

アダプティブ全系 UFR システムの 中央演算装置の基礎検討

■ 菅原 雅寛
Masahiro Sugawara

■ 沼尻 稜平
Ryohei Numajiri

東京電力パワーグリッド株式会社で運用されている全系 UFR 装置は、系統周波数低下時に負荷を制限する装置として適用されている。再生可能エネルギー電源の増加により気象条件に応じて有効電力の方向が頻繁に入れ替わる送電線が増え、全系 UFR 装置の制御対象を適切に設定することが難しくなっている。

本稿では、時々刻々と変化する有効電力潮流状態や系統状況に応じて、全系 UFR 装置の制御対象の設定を組み替えるアダプティブ全系 UFR システムの中央演算装置に関する基礎検討を実施した結果を報告する。

1 はじめに

周波数低下リレー（Under Frequency Relay : UFR）は、大量の電源脱落到に伴う周波数低下時に、周波数低下→発電機運転限界超過による脱落→周波数のさらなる低下の連鎖による系統全体のブラックアウトを回避するために、負荷を緊急制限する装置である。

UFR にはその役割から有効電力を消費している箇所を制御することが必要とされる。

一方、脱炭素化の社会的要請の高まりを背景とし、今後、再生可能エネルギー電源（以下、再エネ）をよりいっそう導入拡大し主力電源化の実現のためには、緊急時周波数制御の高度化が求められる。わが国においては、将来の電力系統における UFR の高度化に向けた新しいアプローチの一つとして、情報通信技術を有効活用し、系統状態に応じて適宜整定変更を行う考えが提案されている⁽¹⁾。

今後、本格適用が予定されているアダプティブ全系 UFR 装置に対して系統状態に応じた適切な制御を行うための中央演算装置に関する基礎検証を実施したので、報告する。

2 アダプティブ全系 UFR システム

2.1 システムの基本構成

(1) システム概要

図 1 にアダプティブ全系 UFR システムの概要を示す。本システムは、中央演算装置とアダプティブ全系 UFR 装置より構成される。

中央演算装置は、個々のアダプティブ全系 UFR 装置の制御対象送電線の有効電力潮流状態や機器状態をチェックし、消費電力よりも再エネによる発電電力が上回った送電線は逆潮流（発電方向潮流）となるため制御対象からの除外や、需給状況に応じた制御量の確保演算を実施する。演算結果は、制御指令情報として各変電所に設置されたアダプティブ全系 UFR 装置に配信される。

アダプティブ全系 UFR 装置は、中央演算装置から配

信された制御指令情報にもとづき、系統周波数が低下した場合には負荷制限のため制御出力を実施する。

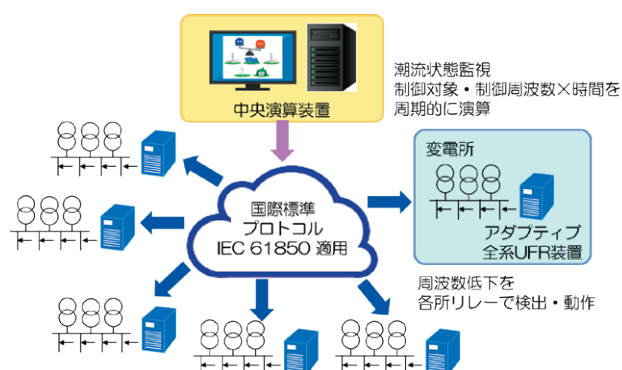


図 1 アダプティブ全系 UFR システムの概要

(2) システム構成

図 2 にアダプティブ全系 UFR システム構成図を示す。各地方給電所で収集された送電線の計測情報および機器情報は監視サーバに時系列データとして保管している。

なお、中央演算装置とアダプティブ全系 UFR 装置間通信には、国際標準プロトコル IEC 61850 の MMS^{注 1)} 通信を適用した。

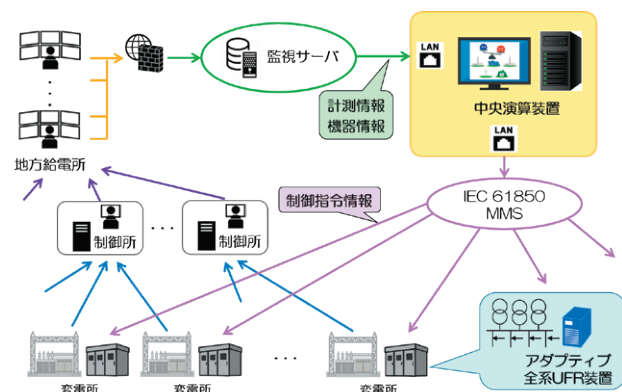


図 2 アダプティブ全系 UFR システム構成図

2.2 中央演算装置

(1) 基本性能

今回検証に用いた中央演算装置には、汎用 PC を適用した。開発プラットフォームには、海外における

SCADA に使用された実績があり、モジュール選択や組み合わせにより多様なプロトコル接続性を有して汎用性が高い OneATS^{注2)}を採用した。

(2) 実装機能

監視サーバから送電線の計測情報や機器情報のデータを取得し、制御指令情報に必要な制御量を演算するため、潮流方向や運用状態を適切に判別する必要がある。主な実装機能を以下に示す。

①監視サーバからのデータ取得機能

計測情報や機器情報を定周期または状態時に取得する機能

②順潮流／逆潮流の判別機能

制御対象送電線は、逆潮流時は制御対象から除外、順潮流時は制御対象へ設定する機能

③HMI (Human Machine Interface) 機能

計測情報や機器情報の表示、制御対象回線の状況を確認する機能

3 システム検証

(1) 検証内容

監視サーバから約 1,000 回線の計測情報および機器情報を取得し、一定時間ごとに制御指令情報を演算、アダプティブ全系 UFR 装置へ制御指令情報が伝送できることをシステムとして検証した。送電線の計測情報や機器情報は約 5 分間隔で取得し、制御情報演算および制御指令情報の伝送は 30 分間隔で実施した。図 3 に検証試験状況を示す。



図 3 検証試験状況

(2) 検証結果

システム検証の結果、監視サーバからの情報取得、制御情報演算および制御指令情報のアダプティブ全系 UFR 装置への伝送まで、いずれの基本的な動作も問題なく実現できることを確認した。

図 4 に制御対象待機数の推移状況例を示す。制御対象待機数は、アダプティブ全系 UFR 装置の制御対象として確保可能な順潮流の送電線回線数を表す。日照時間帯における逆潮流送電線の増加に伴い、順潮流の制御対象送電線数が減少していることから、本システムの必要性が再認識された。さらに本検証において、制御対象送

電線の選択が適正に実施できていることが確認できた。

システム検証では、再エネによる逆潮流発生時における制御指令状況や需要変動が大きい時間帯の演算間隔の妥当性などの評価も実施している。

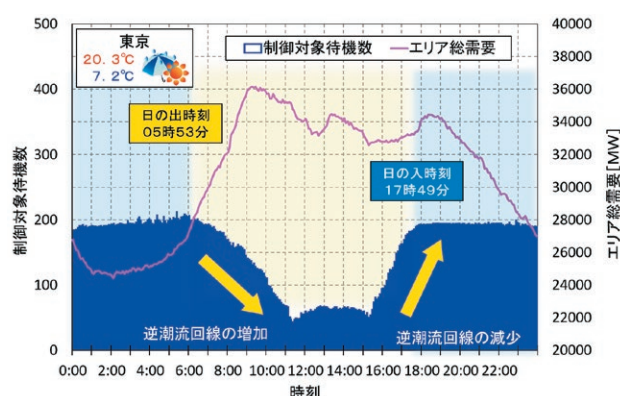


図 4 需要変化と制御対象待機数

4 今後の課題

複数のアダプティブ全系 UFR 装置が同一ネットワーク上に接続される構成が想定されることから、データ取得から演算処理までの内部演算遅延や伝送遅れの影響に対する検証および評価が必要となる。

さらには、気象条件や需要変動を考慮したシミュレーションによる課題抽出や演算処理間隔および潮流判定ロジックの仕様検討が必要であると考えている。

5 まとめ

本稿では、アダプティブ全系 UFR システムに適用する中央演算装置の基礎検証として、実装機能ならびに検証結果について報告した。今後は実適用を見据えて検証結果をもとに中央演算装置の仕様検討および開発を進める予定である。

参考文献

- (1) 電力システムを取り巻く環境変化がもたらす系統安定化システムの課題と対応専門委員会：「電力システムを取り巻く環境変化がもたらす系統安定化システムの課題と対応」, 電気協同研究会, 第 77 巻第 1 号 (2022)

■ 語句説明

- 注 1) MMS: Manufacturing Message Specification (製造メッセージ仕様) の略称
- 注 2) OneATS: 東光高岳出資会社である ATS 社 (Applied Technical Systems Joint Stock Company) が開発した SCADA 向け統合アプリケーション

菅原 雅寛 沼尻 稜平

電力プラント事業本部
電力システム製造部 保護制御装置設計グループ 所属