

(佐竹化学機械工業) ○佐藤誠*・金森久幸・(正)加藤好一

【1. 緒言】

前報に引き続き、本報では固-液系攪拌、特に「槽底部の浮遊・流動化を目的とする系」についての攪拌手法について紹介する。

【2. 槽底部流動化用攪拌翼の開発】

著者ら¹⁾はスラリーの流動化を目的とし槽底部流動化作用を効率的に与える攪拌翼(以下 HR800 系)の開発を行った。HR800 系は、従来翼で問題となっていた流動化に寄与しないエネルギー消費と、槽底中心部の流動不良を改善するために翼形状の検討を加え、主翼をテーパ型、翼背面の剥離を抑制する迎角にすることで、低動力にて軸流高吐出が得られる構造とした。更に、主翼下部に補助翼を配した二重翼構造により翼中心からの吐出を強化し、槽底中心部の流動強化を実現している。

この HR800 系を実スラリー系(35wt%水酸化マグネシウム-水系)の流動化実験に適用した結果を図1に示す。従来翼(4PP)と比較して、良好な結果となることが判る。

【3. 槽底部流動化におけるスケールアップ】

攪拌効率向上のためには、攪拌手法について検討を加えると共に、実プロセスの状況に応じた適切なスケールアップ手法を確立することが重要である。図2に HR800 系を用いた場合の槽底部流動化に要する回転数(N)と槽径(D)の関係を示す。プロットは実験値、ラインは D=240 時の実験値をベースに図中各式から算出したものである。D=980 における流動化に要する回転数は、Vtip 一定条件より大きく、Pv 一定条件ほど必要としないことが判る。Pv 一定によるスケールアップは槽内の流動に関して安全側に働くため(流速増加など)、簡便なスケールアップ手法として広く用いられるものの、効率的な槽底部の流動化を目的とした場合のファクターとしては、最適とはいえない。この場合、槽底部の流速をファクターとするほうが合理的と考え、槽スケールと槽底部流速の関係を明らかにすることとした。

【4. 実験による検証および考察】

実験には、ピット槽をモデルとしたアクリル製角型槽 D = 370, 1060[mm](1:1:1, V = 51, 1190[L])を使用した。攪拌翼は HR800 系、作動流体は水とした。図3は、槽底部水平断面(1/4)の PTV 流動解析結果である。槽中心部の旋回流の発生はごく僅かで、広い領域で流動化に結びつく半径方向への流動が確認される。HR800 系の特徴的なフローパターンが形成されている。

図4に図3中 A ライン上の XY 方向合成流速分布を示す。流速 V を Vtip で除した速度係数(V/Vtip)は、スケール及び Vtip に関係なく一定の値となることが判る。これは、幾何学的相似の装置条件のもと Vtip 一定による

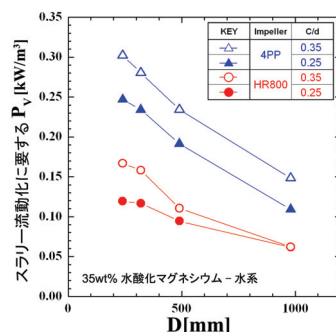


図1. HR800 系のスラリー流動化における性能

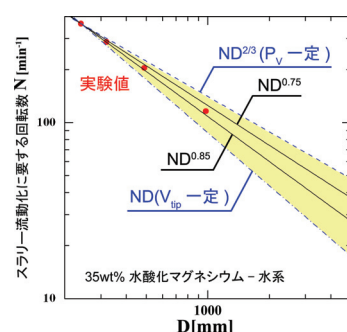


図2. 槽底部流動化に要する回転数と槽径の関係(HR800系, C/d=0.25)

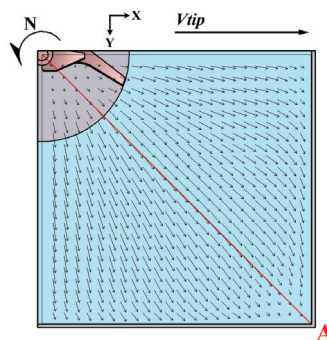


図3. 槽底部水平断面の PTV 流動解析結果

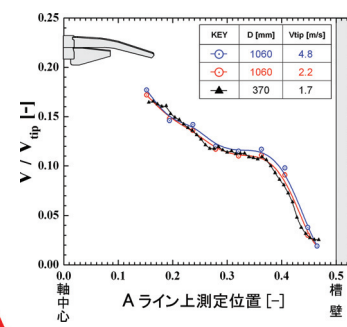


図4. 槽底部 XY 方向合成流速分布

スケールアップでは、流動状態が同一の基で槽底部の流速 V が同じになることを意味する。

例えば、内容物が水と近似できるような、比較的流動化が容易な系は、Vtip 一定条件が合理的である。特に、槽底部において定量的な流速を要求されるケースでは、効率的な選定が可能となる。この場合、Vtip 一定(流速一定)の相似則があることで、Pv 一定条件に対する実機スケール(1000 倍と仮定)の正味攪拌動力は、およそ 1/10 となる。但し、槽底部の流動化を目的とした場合、その目的にあった翼の開発が重要であり、4PP を用いても同様の効率化がもたらされるものではない。本結果における HR800 系のように、適切な作用を有する翼、スケールアップ手法、装置条件が相まって、効率的な攪拌手法の確立が可能となる。

【5. 結言】

攪拌の効率化のために、攪拌翼、手法の開発およびスケールアップの両面から検討を行った。槽底部流動化を目的とした攪拌といっても、その内容物は多岐に亘り、条件次第で Vtip 一定によるスケールアップが合理的に適用できるケースも多々ある。個々の系に応じた適切なスケールアップの検討が必要である。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。

【参考文献】

1) 佐藤ら, 化学工学会第 71 年会, J209, (2006)