

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

銳緣堰流量試驗

sharp crested weir flow test

作者：陳彥志、王柏崴、謝惠晴

系級：水利工程與資源保育學系三甲

學號：D0539584、D0539625、D0539655

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：107 學年度 第1 學期

中文摘要

水堰在水利工程中，可以量測明渠流控制斷面的流量，而於自來水公司的淨水廠以及汙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，如果量得堰口上游的水位高度便可由理論知其流量。並可比較不同形狀的銳緣堰之理論流量與實測流量之差異，亦即流量係數之大致範圍。

本試驗以堰口流量試驗儀進行量測，水自出水口流出，經儀器底下流入，堰口上游部分以一平板分成二部分，堰口左方為靜水箱，平板右方為進水箱。水自出水口流入後，沿管往上流入進水箱。在平板中央處有一孔口，以一透明軟塑膠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，自堰口溢流水後，從箱底下之孔口，經一透明塑膠軟管，自量水孔口流回堰口流量試驗儀而構成一循環。

從試驗數據堰板正反方向流量之比較，得知本次實驗由於儀器較小所以數據沒有較大的差異顯示，若應用在大型儀器或是實際水庫測量則會有顯著差異。依試驗數據藉由回歸分析，求得各堰板實驗的流量係數值，藉以比較實際與理論流量係數之差異，推求梯形堰口的流量係數應位於矩形與三角形堰板的流量係數之間。

關鍵字： 銳緣堰、堰口、流量係數

Abstract

In the water conservancy project, water weir can measure control section flow of the open channel flow, water purification plant and sewage treatment plants used weir to estimate the amount of water treatment. The sharp crested weir flow test is a smaller version of the weir in the artificial channel, measuring the height of the weir upstream water will know the theoretical flow.

Experimental equipment is weir flow tester, water flows from the water outlet and flows in from below the instrument, upstream to a plate divided into two parts. The left side of weir is stilling chamber, the right side of plate is water inlet chest. Due to the principle of connecting pipe, stilling chamber and gage tank kept at the same height. Weir plate screwed to the bracket plate, downstream weir is a slightly tilt collection tank, after the overflow water from the weir, the use of the bottom of the hole under the box, through a transparent plastic hose, water from the orifice back weir flow tester and constitute a cycle.

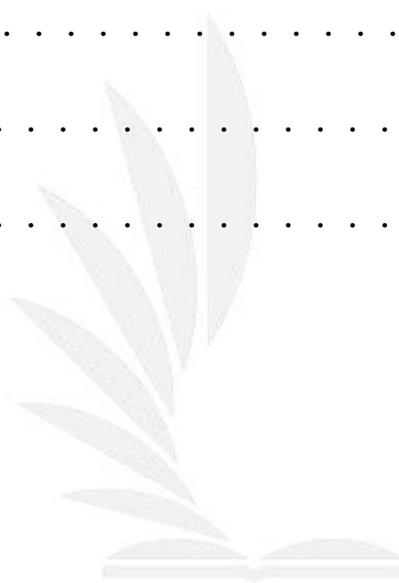
Comparison of the positive and negative flow of the weir from the experimental data shows that there is no significant difference in the data for this experiment due to the small size of the instrument, if used in large equipment or actual reservoir measurement will be significantly different.

According to the experimental data by regression analysis, determine the flow coefficient of each weir plate experiment, in order to compare the difference between actual and theoretical discharge coefficient, trapezoid weir discharge coefficient should be located the rectangular and triangular weir discharge coefficient.

Keyword : Sharp crested weir , Crest of weir , Discharge coefficient

目 次

中文摘要	1
英文摘要	2
試驗原理	4
試驗儀器簡介	5
試驗流程圖	7
試驗數據結果	8
問題與討論	10
參考文獻	17



一、試驗原理

基本假設：

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

理論公式之推導(以矩形堰為例)：

<能量方程式>

假設銳緣堰所造成的能量損失可忽略：

$$E_0 = E_1 \quad (3-1)$$

$$H + \frac{V_0^2}{2g} = (H - h) + \frac{V_1^2}{2g} \quad (3-2)$$

理論流速

$$V_1 = \sqrt{2g \left(h + \frac{V_0^2}{2g} \right)} \quad (3-3)$$

理論流量

$$dQ = V_1(dA) \quad (3-4)$$

$$dQ = V_1(L \times dh) = \sqrt{2g \left(h + \frac{V_0^2}{2g} \right)} (L \times dh) \quad (3-5)$$

$$Q = \int_0^H \sqrt{2g \left(h + \frac{V_0^2}{2g} \right)} (L \times dh) = L\sqrt{2g} \int_0^H \sqrt{h} dh \quad (3-6)$$

在真實流體中，由於水流受脈縮及重力加速度 g 之影響，使得水流通過堰頂時，該射流水舌會產生收縮及彎曲之現象，故須將上式以束縮係數加以修正：

$$Q = \frac{2L}{3} C_c \sqrt{2g} \left[\left(H + \frac{V_0^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{V_0^2}{2g} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \quad (3-7)$$

將上式改寫成

$$Q = \frac{2L}{3} C_d \sqrt{2g} H^{\frac{3}{2}} \quad (3-8)$$

其中 C_d 為：

$$C_d = C_c \left[\left(1 + \frac{V_0^2}{2gH} \right)^{\frac{3}{2}} - \left(\frac{V_0^2}{2gH} \right)^{\frac{3}{2}} \right] \quad (3-9)$$

雷保克(Rehbock)經驗公式:

$$C_d = 0.611 + 0.08 \frac{H}{P}, \quad \text{適用範圍} \frac{H}{P} \leq 5.0 \quad (3-10)$$

以上公式應用於堰之水平開口與渠道寬度差距不大時，此形狀之量水堰可視為不束縮堰，即水流為二維且無橫向束縮之現象。

<三角形堰>

$$Q = \frac{8}{15} C_d \sqrt{2g} \tan\theta H^{\frac{5}{2}} \quad (3-11)$$

$$C_d = fn(\theta) \text{ for } 2\theta = 90^\circ, C_d = 0.58$$

<梯形堰>

$$Q = \frac{2}{3} C_d \sqrt{2g} H_1^{\frac{3}{2}} \left(L_t + \frac{4}{5} H_1 \tan\theta \right) \quad (3-12)$$

二、試驗儀器簡介

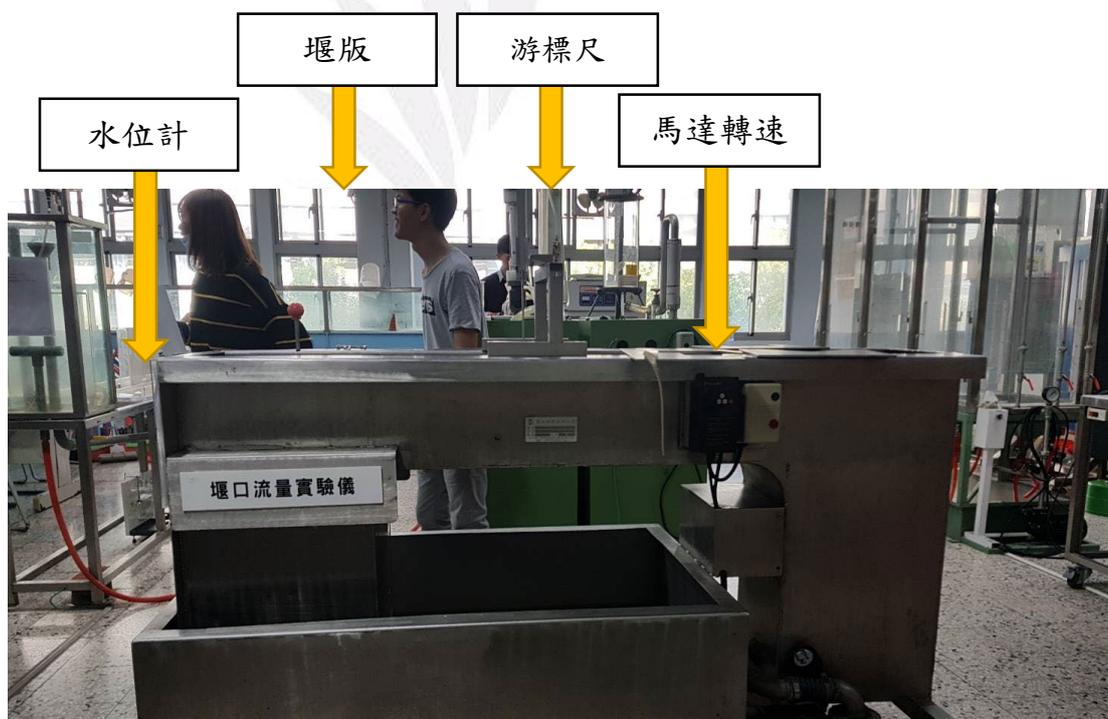


圖 3.2 試驗儀器圖

銳緣堰流量試驗



水位計



靜水箱



矩形堰版



梯形堰版



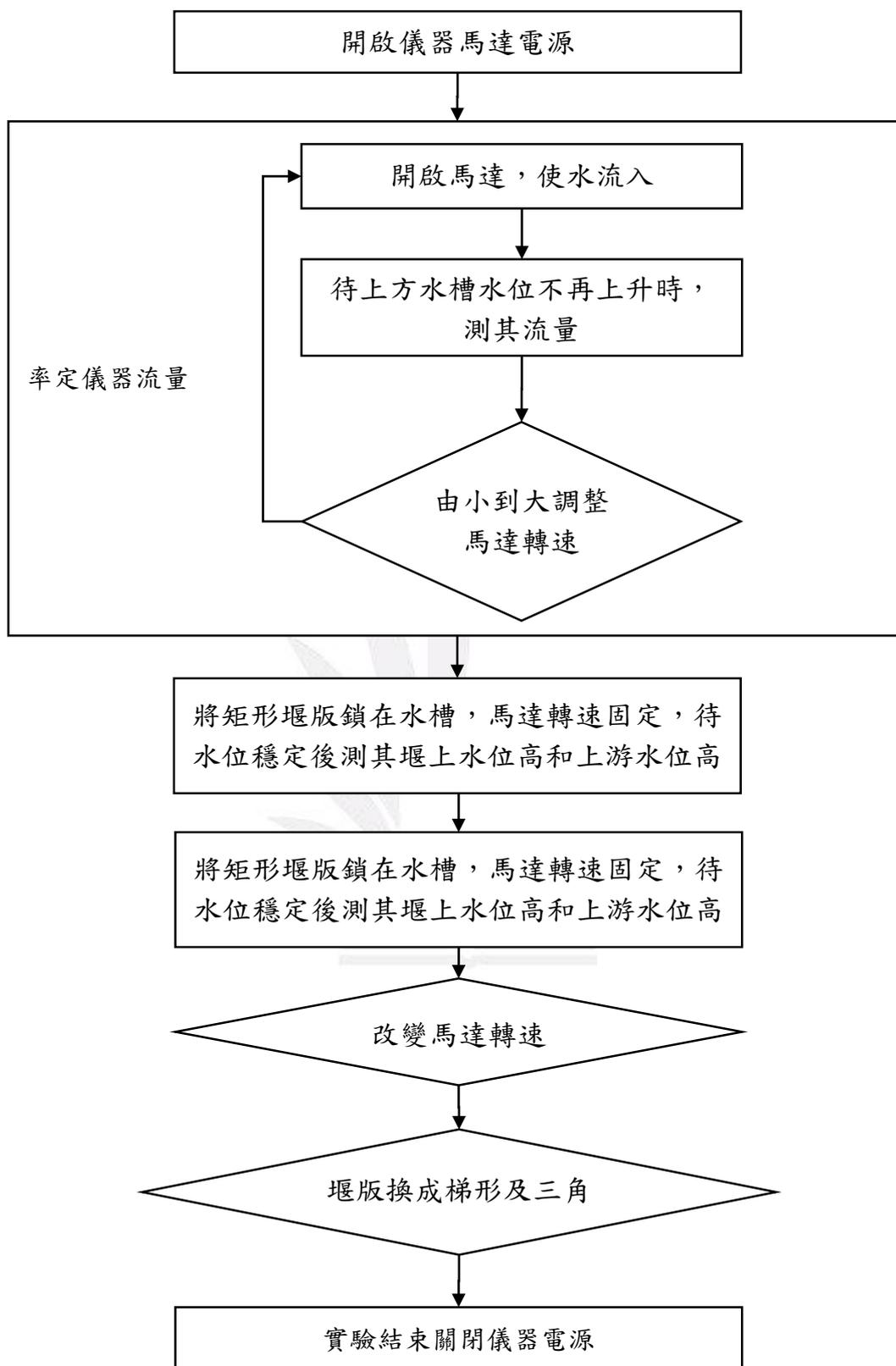
三角形堰版



軟墊



三、試驗之方法與步驟



四、試驗數據結果

蓄水面積 = 1600 cm^2

表 3.1 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	25	16.49	20	1942.929
2	30	13.38	20	2392.524
3	35	10.95	20	2942.669

表 3.2 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 $H(\text{cm})$	率定時間(sec)	蓄水水位差(cm)	流量(cm^3/s)	Cd
1	7.46	16.01	4.41	17.395	20	1839.609	0.641
2	6.77	16.7	5.1	13.58	20	2356.406	0.646
3	6.18	17.29	5.69	10.91	20	2933.089	0.650

表 3.3 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 $H(\text{cm})$	率定時間(sec)	蓄水水位差(cm)	流量(cm^3/s)	Cd
1	6.64	16.83	4.73	17.365	20	1842.787	0.642
2	5.81	17.66	5.56	13.585	20	2355.539	0.648
3	5.18	18.29	6.19	11.095	20	2884.182	0.652

3.4 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 $H(\text{cm})$	率定時間(sec)	蓄水水位差(cm)	流量(cm^3/s)	Cd
1	4.27	19.2	7.1	18.22	20	1756.312	0.58
2	3.45	20.02	7.92	13.87	20	2307.138	
3	2.9	20.57	8.47	11.39	20	2809.482	

表 3.5 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)	Cd
1	4.46	19.01	7.51	18.07	20	1770.891	0.58
2	3.76	19.71	8.21	13.725	20	2331.512	
3	3.23	20.24	8.74	11.305	20	2830.606	

表 3.6 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	6.296	17.174	5.674	17.735	20	1804.342
2	5.45	18.02	6.52	13.8	20	2318.841
3	4.78	18.69	7.19	11.265	20	2840.657

表 3.3 梯形反面堰口流量試驗紀錄表

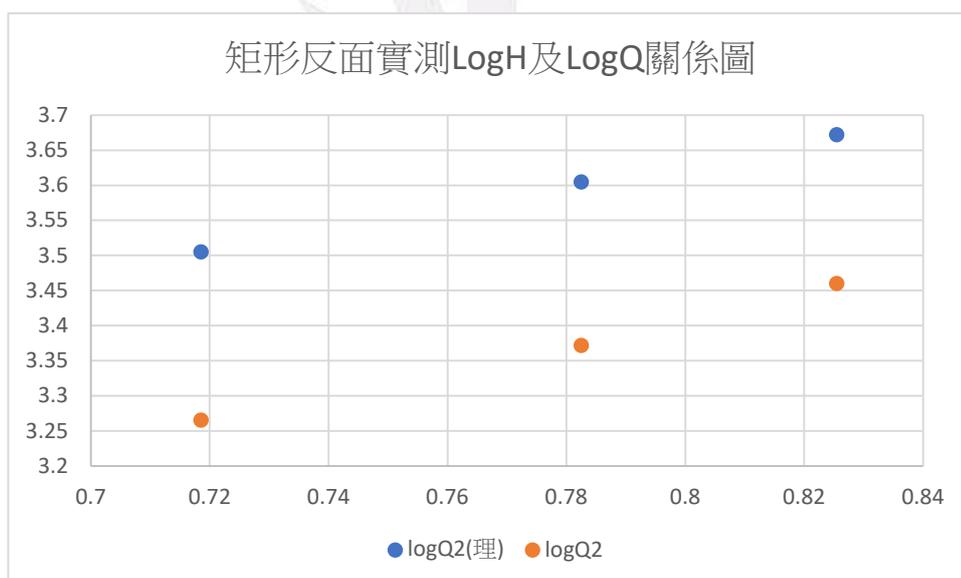
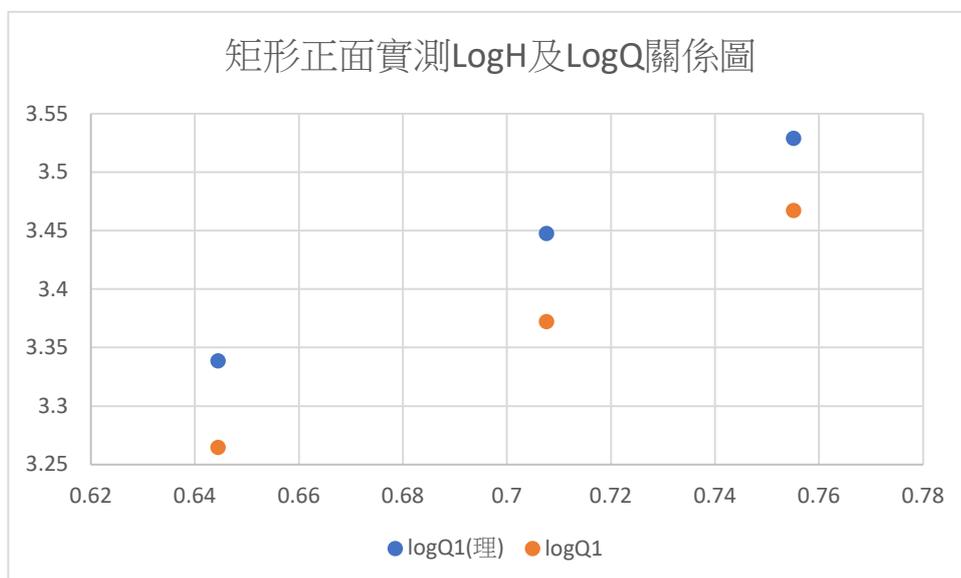
試驗次數	上游水位 (cm)	上游水位高 y_0	堰口高差 $H(cm)$	率定時間 (sec)	蓄水水位差 (cm)	流量 (cm^3/s)
1	6.64	16.83	4.83	17.54	20	1824.401
2	5.81	17.66	5.66	13.53	20	2365.115
3	5.18	18.29	6.29	11.38	20	2811.951

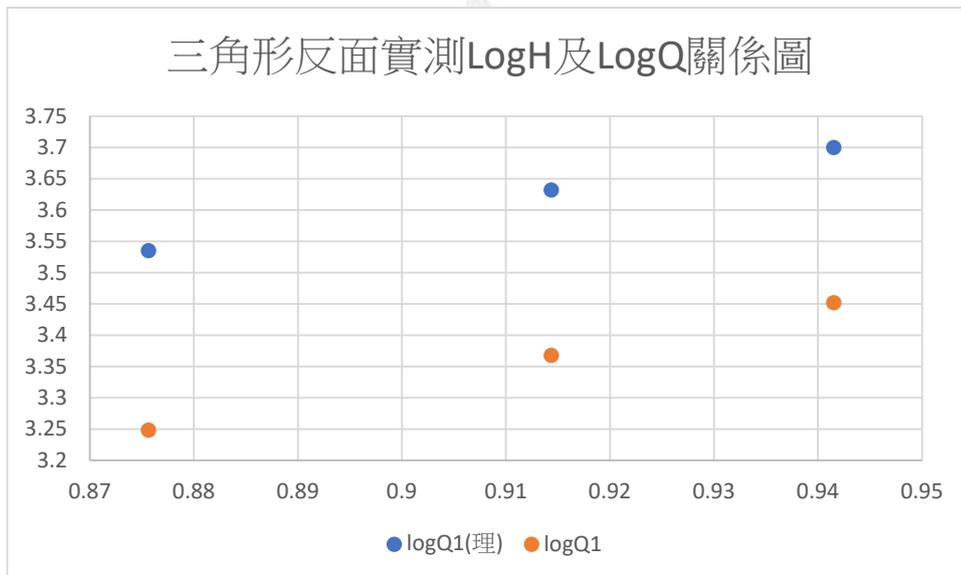
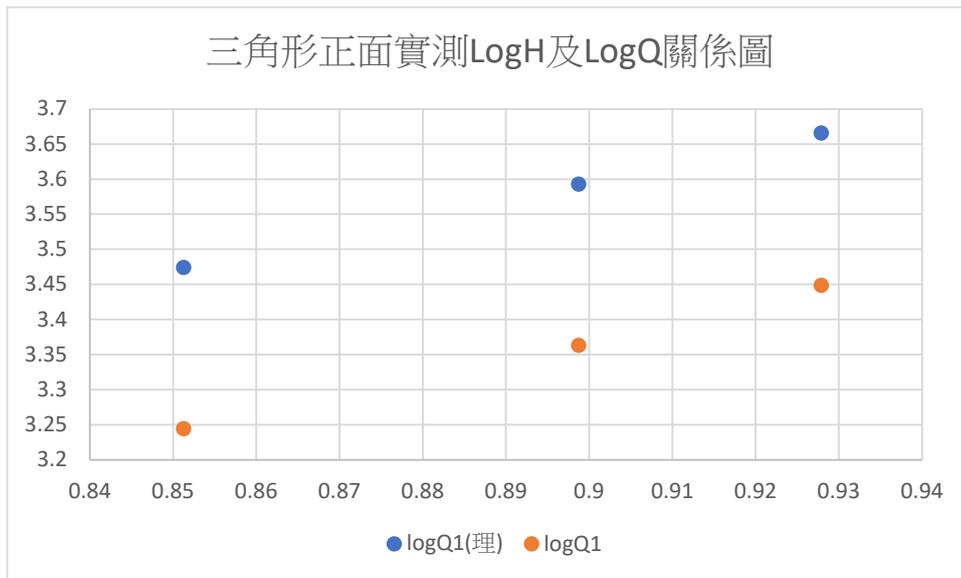
備註：

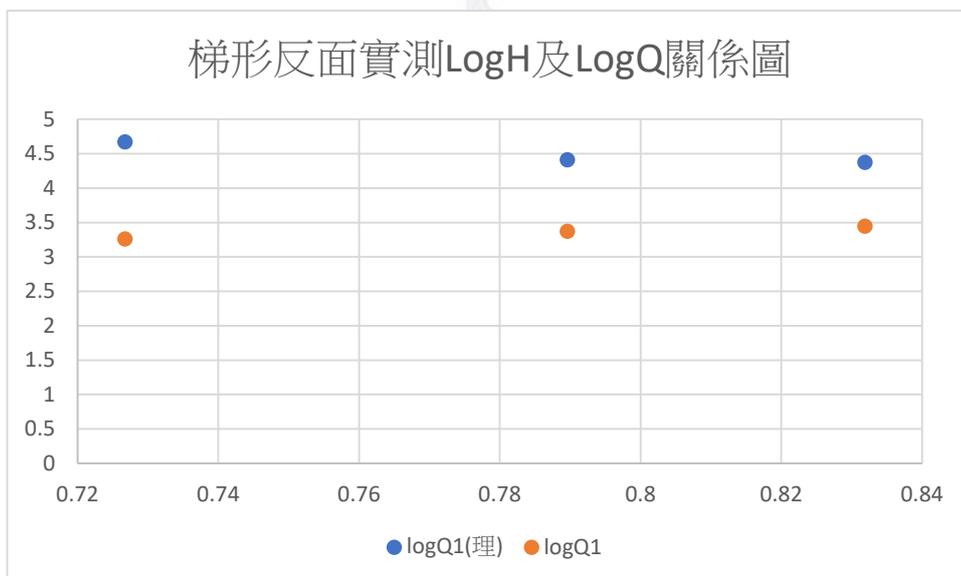
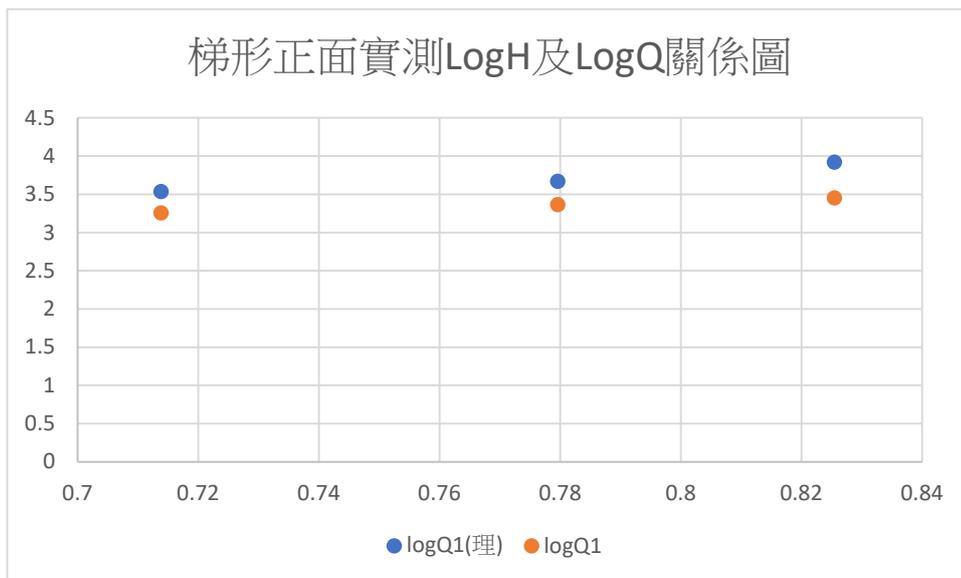
1. 梯形堰口流量無理論 Cd (流量係數)，但仍可進行迴歸出計算值。
2. $g = 9.81m/s = 981cm/s$
3. 堰口高差=上游水位高-堰板高

五、問題與討論

1. 繪製不同形狀堰口之實測 LogH 及 LogQ 關係圖，並且利用最小平方法回歸方式計算各不同形狀堰口的值，並且與一般理論的差異討論之。



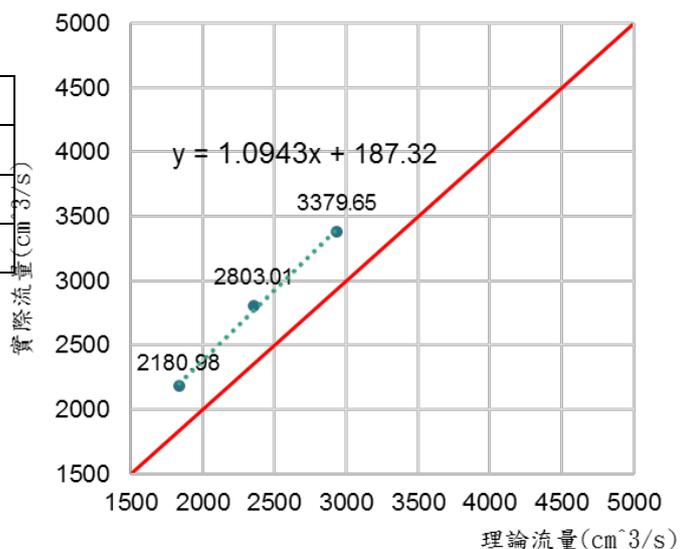




- 利用所計算的值及量測之 H，根據(3-8)式來計算流量，將此計算流量與所實測之流量做比較。(提示:可繪製計算流量及實測流量之關係圖，且加入 45 度線來輔助說明)

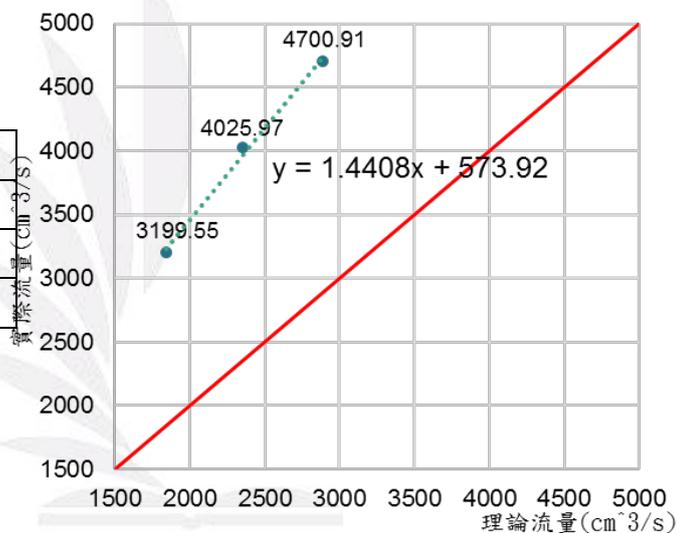
矩形正面實測Q1與理論Q1關係圖

實測 Q1	理論 Q1	誤差
1839.60	2180.98	15.65%
2356.40	2803.00	15.93%
2933.08	3379.64	13.21%



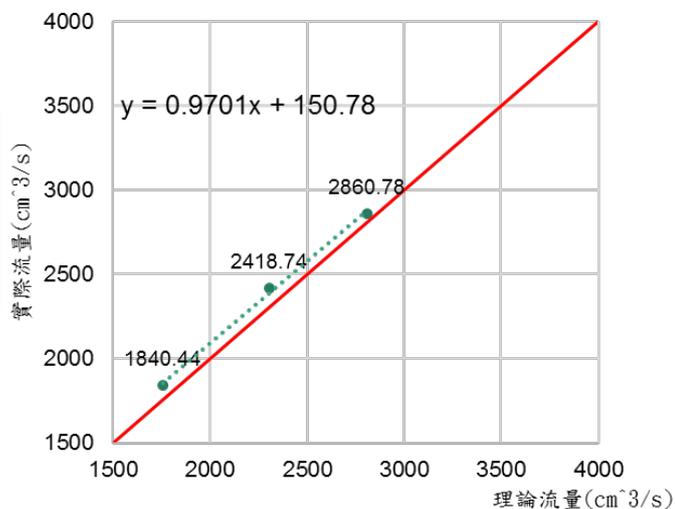
矩形反面實測Q2與理論Q2關係圖

實測 Q2	理論 Q2	誤差
1842.78	3199.55	42.40%
2355.53	4025.97	41.49%
2884.18	4700.91	38.65%



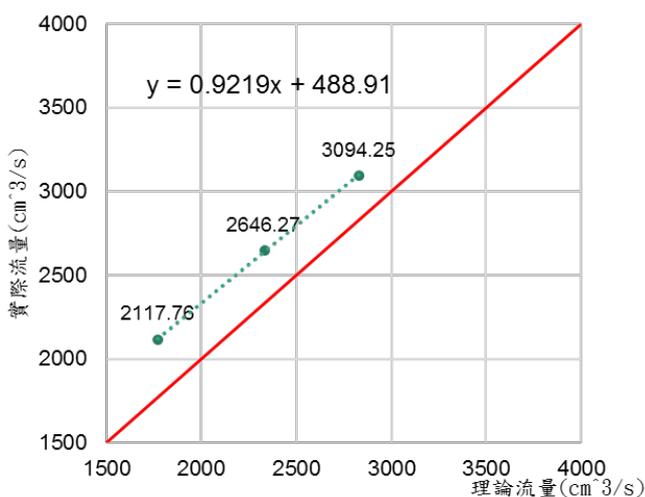
三角形正面實測Q1與理論Q1關係圖

實測 Q1	理論 Q1	誤差
1756.31	1840.44	4.57%
2307.13	2418.73	4.61%
2809.48	2860.78	1.79%



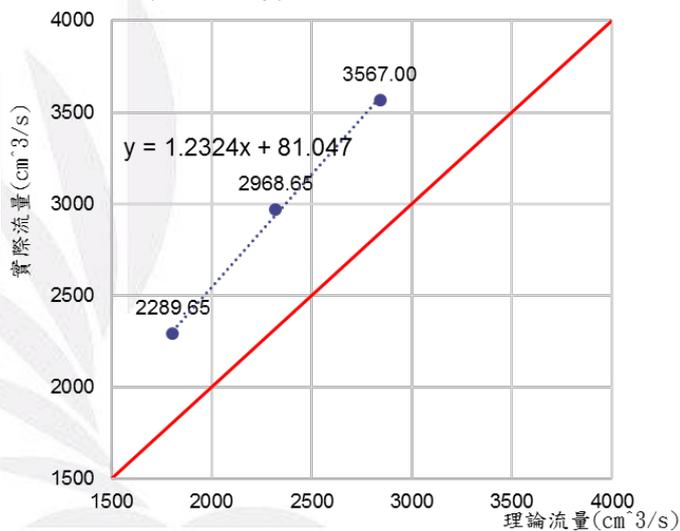
三角形反面實測Q2與理論Q2關係圖

實測 Q2	理論 Q2	誤差
1770.89	2117.75	16.38%
2331.51	2646.26	11.89%
2830.60	3094.24	8.52%



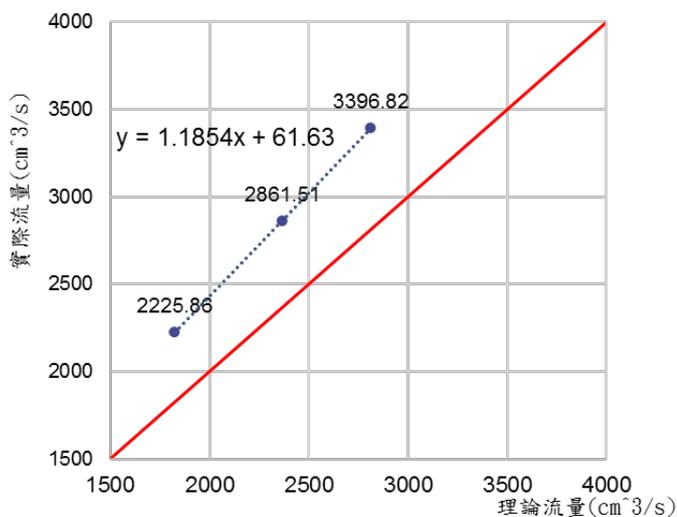
梯形正面實測Q1與理論Q1關係圖

實測 Q1	理論 Q1	誤差
1804.34	1950.91	7.51%
2318.84	2507.56	7.53%
2840.65	2992.44	5.07%



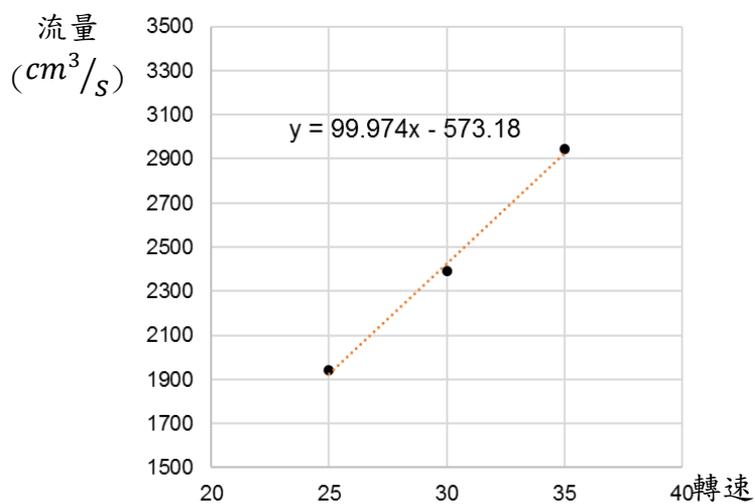
梯形反面實測Q2與理論Q2關係圖

實測 Q2	理論 Q2	誤差
1824.40	1889.00	3.42%
2365.11	2407.01	1.74%
2811.95	2838.27	0.93%



3. 討論以馬達轉速與實測流量建立之率定曲線，應用上是否有誤差，為什麼？

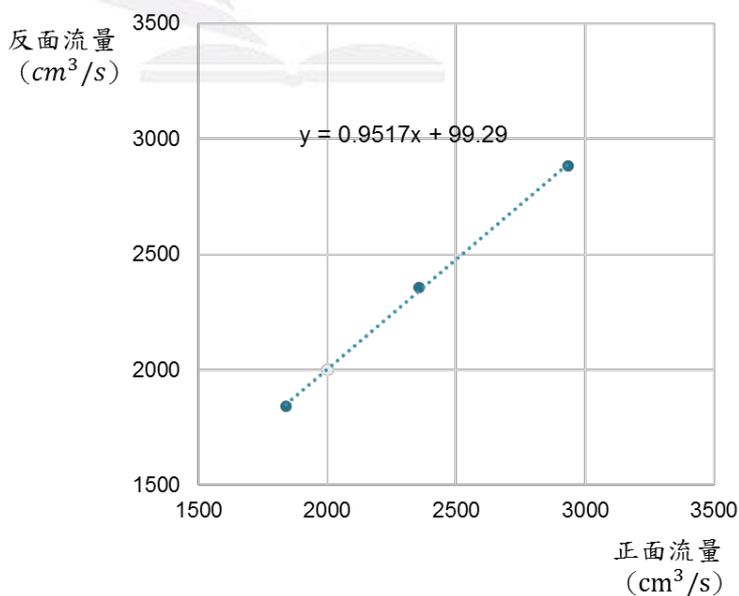
馬達轉速與實測流量圖



Ans: 有誤差。
 馬達運轉存在著損失(熱能)
 馬達轉速不穩定也會有誤差。

4. 堰板若以反方向固定，流量是否有顯著的差異？

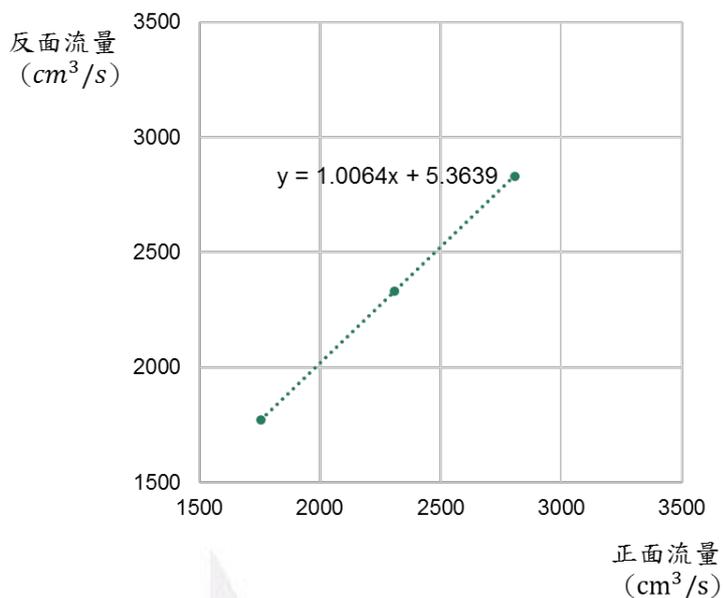
矩形正反面流量比較圖



正面流量 (cm s 3)	反面流量 (cm s 3)
1839.61	1842.79
2356.41	2355.54
2933.09	2884.18

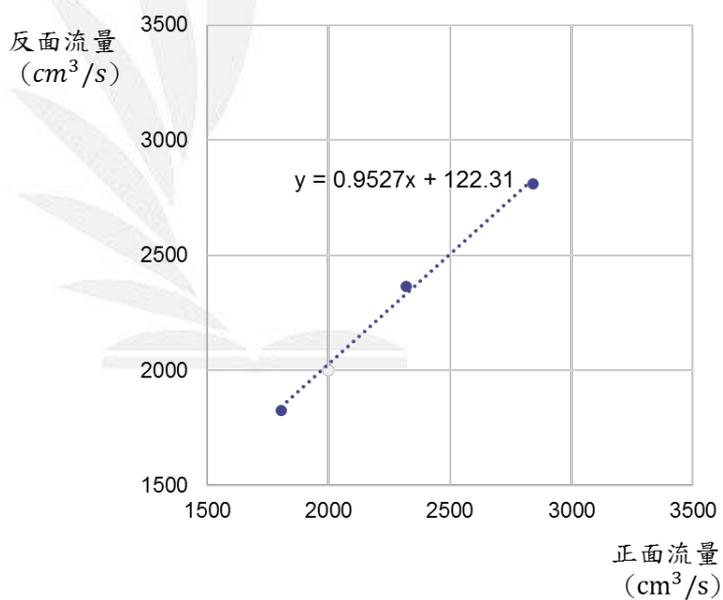
三角形正反面流量比較圖

正面流量 (cm^3/s)	反面流量 (cm^3/s)
1756.31	1770.89
2307.14	2331.51
2809.48	2830.61



梯形正反面流量比較圖

正面流量 (cm^3/s)	反面流量 (cm^3/s)
1804.34	1824.40
2318.84	2365.11
2840.66	2811.95



結論：

- 1、本次實驗由於儀器較小所以數據沒有較大的差異顯示。
- 2、若應用在大型儀器或是實際水庫測量則會有顯著差異。

六、參考文獻

許少華(2008)，流體力學試驗手冊。

