

産業用ネットワークを活用した水力一体形配電盤システムの適用拡大に関する研究開発

水車発電機の複数台箇所に対応するシステムの開発

R&D on Application Expansion of the Hydraulic Integrated Control Panel System Utilizing the Industrial Network

Development of the System for Multiple Turbine Generators

(再エネCP 事業推進部 運営・技術G)

当社は、工事費の低減および保守性の向上を目的とした「産業用ネットワークを活用した水力一体形配電盤システム」の開発を2016年に完了し、水車発電機1台の発電所に対してはすでに標準的に採用している。今般、同システムへ水車発電機複数台の発電所に必要な機能を開発し、その適用範囲をすべての一般水力発電所へ拡大したため紹介する。

(Management and Technology Group, Business Development Division, Renewable Energy Company)

We completed the development of the “hydraulic integrated control panel system utilizing the industrial network” in 2016 for the purpose of reducing construction costs and improving maintainability. It has already been adopted as the standard for power plants with one turbine generator. Recently, we have developed the functions required for multiple turbine generators. This system can be applied to all general hydropower plants.

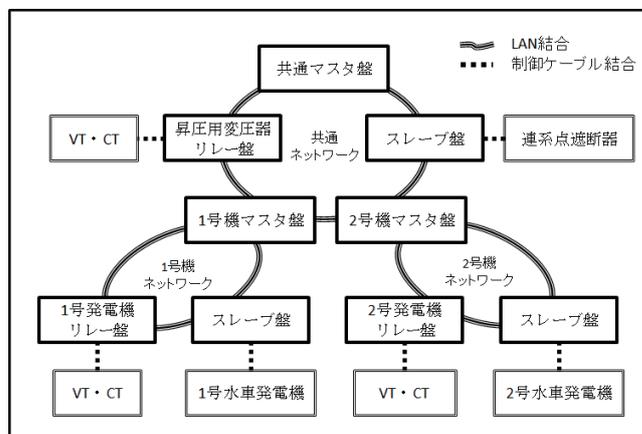
1 システム概要

当社は、工事費の低減および保守性の向上を目的とした「産業用ネットワークを活用した水力一体形配電盤システム」の開発を2016年に完了し、水車発電機1台の発電所に対してはすでに標準的に採用し、順次適用拡大を図っている（以下、従来システム）。

従来システムは、自動制御用コントローラ・保守支援装置・TCユニットを実装した各号機マスタ盤、保護リレーユニットを実装した発電機リレー盤、および各機器との結合用に入出力ユニットを実装したスレーブ盤で構成され、各盤間を相互にLANケーブルでループ結合する構成（以下、各号機ネットワーク）としていた。

今回開発した、水車発電機複数台の発電所へ適用可能なシステム（以下、新システム）においても同様の構成を踏襲しており、新たに開発した共通マスタ盤と、昇圧用変圧器リレー盤、スレーブ盤、および各号機マスタ盤を組み合わせてLANケーブルでループ結合した構成（以下、共通ネットワーク）としている。新旧の両システムの“各号機マスタ盤”は同一のものであり、新システムは各号機ネットワークの上位に共通ネットワークを構成する二層構造である。（第1図）

なお、従来システムで機能の大幅なソフトウェア化を実現しており、ハードウェア構成に関しては新システムにおいても同様の考え方を採用し、開発コストの縮減を可能としている。あわせて、発電所共通の機能（TC、保守支援装置）について、各号機マスタ盤ではなく共通マスタ盤に集約搭載することでシステムのスリム化を図っている。また、従来システム同様、クレーン等を使用せず、人力での運搬が可能な軽量化を図っており、クレーンの使用調整、運搬に要する時間の縮減、さらには各盤間のLAN結合によるケーブル敷設時間の縮減と合わせて大幅な設置時間の低減に期待ができる。



第1図 新システム構成例

2 システム故障時の応動

構成部品ごとに故障モードと影響解析を実施し、公衆保安確保を考慮したシステム構成とした。従来システムでは、各号機ネットワークの通信断またはシステムの機能停止があった場合、水車発電機の運転に支障が生じる恐れがあった。このため、各号機ネットワークから独立した“緊急停止スレーブ”を設け、単独でシステム故障検出と水車発電機の停止制御を行う冗長設計としていた。

いっぽう、新システムでは、共通ネットワークと各号機ネットワークのループ構成を個別にすることで、共通ネットワークの一部で通信断や機能停止があった場合でも、各号機ネットワークが健全である限りは、通信機能が損なわれず、その号機の運転に即座に影響を与えることはない。このため、共通ネットワークには緊急停止スレーブに相当する冗長機能を設けずに、各号機が現状維持運転を継続する設計とした。

3 共通制御機能複数台対応

水車発電機複数台箇所への適用にあたっては、共通制御（応水・水調・自動負荷調整）機能の全体を共通マスタ盤へ実装した場合に、前述した共通ネットワークの通信断や機能停止時に支障が生じる可能性があった。そこで、検討の結果、応水・水調運転における制御順位管理機能、自動負荷調整運転における各号機負荷配分機能は共通マスタ盤に実装し、号機ごとの二次調整機能は、各号機マスタ盤に実装する構成とすることで、その解決を図っている。（詳細は第1表参照）

第1表 共通制御機能詳細

	共通マスタ盤		各号機マスタ盤		緊急停止スレーブによる非常停止
	分担機能	故障時	分担機能	故障時	
応水機能	起動停止判定 順序管理	各号機で 水位低下 検出	共通マスタ盤からの 起動停止判定を受信して 運転停止		
水調機能	水位信号分配	各号機で 信号不良 検出	水位信号入力 水調制御		
自動負荷調整機能	受信した目標値を 割り振る	各号機で 目標値を 前値保持	現在出力と比較し 増減指令		

4 保護制御機能の追加

すべての一般水力発電所への適用拡大にあたっては、共通制御機能だけでなく、以下の2つの保護制御機能についても追加が必要なため、並行して仕様検討を行った。

必要な保護制御機能

- ① 昇圧用変圧器リレー機能
送配電ネットワークにおける高圧側154kVまたは77kV変圧器保護盤に準じた保護制御機能を備えることが求められる。
- ② 連系点保護リレー機能
発電所からの引出口（連系点）に設けた遮断器に対する保護制御機能を備えることが求められる。

①に関しては、ハードウェア構成を発電機リレー盤と共用としたうえで、共同研究先が独自に開発した昇圧用変圧器リレー盤との結合により実現している。

②に関しては、ハードウェア構成を発電機リレー盤と共用とする仕様も検討したが、水車発電機停止中の構内保護という趣旨に着目し、共同研究先が製造する高圧受電設備用複合デジタルリレーを用いた簡略なスレーブ盤仕様することで、さらにコスト圧縮を実現できた。

5 まとめと今後の展開

今回、水車発電機複数台の発電所への適用が可能となった「産業用ネットワークを活用した水力一体形配電盤システム」の外観は、以下の第2図のとおりである。本システムに関して、今後すべての一般水力発電所へ標準的に採用する方針である。いっぽう、マスタ盤、リレー盤のハードウェア仕様は標準化が確立し、発電所ごとの個別設計を排したコスト低減が図れるものの、ソフトウェアやスレーブ盤仕様については、なお個別設計が残っており、コストアップの要因となっている。今後、さらなる標準化の推進により、一層のコスト低減に努めていく。

[共同研究先] (株) 明電舎



第2図 新開発システム（共通制御システム）外観



執筆者／寺内直樹