

(宇大院) ○ (正) 人見大輔*, (佐竹化学機械工業) (正) 加藤好一, (宇大院) 久保卓也, 杉山均

1. 緒言

インペラを用いた攪拌槽内流れに関して、これまでさまざまな数値解析手法による流動解析が行われている。解析手法としては、境界条件としてインペラによる吐出を考慮する方法⁽¹⁾や、円筒座標系を用いる方法⁽²⁾、Immersed Boundary法⁽³⁾などが用いられている。

本解析では非構造格子を用いた有限要素法によるバブルのない攪拌槽内の流動解析を行った。バブルがない場合、インペラ回転数(レイノルズ数)に依存して低圧部となるシャフト軸付近で液面が減少し、槽壁付近で盛り上がる液面形状を示す。本報告では数値解析結果と実験結果との比較検証を行った結果を報告する。

2. 解析条件

本解析では、作動流体を水とし、液面形状がほぼフラットとなるインペラ回転数 60rpmで解析をおこなった。乱流モデルとして $k-\epsilon$ モデルと時間スケールに変更を加えたDurbinのモデル⁽⁴⁾を採用した。

支配方程式は有限要素法で離散化し、四面体一次要素を用いた。Rushton ディスクタービンの場合、498 673 要素、99 974 節点、四枚ピッチドブレードタービンの場合には 613 751 要素、110 250 節点の四面体一次要素を用いた。

境界条件として自由水面上ではすべり壁の条件を与えた。インペラ、シャフト、槽壁面上では壁関数による境界条件を与えた。

3. 結果

図1にRushton ディスクタービンの場合の $r-z$ 断面の速度ベクトルと半径方向速度を示す。Rushtonタービンではインペラをはさんで二つの循環ループが生じる。実験結果では半径方向速度が小さいのに対し、計算結果は最大で約1.4倍大きく予測した。Durbinモデルの場合、ディスク上部付近で改善が見られるものの、ディスク近傍を除いて $k-\epsilon$ モデルとの相違は小さかった。

図2に4枚ピッチドブレードタービンの場合の速度ベクトルと半径方向速度を示す。実験結果では軸方向速度が小さいが、計算結果では大きく見積もる。このため、半径方向速度のピーク位置が実験結果に比べインペラより下方に生じている。

4. 結言

本解析ではバブルのない攪拌槽内の流動解析を行った。攪拌槽で用いられるインペラは複雑形状をなしているため、インペラ形状を考慮するのに非構造格子の利用が有効である。

本計算結果は各々のインペラによって生じる循環ループを再現することはできたものの、定量的な一致を見るには至らなかった。

参考文献

- (1) Kresta, S. M. and Wood, P. E, *AIChE J.*, 37-3(1990), 448-460.
- (2) Dong, L., Johansen, S. T. and Engh, T. A., *Chem. Eng. Sci.*, 49-20(1994), 3511-3518.
- (3) Verzicco, R., Iaccarino, G., Fatica, M. and Orlandi, P., *Annual Research Briefs*, Center for Turbulence Research, Stanford University, 2000, 251-261.
- (4) Durbin, P. A., *Int. J. Heat and Fluid Flow*, 17(1996), 89-90.

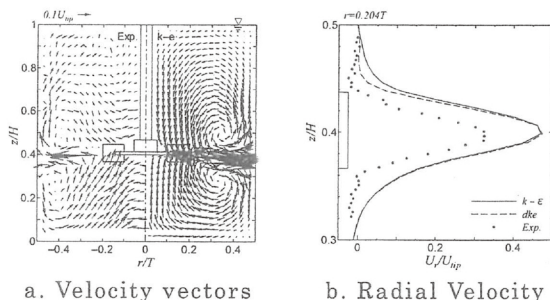


Fig.1 Results of Rushton disc turbine

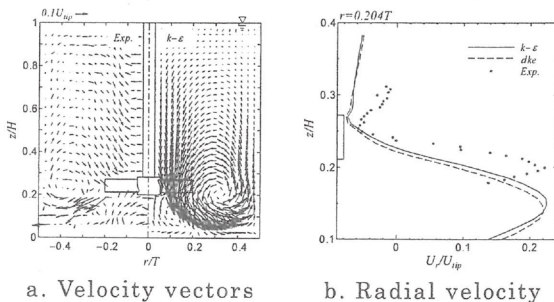


Fig.2 Results of a pitched blade turbine