

羽根無し攪拌機と従来の攪拌機との比較

日大生産工(院) ○青木 宏樹 日大生産工 安藤 努 日大生産工(学部) 枋谷 拓己
日大生産工(学部) 服部豪輝 (株)アクアテックス 下司泰史 (株)エディプラス 村田和久

1 緒言

攪拌は塗料の調製や食品の製造など、様々な産業分野で混合や反応の促進を目的に利用されている。一般的に攪拌には、モーターとモーターに軸を介して取り付けられた羽根とで構成される攪拌機が用いられる。この攪拌機はモーターの回転に従動する羽根により攪拌槽内の流体が混合されることで攪拌が行われる。

しかし、この攪拌機にはいくつかの問題がある。一つは高速回転時に羽根の影響によって発生するキャビテーションが攪拌対象物に影響を与えることである。もう一つは攪拌槽内壁へ羽根が接触することで発生した切削物が異物として混入するコンタミネーションが発生することである。

こうした問題を解決するために遠心力を利用した羽根無し攪拌機が開発された¹⁾。この羽根無し攪拌機は羽根がない代わりに、遠心力を利用して攪拌を行う。

羽根無し攪拌機は近年開発された新しい技術であるためにデータが少なく、従来の攪拌機との比較も行われていないのが現状である。そこで我々は、混合時間およびトルクを計測することで従来の攪拌機であるディスクタービン翼と羽根無し攪拌機との比較を行った。

2. 実験装置および実験方法

2.1 実験装置

実験で使用した羽根無し攪拌機を図1に、ディスクタービン翼を図2に示す。羽根無し攪拌機は吐出口である側面の穴と吸入口である底面にある穴を繋ぐL字の流路が等間隔に八つ設けられている。ディスクタービン翼は八枚の羽根板が円板の外周に等間隔で直角に取り付けられている。

実験で用いた攪拌槽の寸法と攪拌位置を図3に示す。攪拌槽は透明アクリル製円筒水槽($D=340$ mm)を用い、液面高さ $H=340$ mm(攪拌液量: 31 L)とした。また攪拌機高さ h は攪拌槽底面から攪拌機の吐出口中央までの距離とした。攪拌液には水道水(粘度 $\mu=1$ mPa·s)を用い

た。本実験では、光の屈折を防ぎ、観察しやすくするために円筒水槽を水で満たした四角容器に置いた。

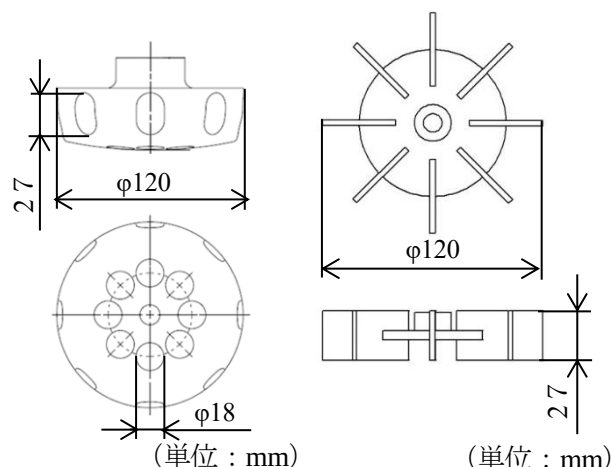


図1 羽根無し攪拌機 図2 ディスクタービン翼

2.2 実験方法

混合過程の可視化および混合に要する時間の測定には脱色反応法を用いた。脱色反応法は、着色剤によって着色した攪拌液に脱色剤を投入し、脱色に要する時間から混合時間を求める手法である²⁾。

混合時間の判別には画像解析ソフト ImageJ を用いた。ImageJ は撮影した画像を 256 階調の白黒画像に変換し、画像全体の輝度値の平均値を算出することができる。混合時間は脱色剤の投入開始時点から攪拌槽全体の輝度値の平均値が閾値に達する時点までとした。閾値は脱色が完全に終了した時の攪拌槽全体の輝度値の平均値の 95% の値とした。これは、混合時間の判別に 5% の余裕を与えるためである。

トルクの計測には軸トルク測定法を用いた。攪拌機が回転を開始してから、3 分間計測を行い、計測できたトルクの最大値を起動トルク T_m とし、90 s 以降の一定の値を示し続

Comparison of Blade-less stirrer and Conventional stirrer

Hiroki AOKI, Tsutomu ANDO, Takumi TOCHITANI, Gouki HATTORI,
Yasuhumi SHIMOTSUKASA, and Kazuhisa MURATA

けるときのトルクを平均した値を定常トルク T_{ave} とした。

また、本研究では攪拌機高さ h が $0.3D$, $0.5D$, $0.7D$ において、回転数 $n = 50, 100, 200, 300$ rpm の条件で実験を行った。

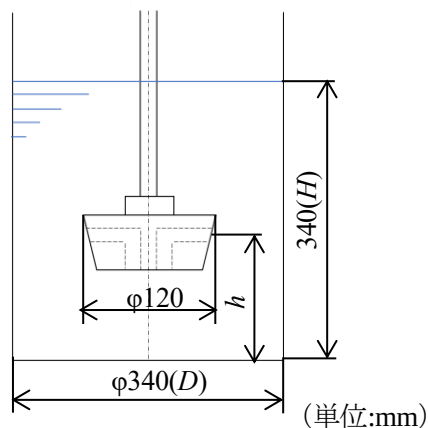


図3 攪拌槽の寸法および攪拌位置

3. 実験結果

図4に羽根無し攪拌機の $t_M - n$ 線図を示す。回転数 $n = 100$ rpm のときでは攪拌機高さ $h = 0.3D$ が、回転数 $n = 200, 300$ rpm のときでは攪拌機高さ $h = 0.7D$ が最も混合時間が短いことが確認できた。また、攪拌機高さ $h = 0.5D, 0.7D$ のデータに着目すると、どの回転数においても $h = 0.7D$ のほうが短い混合時間を示していることが確認できた。

図5に羽根無し攪拌機の起動トルクと回転数の関係を示す。今回の結果からは攪拌機高さや回転数が異なっても同じ攪拌機ならば、起動トルクに大きな差は生じないことが確認できた。

図6に羽根無し攪拌機の定常トルクと回転数の関係を示す。攪拌機高さ $h = 0.3D, 0.7D$ はどの回転数でも定常トルクに大きな差がないことが確認できた。また、どの回転数でも攪拌機高さ $h = 0.5D$ は $h = 0.3D, 0.7D$ よりも大きな値を示すことが確認できた。

4. 結言

本研究では、混合時間およびトルクを計測することで羽根無し攪拌機と従来の攪拌機であるディスクタービン翼を比較した。

現在、ディスクタービン翼および羽根無し攪拌機の $n = 50$ rpm の条件の実験を行っており、当日はそれによって得られた結果を今回報告した内容に加えてディスクタービン翼との比較を行う予定である。

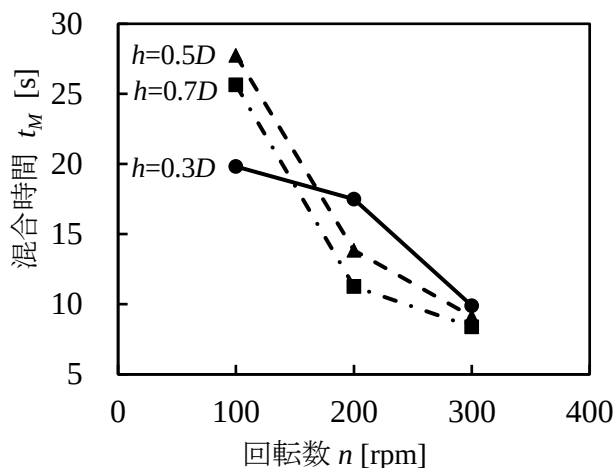


図4 羽根無し攪拌機の $t_M - n$ 線図

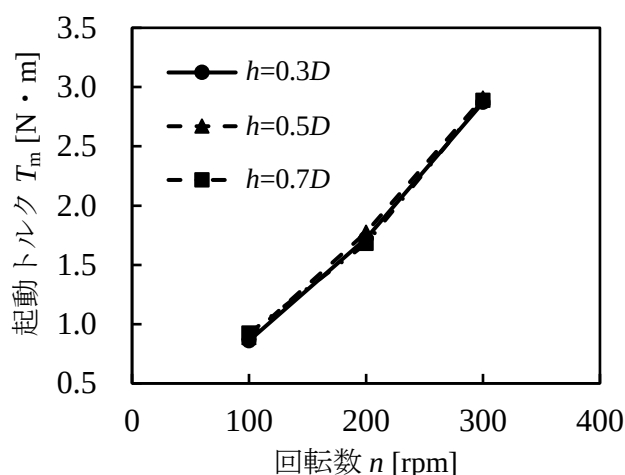


図5 羽根無し攪拌機の起動トルクと回転数の関係

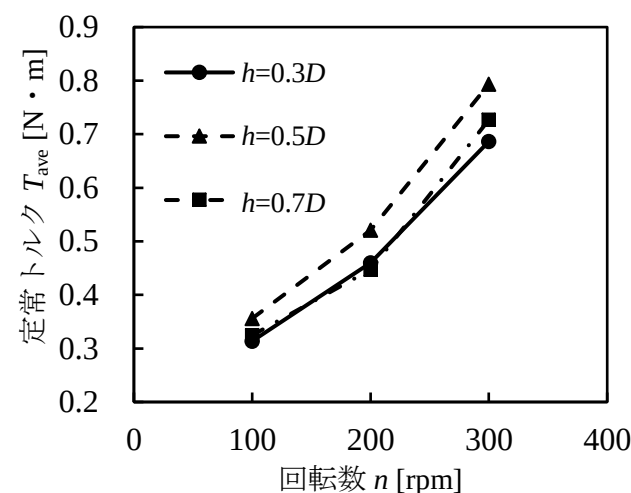


図6 羽根無し攪拌機の定常トルクと回転数の関係

「参考文献」

- [1] 特開 2011-5349, 攪拌用回転体および攪拌装置
- [2] 化学工学会編, 最新 ミキシング技術の基礎と応用, 三恵社, 2010, p.28