

模擬交流電池と直流電池における発熱特性の検証

Verification of Heat Generation Characteristics Between Simulated AC and DC Batteries

中田悠介
指導教員：米盛弘信

サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

AC Biode 社が開発した交流での充放電が可能な交流電池を実用化するにあたって、劣化特性を知る必要がある。そのため、本研究は交流電池の劣化診断を行う。本稿では、一般的な直流電池と交流電池を充放電させた際における電池の発熱特性の違いを述べる。

キーワード：交流電池、リチウムイオン電池、劣化診断

1. はじめに

本研究室では、安全性と小型化・高効率化を目指して開発された世界初の独立型交流電池[1](AC Biode 社製)に関する共同研究を行っている。この電池の特徴として、Anode と Cathode の間に Biode と名付けた両性電極を挿入した構造により、交流電流での充放電が可能という点が挙げられる。しかし、交流電池は開発されてから日が浅いため、充放電に伴う劣化特性が明らかになっていない。そのため、本研究では、交流電池の劣化診断を行う。なお、本研究における「劣化」とは、電池の内部抵抗値が増加することを指す。

交流電池は構造上、Cathode-Biode 間（以下 C-B 間）と Biode-Anode 間（以下 B-A 間）を交互に駆動するため、セルの動作が断続的になる。そのため、直流で駆動する一般的な電池と比較すると、電池の発熱特性が異なる可能性がある。電池は高温下において劣化が進むことが先行研究より明らかになっているため[2]、電池の発熱特性についても検証する必要がある。

本稿では、交流電池と直流電池における充放電時の発熱特性について検証を行い、比較を行う。

2. 実験方法

2.1 模擬交流電池

AC Biode 社製の開発した独立型交流電池は試作段階であり、容量が mAh オーダーであるため、本

研究ではリチウムイオン電池 2 本を用いた模擬交流電池を実験に供する。図 1 に模擬交流電池の充放電回路を示す。駆動周波数は充電・放電共に 20 Hz とした。2600 mAh の 18650 リチウムイオン電池を、それぞれ C-B 間と B-A 間に 1 本ずつ使用した。充電電圧は C-B 間、B-A 間共に 4.4 V とした。これは、リチウムイオン電池の満充電電圧が 4.2 V であり、これに充放電回路等での損失である 0.2V を加えたためである。また、充電電流は 600 mA に設定し、電池の電圧が 4.2 V になるまで充電を行った。本研究室は交流用の電子負荷を所持していないため、放電時は 2.5 Ω のセメント抵抗を負荷とした。使用した 18650 リチウムイオン電池は過放電防止回路がついているため、この保護回路が作動するまで放電を行った。

2.2 直流電池

逆流防止用のダイオードのみを備えた簡易的な充放電回路を製作し、実験に供した。直流電池については、模擬交流電池と条件を揃えるために 2600 mAh の 18650 リチウムイオン電池 2 本を並列に接続したものを実験に供した。充電電圧はダイオード等での電圧降下を加味して 4.8 V、600 mA とし、電池の電圧が 4.2 V になるまで充電を行った。放電については、交流電池と条件を合わせるため、2.5 Ω のセメント抵抗を負荷とし、電池の過放電防止回路が作動するまで放電を行った。

2.3. 実験環境

2.1 節と 2.2 節に示した模擬交流電池と直流電池について、電池電圧と温度をデータロガーで 30 秒毎に記録した。なお、実験に使用した 18650 電池は全て満充電状態から実験を開始している。交流電池は C-B 間と B-A 間それぞれの電池について電圧を記録した。直流電池は 2 本の電池を並列に接続しており、理論上同電位であることから、片方の電池の電圧のみを記録した。また、温度の測定には K33 型熱電対を用いた。2 本の 18650 電池の中央付近に熱電対をカプトンテープで貼付して記録を行った。

なお、交流電池は充放電の切り替えを自動化しているが、直流電池は自動化されていないため、手で充電回路に切り替えている。

3. 実験結果

図 2 に直流電池の充放電実験の結果、図 3 に交流電池の充放電実験の結果を示す。なお、直流電池の実験結果は、完全放電後に過放電防止回路が作動した期間のデータを除去した。満充電時から実験を開始したため、最初は放電を行い、放電限界に達したのちに充電を開始していることがわかる。

まず、放電時について注目する。直流電池、交流電池共に 4 時間半程度で放電を完了したことがわかる。温度に注目すると、直流電池は放電が完了するまでほぼ 25℃であったのに対し、交流電池では 25℃～29℃とかなり変動しており、全体的に直流電池よりも温度も高かったことがわかる。しかし、今回用いた電池に搭載されている過放電防止回路は直流での動作を想定していることから、交流での動作が温度に影響を及ぼした可能性がある。また、交流電池、直流電池共に放電限界直前に温度が上がっていることがわかる。

次に、充電時について注目する。まず、交流電池の方が充電に時間がかかっていることがわかる。直流電池は満充電まで 11 時間半、交流電池は 18 時間とおおよそ 1.5 倍に伸びている。これは、交流電池は C-B 間と B-A 間を交互に充電していることが要因として挙げられる。温度については、交流電池と直流電池共に明確な変化は記録されなかつ

た。これは、充電電流が最大でも 600 mA と小さく、電池が発熱するほどの影響を及ぼせなかったことが要因として考えられる。

4. おわりに

本稿では、交流電池と直流電池における充放電時の発熱特性について検証を行い、比較を行った。その結果、放電時は交流電池の方がより高温になることが示された。また、直流電池と交流電池共に放電限界直前に温度が上がる結果となった。しかし、電池の過放電保護回路が影響を及ぼした可能性がある。また、充電時については充電電流が小さかったことから、明確な違いを確認できなかった。

参考文献

- [1] AC Biode HP: <https://www.acbiode.com> (2024/10/3 閲覧)
- [2] 和田哲明:“リチウムイオン電池の信頼性試験・安全性”, REAJ 誌 2017 Vol.39, No.1

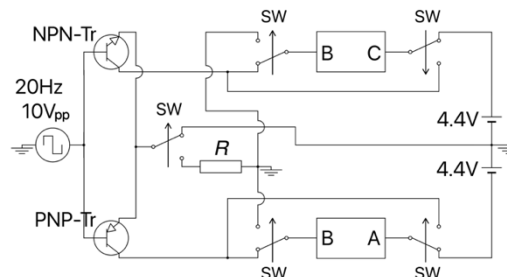


図 1 模擬交流電池の充放電回路

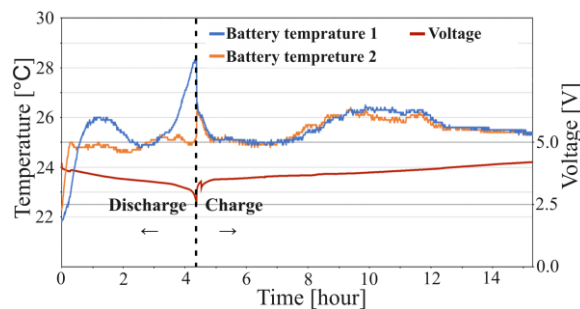


図 2 直流電池の充放電実験の結果

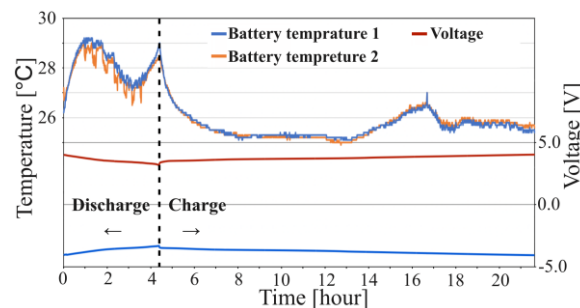


図 3 交流電池の充放電実験の結果