

フライホイールとリチウムイオン電池を用いた電力平準化システムの検討

森田寛美・芳賀仁（長岡技術科学大学）・伊東洋一（サンケン電気）・有松健司（東北電力）

1. はじめに

近年、太陽光発電(PV)システムの導入が進められるようになり、PVは天候により出力電力が変動するため、電力系統の品質に悪影響を及ぼすことが懸念される。その対策として、リチウムイオン電池(LiB)などの蓄電デバイスを用いる電力平準化装置の導入が挙げられるが、LiBは高価である。本稿ではコストダウンを目的にLiBとフライホイール(FW)の2つの蓄電デバイスを用いる電力平準化装置を検討する。それぞれの蓄電デバイスへの充放電電力の指令値は、補償電力の振幅成分に着目した分割方法(ADAM)を用いて平準化の基本動作を検証する^[1]。本稿では特に、FWを構成する電力変換器と電動機損失を考慮してシミュレーションにより検証したので報告する。

2. 電力平準化装置の構成

図1に対象とする電力平準化装置の構成を示す。電力系統に三相インバータを接続し、下段にDC/DCコンバータとインバータを接続する。DC/DCコンバータにはLiB、三相インバータには誘導電動機(IM)とFWを接続する。なお、系統電力を1 p.u.で模擬しており、使用したLiBの出力は0.3 p.u.、FWの出力は1.5 p.u.である。また、振幅分割する際の閾値は300 Wとした。

3. シミュレーション結果

図2にPVの発電電力 P_{PV} を示す。また、図3に平準化後の電力平準化装置の各部の電力波形を示す。上から順に、平準化に必要な全体の電力 P_{ess} 、分割後のLiBの電力 P_{LiB} 、分割後のIMとFWの電力 P_{IM+FW} である。これらは電力が正のときシステムは放電を行い、負のときシステムは充電を行う。そして、図4に各システムにおける損失の割合、表1に各システムの損失を示す。全体の損失は2014 kWとなった。また、LiB、DC/DCコンバータ、三相インバータ、IM+FWの順で損失の割合が減少している。ここで、DC/DCコンバータ、IM+FW、三相インバータの効率はそれぞれ、95%、90%、80%となった。ただし、IM+FWの効率は定常状態での効率である。よって、機械損が含まれていない。また、LiBの損失の割合が最も大きいのは、自己放電を加味していないため、充電量が大きく変化したことにより、LiBに流れる電流の増加であると考えられる。一方、IM+FWの損失の割合が最も小さくなった。これは、FWの方がLiBよりも使用頻度が少ないためであると考えた。これらを踏まえると、それぞれの蓄電デバイスに接続されている電力変換器であるDC/DCコンバータの方が三相インバータよりも損失の割合が大きいことは妥当であるといえる。

4. おわりに

本稿では、LiBとFWの2つの蓄電デバイスを用いた電力平準化装置で、それぞれの蓄電デバイスの損失を加味した平準化動作を確認した。今後、過渡状態の効率や自己速度減少を考慮したFWの損失を用いた平準化の検討を行う予定である。

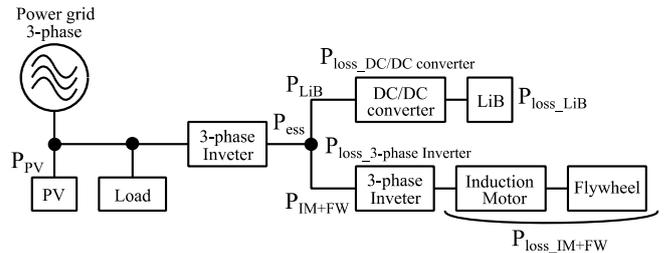


図1 電力平準化装置の構成

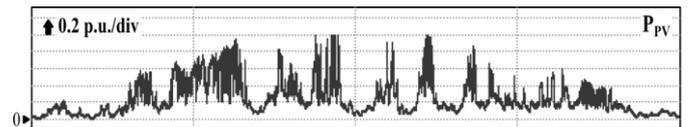


図2 PVの発電電力波形(1000 s/div)

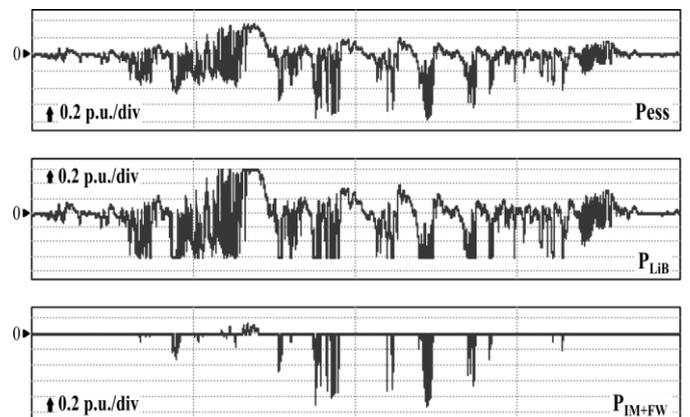


図3 平準化に必要な各システムの電力波形(1000 s/div)

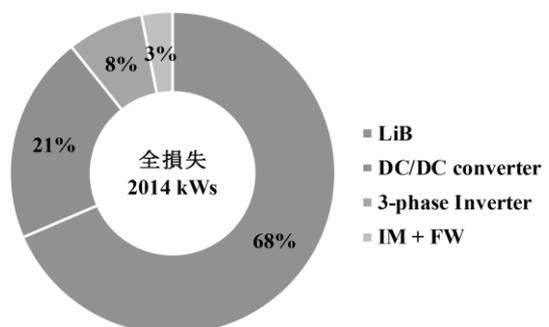


図4 各システム損失の割合

表1 各システム損失

	P_{loss} [kW]	Ratio [%]
LiB	1380	68.5
DC/DC converter	419	20.8
3-phase Inverter	153	7.60
IM + FW	62	3.07
合計	2014	100

参考文献

[1] 芳賀仁, 他: 電気学会論文誌 D, Vol.139, No.3, pp.330-338 (2019)