

机上型水理実験装置の作成 (3)

— 小型開水路の実験装置 —

千葉工業大学工学部 学生員 ○二川 純一
 千葉工業大学工学部 学生員 齊藤 清人
 千葉工業大学 講師 正会員 篠田 裕

1. はじめに

近年、他の多くの大学でも行われているが、本大学の学科統合・再編によるカリキュラム変更の影響で、土木工学における水工学に関係する単位も減少することとなった。水理学実験の単位も含まれており、その対応も必要なのではないかと考え、机上型実験装置の制作を行うこととした。

水理学の講義中に、教卓上に設置された開水路を利用し、実際にさまざまな流れを観察しながら、その理論的な説明をすることは、水理現象に対する理解や興味を、より短時間で深めることになる。

本研究では、常流・限界流・射流・跳水現象といった流れを、教卓上で再現できる開水路実験装置を製作することを目的とする。設計に際しては、運搬・組み立て・取り扱いが簡単で、水理現象が視覚的にも分かりやすいことを目標とする。さらに、その場で実測した水量をノートパソコン上の表計算ソフトに入力すると、直ちにフルード数の計算結果を得るように、EXCEL を用いたデータ整理システムを構築するとともに、Power Point を用いて開水路の実験を説明できるようにもする。

2. 開水路の作成

3mm 厚の透明アクリル樹脂板を使用した。水を循環するためには小型の水中ポンプ (吐出量 430 cm³/s) を利用した。開水路のサイズは 5 × 100 × 15cm 開水路上流端の給水槽は 5 × 5 × 30cm、貯水槽のサイズは 10 × 98 × 18cm となっている。水路下流方向から見た装置概略図を、図 1 に示す。

常流・射流・跳水を発生させるために、標準越流頂の一つであるハロルド曲線を図 2 のように定め、アクリルブロックから削り出した。数回の試行実験の結果から、設計水頭は 5.04cm としている。

越流頂の断面形状は、自由越流時になるべく大きい流量係数が得られ、しかも越流時に危険な負圧を発生させないという条件を満たすために、多くの場合刃形せきの自由ナップの下側曲線形状に一致させた標準型越流頂が採用される。

$$\frac{y}{H_d} = 0.5 \left(\frac{x}{H_d} \right)^{1.85} \dots (1)$$

H_d : 設計水頭

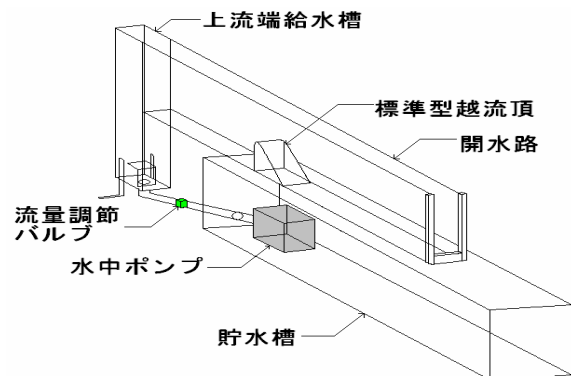


図 1 装置概略図

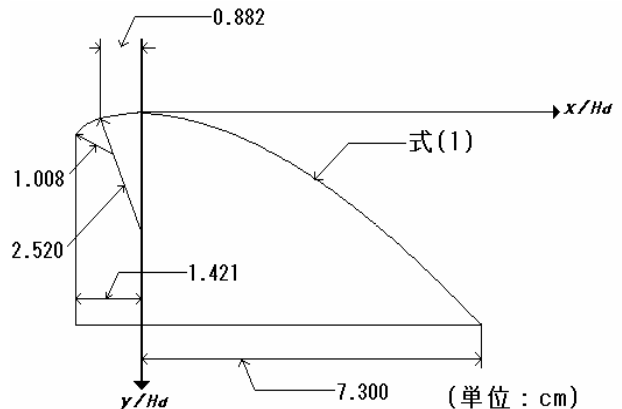


図 2 ハロルド曲線型標準越流頂

キーワード：机上型水理実験装置、開水路の実験、常流、射流

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 047-478-0446

3. 机上型実験装置による実験

3.1 実験方法

流れが定常的になったら、流量 Q を測定する。流れの状況を観察して、断面 1・C・2・3 の位置を定め、水深 $h_1 \cdot h_c \cdot h_2 \cdot h_3$ の各々について、左・中・右側線で測定し、平均値を求める。流量 Q を再度測定して、実験開始時の流量と比較し、流量変化が許容範囲内であることを確認する。必要に応じて、～ の手順を繰り返し、常流から射流、射流から常流への状況の変化を観察する。

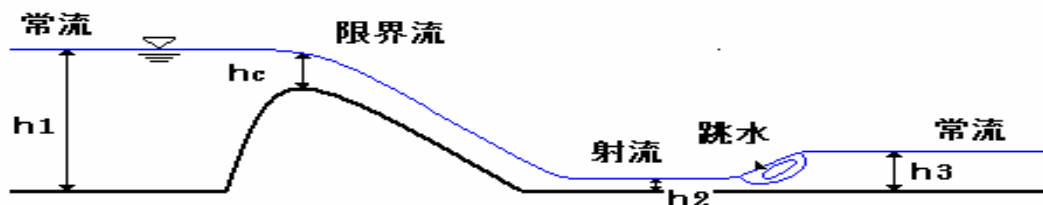


図3 測定点

3.2 実験結果

実験結果は表 1 のようになり、実験中のせき付近の様子を図 4 に示す。

表 1 実験結果の一例

水路幅 B cm	5				
ダムの高さ Z_0 cm	5				
流量 Q cm ³ /s	285.3				
	平均水深:h (cm)	平均流速:v (cm/s)	比エネルギー:Hs (cm)	比力:Fs (cm ³)	フルード数:Fr
h_1	7.128	8.005	7.161	129.363	0.096
h_c	1.495	38.167	2.238	16.699	0.997
h_2	0.688	82.896	4.194	25.317	3.192
h_3	2.988	19.094	3.174	27.884	0.353

4. 講義の支援システム

表 1 は、EXCEL を用いてデータ整理を実施したものである。さらに PowerPoint を用いて、教室内で理論式等を示すことによって理解を高める工夫をした。

5. 結果のまとめ

今回製作した机上型開水路および支援ソフトは、視覚的にも水理現象を確認することができ、速やかにフルード数が計算出来るので、実際の授業中に教室内で充分使用することが可能だと考える。しかしスケールの大きな開水路の現象と比較すると、跳水の特徴でもある空気を巻き込み連行していく現象が弱かった。これは小型化によるどうしても避けられない点であると感じた。

今後の課題としては、流量測定システムを使うために習熟が必要なので、より簡単なものにするなどがあり、現在も改良中である。

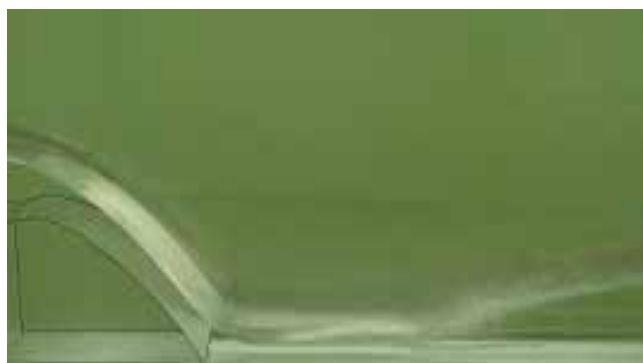


図4 せき付近の図