戸発電所の水車

Hydraulic turbine for Horado Hydroelectric Power Station of Chubu Electric Power Co., Inc.

中部電力（株）洞戸発電所は、水車、発電機及び付属装置の更新工事を完了し、2021年4月に営業運転を開始した。この工事は、2018年5月に（株）明電舎が受注したもので、当社は水車機器の設計・製造を担当した。

水車はT-Blade™ランナを採用し、過去の流況において、発生電力量が最大となるように設計した。横軸機としては大口径のため、ケーシング側板及び入口短管は分割構造とし、現地に於て溶接組立を実施した。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。

更新後の水車定格は、次のとおりである。

- ・水車：横軸フランシス水車2台,
5,840 kW, 80.210 m, 514 min⁻¹

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 東京発電（株）雨畑川発電所が営業運転を開始



雨畑川発電所の水車発電機

Hydraulic turbine generator for Amehatagawa Hydroelectric Power Station of The Tokyo Electric Generation Co., Inc.

東京発電（株）雨畑川発電所は、1977年から運用されてきたが、設備が老朽化したことから、水車、発電機、制御装置、及び屋外変電設備の一式更新工事が行われ、2021年4月に営業運転を開始した。

更新に際し、水車にはT-Blade™ランナを適用するとともに最新のCFDを用いて効率向上を図り、最大出力を12,200 kWから12,620 kWへ増加させた。また、ガイドベーンにはハイブリッド式サーボモーターを採用し、入口弁を電動化したことで、油レス化を図り、保守を省力化した。更に、汎用型コントローラーを用いた一体形配電盤を採用し、制御ケーブルの削減と工期短縮を図った。

水車と発電機の定格は、次のとおりである。

- ・水車：立軸フランシス水車,
12,620 kW, 206.14 m, 750 min⁻¹
- ・発電機：立軸三相同期発電機,
13,000 kVA, 11 kV-50 Hz, 力率0.95

東芝エネルギーシステムズ（株）