

L-48

住宅 PV システム用 Ni-MH 蓄電池のモデル化
-蓄電池の内部インピーダンス特性-

Modeling of Ni-MH Storage Battery for Residential Photovoltaic System
-Internal Impedance Characteristic of Storage Battery -

○稲葉有哉¹, 金澤克友¹, 岩佐聡², 西川省吾³

*Yuya Inaba, Kazumoto Kaneshawa, Satoshi Iwasa, Shogo Nishikawa

Abstract: If extensive introduction of the photovoltaic (PV) system is carried out, a frequency change will arise and we'll be anxious about the bad influence to electric power quality. The combination of PV system and a storage battery was considered as this measure, and its attention was paid to the Ni-MH storage battery in various storage batteries. In this research, the model of a Ni-MH storage battery is created and it aims at making a simulation possible. In this paper, impedance measurement of a storage battery is performed, and supposing an equivalent circuit, since parameter fitting was carried out, the outline is shown.

1. はじめに

太陽光発電(PV)は環境に優しいので再生可能エネルギーとして注目されている。しかし、今後大量に導入すると、周波数変動などの悪影響が懸念される。そこで蓄電池を PV システムに組み合わせることが考えられている。私たちは高容量で安全性が高い Ni-MH 蓄電池に着目した。しかし、Ni-MH 蓄電池は高コストであるため PV システムに設置する際は必要最低限の蓄電池容量を導出する必要がある。

本研究では高精度な Ni-MH 蓄電池のモデルを作成しシミュレーション検討することで必要最低限の蓄電池の容量を導出することを目的としている。

本稿では充電状態(SOC)や蓄電池温度を変化させたときの蓄電池の内部インピーダンスを測定し、その結果からパラメータフィッティングを行ったのでその概略を示す。

2. 実施内容

<2.1>蓄電池の使用

蓄電池の仕様を表 1, 試験回路を図 1 に示す。

Table.1 Specification of storage battery

cell	1
Rated capacity[Ah]	10.0
Rated voltage[V]	1.2
Rated hour rate[hr]	5.0

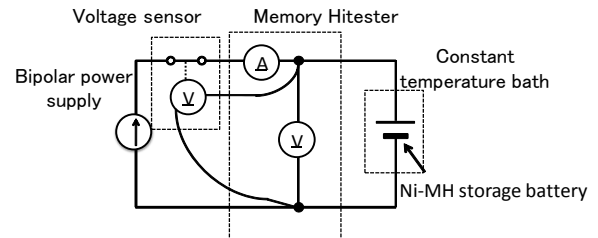


Fig.1 Measurement circuit

<2.2>試験方法

試験前に放電電流 0.2ItA, 周囲温度 20°C で放電終止電圧 1V を切るまで放電したのち、試験を開始する。

充電電流 0.2ItA, 周囲温度は -20°C, 0°C, 20°C, 40°C で充電量が 0%, 20%, 40%, 60%, 80%, 100% になるまで充電し、静置する。その後インピーダンス測定を行った。

Table.2 Measurement Condition

AC Current [App]	1
Frequency domain [Hz]	0.01~50K
Time between measurements [step/decade]	10

3. 解析方法

インピーダンスの実測値と計算値の差の 2 乗の和を評価関数 S として SIMPLEX 法を用いてパラメータフィッティングを行った。SIMPLEX 法は初期値によって収束する値が大きく異なるため、最適な初期値を探す処理 1, 処理 2 を行い、その結果を用いて SIMPLEX 法を行った。以下に作業の詳細を示す。

$$S = \sum_{i=1}^n \left\{ (R_{mi} - R_{ci})^2 + (X_{mi} - X_{ci})^2 \right\} \quad (1)$$

ただし, R_m :実数成分の実測値, R_c :実数成分の計算値,
 n :データ数, X_m :虚数成分の実測値,
 X_c :虚数成分の計算値, i :データ番号

処理 1…各回路定数に式(2)を代入して, その値を用いて S を求める. S の最小値となる回路定数ごとの K の組み合わせを探す. なお K には $-5 \sim 3$ までの値を用いた. ただし $R1$ は共振時の抵抗値, L は 0 とした.

処理 2…処理 1 より得られた値の付近に最適な初期値があると考えられるので, 式(3)を用いて得られた値の $0.1 \sim 10$ 倍の値から初期値を探した. なお, B には処理 2 で求めた K の値を用い, $-1+K \sim 1+K$ を代入し, A には 1 又は 5 を代入する.

SIMPLEX 法⁽¹⁾…SIMPLEX 法は初期値によって収束する値が異なるため, 複数の初期値を用意し, 解析した. 処理 2 で S の小さい順で初期値の組み合わせの 20 個を初期値として解析した. その中で S が最小の回路定数の組み合わせを採用した. 繰り返し計算は 100000 回とした.

$$10^K \quad (2)$$

$$A \times 10^B \quad (3)$$

4. 等価回路

想定した等価回路を図 2 のように示した.

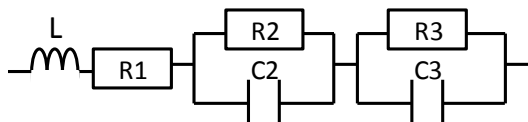


Fig. 2 Equivalent circuit

$R1$ は電池内部に含まれる溶液抵抗, $R2, R3, C2, C3$ はそれぞれ両極に含まれる電荷移動抵抗と電気二重層容量である. L は電極に含まれるリアクタンス成分を示し, $L=0$ とした.

5. 結果

解析結果として図 3 に cole-cole plot の温度特性を, また図 4 に内部抵抗の解析結果を示す.

図 3 を見ると, 曲線は温度ごとに異なるが半円を描いていることがわかる. 半円の大きさは電荷移動抵抗が大きいほど大きくなり, $20^\circ\text{C}, 40^\circ\text{C}$ においては電極の活物質の反応性が良いために電荷移動抵抗が小さく,

半円も小さい. 対して $0^\circ\text{C}, -20^\circ\text{C}$ のときは半円が大きく特に -20°C では半円が 2 つある.

図 4 より $0^\circ\text{C}, 20^\circ\text{C}, 40^\circ\text{C}$ において内部抵抗の差はほとんどないが, -20°C のみ他の温度よりも内部抵抗が高く, 特に $R3$ では顕著である. これは温度が低くなるほど電極の活物質の反応性が低下し電解液のイオン導電率が低下したためであり, これが図 3 の 2 つの半円のうちの大きい方に該当する. そして小さな方は $R2$ によるものである.

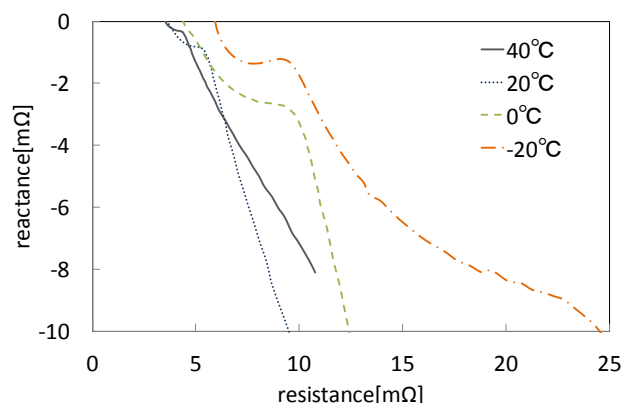


Fig.3 Cole-cole plot(SOC0%)

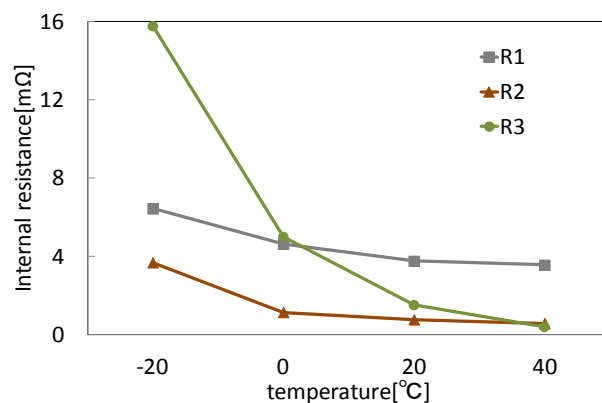


Fig.4 Analysis of internal resistance

6. まとめ

本論文では温度の違いによるインピーダンスと内部抵抗の解析を行った. cole-cole plot より, 温度で半円の大きさが変わることが分かり, 内部抵抗の解析から温度が低いほど内部抵抗が高いことが分かった.

参考文献

[1] 奥村晴彦:「パソコンによるデータ解析入門」, p226~230, 1986 年