

佐竹化学機械工業(株) (正)野間 経男 ○金森 久幸 (正)塩原克己
加藤 好一 浅井 幹雄

緒言

4枚ピッチドパドル型翼は、主に乱流域で使用され、乱流域から遷移域での諸特性が明らかにされている例は少ない。そのため、攪拌目的を達成するために十分な選定、設計をすることが非常に困難に感ずる点が多い。

そこで、本研究では攪拌翼の形状寸法比 b/d 、 d/D (b : 攪拌翼幅、 d : 攪拌翼直径、 D : 攪拌槽直径) の差異による諸特性を得たので報告する。

実験方法

①混合時間測定

図. 1 に実験装置の概略図

を示す。攪拌槽は、直径 $D=240(\text{mm})$ の円筒平底型

で、作動流体に水飴 ($\rho=1235 \text{ Kg/m}^3$, $\mu=1 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$) を使用し、液深を $H=240(\text{mm})$ に設定し、攪拌翼は攪拌槽中心に槽底から $C=1 \times d(\text{mm})$ に設

置した。また、脱色終了を判定しやすいように槽全体をハロゲンライトで照射した。表 1 に、 b/d 、 d/D 、 Re 数等の諸実験条件を示す。測定は、ヨード・ハイボ法を使用した。(永田¹⁾の方法とほぼ同様とした) ヨウ素とチオ硫酸ナトリウムの投量比を 1:1.2 とし、最初にヨウ素で槽内全体を着色、その後チオ硫酸ナトリウムを投入して脱色時間を測定した。また、投入方法は注射器の先端にビニールホースを付け攪拌翼上部に注入した。

②粒子画像速度計測 (PIV)

計測方法は、前報と同じであるため文献 2)、3) を参照。また、攪拌装置は①と同じものを使用した。作動流体は、シリコンオイル ($\rho=960 \text{ Kg/m}^3$, $\mu=2 \times 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$) を使用した。

結果及び考察

図. 2-(a)、(b) に、それぞれ 4 枚パドル付きで、攪拌翼形状寸法比 ($b/d=0.15(\text{const})$ $d/D=0.3$ 、 0.4 、 0.5)、($d/D=0.3(\text{const})$ 、 $b/d=0.15$ 、 0.3) の無次元混合時間 N_{TM} と Re 数の関係を示す。図中、KEY 上部の "↑" は混合時間測定の際の上限を 30 分とし、それ以後測定をしていないことを示す。高粘度液攪拌翼の $N_{TM}^{4)}$ 及び本予備実験結果より $N_{TM}=300$ を使用限界混合時間とすると、図. 2-(a) から乱流域で最も基本的な形状寸法比 ($b/d=0.15$ 、 $d/D=0.3$) は、 $Re=4 \times 10^3$ 以下で混合不良であることがわかる。また、図. 2-(a)、(b) 及び動力数 N_P と Re 数の関係 (図省略) から b/d 比を変更するよりも d/D 比を変更する方が、同じ混合時間 N_{TM} にする場合に動力の消費量が少ないことがわかる。さらに、混合時間測定の際にパドル前後に停滞部が存在し、 N_{TM} を大きくする原因になっていると考えられるため、パドルを設置せずに形状寸法比 ($b/d=0.15(\text{const})$ $d/D=0.3$ 、 0.4 、 0.5) で N_{TM} を測定した。(図省略) 結果より、 $d/D=0.3$ は混合不良域が $Re=2 \times 10^3$ 以下に改善され、 $d/D=0.4$ 、 0.5 は同じ混合時間 N_{TM} にする場合の消費動力が減少されることがわかる。しかし、目視観察により全ての d/D 比の $Re=2.5 \times 10^3 \sim 4 \times 10^3$ で吸い込み渦が発生していることがわかる。

図. 3-(a)、(b) に 4 枚パドル付き、攪拌翼形状寸法比 ($b/d=0.15$ 、 $d/D=0.5$) と ($b/d=0.15$ 、 $d/D=0.3$) の攪拌槽内の液流動状態を PIV により計測した結果を示す。回転数は、($b/d=0.15$ 、 $d/D=0.5$) が、 $N_{TM}=3$

00 以下になる $Re=1500$ に設定した。

結果より、 $d/D=0.5$ は攪拌槽上、下部に 2 つの循環流が存在するが、 $d/D=0.3$ は攪拌槽下部にのみ循環流が存在し、槽上部は停滞していることがわかる。つまり、 $Re=10^3 \sim 10^4$ では、粘性力の影響が大きいから、対流混合が主混合となるため、攪拌槽内全体への循環流の存在が重要であると考えられる。

結論

4 枚ピッチドパドル翼を、乱流域から遷移域で使用する場合

- (1) 基本形状寸法比 ($b/d=0.15$ 、 $d/D=0.3$) は、 $Re=4000$ 以下では混合不良である。
- (2) 形状寸法比の変更による混合時間の短縮は、 d/D 比の変更が効果的である。

参考文献

- 1) 永田、柳本、横山; 化学工学, 21, 278, (1967)
- 2) 野間ら; 化学工学会第 58 年会要旨集, K106, 214
- 3) 金森、小林ら; 可視化情報学会, Vol:10 Suppl.No.2, (1990)
- 4) 佐竹化学機械工業(株)編; 攪拌技術, 第 2 章, 佐竹化学機械工業(株), 1992

Table.1 実験条件

Baffle	d(mm)	b/d	d/D
4	72	0.15	0.3
4	72	0.3	0.3
4	96	0.15	0.4
4	120	0.15	0.5
non	72	0.15	0.3
non	96	0.15	0.4
non	120	0.15	0.5

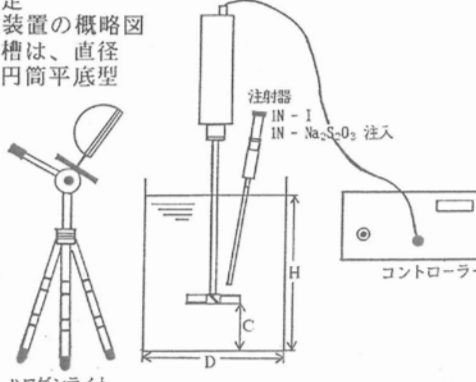


Fig.1 実験装置概略図

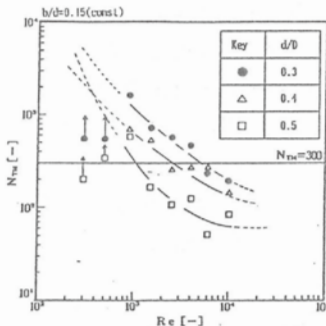


Fig.2-(a) 無次元混合時間とレイノルズ数の関係

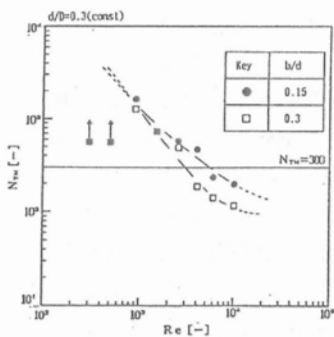


Fig.2-(b) 無次元混合時間とレイノルズ数の関係

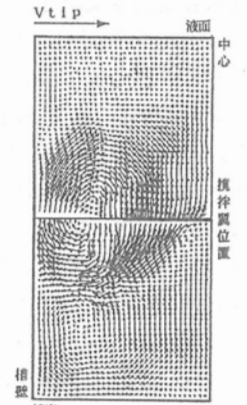


Fig.3-(a) 格子点上捕得速度ベクトル分布図

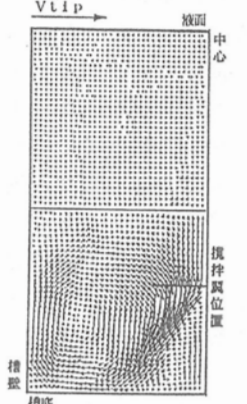


Fig.3-(b) 格子点上捕得速度ベクトル分布図