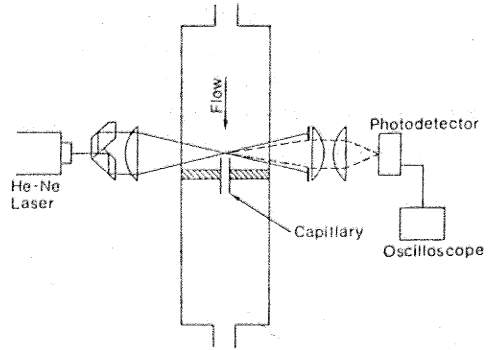


正 長谷川 富市 (新潟大) 学 中野 裕二 (新潟大院)
 正 嶋 海 敬倫 (新潟大) 通 井 太 志 (新潟大)

1 緒 言

種々の複雑な流動を解析し、基本方程式の一つである構成方程式を検討するには、せん断流のほかに伸張流の研究が重要である。しかし、伸張流に関する実験的研究は、そう多くはなされていない。著者の一人は伸張流の実験として、オリフィスを通る流木の圧力損失の研究をしており、流体の種類による違いを報告した⁽¹⁾。本報告では、細管を通る流木を取り上げ、流入側と流出側における流速を測定し、流体種類と細管径の違いが速度場に及ぼす影響を明らかにしようとするものである。



2. 実験装置と実験方法

図1は、実験に用いた流速測定装置の概略である。レーザー発光部より発せられ、2分割されたレーザー光(ビーム径約0.9mm)は、測定部において交差するようにセットされている。レーザー交差部に生じる干渉縞を流体粒子が、通過する際のドップラー信号を受光部で光電変換し、ストアレッジオシロスコープによりドップラー周波数を読み取る。ドップラー周波数と流速との関係は、次式で与えられる。

$$U = \frac{\lambda}{2 \sin \frac{\theta}{2}} \cdot f_d \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 λ はレーザー光の波長、 θ は2本のレーザー光の交差角である。細管にできるだけ近い流入速度と流出速度を測定するため、両方の流動条件を同じにするため、細管を突き出している。又、ドップラー信号の発生を容易にするため、散乱粒子としてハクトウ土を微量混入してある。流量は、重量法により求める。使用流体は、水道水、流動パラフィンのものである。細管は、内径Dが1.18mm、0.3mmで、いずれも長さが15mmである。

3. 実験結果 および考察

図2~4は、細管入口と出口における中心流速の流木方向分布である。縦軸は、流速Uと平均流速U₀で無次元化した値を示す。横軸は、管入口端から上流に向かってX^{*}、管出口から下流に向かってXとし、それぞれを

図1 流速測定装置概略

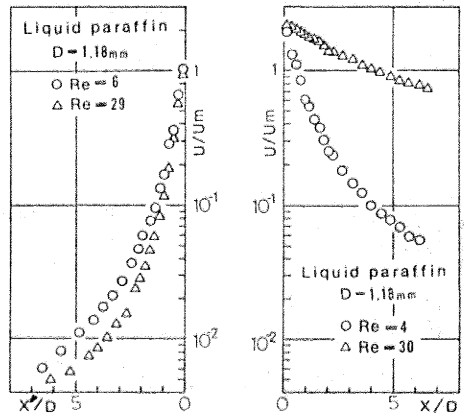


図2 中心流速の流木方向分布 (a)

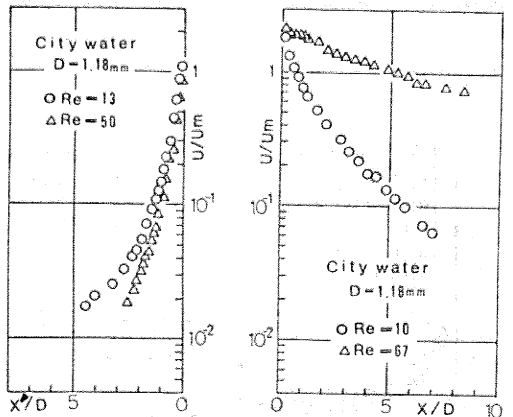


図3 中心流速の流木方向分布 (b)

管内径 D で無次元化した値を示す。これらの図に於れば、流入側では、管に近づくにつれて無次元流速が急激に増加する。その増加の割合は、 Re 数の高いものほど大きい。また、流入直前($X/D=0$)で、無次元流速が1を超えている。これは、流れが縮流をおこなっているためと考えられる。しかし、管内径が 0.3mm の場合は、 1.18mm に比べて全体的にやや低い値を示す。一方、管出口側において、無次元中心流速は、流出直後ではほぼ2を示しており、ポアズイユ流に近い速度分布をしているものと思われる。

図5は、管内径 1.18mm における流動パラフィンと水道水の流れに直角方向の流速分布を示す。測定断面は、上流、下流とも無次元距離が 0.86 のところである。流入側は、 Re 数が高い程、無次元流速は小さい。しかし、流出側で、 Re 数の高い場合、流速の高い領域が中心から狭い範囲に限られておりジェットとして吹き出していることがわかる。

図6は、流出側の無次元距離 $X/D=5$ における Re 数の変化に対する無次元中心流速の変化を示す。水道水の場合、 Re 数の高いところでは、管径の小さい方がやや小さな無次元中心流速の値を示し、 Re 数が10前後から小さくなるとその値は急激に減少する。同一管による流動パラフィンと水道水では、全体的に流動パラフィンの方が大きい。ほぼ同じ傾向がみられ、 Re 数が40まではゆるやかに減少し、40以下にはると急激に減少している。

以上の実験結果を要約すると、管内径のちがいにについては、流入側流出側ともに内径小における流速が、内径大における流速よりやや小さくなるが、内径の違いが流速に及ぼす影響はそれほど大きくない。また、同一管を使用し、流体種類を変えた場合、すなわち流動パラフィンと水道水を使用した場合、両者の流速分布(流れ方向ならびに流れに直角方向ともに)にほとんど差はみられなかった。これに関して、著者の一人が以前に行った小オリフィスを通る流体の圧力損失の実験によると、流動パラフィンはストークス流の厳密解とよく一致する結果を得たが、水については、実験値は、厳密解よりかなり大きい値を示した⁽¹⁾。

本報告で示したように、水道水と流動パラフィンで速度場に大きな違いがみられないことから、両者の圧力損失の違い、とくに水がストークス流の厳密解からずれる原因は、水がニュートン流体と異なる性質を有しているためであるという考えを抱かせるものである。

文献

(1) 長谷川・高野・福富, 機論投稿中.

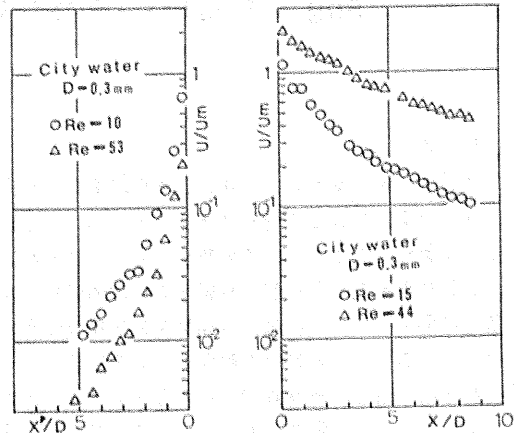


図4 中心流速の流方向分布 (C)

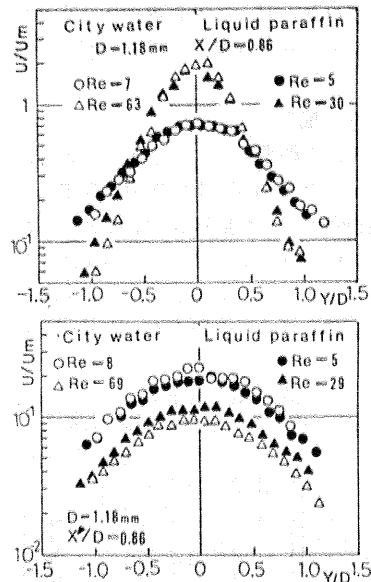


図5 流れに直角方向の流速分布

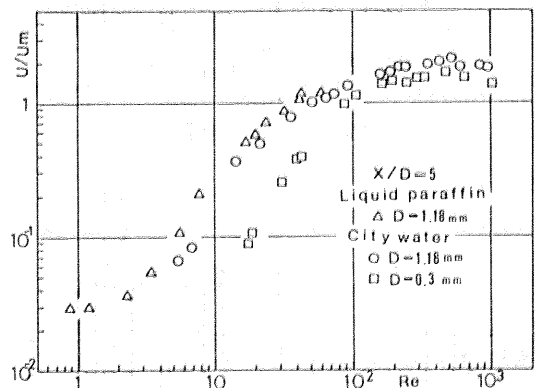


図6 Re 数の変化に対する出口流速の変化