

机上型実験装置の作成 ―レイノルズの実験装置―

千葉工業大学 学生員 ○木村 篤
 千葉工業大学 正会員 篠田 裕

1. 研究の背景

近年、環境に対する意識の高まりとともに、工学系大学でも学科目の多様化が進み、従来の土木工学分野における水工学に関係する単位が減少・様変わりしている。

千葉工業大学においても、「土木工学科」と「建築学科」が合併して、「建築都市環境学科」となった結果、カリキュラムの変更で、「水理学」の講義、演習、実験が減少することとなった。

このような理由で、「水理学」の主要事項に的を絞って、限られた講義時間内に演習や実験を取り入れるなどの工夫が必要となった。

2. 研究目的

本研究は、水理学の講義時間の枠内で、層流・乱流の状態を説明するために、机上で実験が行えるレイノルズ実験装置を設計・作成することを目的としている。

過年度に縦型タイプの机上型装置を作成したが、横型のより小さい装置を目指す。

視覚的に、層流・乱流の流況が分かりやすいことはもとより、講義室内の教卓上で簡便に実験できるように、運搬・組み立て・取扱いが容易な装置を設計・製作することを目指す。

3. 実験装置

(1) 装置の作成

水槽中にラッパ状に流入口が開いた管を水平に設置し、流入口から注射器・注射針を利用し色素の流れを注入して、流れの状態を観察する実験装置を作成した。

さらに今回、摩擦損失水頭を測るためのマノメーターも併せて作成した。

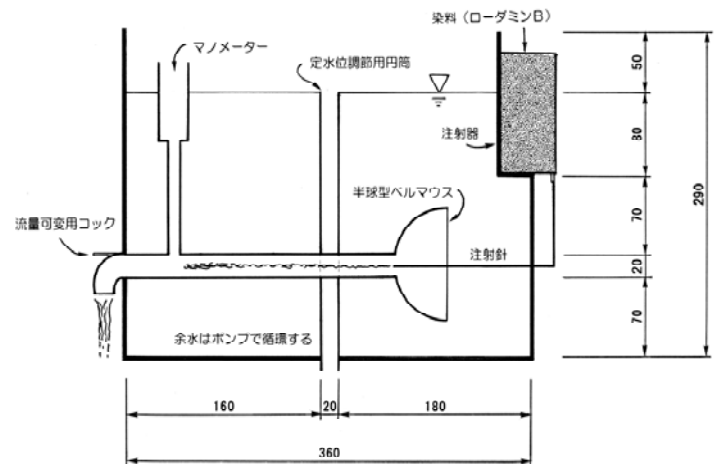


図1 実験装置概略図

(2) 使用する材料および器具

- ・ アクリルケース (36cm×16cm×29cm, 厚さ 0.2cm)
- ・ 貯水タンク (20ℓ)
- ・ レバー付蛇口
- ・ ろうと
- ・ 水中ポンプ
- ・ アクリル管 (内径 1.8cm、2.0cm、3.5cm, 厚さ 0.2cm)
- ・ 注射器
- ・ 着色液 (ローダミンB)

流水を観察する管は、内径 2.0cm の透明アクリル管を用い、水槽内に固定した。内径 1.8cm のアクリル管は摩擦損失水頭を視覚化するために、マノメーターとして利用した。上部の内径は 3.5cm に拡大し、乱流時の水面振動を低減させることとした。



図2 マノメーター

キーワード 水理学, 机上型実験装置, 層流・乱流, レイノルズ数

連絡先 〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 工学部 建築都市環境学科

Tel: 047-478-0446 E-Mail: shinoda@ce.it-chiba.ac.jp

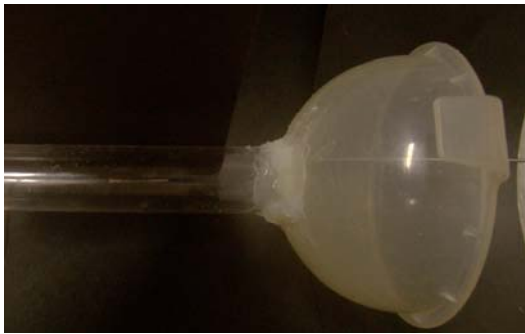


図3 ベルマウス

4. 実験方法

水中ポンプを使用して、満水させた底部貯水タンクの水を上部の水槽（レイノルズ測定装置）に循環させる。水の循環を定常的にして、上部水槽の水位を一定にする。

着色液を注射器に入れて、アクリル管の入口中心部へ静かに連続的に流し込む。

アクリル管出口の蛇口のレバーを徐々に開いて、管内に流れをおこし、流速を少しずつ増加させ、調節しながら、層流・乱流状態を観測する。その際、流量と摩擦損失水頭を測定する。

5. 実験結果

(1) 層流・乱流の観察

着色液を使って、層流・乱流状態を目視することができた。



図4 層流(Re=490)

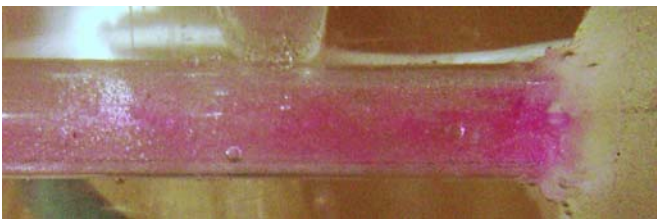


図5 乱流(Re=3650)

(2) レイノルズ数の測定

本装置における実験結果を、表1に示す。図4・図5の流況とレイノルズ数関係から、ほぼ一般的な流況範囲に入っているといえる。

(3) 摩擦損失水頭

一例として、層流状態(Re=490)で0.5mm、乱流状態(Re=3650)で12mmの摩擦損失水頭の値を得た。

一方、摩擦損失係数は、

(層流) $f = 0.13$ ($f=64/Re$)

(乱流) $f = 0.045$ (Moody 図より、滑面乱流)

が得られるが、損失水頭の実測値からダルシー・ワイズバッハの式を用いて摩擦損失係数を逆算した値とは、層流・乱流とも大きな差異が生じた。簡易目盛りによる目視で水頭を測定しているため誤差が大きいこと、また越流水深などに対応できていないためと考えられる。

6. 今後の課題

レイノルズ数測定装置と下部の貯水タンクは、ポンプを用いて水を循環させているので、時間の経過とともに着色液によって水が汚染されてしまう。そのため、長時間の実験に耐えられない。着色液の拡散濃度が薄い時間内に制限時間を設け、その時間内で、手際よく実験を行うことが必要である。

表1 レイノルズ数計測実験結果の一例

気温	10℃	水温	6℃	動粘性係数	0.0147cm ² /s
流況	流量 $Q=V/t(\text{cm}^3/\text{s})$	流速 $v=Q/A(\text{cm}/\text{s})$	レイノルズ数 $Re=vD/\nu$	流速の平均値 $v_m(\text{cm}/\text{s})$	レイノルズ数の平均値 Re_m
層流	11.30	3.60	490	3.40	462
	10.60	3.38	458		
	10.10	3.21	437		
乱流	84.30	26.83	3650	26.37	3588
	82.00	26.10	3551		
	82.20	26.19	3563		