

(第15回) 2019年度・研究助成報告

研究題名	スラリー中に形成されたネットワーク構造のレオ・インピーダンス解析
研究期間	2019年4月1日～2021年3月31日
研究機関・所属 研究者名	神戸大学 大学院工学研究科 応用化学専攻 菰田悦之

1. 2019 (2020) 年度研究成果の概要

外部刺激に対する応答からスラリーの内部構造を推定する間接的な手法を検討した。そこで、機械的な応答(レオロジー特性)に加えて、電気的な応答(インピーダンス特性)を同一装置で評価するため、チタン製の二重円筒治具を作製しレオメーターに取り付けた。さらに、二重円筒間隙部に試料を装填し、内外円筒を電極として交流インピーダンス測定を行った。試料は、PVdF(ポリフッ化ビニリデン)とNMP(N-メチルピロリドン)の溶液中にナノ炭素粒子を様々な濃度で添加したスラリーである。スラリーが弾性支配になる濃度がナノ炭素粒子種によって異なり、また、その時に導電性が大きく向上することが判明した。また、交流インピーダンス測定においては、励起電圧が高すぎるとこのような違いの判別が困難になることがわかった。また、低周波数では界面の影響が強く表れ、ある程度高い周波数でのインピーダンスがバルク特性の理解に適していることが判明した。

2. 助成期間内での研究成果の概要

1.の研究成果は同じ実験装置を用いて、インピーダンス測定とレオロジー測定は個別に実施した。せん断流動下でのスラリーの導電性を調査するための実験装置改良を行った。このため、外円筒を回転させながら導通を取る機構、内円筒のトルク測定に影響を及ぼさずに導通を取る機構を、レオメーターに組み込んだ。

加えて、有機溶媒系のナノ炭素粒子スラリーに対して界面とバルクからなる等価回路を設定すると、交流インピーダンス測定結果を良好に表現できることが判明した。そこで、交流インピーダンス測定結果から界面・バルクの抵抗および容量成分を抽出し、せん断速度依存性について考察した。最初に、NMPやPVdF溶液の各成分はせん断の影響を受けないこと、界面・バルクともに抵抗が極めて高いことが確認できた。ナノ炭素粒子のスラリーは、容量成分は同様にせん断の影響を殆ど受けないが、抵抗成分のせん断速度依存性は粒子濃度によって大きく異なった。すなわち、低濃度ではあるせん断速度の範囲で抵抗が増大したが、高濃度になるとせん断印加による導電性の低下が見られなくなった。これらのスラリーの粘度を測定したところ、せん断速度の増加に対して粘度が減少している範囲では導電性低下が見られず、粘度低下が穏やかになると抵抗が増大することがわかった。従って、十分な粘度の低下とは粒子間の結合が全体的に分断されることであり、それによって導電性が低下すると考えられる。

3. 研究発表

- ✓ 鈴木 航祐, 菰田 悦之, 吉井 一記, 鹿野 昌弘, 栄部 比夏里, “交流インピーダンスとレオロジー評価による蓄電池電極スラリーの内部構造解析”, 粉体工学会 2020 年度 春期研究発表会(要旨提出により発表済み扱い)

- ✓ (発表予定) 吉田兼太郎, 菰田 悦之, 鈴木 航祐, 堀江 孝史, 大村 直人, ”せん断流動下におけるナノ炭素粒子ネットワーク構造のレオ・インピーダンス解析”, 粉体工学会 2020 年度 春期研究発表会