

## 昭和基地を想定したREシステム用鉛蓄電池のモデル化 -周囲温度の放電特性と温度特性への影響-

### Modeling of Lead-Acid Storage Battery for RE System in Syowa Station -Characteristic of discharge and temperature by ambient temperature-

○松本 長<sup>1</sup>, 岡崎 太朗<sup>1</sup>, 稲葉 有哉<sup>2</sup>, 西川 省吾<sup>3</sup>\*Hisashi Matsumoto<sup>1</sup>, Taro Okazaki<sup>1</sup>, Yuya Inaba<sup>2</sup>, Shogo Nishikawa<sup>3</sup>

Abstract: Although energy required in Syowa Station is provided with the fossil fuel now, it is possible that energy will increase with introduction of large-sized observational equipment. Then, we consider utilizing renewable energy (RE) there. However, since the fluctuation of the RE output is intense, we will be anxious about a frequency change. Although application of the storage battery which controls output fluctuation can be considered, a performance of storage battery will fall at low temperature. In this research, to model design of the battery equipment used in Syowa Station, we clarify detailed charge-and-discharge performance at the low temperature. In this paper, we report characteristic of lead-acid storage battery when ambient temperature and discharge current are changed.

#### 1. はじめに

現在南極の昭和基地に必要な電気、熱エネルギーのほとんどが化石燃料で賄われているが、将来的に消費エネルギーの増大が見込まれており、全ての燃料を輸送することは困難になる。このため、現地で再生可能エネルギーを活用することが不可欠である。

一方、太陽光発電や風力発電は出力変動が激しく、基地の電気システムの周波数変動などが懸念される。この対策として蓄電池の適用が考えられているが、蓄電池は低温になると性能が低下してしまう。

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、低温時の充放電性能を明らかにしてモデル化する。

本稿では、周囲温度や放電電流の違いが鉛蓄電池の放電電圧特性、放電中の表面温度に及ぼす影響を及ぼすかを測定したのでその概要を示す。

ただし、 $V_{sc}$ :1セル当たりの放電終止電圧(=1.75V)

$n$ :セル数

試験は鉛蓄電池を周囲温度 25°C、定格電流 0.1ItA で満充電してから測定を開始する。

充電容量の満充電検出方法は、JISC8702 に基づき充電を充電電流 0.1ItA で行い、電圧が 7.2V に達してから定格容量の 25~50%の容量が充電された箇所を満充電とした。

静置時間は周囲温度-20°C、0°Cでは 24 時間、25°Cでは JISC8702 に基づき 5 時間とした。

今回の試験では 0.05ItA、0.2ItA での放電を行い、鉛蓄電池の電圧と温度を測定し、電流の違いによる影響を比較した。

It とは 1 時間で定格容量に達する電流の大きさを 1ItA としている。

#### 2. 試験内容

表 1 に供試体(鉛蓄電池)の仕様、図 1 に鉛蓄電池内部の等価回路<sup>[1]</sup>、図 2 に試験回路を示す。

##### < 2. 1 > 放電電圧特性試験

図 1 より鉛蓄電池を恒温槽に入れ周囲温度を-20°C、0°C、25°Cとそれぞれ一定とした。尚、放電終止電圧  $V_S$  は試験方法 (JISC8702-1:2003 小形制御弁式鉛蓄電池)により(1)式によって導出した。

$$V_S = V_{sc} \cdot n \quad (1)$$

Table 1. Specification of lead-acid storage battery

Cell	3
rated voltage[V]	6
rated capacity[Ah]	10
rated hour rate[Hr]	20

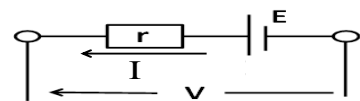


Figure 1. Equivalent circuit in lead-acid storage battery

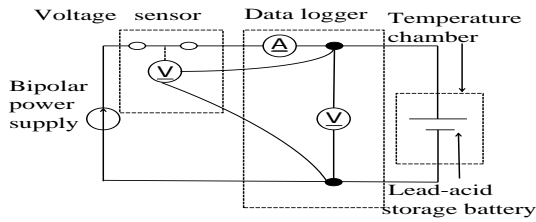


Figure 2. Examination circuit

### < 2. 2 > 温度特性試験

熱電対の設置位置を図 3 に示す. 熱電対を複数点設置したのは表面の位置により温度に違いがあるかを調査するためである.

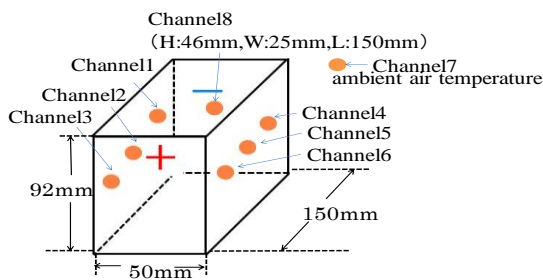


Figure 3. Position of thermocouple

## 3. 結果及び考察

### < 3. 1 > 電圧特性試験

放電特性試験の結果を図 4, 5 に示す. 図 4, 5 より, 放電開始直後には, 約 0.2V 端子電圧が低下し, そこから緩やかに低下していき, 放電末期では急激に電圧低下している.

また, 恒温槽内の温度が高くなるほど鉛蓄電池の容量が大きくなっている.

図 1 より, 端子電圧  $V$  は(2)式で表される.

$$V = E - Ir \quad (2)$$

ただし,  $V$ :端子電圧[V],  $E$ :起電力[V],  $I$ :放電電流[A]  
 $r$ :内部抵抗[Ω]

鉛蓄電池を定電流で放電した場合, 放電開始直後の電圧低下するのは(2)式より, 電流  $I$  が流れ  $Ir$  による電圧降下が発生するためである. DOD の上昇と共に緩やかに低下していく平坦部分は, 活物質の放電反応が安定し継続しているためである. 放電末期にみられる端子電圧の降下は極板内部の硫酸の枯渇や活物質表面が放電生成物の硫酸鉛で被覆されるためである.

鉛蓄電池は電気化学反応を利用している. この電気化学反応は温度が高いほど活発になるため, 恒温槽内の温度が大きくなるほど鉛蓄電池の容量が高くなっている.

### < 3. 2 > 温度特性試験

実験結果は, 日本電動車両協会の仕様 (JEVSD701) により Channel2, 5 の測定値の平均を用いた.

図 4, 5 の  $\Delta T$  は(3)式で求めた.

$$\Delta T = T_1 - T_0 \quad (3)$$

ただし,  $\Delta T$ :周囲温度と表面温度の差[°C]

$T_1$ :周囲温度[°C],  $T_0$ :測定中の蓄電池の表面温度[°C]

図 4, 5 より共に周囲温度が低いほど, 蓄電池温度上昇が大きく, 発熱が大きいと考えられる.

また, 0.2ItA, 規格外の-20°Cでの放電の際, 放電末期で急激に温度上昇している. これは, -20°Cで放電する際, 放電末期では硫酸の枯渇が起こり, 水の電気分解により熱が発生し, 急激に温度上昇したと考えられる.

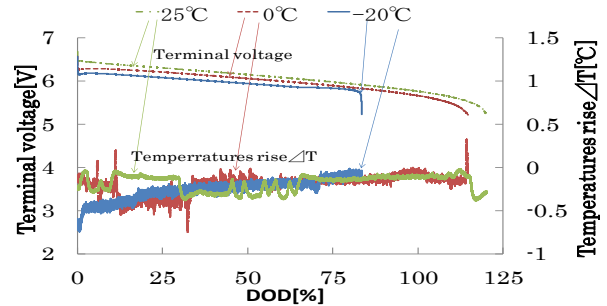


Figure 4. Characteristic of 0.05ItA discharge

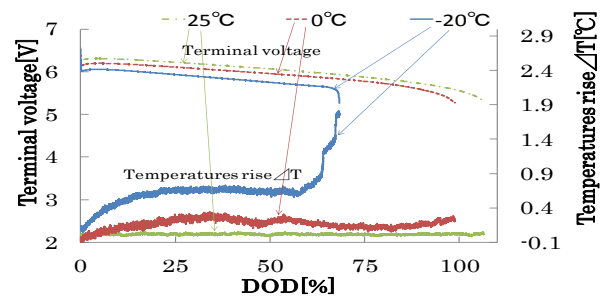


Figure 5. Characteristic of 0.2ItA discharge

## 4. まとめ

今回, 周囲温度を変化させたときの放電特性試験を行った. 端子電圧は温度が低い-20°C, 0°Cの方が25°Cより容量が小さくなっていることがわかった. 蓄電池温度では-20°C, 0°Cの方が25°Cより発熱が大きいことがわかった.

## 5. 参考文献

[1] 岩佐聡他「昭和基地を想定した RE システム用 Ni-MH 蓄電池のモデル化」, 平成 23 年修士論文, pp.22