水力発電設備プラント納入事例紹介

矢野俊太朗 Shuntaro Yano

キーワード 地球環境，再生可能エネルギー，水力利用，クリーンエネルギー

概　要

水力発電所

近年，水力発電は再生可能エネルギーとして再び注目を集めており，脱炭素社会の実現に向けた役割はますます高まっている。

水力発電所は，設置地点ごとの水利条件や有効落差などにより仕様が大きく異なるため，それぞれの案件に応じた最適な設備構成が求められる。

当社は2025年から2026年にかけて，九州電力㈱向けにペルトン水車を適用した水力発電プラント3件を納入した。同じペルトン水車を適用する案件であっても，発電所ごとの設置環境や運用条件に応じて求められる仕様や機能は異なるため，お客様のニーズを的確に反映した機器仕様の決定と，プラント全体のトータルエンジニアリングが重要となる。

1　まえがき

ペルトン水車は，高落差・小流量地点に適した衝動形水車であり，ノズルから噴射される水の運動エネルギーをランナで受けて回転力に変換する構造を有している。高落差地点において高い効率を維持でき，流量変動への適応性に優れることから，山岳地帯に設置される水力発電所で広く採用されている。紹介する3案件においても，そのような立地条件を踏まえ，ペルトン水車が採用されている。

本稿では，2025年から2026年にかけて九州電力㈱向けに納入したペルトン水車適用の3案件について，各案件の特長や設備構成，発電所ごとに求められた仕様への対応を紹介する。

2　納入プラント事例紹介

2.1　九州電力㈱　白水滝発電所

2.1.1　発電所及び工事概要

白水滝発電所は，熊本県球磨川水系に位置する流れ込み式水力発電所であり，有効落差421.1mを有する高落差発電所である。

2.1.2　納入システム概要

主要納入品は，以下のとおりである。

(1) 水車

形式：横軸単輪二射ペルトン水車

水車出力：4340kW

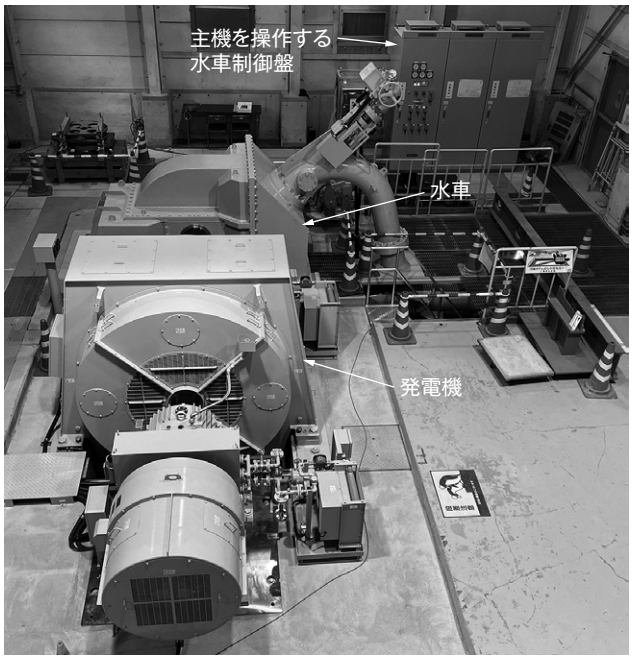
使用水量：1.20m^3/s

有効落差：421.1m

回転速度：720min^{-1}

(2) 発電機

形式：横軸保護出口管通流形回転界磁突極形同期発



第 1 図　水車発電機

水車発電機・入口弁・主機を操作する水車制御盤の配置状況を示す。

電機

出力：4300kVA

電圧：6600V

極数：10P

周波数：60Hz

⑶ 制御盤

高圧キュービクル：4面

制御盤および低圧盤：11面

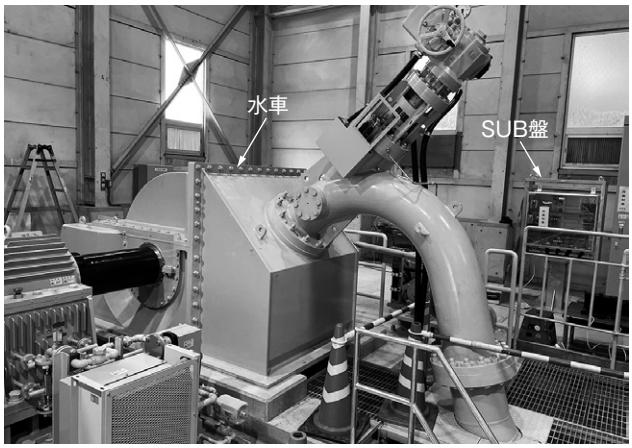
「水力発電用全機能一体形制御保護システム（次世代形制御装置）」を採用した。

第 1 図に水車発電機を示す。

2.1.3　技術的特長

白水滝発電所では，制御保護装置に，当社製「水力発電用全機能一体形制御保護システム（次世代盤）」を採用した。本システムは，発電所全体の制御・監視を担うMAIN盤，計器用変成器信号を収集するVT・CT盤および設備近傍に配置するSUB盤で構成される。

各機器の直近に置くSUB盤（**第 2 図**による）はコンパクトで壁掛構造を採用している。このため，水車と発電機の据付作業に並行して，各機器とSUB盤間のケーブル敷設を進めることが可能であり，配線作業工程の短縮ができた。



第 2 図　SUB盤と水車

SUB盤を水車直近に配置した状況を示す。

第 2 図にSUB盤と水車を，**第 3 図**にシステム特長を示す。

2.2　九州電力㈱　本城川発電所

2.2.1　発電所及び工事概要

本城川発電所は，鹿児島県本城川系に高さ1.6mの取水堰を構築し，有効落差334.0mを有する高落差発電所である。

2.2.2　納入システム概要

主要納入品は，以下のとおりである。

⑴ 水車

形式：横軸単輪二射ペルトン水車

水車出力：3320kW

使用水量：1.16m^3/s

有効落差：334.0m

回転速度：600min^{-1}

⑵ 発電機

形式：横軸保護出口管通流形回転界磁突極形同期発電機

出力：3300kVA

電圧：6600V

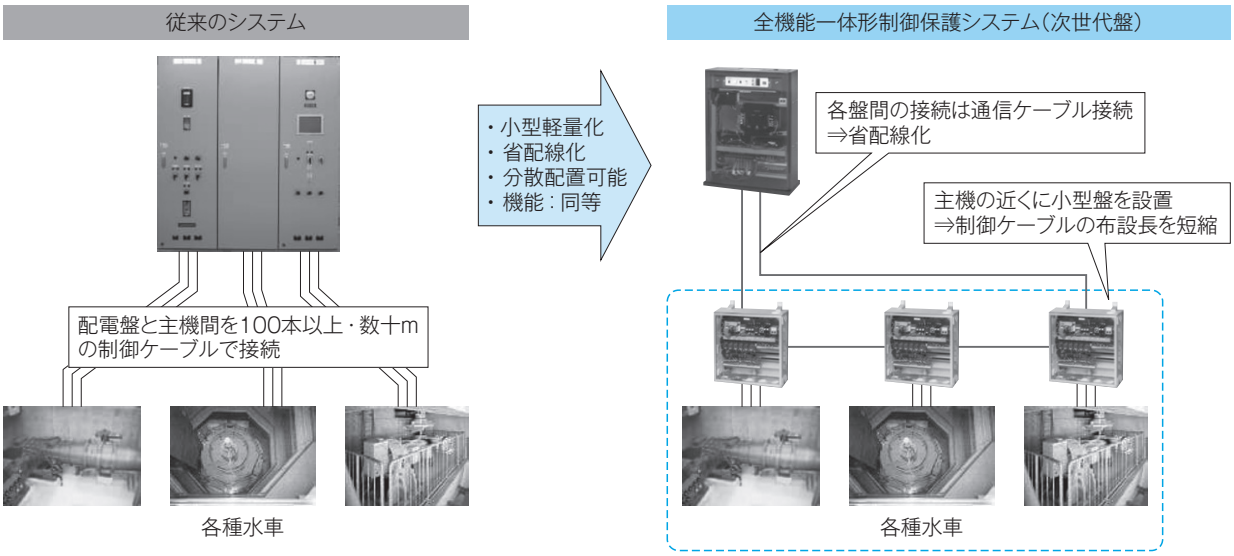
極数：12P

周波数：60Hz

⑶ 制御盤

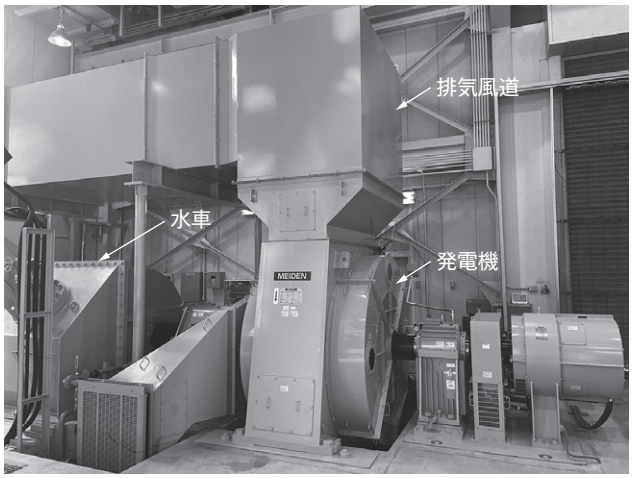
高圧キュービクル：4面

制御盤および低圧盤：14面



第 3 図　システム特長

水力発電用全機能一体形制御保護システム（次世代盤）の特長を示す。



第 4 図　水車発電機

水車発電機・発電機の排気風道の配置状況を示す。

第 5 図　高圧キュービクル

高圧キュービクルの外観を示す。

「水力発電用全機能一体形制御保護システム（次世代盤）」を採用した。

第 4 図に水車発電機を，**第 5 図**に高圧キュービクルを示す。

2.2.3　技術的特長

本城川発電所は桜島周辺に位置しており，火山活動に伴う降灰の影響を受けやすい環境にある。特に，ペルトン水車のニードル先端部には火山灰が付着・堆積しやすく，起動時に火山灰の固着による動作不良が懸念されていた。

そこで今回の設備更新では，現地環境に適した運転機能として，水車起動シーケンスに，起動時にニードルをあらかじめ指定開度まで開放し，流水によってニードル周辺に堆積した火山灰を除去した後に回転制御へ移行する機能を追加した。

本機能の適用により，起動前にニードル周辺に堆

積した火山灰を除去できるようにした。

第 6 図にペルトン水車の概略図を示す。

2.3　九州電力㈱　高山川発電所

2.3.1　発電所及び工事概要

高山川発電所は，肝属川水系高山川・二股川に高さ6.563mの取水堰を構築し，有効落差244.3mを有する高落差発電所である。

2.3.2　納入システム概要

主要納入品は，以下のとおりである。

⑴ 水車

形式：横軸単輪二射ペルトン水車

水車出力：2890kW

使用水量：1.39m^3/s

有効落差：244.3m

回転速度：514min^{-1}

⑵ 発電機

形式：横軸保護出口管通流形回転界磁突極形同期発電機

出力：2800kVA

電圧：6600V

極数：14P

周波数：60Hz

⑶ 制御盤

高圧キュービクル：4面

制御盤および低圧盤：11面

「水力発電用全機能一体形制御保護システム（次世代盤）」を採用した。

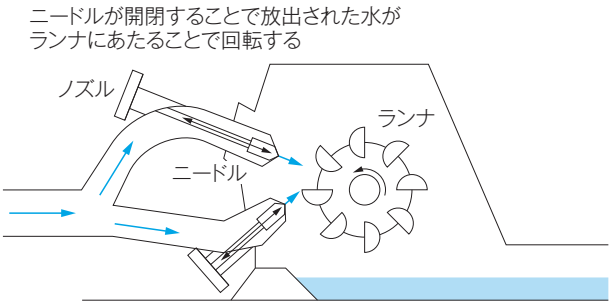
第 7 図に水車発電機を示す。

2.3.3　技術的特長

高山川発電所は本城川発電所のような火山灰環境ではないものの，取水条件に起因する土砂の付着によるニードル固着が懸念されていた。

このため，本城川発電所で適用したニードル固着防止シーケンスを水平展開した。火山灰と同様に，土砂も水分を含むことで付着・堆積する可能性があることから，ニードル動作への影響を考慮して適用した。

また，現地試験工程についても先行2案件の実績を基にした工程で計画し，各試験項目の集約を行うことで，試験期間の短縮を図った。



第 6 図　ペルトン水車の概略図

ペルトン水車の概略図を示す。

第 7 図　水車発電機

水車発電機の配置状況を示す。

3　むすび

本稿では，九州電力㈱向けペルトン水車3案件を対象として，各発電所における技術的課題への対応事例および知見の水平展開について紹介した。

3案件共に，「水力発電用全機能一体形制御保護システム（次世代盤）」の採用による，配線作業量の軽減および施工期間の短縮を行った。本城川発電所では火山灰によるトラブルの防止策を実施した。高山川発電所では2案件の実績で得られた知見を活用した。

各案件で得られた技術的知見を他発電所へ適用することで，お客様の要求に応じた水力発電設備となった。

末筆ながら，本案件の遂行にあたり多大なるご指

導とご協力を賜った九州電力㈱をはじめ，関係者各位に深く感謝する。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは，それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》

矢野俊太朗
Shuntaro Yano
水力事業推進本部技術部
水力発電システムのエンジニアリング業務に従事