

R118

多様化する固-液系攪拌を対象とした攪拌手法について I

(佐竹化学機械工業) ○佐藤誠*・金森久幸・(正)加藤好一

【1. 緒言】

化学・製薬・食品から水処理に至るまで、各種工業プロセスの高度化および多様化に伴い、攪拌操作も例外なく高い技術が要求される時代となった。その攪拌目的は多岐に亘り、それらが複合化するケースも多い。例えば、リアクターでは時々刻々と変化する物性に応じた適切な攪拌作用の付与が必要となる。また、少量多品種生産や同じ槽で複数の工程を行う系では、同一の攪拌作用による対応が困難なケースもある。

このような要求に対し、効率的な「攪拌目的」の達成に向け、必要とされる「攪拌作用」を的確に与えることが重要である。そのためには、槽内の圧力分布に注目し、作用に直結する液流動化を与える攪拌システム(翼デザイン・槽形状等)を検討する必要がある。勿論、設計はプロセスにおける諸問題を回避するための制約、省コスト設計などを考慮しながら進められる。本報では固-液系攪拌、特に「より高い均一分散化が求められる系」に焦点をあて、その攪拌手法について紹介する。

【2. 均一分散系における従来法の問題点】

固-液均一分散系では従来から4枚ピッチドパドル(以下 4PP)やボトムパドルなどが使用され、用途によっては大型翼も用いられる。パドル翼は、翼先端周速に対する高い吐出流速比、大型翼は槽内垂直方向の大循環流が魅力といえる。しかし、両翼とも図1に示す流動特性により、厳しい要求下での均一分散化性能は決して高いとはいえない。4PPは斜流の吐出形態により、翼下の槽底部に停滞(黄色部)を生じる。更に、短絡的なフロー(青矢印)を形成することで、槽下部の固体濃度は高くなる(橙色部)。大型翼は4PPより改善されるものの、槽底に向かう二次的なフローを形成することで、槽下部の濃度は同様に高くなる。以上の理由により、従来法ではより高い均一分散化作用は望めない。

【3. 均一分散系における攪拌手法】

新しい手法では、槽内圧力分布のコントロールと、槽底面を利用した強力な吐出形態を生み出すことにより、理想的な分散作用が得られるよう検討した。図2に弊社高分散ボトム攪拌翼(以下 HS600系)を用いた攪拌システムの流動解析結果を示す。その流動特性は、短絡的なフローが抑制された、槽内全域に停滞のない大循環流となる。槽底に低圧部(翼吐出部:黄色丸)を配置することで、槽上部から槽底に向かう圧力差を利用した下降流を形成する。また、槽底面(静止面)に近接した特殊形状翼による集中した吐出形態は、密閉系輻流タービンの理論を取り入れたもので、損失の少ない強力な吐出流を生み出す。槽底部からの槽底面に沿った吐出流は、一度の屈曲で上昇流へと変換するため、損失が抑制された

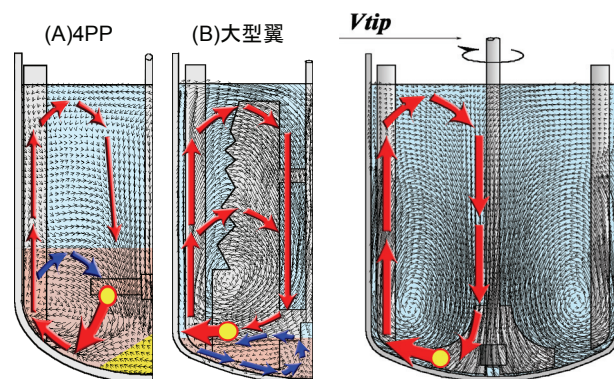


図1. 従来翼の流動特性とその欠点 (A)4PP, (B)大型翼

図2. 均一分散系における新しい攪拌手法(HS600系)

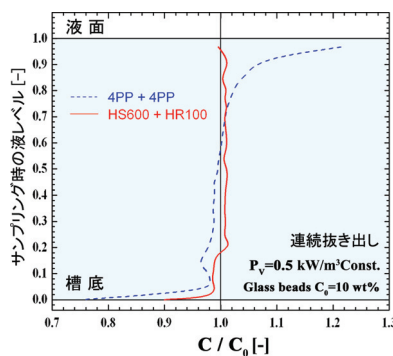


図3. 擬似触媒分散系へのHS600系の適用(ガラスビーズ-水系)

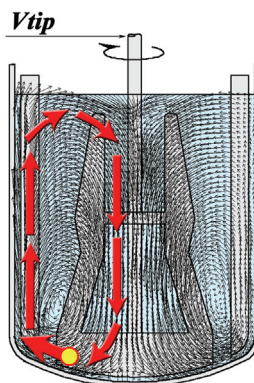


図4. 同手法の大型翼への適用

強い上昇流となる。翼は、軸中心から翼先端に向かい翼面積を減じ、翼表面に段階的な圧力分布を作り出すデザインとした。これにより、翼縁の流れが整流され、短絡的なフローが抑制される。また、翼端の垂直方向翼面積を吐出が有効に寄与する最小限の面積とすることで、省動力化を実現した。

図3は、本攪拌システムを擬似触媒系(ガラスビーズ-水系)に適用した結果である。従来法と比較して、抜き出し初期からバラつきの少ない安定した出口濃度を維持する。つまり、槽内全域で濃度ムラは非常に小さく、本システムの高い均一分散性能を示す結果といえる。

図4は、同手法を大型翼に適用した攪拌システムの流動解析結果である。これまでの考え方を大型翼に取り入れることで、従来翼とは異なる流動状態を形成することも可能とした。

【4. 結言】

固-液系攪拌「均一分散系」について、槽内の圧力分布をコントロールすることで高い均一分散性能を有する攪拌システムの構築に至った。今後、本手法の実プロセスへの適応と普及を図っていきたい。