

昭和基地における蓄電池の簡易保温技術の確立 -断熱材の厚さと電流の大きさの放電特性への影響-

Establishment of thermal insulation of the battery technology in the Showa Station

- Effect on discharge characteristics by thickness of insulation material and magnitude of current -

○山野 裕太¹, 伊藤 貴弘¹, 杉本 和博², 西川 省吾³

*Yuta Yamano¹, Takahiro Ito¹, 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、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。部屋の暖房を行うと、気温が低い昭和基地では、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断熱材の厚さと電流の大きさを変化させた場合の放電時の電圧特性と温度特性を評価したので、その結果を示す。

使用したガラスウールの熱伝導率は $0.036 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ 、密度は 32 kg/m^3 である。実際の Ni-MH 蓄電池の熱電対の設置点は図 3 に示す。

Table 1. Specification of Ni-MH battery

Number of cells	1
Rated voltage[V]	1.2
Rated capacity[Ah]	10

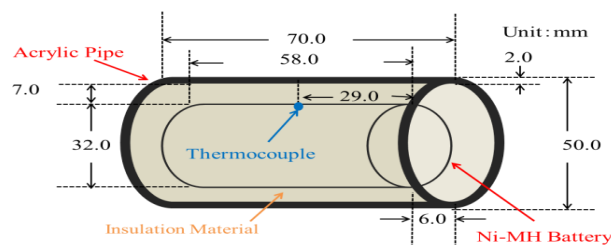


Figure 2. An Example Structure of Specimen

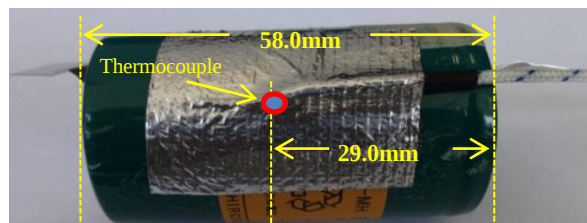


Figure 3. Setting Point of the Thermocouple

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。

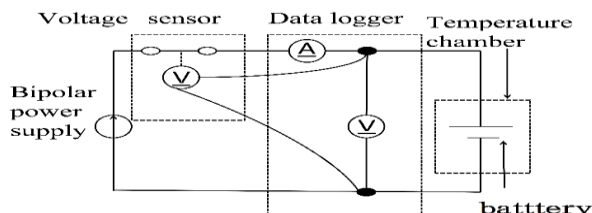


Figure 1. Examination circuit

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、断熱材にはガ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ガラスウールを隙間なく入れたものを使用する。今回

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。

1 : 日大理工・学部・電気 2 : 日大理工・院 (前)・電気 3 : 日大理工・教員・電気

3. 試験方法

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℃, 10.9℃, 1.1℃, -8.1℃, -17.9℃ と設定し、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, 5A で放電を行い、放電終止電圧 1.0V に達するまで継続した。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(t)は、0, 7, 12, 17mm の 4 通りで実験した。

4. 試験結果

温度上昇 ΔT は(1)式で求める。

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

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 $t=0\text{mm}$ と $t=17\text{mm}$ の時の 2A 放電の結果を示す。

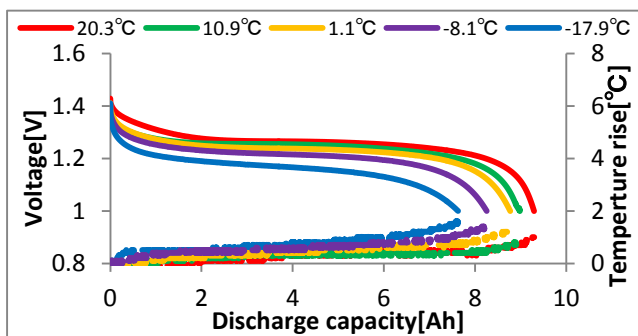


Figure 4. Relationship between Voltage and Temperature rise for the Discharge capacity ($t=0\text{mm}$)

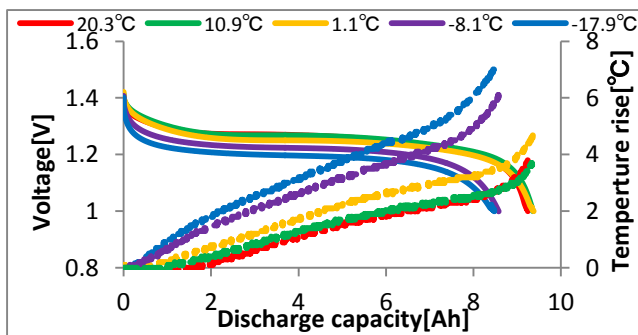


Figure 5. Relationship between Voltage and Temperature rise for the Discharge capacity ($t=17\text{mm}$)

図 4 より、周囲温度 20.3℃の放電量が最も大きく、周囲温度-17.9℃の放電量が最も小さいことが分かる。

次に、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 $t=0\text{mm}$ の場合の周囲温度 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 ℃	10.9 ℃	1.1 ℃	-8.1 ℃	-17.9 ℃
Thickness of the insulation material	0 mm	2A	1.0	0.8	1.3	1.4	1.6
		5A	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5
	7 mm	2A	3.6	2.8	3.9	5.2	6.0
		5A	7.3	7.8	9.5	10.9	13.4
	12 mm	2A	3.7	3.2	4.4	4.9	6.8
		5A	7.1	8.3	8.8	10.3	13.2
	17 mm	2A	3.8	3.8	4.7	6.1	7.0
		5A	5.0	8.4	7.3	9.1	10.7

Table 3. Discharge capacity

			Ambient temperature				
			20.3 ℃	10.9 ℃	1.1 ℃	-8.1 ℃	-17.9 ℃
Thickness of the insulation material	0 mm	2A	1.00	0.96	0.95	0.89	0.82
		5A	1.00	0.92	0.79	0.59	0.14
	7 mm	2A	0.99	1.00	0.95	0.92	0.91
		5A	0.94	0.94	0.92	0.88	0.84
	12 mm	2A	1.00	1.00	0.99	0.90	0.92
		5A	0.96	0.95	0.90	0.86	0.83
	17 mm	2A	1.00	1.00	1.00	0.92	0.91
		5A	0.98	0.94	0.92	0.89	0.84

表 2 より、 $t=0\text{mm}$ の時の温度上昇値は、周囲温度 20.3℃の場合と-17.9℃の場合では、2A 放電の時に 0.6℃, 5A 放電の時に 0.3℃しか差がない。 $t=17\text{mm}$ の時は、周囲温度 20.3℃の場合と-17.9℃の場合では、2A 放電の時に 3.2℃, 5A 放電の時に 5.7℃と差が大きいことが分かる。この原因として、オーム損の増加による発熱の違いが考えられる。

表 3 より、周囲温度が低くなると放電量が小さくなることが分かる。 $t=0\text{mm}$ の場合、周囲温度-17.9℃の時は、5A 放電では 0.14, 2A 放電では 0.82 と放電量が小さいが、 $t=17\text{mm}$ の場合は、それぞれの放電量が大きくなり放電量性能が向上している。

5. まとめ

今回の実験では、2A, 5A 放電特性を低温下で蓄電池を使用する際に、断熱材の有無の違いで、電池の温度上昇だけでなく放電量にも大きく差が出ることが分かった。特に、低温下において $t=0\text{mm}$ と $t=7\text{mm}$ では放電量の変化が大きく、断熱材によって性能が向上することが分かった。さらに、5A 放電の方が変化が大きくなり、断熱材による影響が大きいことが分かった。

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