

低温下における Ni-MH 蓄電池の表面温度のモデル化

Modeling of Surface Temperature of Ni-MH Battery under Low Temperature

○中村圭介¹, 西川省吾²

*Keisuke Nakamura¹, Shougo Nishikawa²

Abstract: We have been studying performance of a renewable energy system at Showa Base in Antarctica. An ambient temperature influences performance of battery, and a performance of battery decreases under low temperature. The purpose of this study is establishment of simple thermal insulation technology and modeling of surface temperature of battery with insulation material during charge or discharge. In this manuscript, charge-discharge test and variable discharge current test were carried out and the surface temperature rise of the battery and the terminal voltage were described.

1. はじめに

南極の昭和基地では現在基地に必要な熱や電気エネルギーを化石燃料で賄っている。しかし今後、大型観測装置の導入が見込まれており、その必要な燃料をすべて日本から輸送することは困難である。そこで現地で太陽光発電や風力発電を活用することが考えられている。しかし、これらは出力変動が激しく、昭和基地の電気系統に接続すると周波数変動が懸念される。対策として出力変動を制御する蓄電池の適用が考えられるが、蓄電池は低温下において性能の低下が懸念されるため、保温する必要がある。

本研究では、昭和基地で使用する蓄電池設備の適切な設計を可能とするため低温時の詳細な充放電特性と保温技術を明らかにする。

本稿では、周囲温度が異なる充放電試験を行い、表面温度上昇の考察をした。また、変動放電試験を行い断熱材を巻いている場合か巻いていない場合で端子電圧の変化を比較考察をした。

2. 試験内容

今回使用している供試体は Ni-MH 蓄電池で、定格電圧は 1.2V、定格容量は 10Ah である。Figure.1 に試験回路を示す。

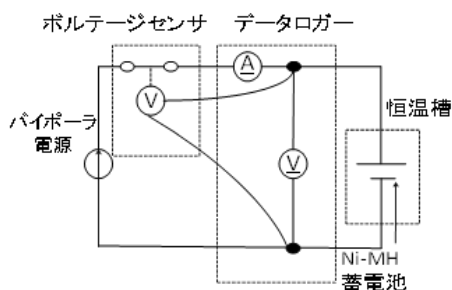


Figure.1 Charge and discharge test circuit

2. 1 充放電試験

充放電試験の流れを Figure.2 に示す。

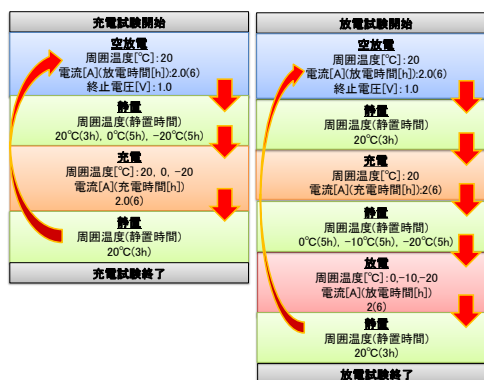


Figure.2 Charge and discharge test

2. 2 変動放電試験

Figure.3 に示す変動放電試験を供試体に断熱材が有る場合と無しの場合で行った。

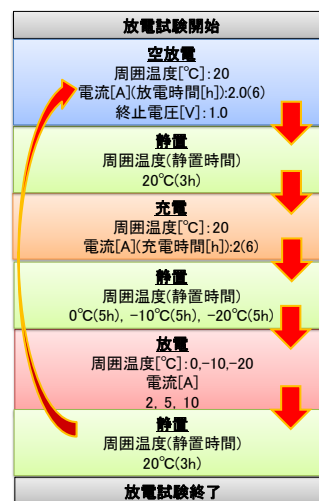


Figure.3 Variable discharge test

3. 試験結果

3. 1 充電時の表面温度上昇

Figure.4 に 2A 充電試験の表面温度上昇を示す。

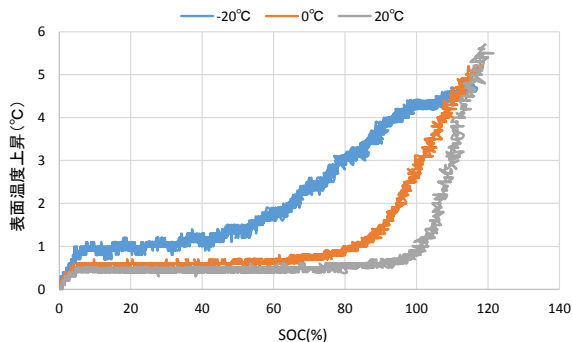


Figure.4 Surface temperature rise (2A charge)

充電初期と充電末期に大きく表面温度上昇していることがわかる。充電末期に表面温度上昇しているのは充電リザーブからあふれてしまった水素ガスや酸素ガスによる内部圧力が関係していると考えられる。充電初期に関しては、電荷移動抵抗が関係していると考えられる。充電開始時、水素イオンの移動度は低いため、電荷移動抵抗が高い。グラフの表面温度上昇一定となる SOC(充電状態)20%周辺になると、水素イオンの移動度も一定になっているため、電荷移動抵抗も小さくなる。電荷移動抵抗は内部抵抗の一つである。このことから、表面温度上昇には内部抵抗が深く関わっていることがわかる。[1][2]

3. 2 放電の表面温度上昇

Figure.5 に 2A 放電試験の表面温度上昇を示す。

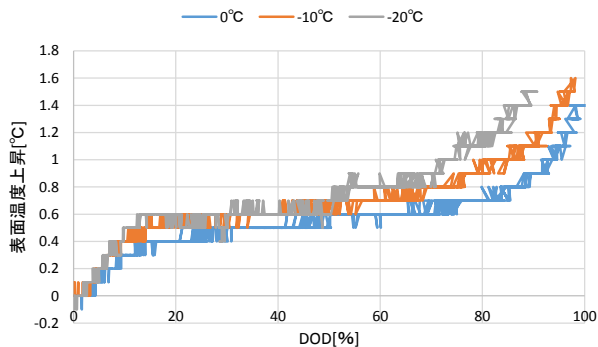


Figure.5 Surface temperature rise (2A discharge)

また、放電でも放電初期と放電末期に大きく表面温度上昇している。放電初期には次のような原因が考えられた。抵抗に電流を流すと熱が発生する。この熱により、抵抗値が増える。また、抵抗値が増えることで温度がまた上昇する。これを表した式が

$$R=R_0[1-\alpha(T-T_0)] \quad (1)$$

となる。ただし、R:電気抵抗、 T_0 :基準温度、 R_0 : T_0 における電気抵抗、T:温度、 α :温度係数とする。電気抵抗

が一定になると表面温度上昇が止まり一定となる。放電末期の温度上昇は水素イオンの移動度が低くなるので、電荷移動抵抗が高くなったためだと考えられる。

また、充電試験 Figure.4 に比べて、放電試験 Figure.5 の方が表面温度上昇幅は少ない。この理由として、化学反応的には充電は発熱反応、放電は吸熱反応のため、放電で発生する熱は吸熱反応により抑えられていると考えられる。

3. 3 変動放電試験

変動放電試験では 12mm の断熱材(グラスウール)を巻いた時と巻いてない時で実験を行った。また、1 分あたりの電圧変化が約 0.002[V]の時に放電電流を変化させた。

Figure.6 に変動放電試験(断熱材の有無)の端子電圧の変化を示す。

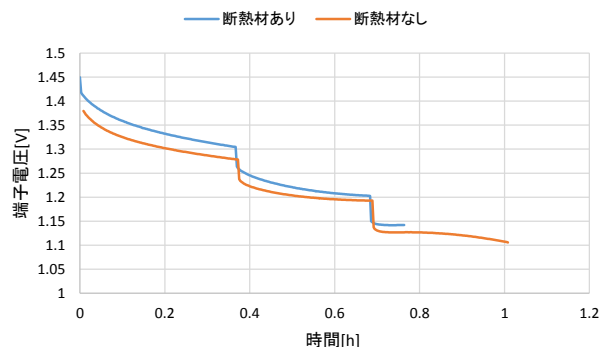


Figure.6 Terminal voltage 0°C (Variable discharge) With insulation

Figure.6 より、断熱材が巻いてある場合と断熱材が巻いてない場合では端子電圧の下がり方が異なっている。断熱材を巻いてない場合の方が端子電圧が低くなっており、断熱材を巻くことによって性能の低下が抑えられていると考えられる。[3]

4. まとめ

今回は周囲温度が異なる充放電試験を行い、表面温度特性について考察した。充放電特性から表面温度上昇する原因を電気抵抗によるジュール熱であると考えることができた。また、断熱材を巻いてある場合とない場合によって、端子電圧に違いがあることを確認した。

5. 参考文献

- [1] 増田久喜：「電池応用ハンドブック」, p.75~81 p.200~202, 2005 年
- [2] 高村勉：「電池ハンドブック」, p.438~439 832, 1996 年
- [3] 杉本和博：「ニッケル水素蓄電池のモデル化-定電流放電の場合-」, 平成 27 年度修士論文