

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

流體力學試驗報告

第三章 銳緣堰流量試驗

sharp crested weir flow test

作者：吳依昕、徐瑜澤、林欣潔

系級：水利工程與資源保育學系

學號：D0676262、D0668984、D0676289

開課老師：許少華 老師

課程名稱：流體力學試驗

開課系所：水利工程與資源保育學系

開課學年：108 學年度 第1學期

摘要

水堰在水利工程中，可以量測明渠控制斷面的流量。於自來水公司的淨水廠以及污水處理廠中也常用堰來估計水的處理量。本試驗乃人工渠道水堰的縮小版。通過量測上游水位，堰口高差等便可通過計算式得到其理論流量。通過比較不同形狀下的理論流量和實際流量，便可知流量係數的大致範圍。

本試驗必須配合水力試驗台，水自試驗台出水口流出，經儀器底下流入，堰口上游部分以一平板分為兩個部分，堰口左邊為靜水箱，平板右方為進水箱。水自出水口流入后，沿管往上流入進水箱。在平板中央處有一孔口，以一透明軟塑料管與箱外透明量水桶底之孔口相連接，因連通管原理，靜水箱與量水桶保持在同一高度上。量水堰板以螺絲固定於支架板上，堰口下游為一底板略傾斜之集合水箱，自堰口溢流水后，從箱底下之孔口，經一透明塑料軟管，自量水孔口流回堰口流量試驗而構成一個循環。

通過對不同堰板的流量係數進行比較會發現，不同堰板流量係數不同，但正反方向的流量大致相同，后得知因為本試驗儀器較小所以正反沒有產生較大差異，若如果在實際大型設備上，會有顯著的一個差異。同時我們將數據進行回歸分析會發現，梯形堰口的流量係數會介於矩形與三角形之間。

關鍵字： 束縮係數、理論流量、銳緣堰

Abstract

In a water conservancy project, a weir can measure the flow on the control section of an open channel. Weirs are also commonly used in water purification companies and sewage treatment plants of water companies to estimate the amount of water treated. This test is a reduced version of the artificial channel weir. By measuring the upstream water level, the height difference of the weir mouth, the theoretical flow can be obtained through calculation formulas. By comparing the theoretical flow and actual flow under different shapes, the approximate range of the flow coefficient can be known.

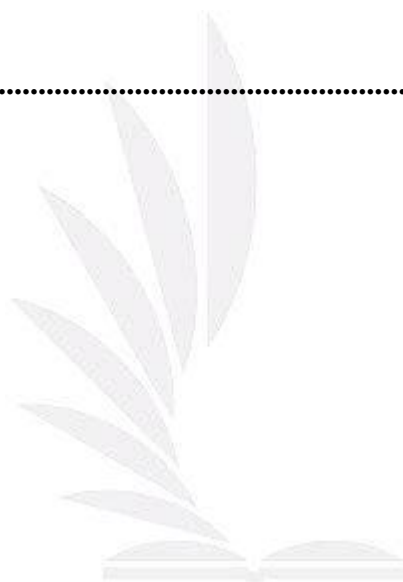
This test must be matched with a hydraulic test bench. Water flows from the test bench's water outlet and flows under the instrument. The upstream part of the weir is divided into two parts by a flat plate. The left of the weir is a static water tank and the right of the flat is an inlet tank. After the water flows from the water outlet, it flows up into the water tank along the pipe. At the center of the flat plate, there is an orifice, which is connected to the orifice of the bottom of the transparent measuring bucket outside the tank by a transparent soft plastic pipe. Due to the principle of the connecting pipe, the static water tank and the measuring bucket are kept at the same height. The water measuring weir plate is fixed to the support plate with screws. A weir water tank with a slightly inclined bottom plate is located downstream of the weir opening. After the water overflows from the weir opening, it flows from the opening under the tank through a transparent plastic hose to measure the water opening. Flow test to the weir mouth constitutes a cycle.

By comparing the flow coefficients of different weir plates, it will be found that the flow coefficients of different weir plates are different, but the flow in the forward and reverse directions is approximately the same. It was learned that because the test instrument is small, there is no large difference between the positive and negative. There is a significant difference in actual large equipment. At the same time, we perform regression analysis on the data to find that the flow coefficient of the trapezoidal weir will be between the rectangle and the triangle.

Keyword : Cc 、 Theoretical flow 、 Sharp crested weir

目 次

一、試驗目的.....	4
二、試驗原理.....	4
三、試驗儀器.....	6
四、試驗之方法與步驟.....	7
五、實驗數據結果.....	8
六、問題與討論.....	11
七、參考文獻.....	16



一、試驗目的

水壩在水利工程中，可以量測明渠流控制斷面的流量，自來水公司的淨水廠及污水處理廠中也常用堰來估計水之處理量。銳緣堰流量試驗乃是人工渠道中水堰的縮小版，量得堰口上游的水位高度便可由理論之其流量。並可比較不同形狀的銳緣堰之理論流量與實際流量之差異，即流量係數之大致範圍。

二、試驗原理

基本假設：

1. 水流邊界層之形成，僅侷限於堰之垂直邊壁。
2. 堰頂上游漸進流速 V_0 為等速流。
3. 經堰口流出，在水舌上、下緣之靜水壓力為零。
4. 忽略流體黏滯性、紊流及二次流等影響。

假設能量損失可忽略

$$E_0 = E_1$$

$$H + \frac{v_0^2}{2g} = (H - h) + \frac{v_1^2}{2g}$$

理論流速

$$V_1 = \sqrt{2g\left(h + \frac{v_0^2}{2g}\right)}$$

理論流量

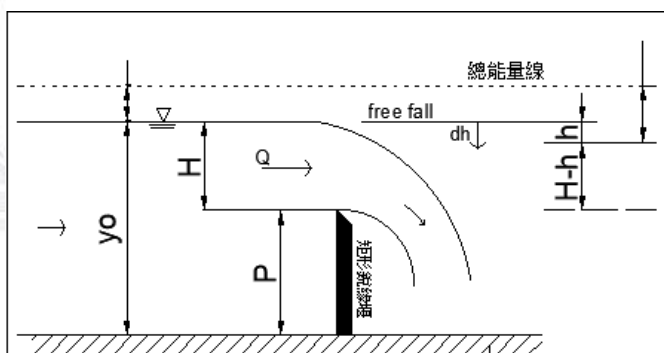
$$dQ = V_1(dA)$$

$$Q = \int_0^H \sqrt{2g\left(h + \frac{V_0^2}{2g}\right)} (L \times dh) = L\sqrt{2g} \int_0^H \sqrt{h} dh$$

經驗公式

$$C_d = 0.611 + 0.08 \frac{H}{P}$$

$$\text{適用範圍 } \frac{H}{P} \leq 5.0$$



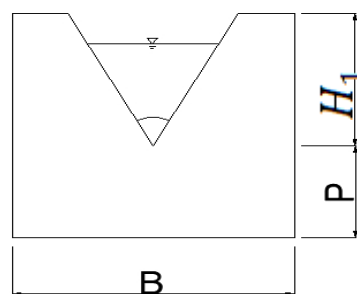
(圖 1) 銳緣堰剖面圖

三角形堰：

$$Q = \frac{8}{15} C_d \sqrt{2g} \tan \theta H_1^{\frac{5}{2}}$$

$$C_d = fn(\theta)$$

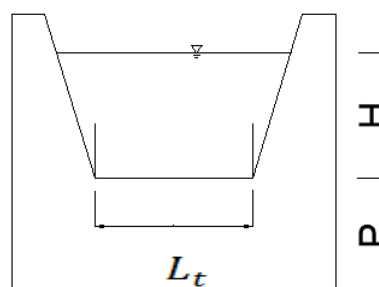
for $2\theta = 90^\circ$, $C_d = 0.58$



(圖 2) 三角形堰版

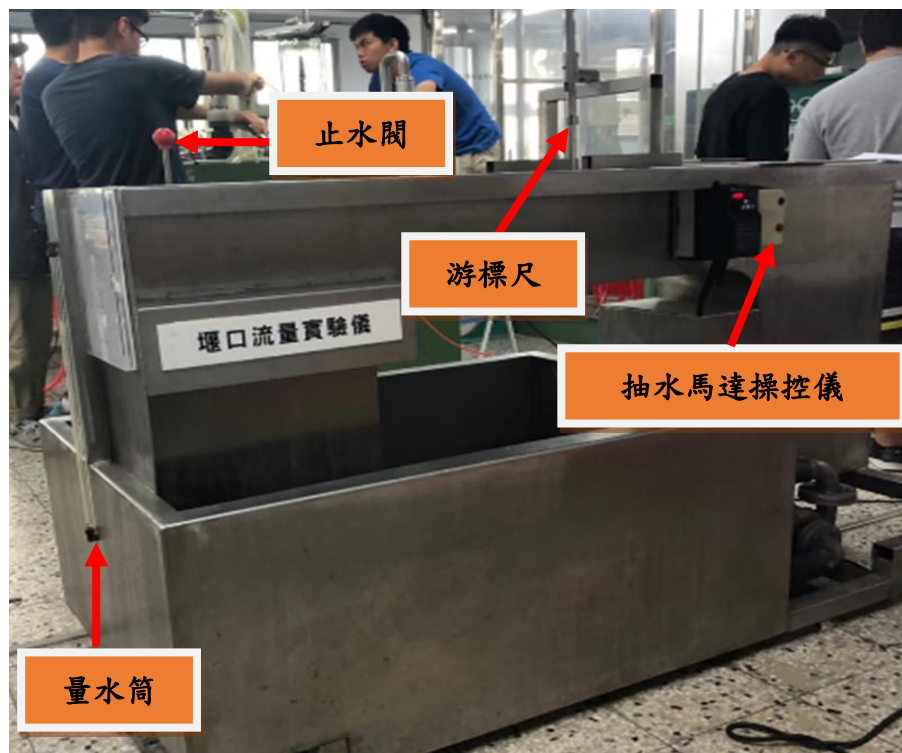
梯形堰：

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} H_1^{3/2} (L_1 + \frac{4}{5} H_1 \tan \theta)$$



(圖 3) 梯形堰版

三、試驗儀器



(圖 4) 堰口流量試驗儀



(圖 5) 矩形堰板

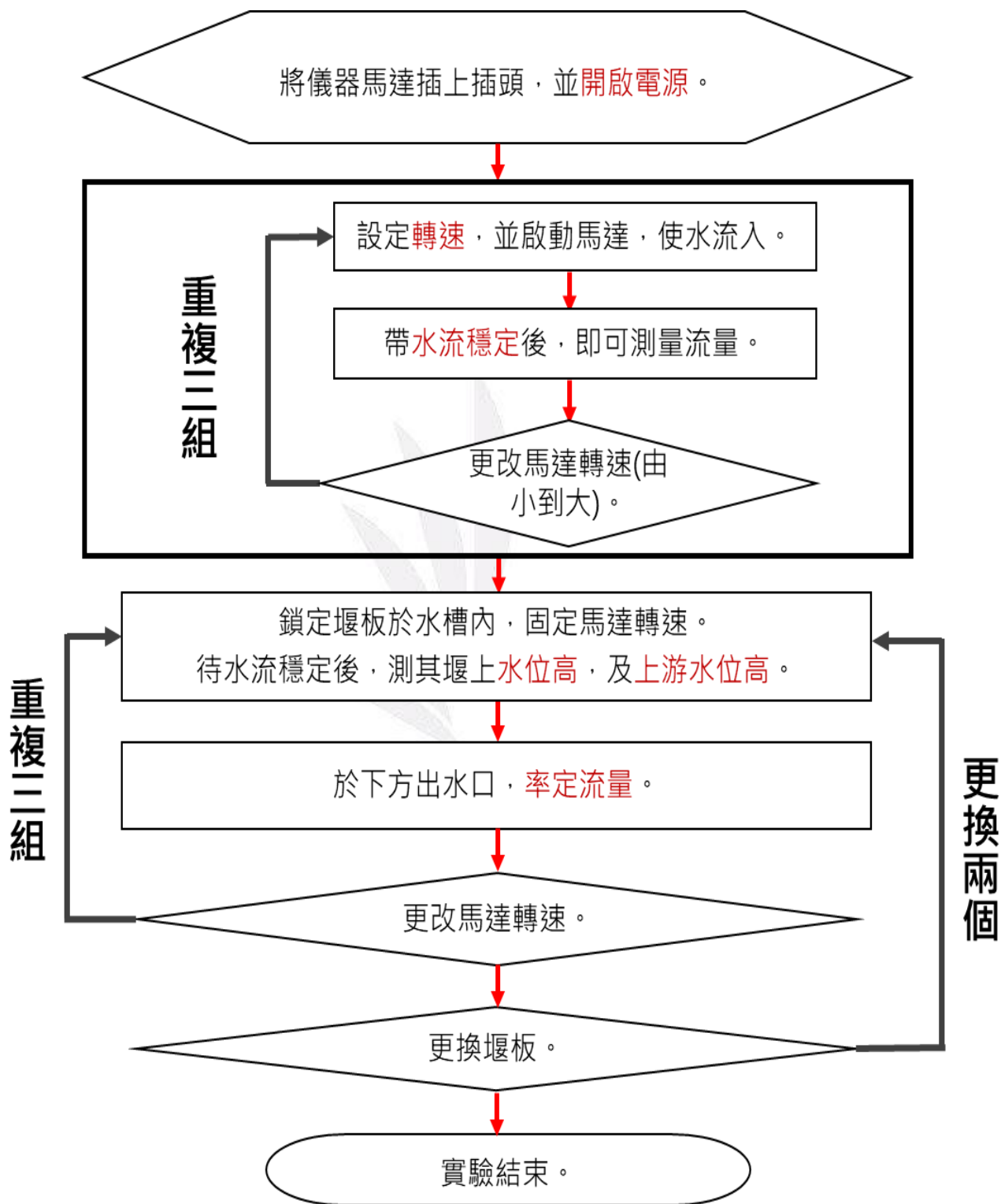


(圖 6) 三角形堰板



(圖 7) 梯形堰板

四、試驗之方法與步驟：



五、實驗數據結果

蓄水面積=1600 cm²

表 1 流量率定紀錄表

試驗次數	馬達讀數	率定時間(sec)	蓄水水位差(cm)	流量(cm ³ /s)
1	22	10.29	0.1	0.016
2	24	8.85	0.1	0.016
3	26	7.99	0.1	0.016

表 2 矩形正面堰口流量試驗紀錄表 (尖的朝下)

試驗次數	上游水位(cm)	上游水位高 y ₀	堰口高差 H(cm)	率定時間(sec)	蓄水水位差(cm)	流量(cm ³ /s)	Cd
1	0.079	0.153	0.032	12.640	0.1	0.0013	0.550
2	0.076	0.156	0.035	9.270	0.1	0.0018	0.601
3	0.073	0.159	0.038	8.280	0.1	0.0019	0.643

表 3 矩形反面堰口流量試驗紀錄表

試驗次數	上游水位(cm)	上游水位高 y ₀	堰口高差 H(cm)	率定時間(sec)	蓄水水位差(cm)	流量(cm ³ /s)	Cd
1	0.081	0.151	0.035	10.910	0.1	0.0015	0.530
2	0.078	0.15	0.038	9.830	0.1	0.0016	0.555
3	0.076	0.156	0.040	8.170	0.1	0.0020	0.571

表 4 三角形正面堰口流量試驗紀錄表

試驗次數	上游水位 (cm)	上游水位高 y_0	堰口高差 H (cm)	率定時間 (sec)	蓄水水位差 (cm)	流量 (cm^3/s)	C_d
1	0.048	0.185	0.071	10.720	0.1	0.001	0.591
2	0.045	0.189	0.075	9.790	0.1	0.001	
3	0.041	0.192	0.078	8.580	0.1	0.002	

表 5 三角形反面堰口流量試驗紀錄表

試驗次數	上游水位 (cm)	上游水位高 y_0	堰口高差 H (cm)	率定時間 (sec)	蓄水水位差 (cm)	流量 (cm^3/s)	C_d
1	0.051	0.183	0.061	11.150	0.1	0.001	0.584
2	0.047	0.186	0.064	9.690	0.1	0.002	
3	0.044	0.190	0.068	8.480	0.1	0.002	

表 6 梯形正面堰口流量試驗紀錄表

試驗次數	上游水位 (cm)	上游水位高 y_0	堰口高差 H (cm)	率定時間 (sec)	蓄水水位差 (cm)	流量 (cm^3/s)
1	0.069	0.164	0.048	11.780	0.100	0.001
2	0.065	0.168	0.052	9.900	0.100	0.002
3	0.062	0.172	0.056	9.000	0.100	0.002

表 7 梯形反面堰口流量試驗紀錄表

試驗次數	上游水位 (cm)	上游水位高 y_0	堰口高差 H (cm)	率定時間 (sec)	蓄水水位差 (cm)	流量 (cm^3/s)
1	0.072	0.162	0.041	11.900	0.100	0.001
2	0.068	0.165	0.044	10.000	0.100	0.002
3	0.065	0.168	0.047	9.350	0.100	0.002

備註：

1. 梯形堰口流量無理論 Cd (流量係數)，但仍可進行迴歸出計算值。
2. $g = 9.81m/s = 981cm/s$
3. 堰口高差=上游水位高-堰板高



六、問題與討論

1. 繪製不同形狀堰口之實測 Log H 及 Log Q 關係圖，並利用最小平方法回歸方式計算各不同形狀之堰口的值，並與一般理論的差異，並討論之。

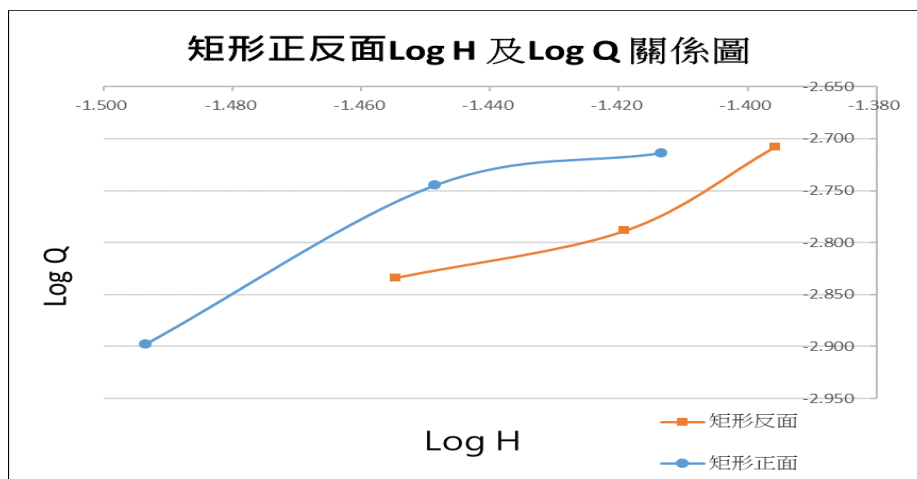


圖 8 矩形正反面 Log H 及 Log Q 關係圖

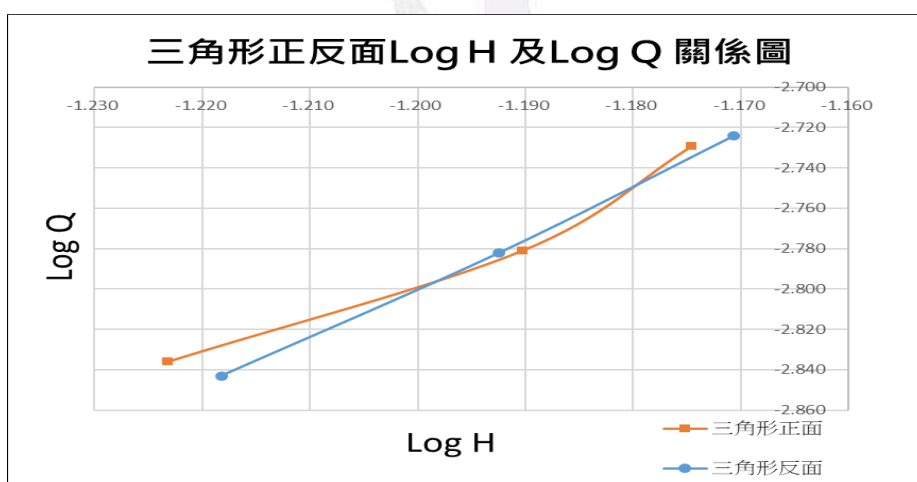


圖 9 三角形正反面 Log H 及 Log Q 關係圖

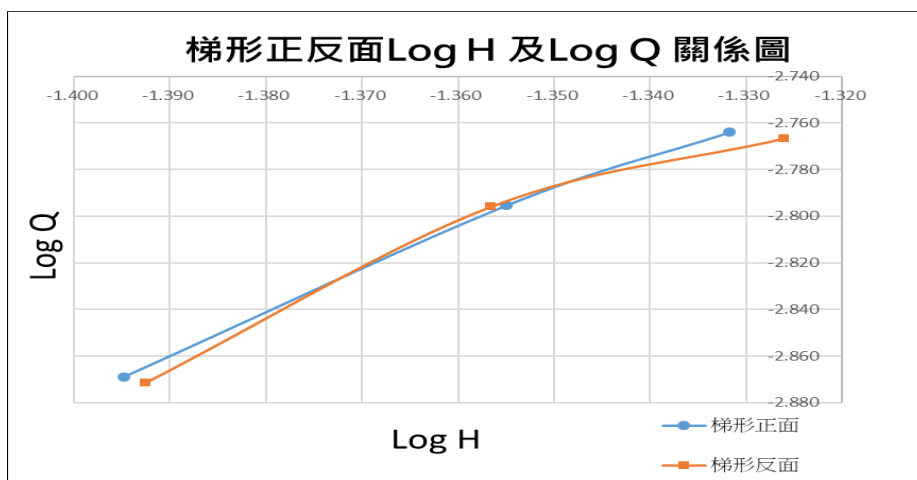


圖 10 梯形正反面 Log H 及 Log Q 關係圖

2. 利用所計算的值及量測之 H，根據式來計算流量，將計算流量與實際之流量做比較。

正面						反面					
試驗次數	堰口高差H	流量	理論流量	Cd(計算值)	誤差	試驗次數	堰口高差H	流量	理論流量	Cd(計算值)	誤差
1	0.032	0.00127	0.00150	0.550	0.15791	1	0.035	0.00147	0.00173	0.530	0.150755
2	0.036	0.00180	0.00176	0.601	-0.01991	2	0.038	0.00163	0.00196	0.555	0.16926
3	0.039	0.00193	0.00200	0.643	0.033371	3	0.040	0.00196	0.00213	0.571	0.079849

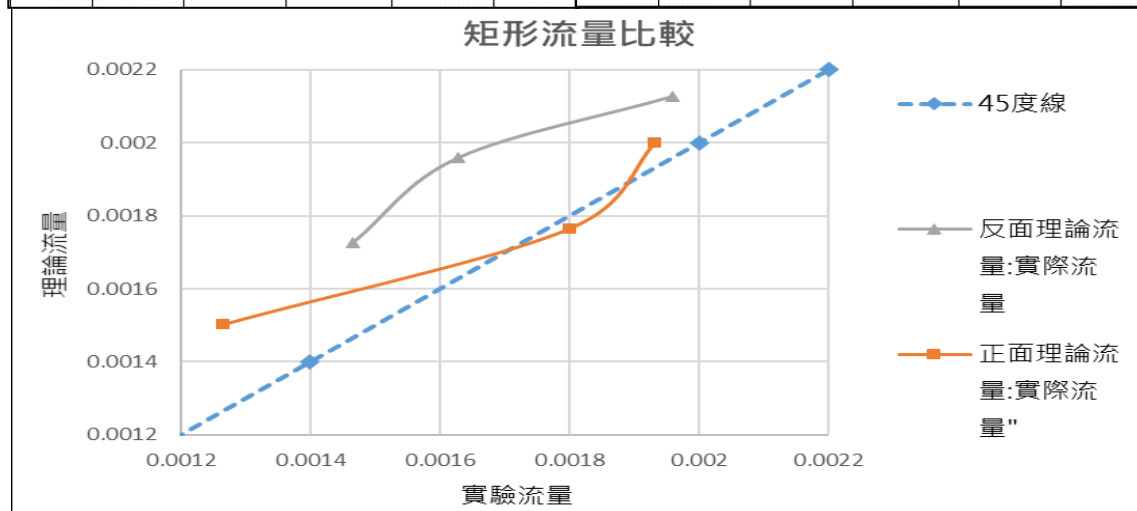


圖 11 矩形流量比較

正面						反面					
試驗次數	堰口高差H	流量	理論流量	Cd(計算值)	誤差	試驗次數	堰口高差H	流量	理論流量	Cd(計算值)	誤差
1	0.071	0.001	0.002	0.591	0.177498	1	0.061	0.001	0.001	0.584	-0.16327
2	0.075	0.001	0.002	0.591	0.280951	2	0.064	0.002	0.001	0.584	-0.15394
3	0.078	0.002	0.002	0.591	0.191269	3	0.068	0.002	0.002	0.584	-0.16329

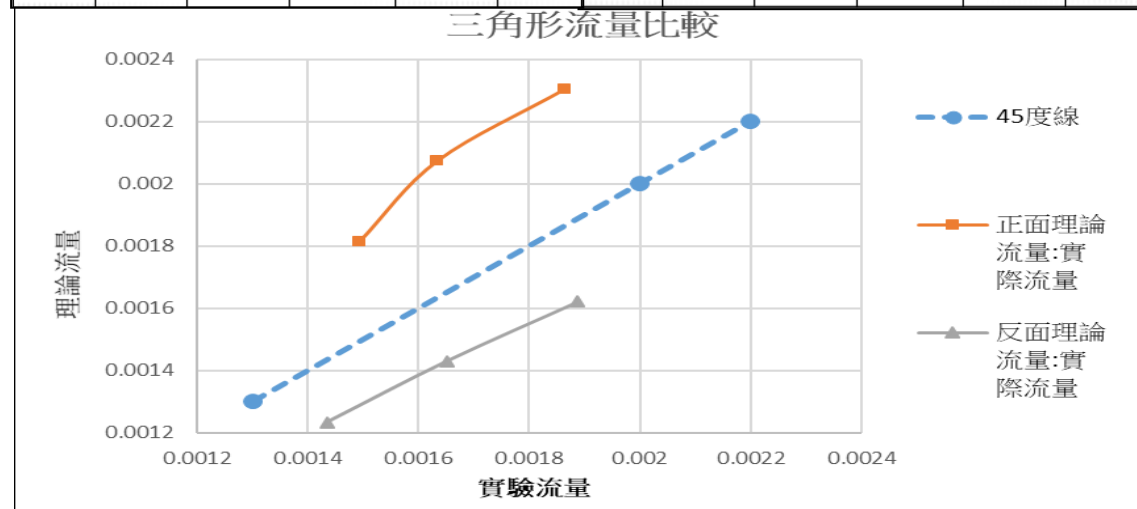


圖 12 三角形流量比較

正面						反面					
試驗次數	堰口高差H	流量	理論流量	Cd(計算值)	誤差	試驗次數	堰口高差H	流量	理論流量	Cd(計算值)	誤差
1	0.0480	0.0014	0.0021	0.5733	0.3557	1	0.0405	0.0013	0.0015	0.5482	0.0935
2	0.0520	0.0016	0.0024	0.5582	0.3200	2	0.0440	0.0016	0.0017	0.5349	0.0473
3	0.0555	0.0018	0.0026	0.5457	0.3217	3	0.0472	0.0017	0.0019	0.5233	0.0829

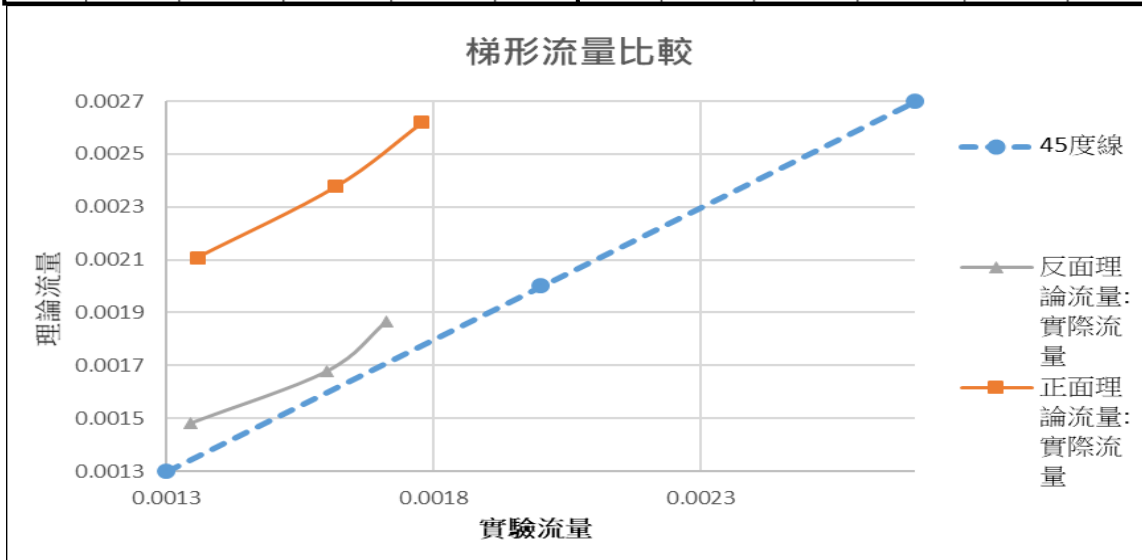


圖 13 梯形流量比較

3. 討論馬達轉速與實測流量建立之率定曲線，應用上使否有誤差，為什麼？

Ans:

1. 馬達運轉存在的損失（消耗成熱能）
2. 馬達轉速不穩定造成誤差
3. 儀器配件老化

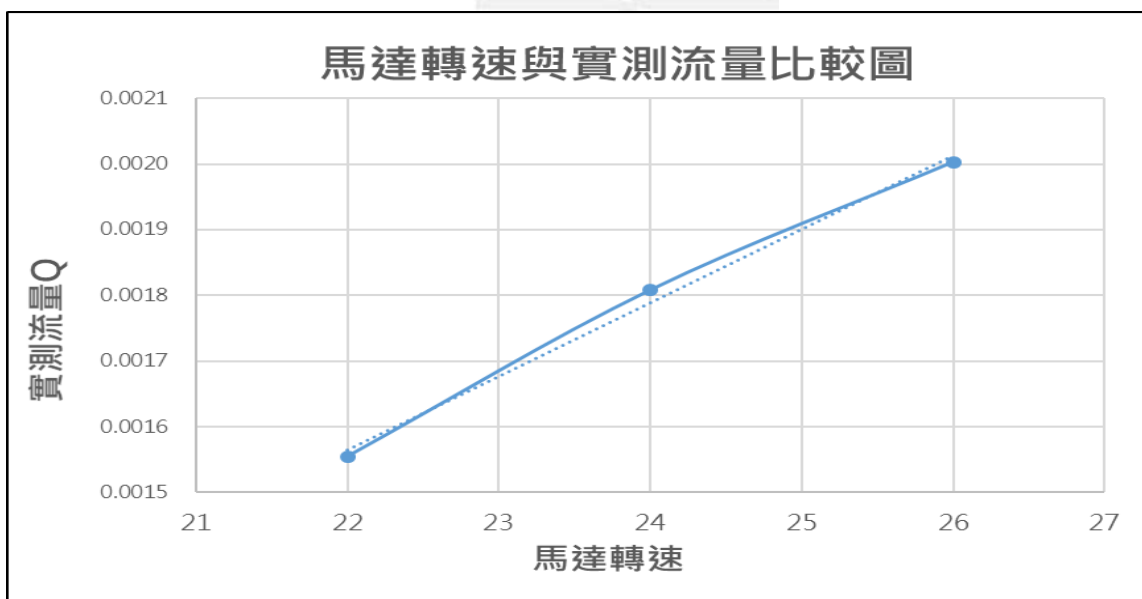


圖 14 馬達轉速與實測流量比較圖

4. 堰板若以反方向固定，流量是否有顯著差異？

Ans: 沒有明顯誤差。

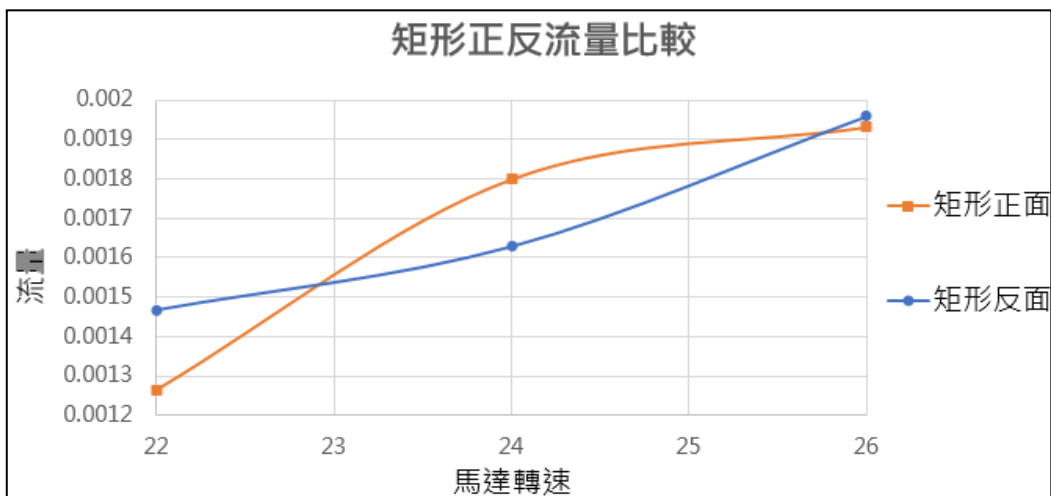


圖 15 矩形正反流量比較

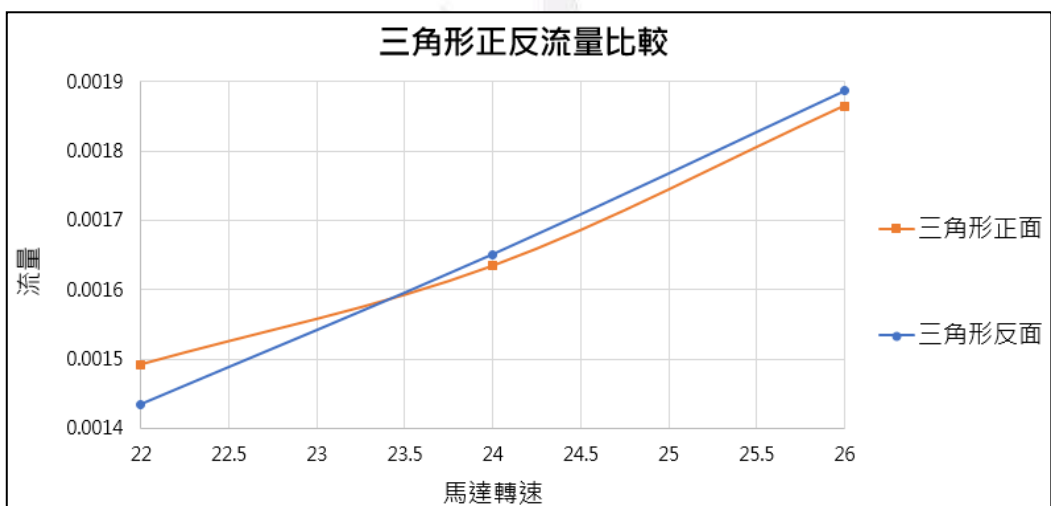


圖 16 三角形正反流量比較

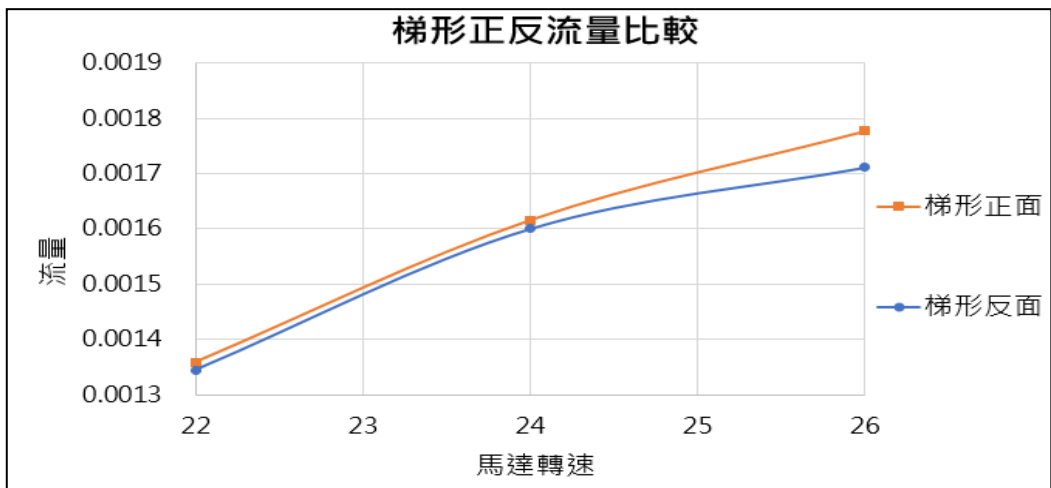
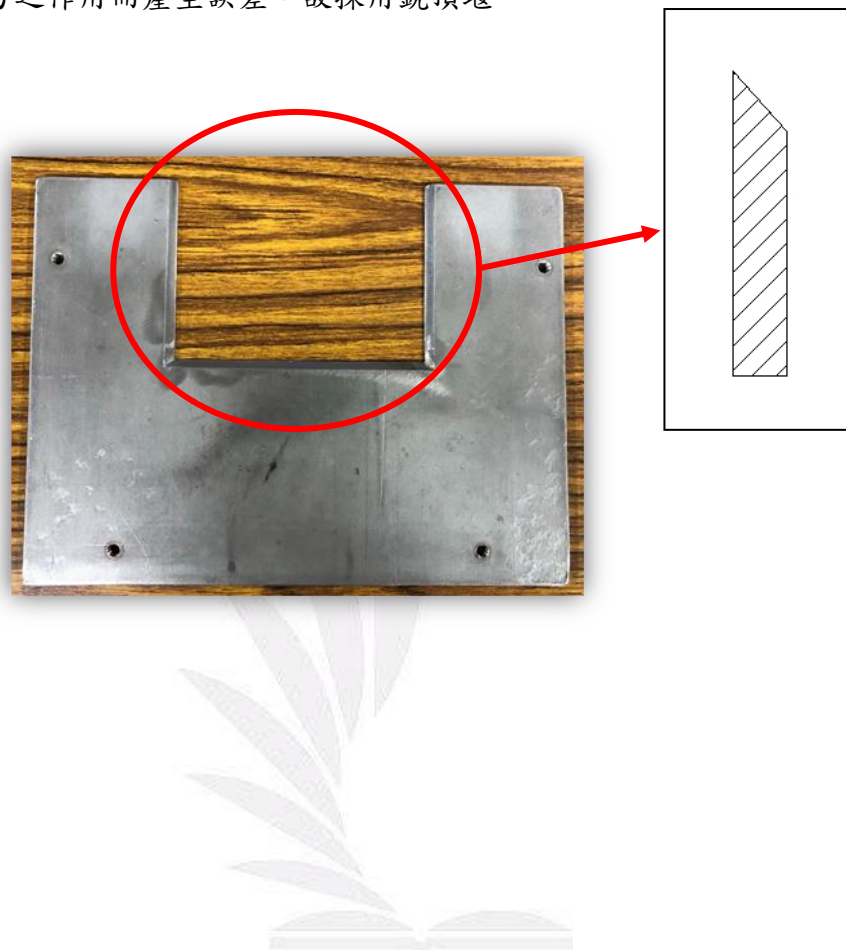


圖 17 梯形正反流量比較

5. 堰口邊緣為何都呈現尖銳狀？

Ans: 因為堰壁須與渠道及流體之趨近流向垂直。堰頂須水平，堰口邊緣，可似刀刃或薄片，務使水舌與堰頂之接觸僅成一線。避免水舌受黏度及表面張力之作用而產生誤差，故採用銳頂堰。



七、參考文獻

許少華(2008)，流體力學試驗手冊。

