

机上型水理学実験装置の作製

千葉工業大学 学生員 宮本 潤一
千葉工業大学 学生員 峰岡 一成
千葉工業大学 正会員 篠田 裕

1. 研究の背景

大学受験生の「土木工学」離れが進んだためか、大学学部における「土木工学科」からの名称変更が相次ぎ、その結果三力と称される「構造力学・土質力学・水理学」の学科目名も変更、講義時間数の削減という事態が進みつつある。本学もその例に漏れず、「土木工学科」と「建築学科」が合併して、「建築都市環境学科」に衣替えし、「水理学」の講義6単位、演習1単位、実験4/5単位が、講義2単位、実験2/4単位に激減することとなった。こうした状況下では、「水理学」の主要項目に的を絞り、講義内で演習・小実験を実施するなどの工夫が必要となった。

2. 研究目的

本研究は、水理学の講義の中で、ベルヌーイの定理の最もポピュラーな応用例としてのオリフィスからの流出・トリチェリの定理を説明するために、教卓上で簡単に行なうことができるオリフィス実験装置を設計・製作することを目的とする。運搬・組立・取り扱いが簡単で、水理現象が視覚的にも分かり易く、実験結果をまとめやすい装置を作製する。さらに、実際に数回の実験を実施して、その結果をノートパソコンに入力すると、直ちに流速係数・流量係数の結果を得ることができ、EXCELを用いたデータ整理やPower Pointを用いて教室内で説明することのできるプログラムを作成する。

3. 実験装置説明

図1のように、オリフィスを設けた水槽とは別に給水用の水槽を設け、そこにポンプを用いて給水を行う。朝顔型越流孔を有する定水位給水槽に蓄えられた水が、ホースを通りオリフィス水槽へと供給される。このとき、オリフィス水槽の水位は、給水用水槽の越流孔の上縁となり、水槽の位置をラボジャッキを用いて上下させることで水位を可変することが出来る。

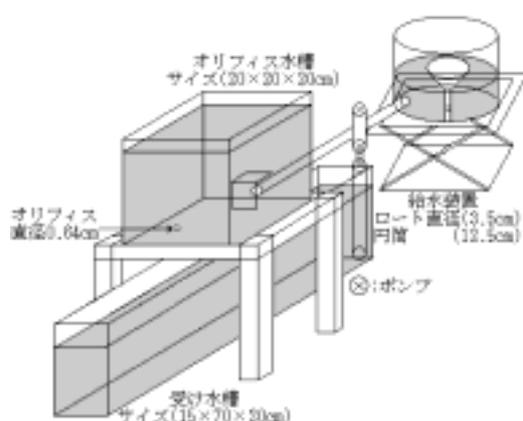


図1 実験装置

4. 実験方法

水槽に設けられたオリフィスからの流出量および流出時間を、以下の方法で測定する。

4.1 水位を一定とする場合

任意の水位(H)で、水位が変化しないことを確認しながら、オリフィスからの流出量(V)と測定時間(t)を計時する。水位を変化させて、同様の実験を行い、以下の計算式によりまとめる。

Q: 単位時間当たりの流出量とすると

$$Q = V / t$$

C: 各水位に対する流量係数とすると

$$C = Q / a\sqrt{2gH} \quad \text{ここに、} a: \text{オリフィス面積、} g: \text{重力加速度}$$

キーワード: オリフィスの実験装置、流量係数、流速係数、机上型水理実験装置

連絡先: 〒275-8588 習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 工学部 土木工学科 TEL 047-478-0466

4.2 水位を変化させる場合

オリフィス水槽の水位を最高水位に設定、オリフィスの中心までの水深を i 等分し（本実験では 7）、給水を停止して水位が分割水位に達時間（ t ）を測定する。

測定した（ t ）を次式に代入し、流量係数を求める。

$$C = (2A / at\sqrt{2g}) \times (\sqrt{H_i} - \sqrt{H_{i+1}}) \quad \text{ここに、} A : \text{水槽断面積、} H : \text{水位}$$

5. 実験装置の緒元と実験結果

本研究で製作した実験装置のオリフィスの直径は 0.64cm、オリフィス水槽の断面積 400 cm²、水槽の高さは 20 cm である。オリフィスの中心は、水槽の底から 2 cm に位置する。この装置を用いて 水位一定の場合、 水位変化させる場合で実験を試みた。

5.1 水位一定の場合

水位を任意の位置に決定し、10 秒間の流出量を測定した。図 2 に水位と流量係数の関係を示す。

5.2 水位変化する場合

机上型実験装置のため、余裕高さを 2 cm として水位 18 cm から 2 cm 間隔で測定した。図 3 に水位と流量係数の関係を示す。

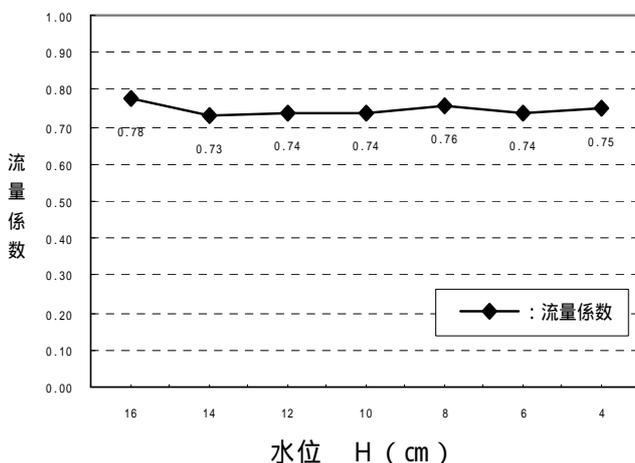


図 2 流量係数（水位変化）

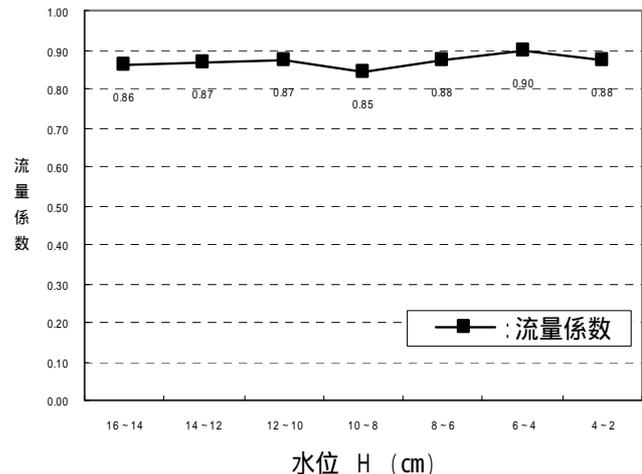


図 3 流量係数（水位一定）

6. 結果のまとめ

今回の机上での模擬実験では、 水位一定の場合、7 点で計測した結果、一点につき 10 秒間であるが、水位を安定させるのに時間がかかり、およそ 15 分かかる。 水位変化の場合で 4 分間の時間を要した。測定値からの流量係数の計算は、データを入力すると即座に求まるが、ほぼ予想通りの結果を得た。予想通りとは、流量測定や計時の精度は、人為的な操作による誤差が入ることを防ぐことが出来ないということである。

この実験は、トリチェリの定理の理解と、小孔からの水の流出という現象を結びつけることが主たる目的なので、実験時間の短縮と、測定結果の変動が少ない条件ということで、水位一定の場合の 2 ~ 3 ケースを実験、その他は説明により対応することが良いと考えられる。

7. 今後の課題

「水理学」の講義の中で、的を絞って机上実験を行なう主要項目として、何を取り上げるかが、最も根源的な課題であろう。

