

実験項目： 1 . オリフィスの流出実験

基本事項：

図 1-1 のように、水深 H に比べてオリフィスの大きさが小さい場合、つまり水深の影響がない場合は、オリフィスからの流出速度はどの部分をとっても等しいと考えられる。このようなオリフィスを小オリフィスという。

水面 とオリフィスから流出する点 についてベルヌーイの定理を適用すれば、 $\frac{v^2}{2g}$ は速度水頭、圧力水頭が 0、 H は圧力水頭、位置水頭が 0 となる。

$$\frac{0^2}{2g} + H + \frac{0}{\rho g} = \frac{v^2}{2g} + 0 + \frac{0}{\rho g} \quad (1-1)$$

したがって、 $H = v^2/2g$ から

$$v = \sqrt{2gH} \quad (1-2)$$

この式を、トリチェリーの定理という。

しかし、実際には水の粘性のため摩擦によるエネルギー損失があるので、**流速係数** C_v を乗じて修正する必要がある。

すなわち、

$$v = C_v \sqrt{2gH} \quad (1-3)$$

この流速係数 C_v は、実験によると $C_v = 0.96 \sim 0.99$ となる。

オリフィスの流出付近では、水槽の水は流出口に集まってくるので、慣性による縮流が生じ、しだいに断面の面積が減少し、やがて最小断面積となる場所が生じる。この最小断面積の部分を**vena contracta**という。

とくに円形のオリフィスでは、直径 D の約 $1/2$ の所でこの現象が見られる。したがって、実際のオリフィスの断面積 a よりも流出断面積 a_0 は小さく、**収縮係数** C_a を掛けて $a_0 = C_a a$ となる。ゆえにオリフィスの流量は次のようになる。

$$Q = a_0 v_0 = C_a a C_v \sqrt{2gH} = C_a C_v \sqrt{2gH} \quad (1-4)$$

ただし、 C_a :収縮係数 ($C_a = 0.6 \sim 0.7$)

C :流量係数 ($= C_a C_v$)

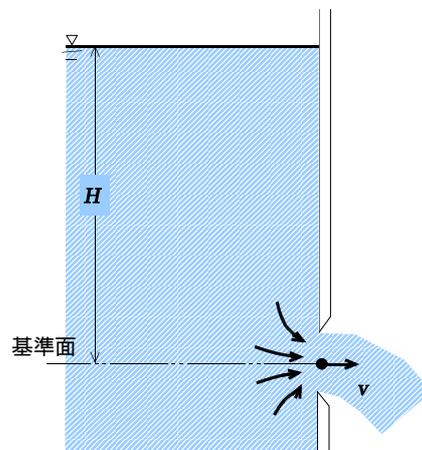


図 1-1 小オリフィス

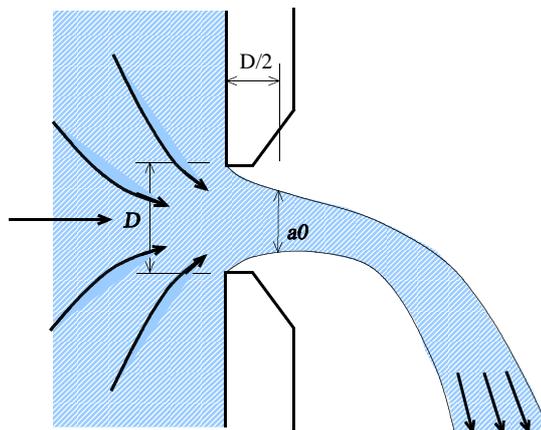


図 1-2 vena contracta

目的：

オリフィスにベルヌーイの定理を適用して計算した理論流量と、測定流量の両方からオリフィスの流量係数を求め、比較検討する。

使用設備および器具：

- ・水槽
- ・ストップウォッチ
- ・バケツ
- ・メスシリンダー

実験要領：

A.定水位実験

1. オリフィスの形状、大きさを測定する。
2. 水槽オリフィスの下端に水面を合わせて水位を読み取る。
3. オリフィスを閉じ、オリフィスの中心位置よりの高さ H_1 まで水面をあげる。
4. オリフィスのせんをとりはずし、ここからの流出量に等しい量を水槽上方から補給し、水面を常に H の高さに一定させておく。
5. オリフィスからの流出量を t 秒間バケツでとり、メスシリンダーで容量 (V) を求める。
6. 同じ水位について 3 回測定する。
7. 水位を 50,45,40,35,30,25,20,15,10,5cm とかえて、同じ測定をする。

B.変水位実験

1. A の実験と同じようにして、オリフィスの中心より H_1 の高さまで水面をあげる。
2. H_1 の水位を 10 等分し、 H_2, H_3, \dots, H_{10} とする。
本実験では $H_1=50\text{cm}$, $H_2=45\text{cm}$, $H_3=40\text{cm}$ とする。
3. オリフィスのせんをはずし、水面を H_1 から H_{10} まで連続して降下させ、途中、 H_2, H_3, \dots, H_{10} の各水面まで降下する時間 t を測定する。
4. 3 と同じ測定を 3 回繰り返す。

結果の整理：

A.定水位実験

1. 実測資料より、オリフィスからの単位時間の流出量 Q を求める。

$$A = V / t$$

ここに、 V :測定した水の容積

2. オリフィスの面積 a を計算する
3. (1-2)式より各水位の理論流速を求め、次式より流量係数 C を求める。

$$C = \frac{Q}{a\sqrt{2gH}} \quad (1-5)$$

ここに、 a :オリフィスの面積、 H :水頭

4. H/r を計算し, C を縦軸に H/r を横軸にグラフをかく.

ここに, r :オリフィス半径

5. 水位 H を縦軸に, 流量 Q を横軸にとり, $H-Q$ のグラフをかく.

B. 変水位実験

1. 縦軸に初期水位 H_1 から, 最終水位 H_{10} まで, 横軸に各水位の測定時間を取り, $H-t$ のグラフをかき, 水位がどのようにして低下したかを調べる.

2. 水位が H_i より H_{i+1} まで, 降下するのに要する時間 t は次式で求められる.

$$t = \frac{2A}{a \cdot C \sqrt{2g}} \left(\sqrt{H_i} - \sqrt{H_{i+1}} \right) \quad (1-6)$$

ここに, A :水槽水平断面積

3. 1 で書いたグラフに A . 定水位試験の場合の C (平均値) を使って, t を (1-6) 式で求めて書き込み比較せよ.

レポート必須事項:

定水位実験データ

変水位実験データ

定水位実験結果に基づく $Q \sim H$ 図

変水位実験結果に基づく $H \sim t$ 図

流量係数と H/r の関係