

二次電池の等価回路モデルに関する基礎研究

濱田 貴史 池田 英広
(西日本工業大学)

1 はじめに

近年、太陽電池や燃料電池などの再生可能エネルギーを利用した発電に対する期待が高まっており、それらに必要な蓄電システムの開発が盛んに行われている。電池に関する機器をモデルベースで開発するために、二次電池内部抵抗の電流依存性を考慮したモデリングや、遅い応答と速い応答をそれぞれ RC 並列回路で模擬した手法など様々なモデルや、電池内部の状態推定法が提案されている^{[1], [2]}。本研究では、簡易なシミュレーションモデルの開発を目的として、二次電池の受動素子による等価回路モデルを提案し、それらのモデルパラメータの決定法を示す。

2 二次電池の等価回路モデル

本研究では、できる限り簡易なシミュレーションモデルを作成するために、1回の適当な放電実験および充電実験のデータを用いて、簡単な電気回路で表す等価回路を用いる手法を提案する。

ここで図-1は、提案する二次電池の等価回路である。回路は RC 並列回路を梯子型に 5 段接続した充放電部と、内部抵抗を模擬する抵抗 R_0 、また OCV と違った意味合いを持ち、定数である直流電圧 E で構成している。

なお、より詳細なモデルを構成するためには、電池温度や充電状態 (State of Charge; SOC)、また劣化度を模擬する必要がある。例えば電解質や電極の使用劣化・経年劣化により内部抵抗 R_0 は増加するが、今回はそれらの劣化は考慮しない。

3 PSO による等価回路モデルのパラメータ同定

ここで、ニッケル水素電池 (1.2[V], 2.4[Ah]×8 直列) に対し、単純な放電実験により計測した電池端子電圧および電池電流 (放電方向を正とする) の波形を用いて、提案する等価回路の 12 個のパラメータの同定を行った。なお同定には、PSO を用いた。

表-1 は等価回路パラメータの同定結果である。また図-2、電池電圧の放電実験による実測波形と、PSO を用いて同定した等価回路パラメータを用いた時のシミュレーション波形を重ねたものである。同図より、両波形がほぼ一致していることが確認できる。一方、図-3 は電池電流の同定波形であるが、同定した等価回路モデルのほうが若干大きい数値となっている。これは、実験に用いた電流センサの基準電圧に含まれる誤差の影響と、電池の劣化や充電状態に依存するパラメータ変動の影響であると考えられる。

4 まとめ

本研究では、ニッケル水素電池を例にとり、二次電池の簡易な等価回路モデルを提案し、放電実験およびシミュレーションにてモデルの妥当性を確認した。今後は、等価回路モデルの精度を向上させるとともに、充電・放電双方の動作を模擬する等価回路モデルを作成する予定である。

参考文献

- [1] 乾義尚 他：リチウムイオン二次電池の電圧過渡応答の数値シミュレーション, 電学論 B, Vol.126, No.5, pp.532-538 (2006)
- [2] 嶋田尊衛・黒川浩助：階段状電流を用いた鉛蓄電池シミュレーションモデリング手法, 電学論 B, Vol.128, No.8, pp.1027-1034 (2008)

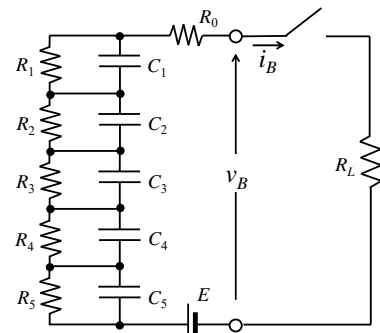


図-1 提案する二次電池の等価回路

表-1 等価回路パラメータの同定結果

R_0 [Ω]	0.659	E [V]	10.2
R_1 [Ω]	21.524	C_1 [F]	3.02×10^8
R_2 [Ω]	18.774	C_2 [F]	3.55×10^8
R_3 [Ω]	1.305	C_3 [F]	3.83×10^3
R_4 [Ω]	7.47×10^{-2}	C_4 [F]	1.00×10^3
R_5 [Ω]	0.772	C_5 [F]	1.00×10^2

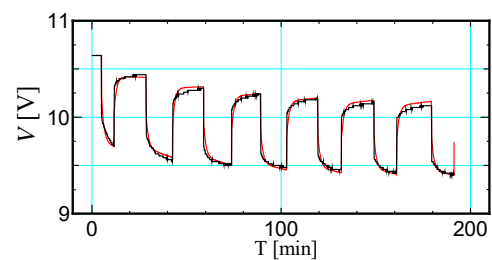


図-2 電池電圧の同定波形

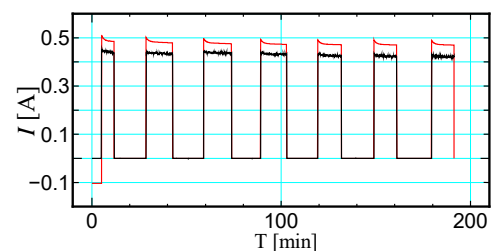


図-3 電池電流の同定波形