

昭和基地を想定した鉛蓄電池のモデル化
－充電電流と周囲温度の変化による充電特性と温度特性－
Modeling of Lead-acid Battery for Syowa Base

- Characteristic of charge and temperature by ambient temperature and charging current change -

○加藤 裕之¹, 平佐 翔吾¹, 佐々木 隆充², 西川 省吾³

* Hiroyuki Kato¹, Shogo Hirasa¹, Takamiti Sasaki², 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. Then, we consider utilizing photovoltaics (PV) and wind power (WP) there. However, we will be anxious about a frequency fluctuation when PV and WP are connected to the electric system of Syowa Base. Although application of a storage battery which controls output fluctuation as measures can be considered, if a storage battery becomes a low temperature, its function will fall. In this research, in order to enable the suitable design of the battery equipment used at Syowa Station, detailed charge-and-discharge performance at the low temperature was clarified.

1. はじめに

南極の昭和基地では今後、様々な実験や研究などで大型観測装置の導入が見込まれており、それに伴い基地内の熱量や消費電力が増加することが考えられる。その燃料を全て日本から輸送することは困難であるため、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る。

しかし、太陽光発電や風力発電は出力変動が激しく、小規模系統である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。この対策として出力変動を抑制する蓄電池の適用が考えられるが、蓄電池は低温になると機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詳細な充放電性能を明らかにし、本稿では鉛蓄電池の充電特性を調べるため、周囲温度及び充電電流を変化させた時の充電電圧特性及び充電温度特性についてまとめる。

2. 試験内容

＜2. 1＞蓄電池の仕様

今回使用した蓄電池の仕様を表 1 に示す。

Table1. Specification of lead battery

Cell	3
Rated Capacity[Ah]	10
Rated Voltage[V]	6
Rated Current[A]	0.5
Rated Hour Rate[Hr]	20

＜2. 2＞測定方法

＜2. 2. 1＞充電電圧試験方法

図 1 に今回の実験で使用した回路を示す。鉛蓄電池を恒温槽に入れ、周囲温度を 25℃, 10℃, 0℃, -1℃, -2℃, -3℃, -4℃に設定し各温度において充電電流 0.1ItA, 0.5ItA を流して測定を行い、データロガーを用いて 10 秒毎の端子電圧と電流を記録した。なお、1It とは 1 時間で定格容量に達する電流の大きさである。

試験の準備として、鉛蓄電池を周囲温度 25℃, 放電電流 0.05ItA で空放電した後に、各測定周囲温度で 24 時間静置してから測定を行う。ただし、放電時に電圧が放電終止電圧を下回らないように、ボルテージセンサを用いて放電を終了するように設定した。

空放電後の静置時間は JISC8702-2 (小形制御弁式鉛蓄電池の寸法, 端子及び表示) に基づき、周囲温度が 25℃の時は 5 時間、それ以外の温度は 24 時間とした。

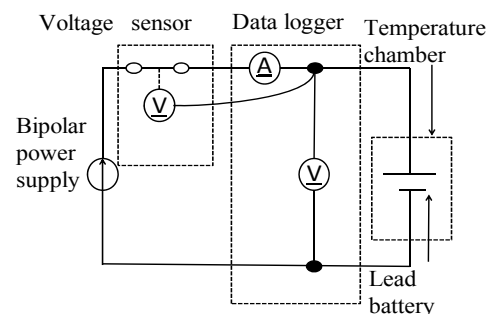


Figure1.Examination circuit

また、今回の実験では JISC8702 に基づき、端子電圧が 7.2[V]に達した後、容量の 25%~50%が充電された箇所を満充電とし、満充電の状態に達した時に充電を停止する。

< 2. 2. 2 > 充電温度特性試験

熱電対の設置点は図 2 に示す。図より Channel1 と Channel4, Channel 2 と Channel 5, Channel 3 と Channel 6, Channel7 と Channel8 を対とし、熱電対を取り付け、温度を比較した。実験結果は日本電動車両協会の規格 (JEVSD701: 電気自動車用制御弁式鉛電池の容量試験方法) により Channel2, 5 の測定値の平均を用いた。

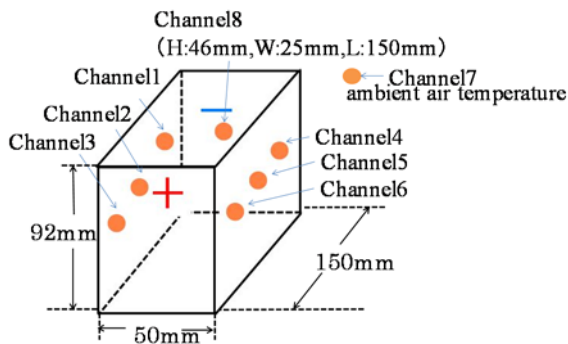


Figure2.position of thermocouple

3. 実験結果及び考察

< 3. 1 > 充電電圧特性試験

図 3 は充電電流 0.5ItA の時の端子電圧の変化である。図より、充電開始時に端子電圧が大きく上昇し、その後緩やかに上昇していくことが分かる。充電時における端子電圧は (1) 式により表せる。

$$V = E + Ir \quad (1)$$

ただし、V:端子電圧[V], E:起電力[V]

I:充電電流[A], r:内部抵抗[Ω]

鉛蓄電池は低温だと内部の電解液の化学反応が鈍化するため、内部抵抗が増大する。よって (1) 式より端子電圧は上昇すると考えられる。また、0°Cから-3°Cの範囲で充電開始直後に電圧が上昇してしまう理由は、24 時間静置したため、電解液の化学反応が鈍くなったことにより内部抵抗が一時的に上昇していると考えられる。SOCが約10%で端子電圧は緩やかに上昇するのは充電による発熱によって電解液の化学反応が安定し、内部抵抗が充電開始時よりも低くなるからであると考えられる。

< 3. 2 > 充電温度特性試験

充電時の温度特性試験の結果を図 4 に示す。また、温度上昇 ΔT は (2) 式により求めた。

$$\Delta T = T_0 - T_1 \quad (2)$$

ただし、 T_0 :蓄電池の表面温度[°C]

T_1 :充電開始時の蓄電池の表面温度[°C]

図より、周囲温度が 25°Cから 0°Cの場合と周囲温度が-1°Cから-3°Cまでの場合とで変化が異なることが分かる。周囲温度が低くなるほど、蓄電池の内部抵抗が増大することによってより大きな電圧が発生し、その時の発熱によって蓄電池の表面温度が上がると思われる。

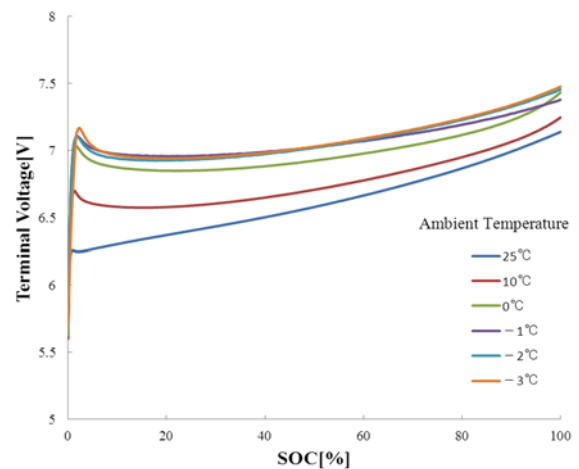


Figure3.Characteristic of SOC-Terminal Voltage

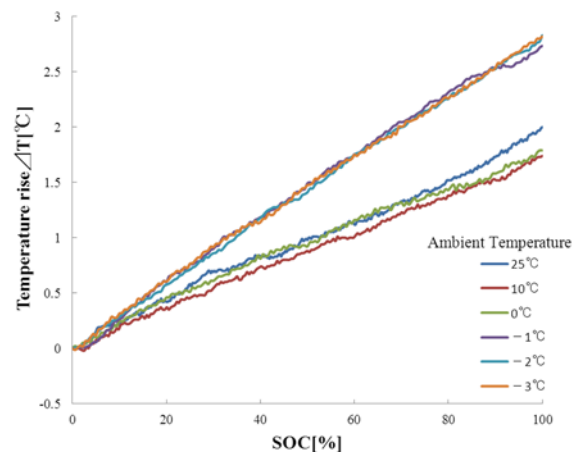


Figure4.Characteristic of SOC-Temperature rise

4. まとめ

今回の調査により、周囲温度を 25°Cから-3°Cまでの電圧特性、温度特性について明らかにした。電圧特性では周囲温度が低くなるほど端子電圧は上昇し、温度特性では温度が低くなるほど蓄電池の内部抵抗の増大によって内部の発熱が大きくなり表面温度が上がる事が分かった。