

実験項目： 2 . 層流と乱流

基本事項：

水分子が整然と流れている状態を層流といい、水分子が互いに入り乱れている状態を乱流という。乱流は、流れに対する水分子の粘性による摩擦抵抗が大きいときに生ずる。レイノルズ数は、流速 v 、径深 R 、動粘性係数 μ をもちい、層流と乱流を区別するために次のような次元のない数を見いだした。これをレイノルズ数という。

$$Re = \frac{vR}{\mu} \quad (2-1)$$

乱流の流速を小さくすると層流に変わる。この乱流が層流に変わる流速を用いてレイノルズ数を求めると、約 500 でありこれを低限界レイノルズ数という。管路の場合、レイノルズ数は径深 R が $D/4$ となるので、 $Re = vD/4$ とするとき 500 の 4 倍の 2000 程度が低限界レイノルズ数となる。層流の流速を大きくすると乱流に変わる。この層流が乱流に変わる流速を用いてレイノルズ数を求めると、乱流から層流に変わる低限界レイノルズ数よりも大きな値が求められる。このように層流の成り立つ最高のレイノルズ数を高限界レイノルズ数という。低限界レイノルズ数以上のところでは、わずかな条件の変化によって乱流になる。

目的：

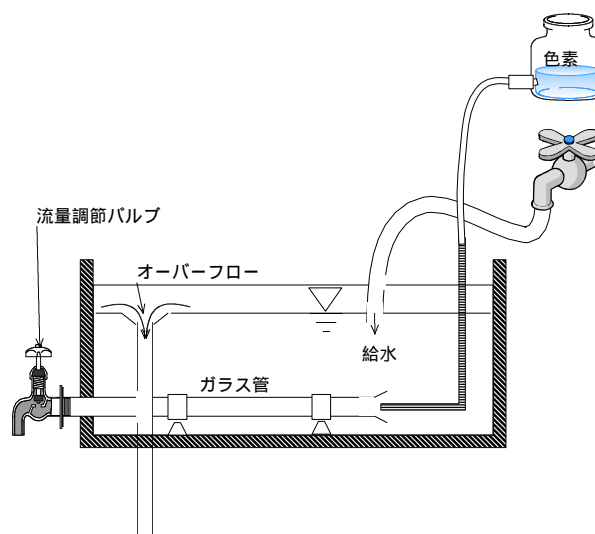
レイノルズ数実験装置を用いて、層流と乱流の状態を観察するとともに、水温・流量を測定して限界レイノルズ数を求める。

使用設備および器具：

色素 | 定規 | ストップウォッチ | メスシリンダー | バケツ | 温度計

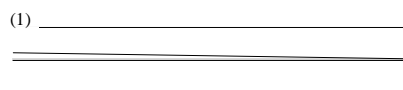
実験要領：

1. ガラス管の直径 D を正確に測定しておく。
2. レイノルズ数測定装置へ注水し満水させる。余水はオーバーフローさせた状態にする。
3. 水温を計測し、密度と粘性係数を調べておく。
4. 着色液を容器に入れて、ガラス管の入口中心部へ静かに連続的に着色液を流し込む。
5. バルブを少量開き、ガラス管内に流れを発生させる。
6. 流れが安定したら、メスシリンダーとストップウォッチを用いて流出

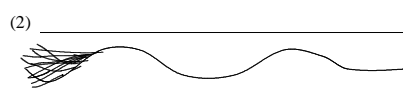


量 V と時間 t を測定し、流量 Q を求める。

7. このときのインクの流れる様子をスケッチする。



8. バルブを徐々に開きながら、5～7を繰り返す。とくに遷移状態を捉えられるように注意深く繰り返すこと。



流速が小さいときには、図のように着色液は管軸に平行に明瞭な1本の線となって流れる。ガラス管内の流速がしだいに大きくなり、ある値に達すると、図のように着色液の線は波を打ち始める。さらに流速が大きくなると着色液は明瞭な線とならず、拡散混合してガラス管内に充満して流れるようになる。このように流れには層流と乱流および遷移部（不完全乱流）があるが、着色液の描く流線を詳細に観察して記録する。



9. 図(1)から図(2)の状態に変化するときの流量 Q_A を測定する。さらに図(4)の状態に変化したときの流量 Q_B を測定する。



10. 同様に今度は、流速が十分大きい完全な乱流の状態から、バルブを徐々に閉めて流速を漸減させる。この様子を観測していく。

流速がある点に達したときガラス管全体に拡散して渦巻いていた着色液は、急に1本の線になって流れるようになる。この状態を観察し記録する。またそのときの流量 Q_C を測定する。

* 水温に対する密度、粘性係数などは別途資料の表を参照すること

結果の整理：

1. 着色液の状態をスケッチする。
2. 測定した水温に対する水の動粘性係数 を求める。
3. $Re = vD/\nu$ により、高限界レイノルズ数と低限界レイノルズ数を求める。
4. スケッチとレイノルズ数とを比較して、考察する。

レポート必須事項：

実験データ・・・バルブの開度とレイノルズ数
流況のスケッチ・・・バルブの開度、インクの乱れ具合の詳細なスケッチ、
観察による層流・乱流の判別
高限界レイノルズ数と低限界レイノルズ数についての考察