

矩形型マイクロ流路内流動における解析解の比較

Comparison of analytic solutions of liquid penetration in rectangular microchannels

大島商船高専¹, 九工大² ○(B)古川 雄登¹, 坂本 憲児², 小林 孝一郎¹

National Institute of Technology Oshima College¹, Kyusyu Institute of Technology²,

°Yuto Furukawa¹, Kenji Sakamoto², Koichiro Kobayashi¹

E-mail: k22016@oshima-k.ac.jp, kobayasi@oshima-k.ac.jp

マイクロ流路における毛細管現象による液体流動は、医療応用における液体検査において重要な役目を果たす。

円管マイクロ流路内での流体力学は、Lucas-Washburn-Rideal 式を用いて広く解析されてきた[1-3]。一方、実際のマイクロ流体デバイスでは、矩形型流路がよく用いられ、これらの厳密解は複雑な点を持ち、一般に近似的に評価される。矩形型流路の圧力損失の計算を、対応する水力直径を持つ円管流路の圧力損失の項に置き換えることで解析が容易になる。

本研究では、矩形型流路において水力直径の解と厳密解とのずれについて考察した。水力直径の解と厳密解のずれを矩形型流路の深さ h と幅 w のアスペクト比 $\varepsilon = h/w$ の関数 $J(\varepsilon)$ として表した (Fig. 1)。 $J=1$ の場合に水力直径の解と厳密解が同じになる。おおよそ $\varepsilon < 0.247$ または $\varepsilon > 4.05$ になると、水力直径と厳密解のずれが大きくなることが分かる。

また矩形型マイクロ流路のサンプル流動実験を行い、水力直径の解および厳密解と比較を行った。深さ $h=50 \mu\text{m}$ 、幅 $w=300 \mu\text{m}$ の矩形流路にエタノールを流し込み、流路距離と流路時間の関係を測定した。流路長は $l=37 \text{ mm}$ で、流動時間は流路間隔を 5 mm ごとに測定した。この流路におけるアスペクト比の値は $\varepsilon=0.17$ である。Fig. 2 は流動距離と流動時間の関係を示すグラフである。横軸に流動距離の2乗、縦

軸に流動時間をとっている。実験データ、厳密解に基づく値、水力直径を用いた計算値を示している。流動時間は実験データの値が水力直径の解を全体的に上回っていることが分かった。また流動距離が延びるほど実験データと水力直径の解の流動時間に差が出てきていることがわかった。

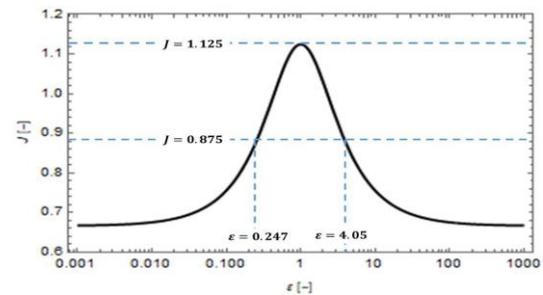


Fig. 1 水力直径の解と厳密解のずれ J とアスペクト比 ε の関係

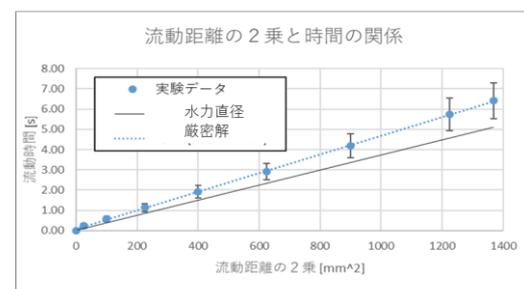


Fig. 2 流動距離と時間の関係

参考文献

1. R. Lucas, Kolloid-Zeitschrift 23, 15 (1918).
2. E. W. Washburn, Phys. Rev. 17, 273 (1921).
3. E. K. Rideal, Philos. Mag. Ser. 6 44, 1152 (1922).