

## 学位論文及び審査結果の要旨

氏名 すずき ゆうすけ  
鈴木 悠介

学位の種類 博士（工学）

学位記番号 工府博甲第430号

学位授与年月日 平成26年 9月25日

学位授与の根拠 学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項

学府・専攻名 工学府 システム統合工学 専攻

学位論文題目 フロートガラス製造プロセスを対象とした層流連続流れ場における機械的攪拌の混合評価に関する研究  
(Study on performance evaluation of mechanical mixing in continuous laminar flow for float glass production process)

論文審査委員 主査 横浜国立大学 教授 上ノ山 周  
横浜国立大学 教授 羽深 等  
横浜国立大学 教授 奥山 邦人  
横浜国立大学 准教授 仁志 和彦  
横浜国立大学 准教授 金井 俊光

## 論文及び審査結果の要旨

回分あるいは連続反応器における乱流場の攪拌・混合についてはこれまで多くの研究がなされているが、層流場に関しては乱流場に比較して研究が進んでおらず、特に層流連続場の混合においてはスタティックミキサーなど静的攪拌装置が主として用いられるために、機械的攪拌に関する研究はほとんどなされていない。フロートガラス製造プロセスでは、欠点発生状況に合わせた操作変更やトラブル時の対応の容易さから攪拌翼による機械的な攪拌が行われているが、高粘度かつ高温という特殊な環境の下で限られた滞留時間で目標とするレベルの混合を達成することが求められる。しかし、このような環境における攪拌について学術的な面からなされた検討は少なく、経験とノウハウに依存した攪拌翼設計および運転最適化が行われているのが現状である。

本論文では、このようなことを踏まえて、連続層流場における新たな混合評価手法を確立させることを目的として、電気伝導度測定を通じて得られた高濃度電解質の濃度分布を

利用した混合評価方法を提案している。

電気伝導度測定を実施するにあたり、着色法および粒子イメージ流速計測法 (Particle Image Velocimetry) を用いて流路内の流れの可視化を行い、攪拌翼の種類、翼枚数、回転数、翼設置位置など各種操作因子が流路内流動に及ぼす影響について検討を行っている。その結果、流路全体の混合のためには上下混合を促進する対応が必要であることを明かにしている。

混合評価手法について検討するため、装置内で6枚平板パドルを回転数、翼設置位置を変化させて操作し、出口側での電解質濃度分布に与える影響を検証している。得られた電解質濃度分布の空間的なバラツキを標準偏差として計算し、定常状態における標準偏差の時間平均を流路内の均質度を評価する指標として用いることを提案している。この指標を用いることによって、6枚平板パドルにおいて攪拌回転数変化が及ぼす流路内混合状態の変化を定量的に評価することを可能なものとしている。

さらに、4枚平板パドル、4枚傾斜パドル、2枚傾斜パドルを用いて翼枚数および翼傾斜角が流路内の混合状態に与える影響について評価を行っている。その結果、傾斜パドルのような軸流を形成する攪拌翼は、放射流を主として形成する平板パドルに比べて良好な混合性能となることを明らかにしている。

以上に得られた結果から、攪拌翼による十分な対流混合が期待できない連続層流流れにおいては、回転数や動力だけを指標に最適化を行うだけでは不十分であり、通常の攪拌槽などに比べて流動状態解析を踏まえたフローパターンの最適化がより重要となることを明らかにしている。

以上のことから、本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。