

レドックスフロー電池に関する研究

日大生産工(院)

○柳下 浩平

日大生産工

工藤祐輔 大塚 哲郎

1. はじめに

近年、温室効果ガスによる地球温暖化や資源枯渇の対策として、太陽光発電、風力発電、燃料電池発電など再生可能エネルギーを利用した発電への期待が高まっている。化石燃料に依存しない電気自動車などへの期待が高まるとともに、これらの技術を支える電力貯蔵技術の開発が進められている。そこで、電力需要の少ない期間の電力を貯蔵し、ピーク時に放出する電力需要平準化機能を目的としたレドックスフロー電池の開発が進められている⁽¹⁾。

レドックスフロー電池はバナジウムイオンなどの酸化還元反応を利用し充放電を行う常温作動型の電池である。原理は、タンクに貯蔵した両極液をポンプでセルに送液・循環させることで酸化還元反応を起こし充放電を行う仕組みである⁽²⁾。構造が単純で大型化に適しており、充放電を繰り返しても電極や電解液の劣化が少なく、発火性材料を使わないため安全性が比較的高いといった利点を持つ。課題は、充放電制御および低コストでの開発と、それに伴った実用化であり、研究開発が行われている⁽¹⁾。

本研究では、低コストでより正確な充放電制御が可能なレドックスフロー電池の開発を目的とする。そして、稼働時には高い安全性をもつレドックスフロー電池の開発を目指す。そのための主要材料の調査と評価の検討を行った。

2. 使用材料の性能評価

レドックスフロー電池の性能に大きく影響する材料は、電極材料のカーボンフェルト、電極接合部の双極板、正極と負極を隔てるイオン交換膜、バナジウムイオンが含まれた電解液があげられる。これらの中から、カーボンフェルトと双極板の電気抵抗率の測定を行った。

2.1 実験方法

図1に測定回路を示す。抵抗値測定の際には、四端子法を用いて抵抗値、インダクタンス、キャパシタンスなどを同時に測定できるハイテスターを使用した。また、測定試料の断面に均等に電流を流すため、電極固定装置を作製した。電極には真鍮を用いて、真鍮と測定試料の断面全体が接触するように固定させた。回路中に接続した抵抗は、測定試料の抵抗値よりも十分に大きい値として $1\text{ k}\Omega$ とした。

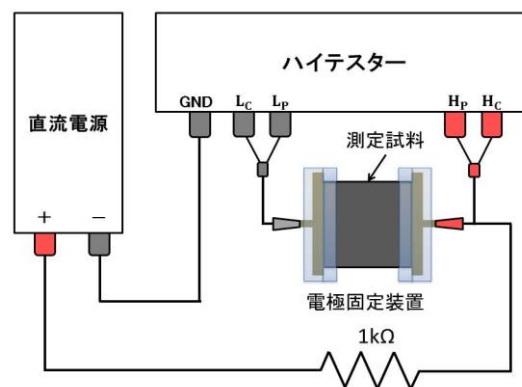


図1 抵抗値測定回路

Research on Redox Flow Battery

Kohei Yagishita, Yusuke KUDO, Tetsuro OTSUKA

表 1 測定材料の寸法

部位	カーボンフェルト	双極板
縦	100	100
横	100	100
厚さ	3.7	2.6
断面積	370	260

※単位：mm

表 1 にカーボンフェルトおよび双極板の寸法を示す。測定には、直流電源により定電流 1A を流し、電圧を変化させた際の抵抗値 R を求め、表 1 の寸法および式(1)により抵抗率 ρ [$\Omega \cdot m$] を算出し平均値を求めた。ここで、試料長さを L [m]、断面積を S [m²]とする。

$$\rho = \frac{RS}{L} \quad [\Omega \cdot m] \quad (1)$$

2.2 実験結果および検討

カーボンフェルトおよび双極板の電圧に対する抵抗率を図 2 に示す。また、抵抗率の平均値を算出した。カーボンフェルトと双極板の抵抗率の平均値を比較したグラフを図 3 に示す。

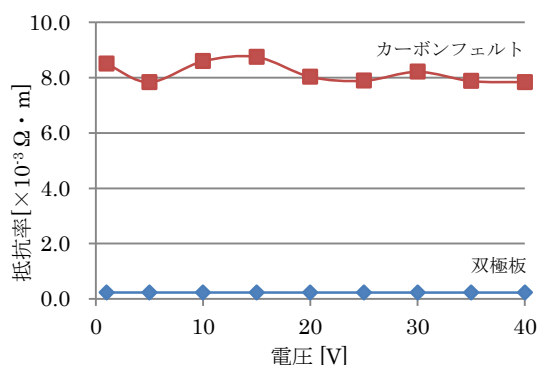


図 2 測定試料の電圧に対する抵抗率

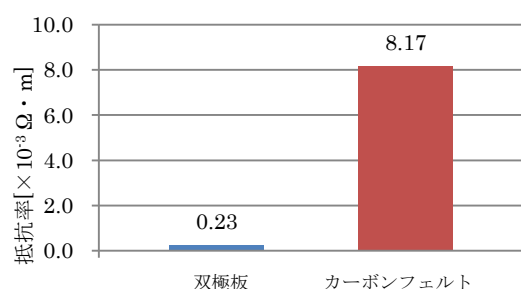


図 3 測定試料における抵抗率の比較

図 2 より、双極板の抵抗率はほぼ一定の値を示したのに対し、カーボンフェルトの抵抗率にはばらつきが確認できた。この原因としてカーボンフェルトの構造は繊維状になっているため、電子の移動が繊維構造により妨げられ、移動度に変動が生じたと考えられる。

図 3 より、カーボンフェルトと双極板の抵抗率を比較すると、カーボンフェルトの方が高い抵抗率を示した。今回の抵抗値測定において、電極測定装置に使用した真鍮電極と測定試料の断面がよく接触するように固定を行い、抵抗値測定を行った。このとき、接触面に接触抵抗が生じており、抵抗値に誤差が生じたと考えられる。カーボンフェルトは構造が繊維状になっているため、特に接触抵抗の影響が生じていたと考えられる。

3. まとめ

今回の実験では、レドックスフロー電池に使用される材料について調査を行い、レドックスフロー電池の性能への影響が大きいカーボンフェルト、双極板の抵抗率を求めた。その結果、カーボンフェルトの抵抗率の方が高い結果となった。しかし、抵抗値測定の際の接触抵抗の影響が生じていると考え、電極固定装置の改善が必要であるとする。

今後は、接触抵抗の影響を軽減させた電極固定装置を作製し測定を行う。また、今回の測定材料をレドックスフロー電池に搭載した際の実出力特性の評価や、異なる材料の調査および性能評価を行う方針である。そして、レドックスフロー電池の最適材料の選定および、充放電サイクルの高効率化に向けた検討を行っていく。

[参考文献]

- (1) 李明華、京都大学、レドックスフロー電池の化学反応に基づく動的モデルに関する基礎研究 (2009-11-10)
- (2) 重松 敏夫、技術論文集 SEI テクニカルレビュー 電力貯蔵用レドックスフロー電池 (2011)