

離島系統における短周期変動抑制を目的とした バッテリー制御方法及びその効果検討

AE15025 川島伸明

指導教員 藤田吾郎

1. はじめに

国内外問わず離島などの小規模独立系統ではディーゼル発電(DG: Deiseal Generator)等の化石燃料を用い内燃機関が主である^[1]。しかし近年は、エネルギーセキュリティの強化、低炭素型社会創出への期待から再生可能エネルギーを利用した電源の導入が推進されている。中でも太陽光発電(PV: Photovoltaics)はメンテナンスフリーであることや、設置場所などの理由から特に導入が進んでいる。しかしPVは天候に依存して変動する不安定なものであるため、大量に連系された場合、従来電源では需給偏差を補償しきれずに、周波数変動が増大し、電力品質に悪影響を与えることが懸念されている。この問題を解決するための手段として蓄電池の導入が検討されている^[2]。一般に蓄電池は高コストであるため経済性の観点から導入が難しい場合があるが、小規模独立系統は大規模電力系統に比べ、高コストな電源に頼っているため高価な蓄電池導入のハードルは高くない。

2. 研究目的

本研究では、蓄電池を導入することでPVの短周期出力変動による系統安定度低下を抑制することを目的とする。それにあたり、バッテリー制御方法の構築、及び対象系統のデータを用いた数値解析モデルでシミュレーションを行い、その制御方法の効果を検討する。

3. 対象系統とシミュレーションモデル

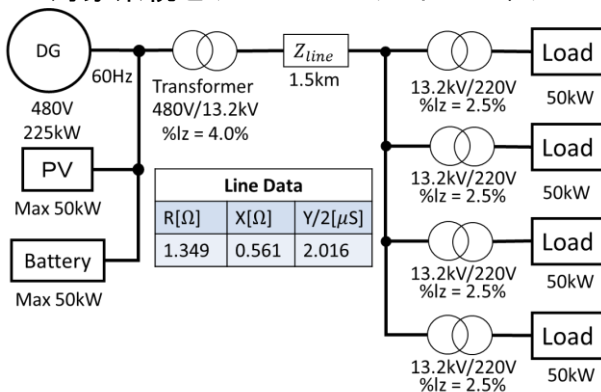


図1 シミュレーションを行う系統概略図

シミュレーションを行う系統の概略図を図1に示す。対象系統はある東南アジアの離島系統であり、定格

480VのDGと最大200kWの需要で構成されている。この系統に定格出力50kWのPVと最大出力50kWのバッテリーシステムを送電側に導入した系統について数値解析シミュレーションを行う。

4. バッテリーシステムについて

4.1 仕様

バッテリーの仕様を表1に示す。

表1 バッテリーの仕様

最大出力	50kW
容量	210kWh
周波数サンプリング周期	20ms
出力値計算処理速度	90ms
出力応答速度	10ms
最大出力調整速度	142.9W/ms

4.2 制御方法

バッテリーは不感帯を設けた周波数制御で運用する。不感帯を設けることで、バッテリーの充放電量を抑えられるため、要求されるバッテリーの容量を少なくすることができる。不感帯は定格周波数 $\pm 0.1\text{Hz}$ とし、不感帯を逸脱した値を計算機に入力することで目標出力値を算出する。なおバッテリーはPID制御を用いる。バッテリー制御の概要図を図2に示す。

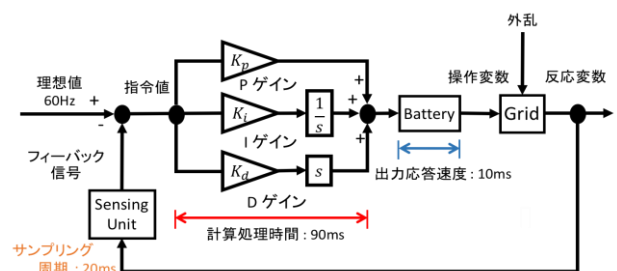


図2 バッテリー制御概要図

5. 評価指標

対象系統は東南アジアの離島系統なので、シミュレーション結果の周波数と電圧値を評価するにあたり、対象国のGrid Codeに記載されている指標を用いる。周波数の評価指標を表2、電圧の評価指標を表3に示す。

表2 周波数の評価指標

電力会社の管理目標値	60 ± 0.3Hz
DG連続運転可能周波数	48.5~50.5Hz
DG運転可能周波数	47.5~51.5Hz

表3 電圧の評価指標

標準電圧変動	定格電圧の±5%
瞬時電圧変動	定格電圧の10%以内に抑制 & 2秒以内

6. シミュレーション

6.1 概要

需要が200kW、PV出力が50kW、DGが150kW出力しており、周波数が定格に安定している状況からPV出力が10秒間で50kWから10kWまで線形に低下すると同時に需要が10秒間で180kWから200kWに増加する条件でシミュレーションを行う。なおDGにLFC機能はなく、周波数変動に対して5%の調定率に則って出力する。

6.2 シミュレーション結果

シミュレーション結果を図3,4,5に示す。

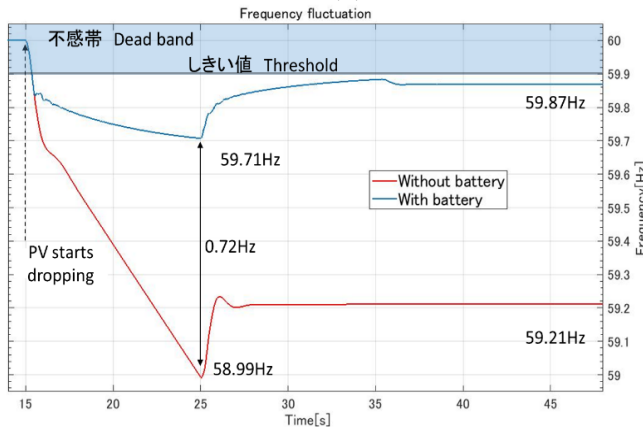


図3 シミュレーション結果(周波数変動)

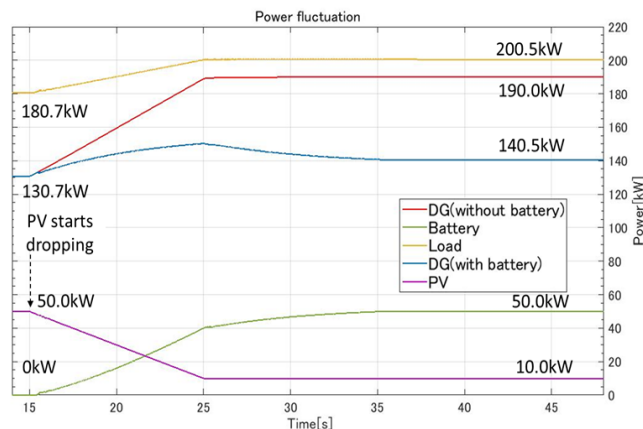


図4 シミュレーション結果(出力変動)

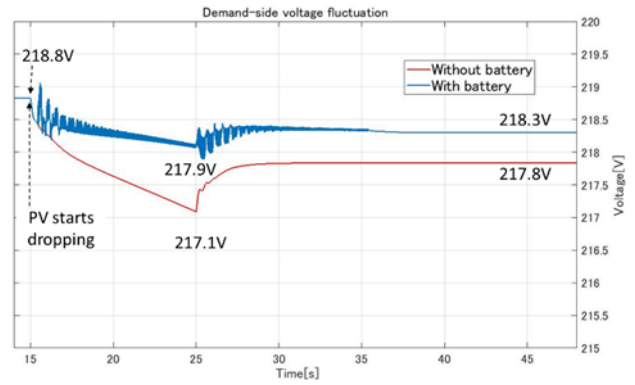


図5 シミュレーション結果(需要側の電圧変動)

7. 考察

図3よりPVが10秒間で40kW低下し需要が20kW増加すると今回の系統では周波数が定格周波数から58.99Hzと大きく低下してしまうことがわかる。この値は表2のDG連続運転可能周波数内ではあるがフィリピンの管理目標値を大きく逸脱してしまう。一方、バッテリーを導入した際は最低値でも59.71Hzと管理目標値を満たすので周波数補償にバッテリー導入が有効だと考えられる。

図4よりバッテリーが無い場合のDG出力の増加分の多くをバッテリーが占めていることがわかる。これは周波数変動に対する出力調整はバッテリーがDGに対して速いためだと考えられる。

図5よりバッテリーがない場合でも需要側の電圧変動は1V未満であることから、表3より電圧変動に関してPVの出力変動が系統に与える影響は大きくないことが判明した。

8. まとめと今後の展望

今回のシミュレーションでPVの急激な出力変動は系統周波数を大きく変動させるが、需要側の電圧変動に対してはほとんど影響を与えないことが明らかになった。また、PV出力低下に伴う周波数低下については、今回採用した制御を用いたバッテリーを導入することで、電力会社の管理目標値まで改善可能であることを示した。

また、今回は需要家側に設置されている小規模太陽光発電を考慮しなかった。そのため、今後は発電機側のPVと需要家側のPVが同時に変動した際においても系統の安定度を維持可能なかシミュレーションする必要がある。

参考文献

- [1] 九州電力「離島（内燃力）発電所の概要」
http://www.kyuden.co.jp/effort_thirnal_n_hatsuden_index.html
- [2] 経済産業省 資源エネルギー庁「再エネの安定化に役立つ「電力系統用蓄電池」」
http://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/keitoyo_chikudenchi.html