

# 往復動翼による固液攪拌に関する研究

手 面 修 一\*

## Study on Solid-Liquid Agitation with Forward-Reverse Rotating Impellers

by Shuichi TEZURA

化学プロセスにおける固液分散系は、溶解、晶析などの物質移動操作のみならず、触媒を用いる反応操作などにみられる重要な系である。このような系に対して広く用いられている機械的回転翼攪拌槽型装置にはいくつかの問題が指摘されている。問題を見無視することは、固液分散装置の性能が低下する結果になるので、問題の懸念なく操作できる装置の提案、その実用化が望まれている。本研究では、従来の一方向に回転する翼と異なり回転方向を周期的に変える往復動翼による攪拌システムを採り入れた邪魔板無し槽を提案し、その実用化のための基礎として、本型式攪拌槽の性能の評価および操作設計法の確立を目的とした。まず、邪魔板無し槽において正逆回転させて用いる翼の型式を選定し、その翼を用いるシステムの槽への配置すなわち装置の幾何学的条件の設定について議論した。次に、この往復動翼攪拌システムを採り入れた邪魔板無し槽を固液分散操作に適用し、固液分散装置としての本攪拌槽を固体粒子の浮遊化および固液間物質移動により特徴付けた。さらに、これらの特性のうち前者の相関結果に基づき本槽の操作設計すなわちスケールアップを検討した。研究内容を記述する論文は全6章から構成されており、その要旨は以下の通りである。

第1章では本研究の背景を記述するとともに、関連する既往の研究を概観し、本研究の目的を提示した。

第2章ではまず、一方向回転攪拌様式で用いられ

る代表的な型式の翼である6枚平羽根ディスクタービン翼を邪魔板無し槽における往復動翼とした。次に本往復動翼を用いた場合の流動特性および動力特性を、邪魔板付き槽において一方向回転様式で用いた同一型式の翼による特性との比較において評価した。いずれの攪拌様式においても、翼の取付高さを変えると翼による吐出流の方向の変化に伴う槽内液のフローパターンの遷移を認めたが、往復動翼の吐出領域は一方向回転翼の領域に比べて広いことが示された。また、往復動翼の動力数すなわちエネルギーの伝達能力は一方向回転翼でのそれに比べて全体的に大きく、取付高さに依存しないことが見出された。これらの結果から、往復動6枚平羽根ディスクタービン翼邪魔板無し槽においては幾何学的条件としての翼取付高さは、総合的な攪拌作用を大きく変える懸念なく設定できるといった指針を得た。

第3章ではまず往復動6枚平羽根ディスクタービン翼邪魔板無し攪拌槽における固体粒子の浮遊化特性を、固液条件および装置幾何学的条件を変えて実験的に評価した。次に、浮遊化限界翼回転速度の諸条件への依存性を往復動および一方向回転といった攪拌様式について比較した。浮遊化限界翼回転速度の固体粒子の濃度および直径、固液の密度および液の粘度といった固液条件への依存性は攪拌様式についてほぼ共通であるが、装置幾何学的条件への依存性は攪拌様式間で異なった。すなわち、往復動様式では翼取付高さへの依存性はその範囲により異なる

\*新潟大学大学院自然科学研究科大学院生

現在 ㈱島崎製作所

〔新潟大学博士（工学）平成20年3月24日授与〕

ことが示された。また、往復動翼は槽底翼直下に、局所的な回転流領域がない液流れをつくり、一方向回転翼に比べて小さい消費動力で固体粒子の浮遊化を達成するような効果的な攪拌作用を与えることを明らかにした。

第4章ではまず、種々の幾何学的条件をもつ往復動6枚平羽根ディスクタービン翼邪魔板無し攪拌槽の固液間物質移動特性を、操作条件としての翼回転速度を変えて実験的に評価した。次に浮遊化限界翼回転速度以上の速度範囲すなわち完全浮遊状態において固液間物質移動係数を決定し、その、翼の消費動力の変化からみた相違を往復動および一方向回転といった攪拌様式について比較した。物質移動係数と消費動力の関係に攪拌様式による相違は観られないことがわかった。また、往復動翼は、表面通気に関する問題への懸念を軽減する結果として広い操

作範囲にわたって良好な固液接触を与え、本槽では高い物質移動係数が得られることを明らかにした。

第5章では往復動6枚平羽根ディスクタービン翼邪魔板無し攪拌槽における浮遊化限界条件の依存性を、装置スケールを変えて評価した。浮遊化限界条件下での翼の回転速度および消費動力それぞれの実験データを相関する実験式すなわち、浮遊化限界条件を基準とする本槽のスケールアップのための基礎式を得た。併せて、槽底に形成する固体粒子の堆積塊およびその周りの液の流れを調べ、フルード数が一定であるといった力学的相似則が本槽のスケールの変化に対して成立することを確かめた。

第6章は総括であり、本研究で得られた知見をまとめ、今後の展開について述べた。

終わりに、指導を賜った大川 輝教授に謝意を表します。