

J121

深溝型マイクロ流路におけるバップル構造と流動状態

(徳島大院 STS 研)○(正)外輪 健一郎・(徳島大院先端教育部)(学)山本 篤・
(徳島大院 STS 研)(正)中川 敬三・(正)杉山 茂

1. 緒言

我々は大量処理を行うためのマイクロリアクタとして、深溝型マイクロリアクタの開発を進めている[1,2]。通常のマイクロリアクタで用いられる流路の幅、および深さはともに 1mm 以下である。一方で、深溝型マイクロリアクタで用いられる流路は、幅が 1mm 以下であるが深さがセンチメートルオーダーであり、深さに比例して処理量を増大させることができる。これはナンバリングアップに比べて比較的容易に処理量を増大出来るという特徴がある。

深溝型マイクロリアクタの流路内の流動状態はマイクロリアクタ内の流動と相似となる。2 種の流体を供給するとそれらは内部において層流を形成して並行して流れる。このとき混合は分子拡散によって進行するため、比較的長い時間を要する場合が見られる。マイクロリアクタの分野では、この点を改善するために混合速度の向上のための研究が進められている。これらの研究の多くは、流路の内部に微細構造を形成させる方法や、流路そのものの形状を変化させる方法が代表的である。これらは、二次流れやカオス流を発生させて溶液間の接触面を増加させ、混合を促進させる効果があるとされる。

深溝型マイクロリアクタにおいて、二次流れやカオス流を生じさせるには、流路内部に凹凸を設けることが考えられる。このような考え方はマイクロ流路における混合性能改善の取り組みにおいても既に提案されているが、1mm 以下の流路の内部にさらに微細な構造を設けねばならない。深溝型マイクロリアクタの場合は、組み立て前に壁となる部品に対して加工を行うことができるので、より容易に製作することができる。

我々は、すでに深溝型マイクロリアクタの合流部に微細な切れ込みを入れることの効果について、シミュレーションと実験を利用した検討を進めてきた[3,4]。これらの検討では、合流部に切れ込みを設けることで深溝型流路内に容易に二次流れを生じさせることを示している。

本検討では、深溝型マイクロ流路における混合を一層促進させるために、流路内部にバップルを設けた場合の流動状態を、シミュレーションと実験の両面から調査することとした。

2. 計算条件

図1に計算対象とした流路の構造を示す。計算流路の幅および深さは 0.2mm, 1mm である。計算流路の上面と底面は対称面であるとした。流路中には幅 0.5mm, 長さ 0.5mm のバップルが設けられ、流路の一部を塞いでいるものと仮定した。2 つの入口から供給される流体はい

ずれも密度 1000kg/m^3 、粘度 1mPas とし、流量を変更させて流動状態を計算した。シミュレーションには Ansys 社の Fluent を利用した。

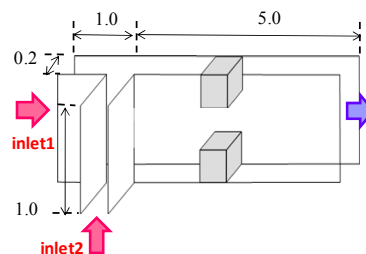


図1: 計算対象とした流路の構造

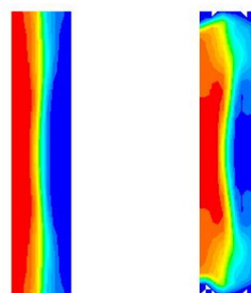


図2: 出口における流体 1(赤)と流体 2(青)の分布
左: 流量各 $0.25 \times 10^{-4}\text{kg/s}$ 、右: 流量各 $0.5 \times 10^{-4}\text{kg/s}$

3. 計算結果

流量の増大にともなう、出口における流体の濃度分布の変化を調査した。その結果、図2に示すように流量を増大させると界面の形状がより大きく変化することが分かった。しかし低流量条件では界面の変化が見られず、混合促進効果は全く見られないことも明らかになった。

さらなる検討の結果から、以前に検討した切り込み[4]とバップル構造の双方を設けることで界面形状が大きく変形することが示された。

謝辞

本研究は、新エネルギー産業技術総合開発機構・産業技術研究助成事業による助成(07A32008a)を受けて行われました。ここに記して感謝致します。

参考文献

- [1]特願 2007-50320
- [2]K.-I. Sotowa, et al., Chem. Eng. J., 135, S30(2008)
- [3]山本ら、化学工学会第 74 年会、B314、(2009)
- [4]山本ら、化学工学会第 41 秋季大会、B215、(2009)

*E-mail: sotowa@chem.tokushima-u.ac.jp