

低温下における蓄電池の簡易保温技術の開発
 -断熱材・ヒータによる蓄電池への影響-

Development of Simple Thermal Insulation Technology of Battery in Low Temperature
 - Effects of Heater Insulation Material and Heater on Battery -

○川野晴也¹, 笹谷俊太², 西川省吾³

* Haruya Kawano¹, Shunta Sasaya², Shogo Nishikawa³

Abstract: We are studying the performance of renewable energy system at Syowa Station, Antarctica. The ambient temperature affects the performance of the battery, low temperature decreases battery performance. In this research, in order to design properly the storage battery facility used at Syowa Station, we will develop the thermal insulation technology under low temperature. This manuscript describes influence of heat insulation material and heater on battery performance.

1. はじめに

南極の昭和基地では現在基地に必要な熱や電気エネルギーを化石燃料で賄っている。燃料を抑えるために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ている。しかし、これらは出力変動が激しく、昭和基地の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。その対策として出力変動を制御する蓄電池の適用が考えられるが、蓄電池は低温下において性能の低下が懸念されるため、保温する必要がある。

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保温技術を明らかにする。

本稿では、蓄電池に断熱材またはヒータを巻いた場合、両方巻いた場合に電池性能に与える影響について報告する。

2. 試験条件

今回用いた供試体はニッケル水素蓄電池で、定格電圧は 1.2V、定格容量は 10Ah である。Figure1 に試験回路を示す。

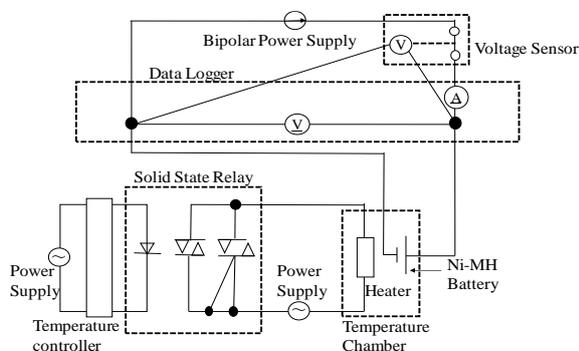


Figure1. Test Circuit

恒温槽で周囲温度を一定にし、バイポーラ電源から

設定した電流を流し、データログで電圧、電流、電池表面温度等を 1 秒間隔で測定した。保温材料として今回は断熱材、ヒータを使用した。断熱材はグラスウールを用いた。熱伝導率は 0.036W/(m・K)、密度は 32 kg/m³ である。また、断熱材の厚さは 12mm とした。ヒータはシリコンラバーヒータを用いた。シリコンラバーヒータの厚さは 1.5mm、面積は 50mm×100mm、電力密度は 0.6W/cm² である。電池にヒータを巻き付け、その上を断熱材で覆った。加えて、ヒータを制御するための温度制御器、信号や電流、電圧の ON/OFF をするための機器として SSR(Solid State Relay)を用いた。今回はヒータの設定温度を 20°Cになるよう温度制御器を設定した。

3. 試験方法

定電流放電試験の試験手順を Figure2 に示す。放電試験は周囲温度-20°Cで 5A 流し、電圧が 1V 切るまで行った。蓄電池にヒータを巻いた際の保温効果を確認するために 4 つの条件で試験を行った。①蓄電池のみ、②断熱材を巻いた場合、③ヒータを巻いた場合、④ヒータを巻いた上から断熱材を巻いた場合である。

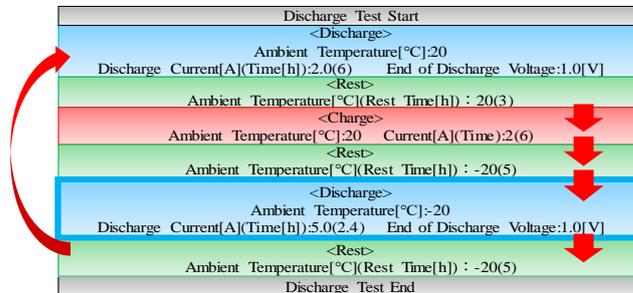


Figure2. Test Procedure

4. 試験結果

定電流放電試験で周囲温度-20°C時に 5A 流した際の

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

端子電圧を Figure3,電池の表面温度変化を Figure4 に示す.横軸の DOD は放電震度である.

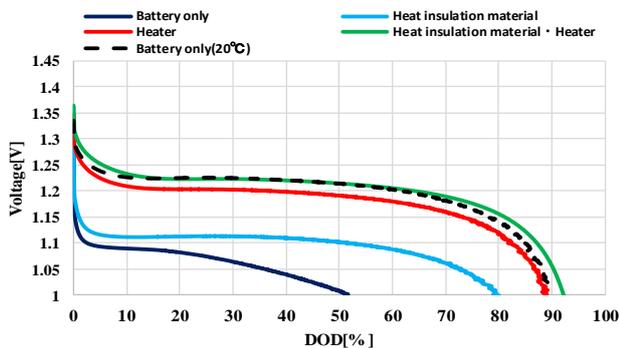


Figure3. Voltage(-20°C)

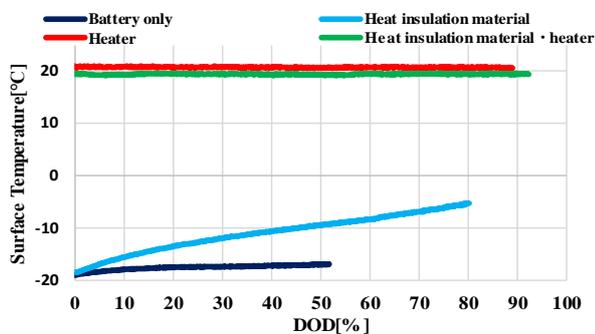


Figure4. Surface Temperature(-20°C)

電池のみの電圧は周囲温度が 20°Cの時と比べ小さく,DOD は 50%程度で放電終止電圧になってしまう.これは周囲温度が低温であると,電解液のイオンの導電率の低下により,電極の活物質の反応性が低下したためである.[1]このように低温であると,蓄電池の性能が低下していることがわかる.また,温度上昇がわずかであることがわかる.

断熱材を巻いた場合の DOD は電池のみの時と比べ 30%程度大きくなっているのがわかる.これは断熱材を巻くことで電池の表面温度の温度上昇が大きくなり,性能低下を抑えられたためと考えられる.温度上昇する原因としては放電中の電流が蓄電池自身の内部抵抗に流れることでジュール熱が生まれるためである.[2]これを表した式が(1)式である.

$$Q = I^2 \cdot R \quad \dots\dots\dots (1)$$

となる.ただし,Q:ジュール熱[J/K],I:電流[A],R:内部抵抗[Ω]となる.

ヒータを巻いた場合の DOD は 20°Cとほぼ同じになり,断熱材のみを巻いた時と比べ DOD が 10%程度大きくなっていることがわかる.これは電池の温度が 20°Cになるように温度制御器でヒータの温度を制御したため性能低下を抑えられたと考える.

ヒータを巻いた上から断熱材を巻いた場合の DOD はヒータを巻いた時の DOD とほぼ同じになった.そのため,電池にヒータを巻いた際の端子電圧とヒータの電流変化を Figure5,Figure6 に示し,電流の変化を確認した.Figure6 は断熱材ありを示す.

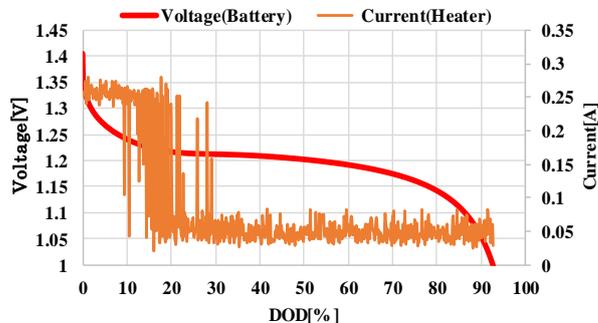


Figure5.Terminal Voltage-Heater Current(Heater only)

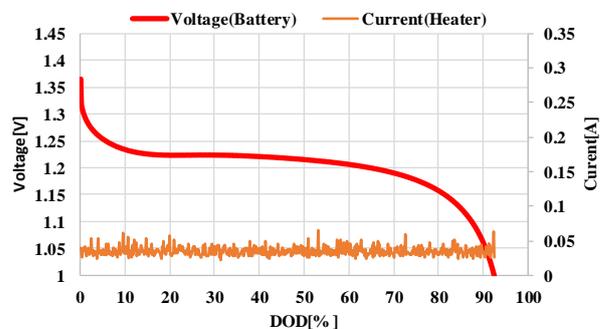


Figure6.Terminal Voltage and Heater Current (Heater and Heat insulation material)

断熱材なしとありでは異なるヒータ電流の変化を示した.断熱材なしでは 0.3A 程度で DOD が 30%まで流れているが,断熱材ありではヒータ電流は放電中は常に 0.05A 程度で 1/6 の大きさになった.このことから断熱材を巻くことでヒータ電流を抑えて温めることができ,ヒータの消費電力を抑えられていると考えられる.

5. まとめ

今回は断熱材とヒータを使用した場合の蓄電池の性能低下の抑制効果を確認した.結果として性能低下を約 40%程度抑えられた.また,断熱材を巻くことでヒータの消費電力も抑えられている.しかし,性能低下を抑えたことで得られた容量がヒータの消費電力より小さい場合はヒータを利用するメリットがなくなる.

6. 参考文献

[1] いま注目されているニッケル - 水素二次電池,CQ 出版株式会社,p184,185 2001 年
 [2]電池応用ハンドブック, 増田久喜,株式会社エヌ・ティー・エス,p.200~202, 2005 年