

蓄電池の温度特性のモデル化と簡易保温技術の確立 -低温下での断熱材使用時の放電特性-

Establishment of thermal insulation of the battery technology that assumes the Showa Station - Discharge characteristics of the insulation material when used at low temperatures -

○松本 悠紀¹, 杉本 和博², 西川 省吾³

*Yuki Matsumoto¹, Kazuhiro Sugimoto², Shogo Nishikawa³

Abstract: Although energy required in Syowa Station is provided with the fossil fuel now, it is possible that the quantity of energy consumption in Syowa Station will increase with introduction of large-sized observational equipment and lead to energy shortage. And it is difficult to convey all fuels from Japan. Then, we consider introduction of renewable energy such photovoltaic (PV) and wind power (WP) there. However, we will be anxious about a frequency fluctuation when PV and WP are connected to the small electric system of Syowa Station. Although application of a battery which suppresses output fluctuation can be considered, performance of battery decreases temperature under low condition. The objective of this study is to keep high performance of battery with thermal insulation material. And we show the result of basic discharge test.

1. はじめに

南極の昭和基地では、燃料の輸送量を削減するため、現地で太陽光発電など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、小規模な電気系統に接続すると周波数変動が懸念される。この対策として蓄電池の適用が考えられるが低温時には性能が低下する。性能維持のため部屋の暖房を行うと、年平均気温が約-15℃、最低気温が約-40℃である昭和基地では、暖房に要するエネルギーが非常に大きくなる。そのため、簡易な保温技術の確立が不可欠である。

本稿では、断熱材により低温時の性能を向上させることを目的とし、断熱材を使用した Ni-MH 蓄電池を低温の環境下で放電させた時の基礎的な電圧特性と温度特性を評価したので、その結果を示す。

2. 試験内容

図 1 に今回の放電実験で使用した試験回路を示す。

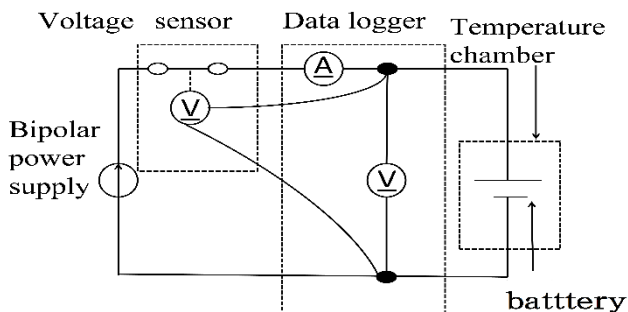


Figure 1. Examination circuit

今回、測定に使用した電池は Ni-MH 蓄電池である。表 1 に Ni-MH 蓄電池の仕様を示す。また、断熱材にはグラスウールを用いた。断熱材ありの場合は、図 2 の

ようにアクリルパイプの中に Ni-MH 蓄電池を入れ、Ni-MH 蓄電池とアクリルパイプの間には断熱材であるグラスウールを隙間なく入れたものを使用する。今回使用したグラスウールの熱伝導率は 0.036 W/m·K、密度は 32 kg/m³である。実際の Ni-MH 蓄電池の熱電対の設置点は図 3 に示した。

Table 1. Specification of Ni-MH battery

Cell	1
Rated voltage[V]	1.2
Rated capacity[Ah]	10

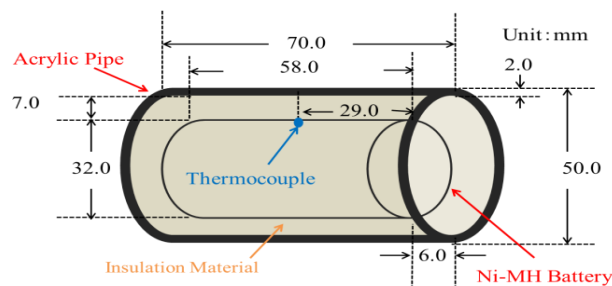


Figure 2. An Example Structure of Specimen

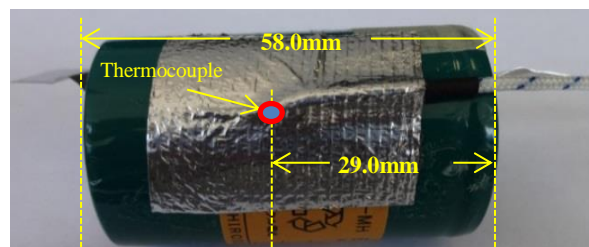


Figure 3. Setting Point of the Thermocouple

Ni-MH 蓄電池を恒温槽に入れて恒温槽の設定温度を

変化させ、充電及び放電にはバイポーラ電源を用いた。また、放電時には終止電圧 1.0V で放電が止まるようにボルテージセンサを用いた。測定中は 1 秒毎に蓄電池の端子電圧、電流のデータを記録し、そのデータを 10 秒毎のデータにまとめた。

3. 方法

放電試験はまず蓄電池を空放電後に満充電する。今回使用した蓄電池の仕様より 1A で 16 時間の充電を行う。その後、周囲温度を 20.3℃, 1.1℃, -8.0℃, -17.9℃ と設定を変え、断熱材を巻いた蓄電池を入れ、12 時間静置させた。そして 2A で放電を行い、その時の端子電圧と蓄電池の表面温度を測定した。ただし、5 時間以内に終止電圧である 1.0V を下回った場合は放電を終了した。この方法を条件ごとに繰り返し行った。また、蓄電池に巻いた断熱材の厚さは、0, 7, 12, 17mm の 4 通りで実験した。

4. 結果

温度上昇 ΔT は(1)のような式で表される。

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

ただし、T:蓄電池表面温度[℃]

T_0 :放電開始時の蓄電池表面温度[℃]

図 4, 5 にそれぞれの結果を示す。

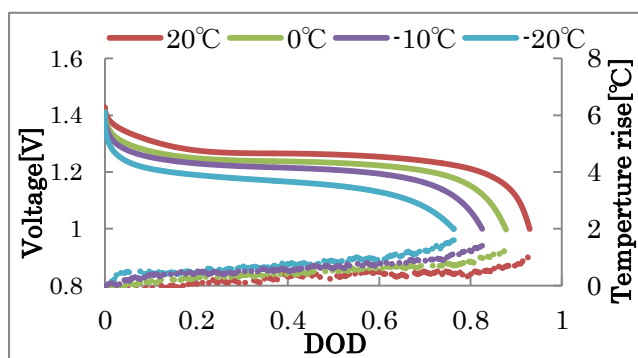


Figure 4. Relationship between voltage and temperature rise for the DOD of 0mm

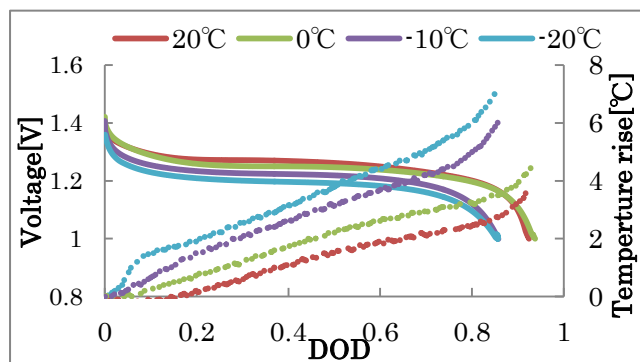


Figure 5. Relationship between voltage and temperature rise for the DOD of 17mm

図 4 より、周囲温度を 20℃にした時の放電深度(DOD)が最も大きく、周囲温度を-20℃に設定した時の DOD が最も小さいことが分かる。

ここで、表 2 に各周囲温度での放電終止電圧に達した時の温度上昇の比較を示す。また、表 3 には断熱材を使用しない場合の周囲温度 20.3℃の放電量を基準(=1)として他の値と比較したものを示す。

放電量とは、電流[A]と時間[s]を掛けたもので電池から放電した電気量である。

Table 2. Temperature rise at the end of discharge

		Ambient temperature			
		20.3℃	1.1℃	-8.0℃	-17.9℃
Thickness of the insulation material	0mm	1.0	1.3	1.4	1.6
	7mm	3.6	3.9	5.2	6.0
	12mm	3.7	4.4	5.9	6.8
	17mm	3.8	4.7	6.1	7.2

Table 3. Discharge capacity

		Ambient temperature			
		20.3℃	1.1℃	-8.0℃	-17.9℃
Thickness of the insulation material	0mm	1.00	0.95	0.89	0.82
	7mm	0.99	0.98	0.92	0.91
	12mm	1.00	0.99	0.90	0.92
	17mm	0.99	1.00	0.92	0.92

表 2 より、断熱材を巻かない時の温度上昇値は、周囲温度が 20.3℃の時に 1.0℃, -17.9℃の時では 1.6℃となり、あまり差がないことが分かる。次に 17mm の断熱材を巻いた時、周囲温度が 20.3℃の場合では 3.8℃, -17.9℃の場合では 7.2℃となり、20.3℃と-17.9℃の時の温度上昇値の差が大きいことが分かる。

表 3 より、周囲温度が低くなっていくと DOD が小さくなることが分かる。また、周囲温度が-17.9℃の時、断熱材を巻かない場合は、20.3℃の時と比べ、20%程度の放電量が落ちているが、17mm の断熱材を巻いた場合では 10%程度となり、巻かない場合と比べ性能が向上していることが分かる。

5. まとめ

今回の実験では、各温度での電池の放電特性を断熱材を使用することにより、低温下で蓄電池を使用する際に断熱材を巻かない場合と断熱材を巻いた場合では、電池の温度上昇に差が出るだけでなく放電量にも大きく差が出るということが分かった。

6. 参考文献

[1]田村英雄 著:「電子とイオンの機能化学シリーズ」, Vol1, pp.184~185, 2001 年発行