

再生可能エネルギー大量導入を想定した 予測型負荷周波数制御

首都大学東京 知能機械システムコース
B4 宮本 楓雅 (児島研究室)

1. はじめに

近年、地球温暖化や資源枯渇の諸問題への懸念により、**太陽光発電(PV)**をはじめとする再生可能エネルギーの大量導入が期待されている^[1]。

太陽光発電(PV)

- 気象衛星から取得した気象情報に基づいて発電予測が可能。
- PV発電予測を系統制御に応用することが期待されている。



Fig.1 Photovoltaic power generation

PV等大量導入時の課題

- 発電量が**周囲の環境に依存する**ため、電力系統の安定性を損ねる。
- 調整用電源である火力発電の割合が低下することによる**調整力不足**。

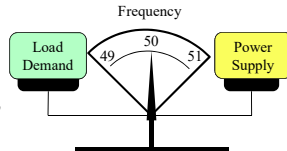


Fig.2 Demand-Supply balance of a power

研究目的

- 系統の発電機を**2種類に大別した発電機モデル**の構築。
- 良好な**周波数制御**と**調整力確保**が同時に実現可能な**予見LFC**の設計と評価。

2. 出力制御を考慮した予見負荷周波数制御系

経済負荷配分制御(EDC:Economic-load Dispatching Control)

- 発電計画に基づき発電機を運転させ、経済的な運用を図る。
- 負荷変動の長周期成分(およそ20分以上)を担っている。

負荷周波数制御(LFC:Load Frequency Control)

- 時々刻々と変化する周波数を制御することにより需給を一致させる制御。
- 負荷変動の短周期成分(およそ20分以下)を担っている。

予見負荷周波数制御系

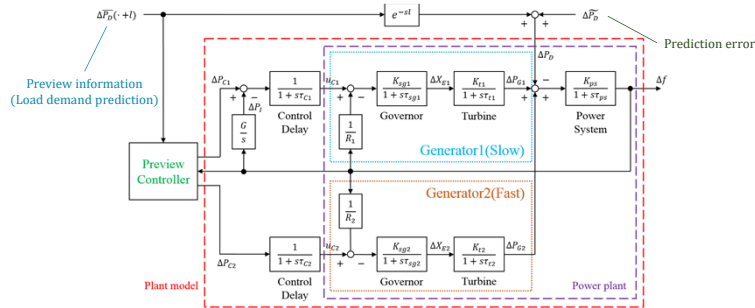


Fig.3 Two-generator Preview LFC system

- ✓ 仮想的なむだ時間要素により予見動作を表現。
- ✓ 負荷変動の予測情報 ΔP_D を利用し制御を行う。
- ✓ 出力変化の異なる2台の発電機を並列に接続。
- ✓ 遅い発電機に積分補償を適用。

発電機ごとにPI制御を独立して設計したLFCに対して付加的に予見補償を適用することで**出力制御も考慮した予見LFC**を構築。

従来型の予見LFC

LFCで制御される発電機を区別せず、PI制御が一括して施されている。

制御の目的

H^2 予見出力フィードバック則^[2]を適用、予見制御による以下の制御性能の改善を図る。

- 周波数変動 Δf の**抑制**
- 速い発電機の出力 ΔP_{G2} の**抑制**(遅い発電機の出力を上げる)

4. シミュレーション

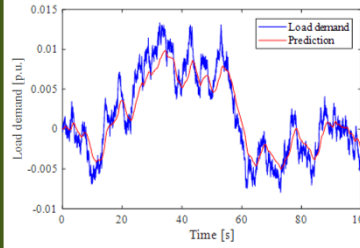


Fig.4 Load demand and prediction

負荷変動の予測値(Fig.4赤線)を制御に利用。

- ✓ 周波数変動の応答。
- ✓ 発電出力の応答。
- ✓ 周波数変動のRMS値。

を確認、予見制御による制御性能を評価する。

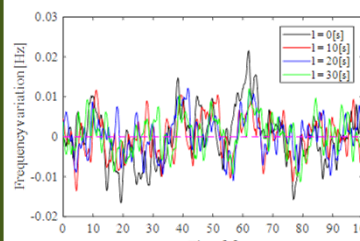


Fig.5 Frequency variation

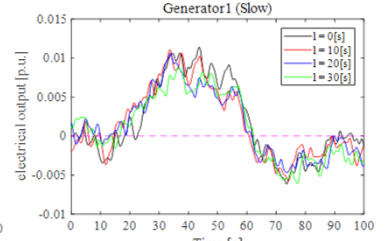


Fig.6 Slow generator output

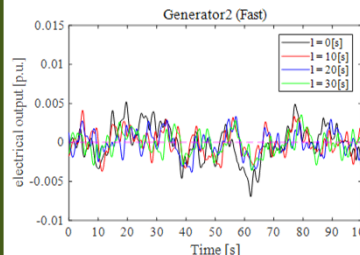


Fig.7 Fast generator output

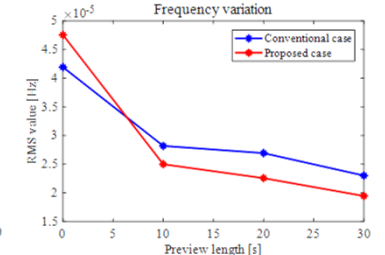


Fig.8 RMS value (Frequency variation)

- 周波数変動が**抑制**されている様子が確認できる。
- 速い発電機の出力を**大幅に抑制**される様子が確認できる。
- 従来のLFCと提案するLFCにおいて**周波数制御の性能に大きな差異がない**。

- 従来の予見LFCの**周波数制御の性能を維持しつつ**、同時に発電機の**出力を制御することが可能な設計**である。
- 予見補償により、両方の制御性能の改善が可能。

5. おわりに

まとめ

- 周波数制御及び、発電出力の制御が同時に実現可能な予見LFCの設計と予見制御による制御性能について評価した。
- 従来の周波数制御性能を維持しつつ発電出力の制御が行えることから調整力の確保が可能な設計であることを示した。

今後の展望

- 複数地域から成る連携システムに対して、地域分散型予見LFCの設計法の確立。
- 電気学会による標準解析モデル(AGC30モデル)を用いて予見制御の効果について詳細な検証を行う。

6. 参考文献

- [1] 林泰弘, 岡本浩, 濱坂隆, 伊奈友子, 坂本紀代美, “スマートグリッド学 戦略・技術・方法論”, 日本電気協会新聞部, 2010
- [2] K.Hashikura, et al. “On implementations of H^2 preview output feedback law with application to LFC with load demand prediction”, *International Journal of Control*, Vol.91, 2018