

昭和基地における RE システム用 Ni-MH 蓄電池のモデル化 低温時の充放電特性

Modeling of Ni-MH battery for RE system in Syowa Base Charge-discharge characteristic at low temperature

○荒井誠一¹, 原大地¹, 岩佐聡², 西川省吾³
Seiichi Arai¹, Daichi Hara¹, Satoshi Iwasa², Shogo Nishikawa³

Abstract: We are examining the use of renewable energy (RE) for Syowa Base. However, the voltage change and the frequency variation are feared because of a small-scale electrical system. Then, it is necessary to introduce the storage battery. But temperature of the rooms in Syowa Base might be reached -30°C in winter, this leads to the performance decrease of the storage battery. In this study, the purpose is the establishment of the performance decrease prevention method and highly accurate modeling of the storage battery at the low temperature. The result of the survey of the charge-discharge characteristic at the low temperature is shown as a basic examination of the Ni-MH battery in this report.

1. はじめに

昭和基地では現在, 多くの観測活動等が行われているが, 将来的には更に消費エネルギーの増大が見込まれている. しかし南極観測船の輸送量の制限から, 必要な燃料を全て日本から輸送することは不可能である. そこで, 現地で取得可能な太陽光, 風力などの再生可能エネルギー (RE) の導入が重要となる. しかし RE システムは出力変動が激しいため, 小規模な昭和基地の電力システムでは周波数変動などの悪影響が懸念される. そこで蓄電池を導入し, システムの安定化を図る. また昭和基地では冬季には室内でも -30°C に達するため, 蓄電池を通常どおり使用することは難しい.

本研究では, 昭和基地で使用する蓄電池の適切な設計を可能とするため, 蓄電池の低温時における高精度なモデル化を目的とする. 本稿では基礎検討として低温時における Ni-MH 蓄電池の充放電特性の調査結果を示す.

2. 試験条件

表 1 に供試体の仕様, 図 1 に試験回路, 図 2 に蓄電池の表面温度の測定位置を示す. Ni-MH 蓄電池は恒温槽に入れて周囲温度を一定とし, バイポーラ電源を用いて定電流の充放電を行った. 蓄電池の電圧, 電流, 温度は 1 秒毎に測定した. なお, 蓄電池の測定位置による温度の違いを見るため 3 点で温度を測定した.

試験準備として, Ni-MH 蓄電池を周囲温度 20°C , 定格電流 $0.2\text{ItA}(=2\text{A})$ で放電終止電圧 1.0V まで放電してから, 試験を開始した. 充電試験開始前には以下の周囲温度に設定し, 蓄電池の表面温度が一定になるまで静置した. なお, 満充電検出方法は $-\Delta\text{V}$ 制御を用い, 最大端子電圧から 10mV 低下したときを満充電とした.

放電試験のための充電は JIS に基づき周囲温度 20°C , 充電電流 0.1ItA で 16 時間充電した. その後以下の周囲温度に設定し, 蓄電池の表面温度が一定になるまで静置した後, 放電試験を開始した.

試験条件を以下に示す. It とは, 電池の定格容量を 1 時間で放電する時の電流値を示す.

・充電試験条件

周囲温度: $20, 10, 0, -10, -20^{\circ}\text{C}$

充電電流: $1.0\text{It}[\text{A}](=10\text{A})$

・放電試験条件

周囲温度: $20, 10, 0, -10, -20^{\circ}\text{C}$

放電電流: $1.0\text{It}[\text{A}](=10\text{A})$

放電終止電圧: $1.0[\text{V}]$

Table 1 Specification of Ni-MH battery

cell	1
rated voltage[V]	1.2
rated capacity[Ah]	10
rated hour rate[Hr]	5

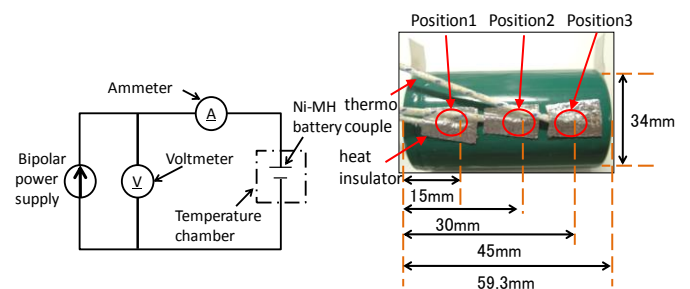


Figure 1 Examination circuit

Figure 2 Measuring position of battery temperature

3. 解析方法

温度上昇 ΔTr は(1)式のように表わす.

$$\Delta Tr = T - T_0 \quad \dots(1)$$

ただし, ΔTr :温度上昇[°C]

T:蓄電池の表面温度[°C]

T_0 :蓄電池の表面温度の初期値[°C]

4. 試験結果

充電特性の結果を図 3 に示す. 本試験では蓄電池の測定位置による温度の差が見られなかったため, 測定点 2 の結果を用いた.

図 3 より周囲温度が低温になるほど最大端子電圧が上昇し, より早い段階で満充電になることが分かる.

また充電量は, 周囲温度が 20°C の時が最大で, 周囲温度が低くなるほど低下していることがわかる. また 0°C~20°C の範囲では充電量が 9Ah 以上充電できたが, 周囲温度 -10°C では充電量 8.69Ah, -20°C では充電量 7.67Ah と充電量の低下を確認した.

充電時の温度上昇については, 周囲温度が低いほど立ち上がり早いことがわかった. また充電初期における蓄電池の温度上昇は周囲温度が低いほど大きく, 充電末期では周囲温度が高いほど温度上昇が大きくなっていった. なお, 周囲温度に依らずどの温度でも満充電までに 10°C 以上温度が上昇していた.

次に放電特性の結果を図 4 に示す. これより, 充電と同様に周囲温度が高いほど最大端子電圧が増加する事がわかった. しかし -20°C ではほとんど放電できなくなることが確認できた.

放電量についても周囲温度が 20°C の時が最も放電することができ, 周囲温度が低くなるほど放電量も減少傾向にあることがわかった. 特に -20°C ではほとんど放電できず, 放電量も 0.36Ah となった.

放電時でも, 周囲温度が低いほど温度上昇の立ち上がりが早くなった. しかし充電時に比べ, 放電の温度上昇は緩やかだった.

この電池は負極に放電リザーブを設けているので, 正極で放電容量が規制されるが, 極めて大きな放電電流では負極の容量低下が正極の容量低下に比べ大きくなるため, 電池容量が負極で規制される場合がある. そのため -20°C の高率放電時の電圧及び容量の低下は正, 負極の過電圧の増大及び放電効率の低下によるものであり, なかでも負極の分極が大きな原因と考えられる.

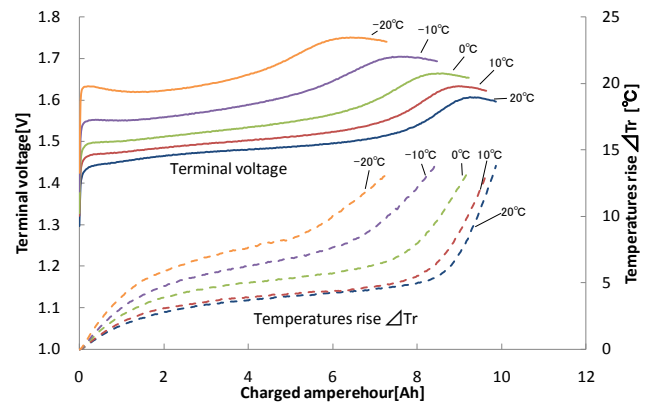


Figure 3 Charge and temperature Characteristic

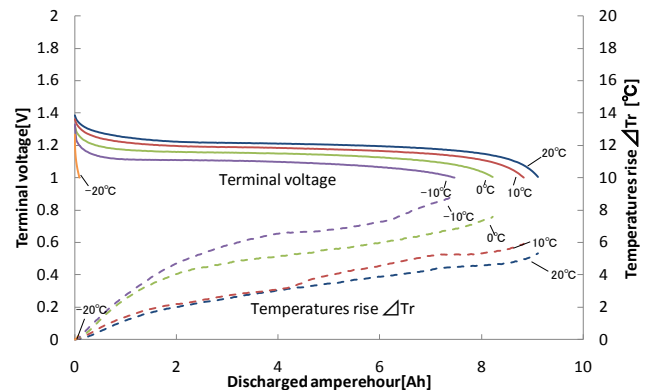


Figure 4 Discharge and temperature Characteristic

5. まとめ

今回は周囲温度を変化させたときの充放電試験を行い, 特性を調査した. その結果, 充電時では低温になるほど端子電圧が増加し, 放電時は減少することがわかった. またそれに伴って充電量, 放電量も減少し, 特に -20°C では放電量が 1Ah にも満たないことが確認できた.

今後は他の定電流での充放電試験を行い, 低温時における蓄電池のモデル化などを行っていく予定である.

6. 参考文献

- [1] 田村 英雄:「いま注目されているニッケル - 水素二次電池のすべて」, NTS, vol1, pp19-25, 181-185
- [2] 松田 好晴, 竹原 善一郎, 小久見 善八:「電池便覧」, 丸善, 第3版, pp227-256
- [3] David Linden:「最新 電池ハンドブック」, 朝倉書店, pp565-583