

逢甲大學學生報告 ePaper

流力試驗實驗六 噴射撞擊試驗

作者：吳伯翰、林祐陞、戴憲勝

系級：水利三甲

學號：D9356904、D9357111、D9357078

開課老師：許少華

課程名稱：流體力學試驗

開課系所：水利系

開課學年：95 學年度 第一學期

摘要

當水流沖擊物體表面時，是會產生衝擊力的，而衝擊力大小的測量是本次實驗的主要課題。

當相同的水流沖擊不同形狀的物體時，物體表面受到的衝擊力是相同的嗎？我們對此深感疑惑，於是調查這件事，也是這次實驗的課題之一。

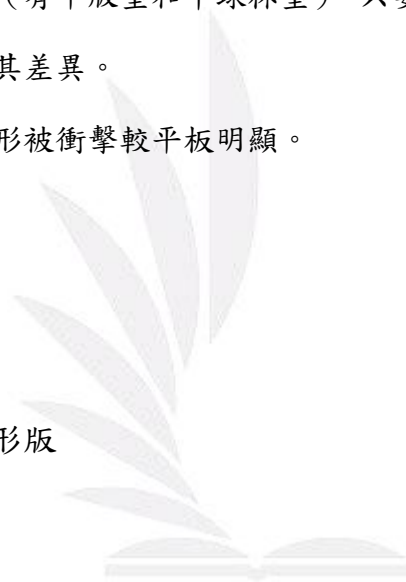
那要如何測量衝擊力呢？對於這點我們使用槓桿原理，利用法碼和力矩來測量打擊在物體上的衝擊力。

那麼我們要如何知道得知水流沖擊在不同的物體上的差異性呢？關於這點，我們使用兩種模型板（有平版型和半球杯型），只要用相同的水流看看他們受衝擊的狀況，便能得知其差異。

最後我們得知，半球形被衝擊較平板明顯。

關鍵字

噴射撞擊、平板、半球形版



目錄

一、實驗原理	P4-P6
二、實驗過程	P7
三、實驗流程	P8-P13
四、注意事項	P14
五、實驗表格	P14
六、問題討論	P15-P17
七、結論	P17
八、心得	P18-P19



一、實驗原理

由實驗可得知要改變噴射流體的流向需要相當的作用力，如圖三所示，流體撞擊到固體界面上，被迫改變其原有之流向，而對該固體邊界面施以作用力，此可由流體之動量方程式予以解析。

下列為公式推導的過程，摘自【1】、【3】：因為葉板中心至之點的距離為 0.15m，而砝碼重為 600g，故

$$0.15F=0.6gy，即 F=4gy \quad (1)$$

射流於管嘴噴出速度： u_0 (m/sec)

$$u = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{(78.5 \times 10^{-6})} = 12739Q \quad (2)$$

作用於葉板之速度： u_1 (m/sec)

$$u_0^2 = u^2 - 2gs = u^2 - 0.686 \quad (3)$$

水流作用力

$$\sum F_x = \rho Q(u_1 \cos \beta - u_0) \quad (4)$$

葉板所受反作用力

$$\sum F_x = \rho Q(u_0 - u_1 \cos \beta) \quad (5)$$

平板時

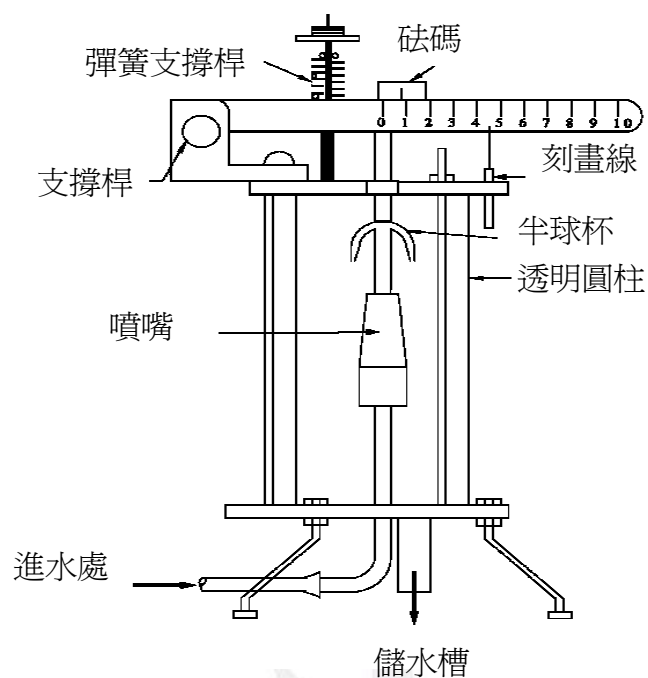
$$\beta = 90^\circ ; \cos \beta = 0 ; F_p = \rho Q u_0 \quad (6)$$

半球杯時

$$\beta = 180^\circ ; \cos \beta = -1 ; F_c = \rho Q(u_0 + u_1) \quad (7)$$

若壓力之變化及高程可忽略，則 u_1 之最大值為 u_0 （無能量損失時）；故作用於葉板之力

$$F_c = 2\rho Q u_0 \quad (8)$$



圖一. 噴流撞擊儀器裝置示意圖

【註】試驗儀器之有關資料及符號說明：

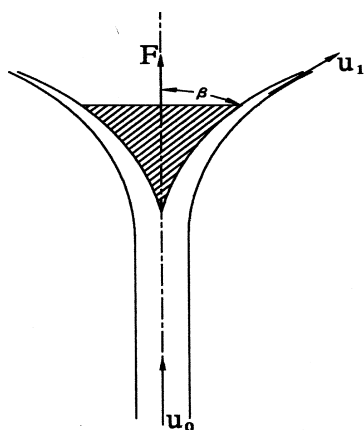
噴嘴直徑：10mm

噴嘴斷面積：78.5mm²

葉板中心至支點距離：150mm

噴嘴至葉板距離 S：35mm

砝碼離零點距離：Y (m)



圖二. 噴流撞擊原理

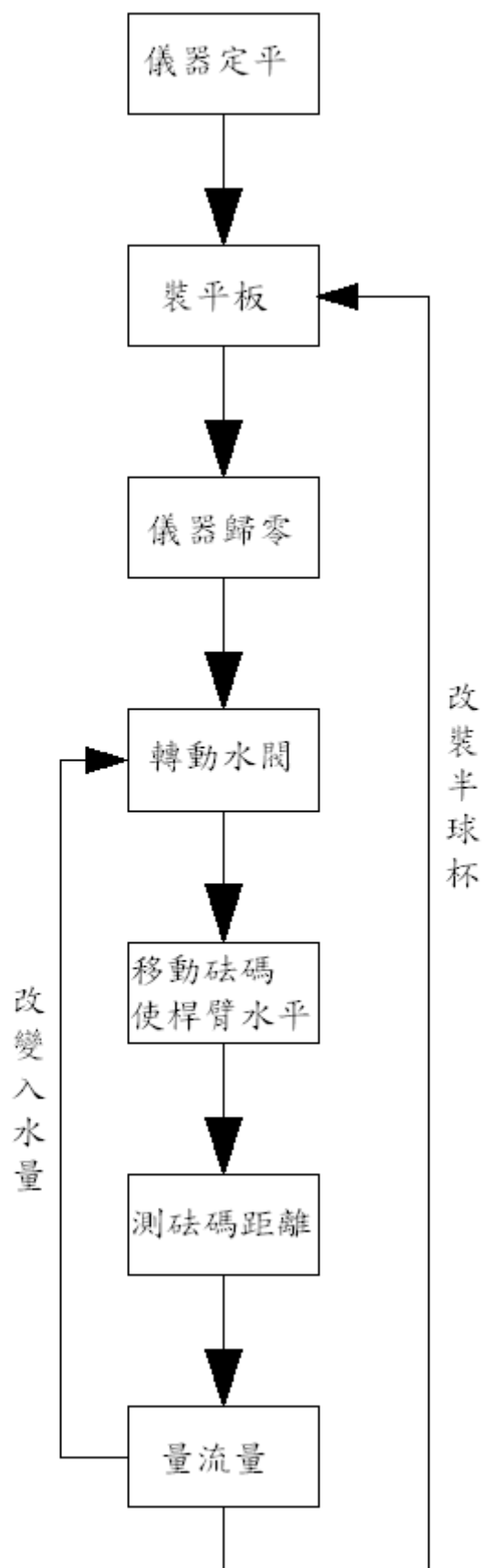
- 【註】 u_0 為射流於管嘴噴出之速度；
 u_1 為作用於葉板後離開時之速度；
 F 為作用於葉板上之力；
 β 為水柱撞擊後的角度。

二、實驗過程

1. 儀器定平。
2. 裝平板型葉板。
3. 儀器歸零。
4. 打開水閥，測流量。
5. 移動法碼，使桿臂水平，記錄移動距離。
6. 測其他流量，重複步驟 4. 5.。
7. 改裝半球形葉板，重複步驟 3. ~6.。



三、實驗流程

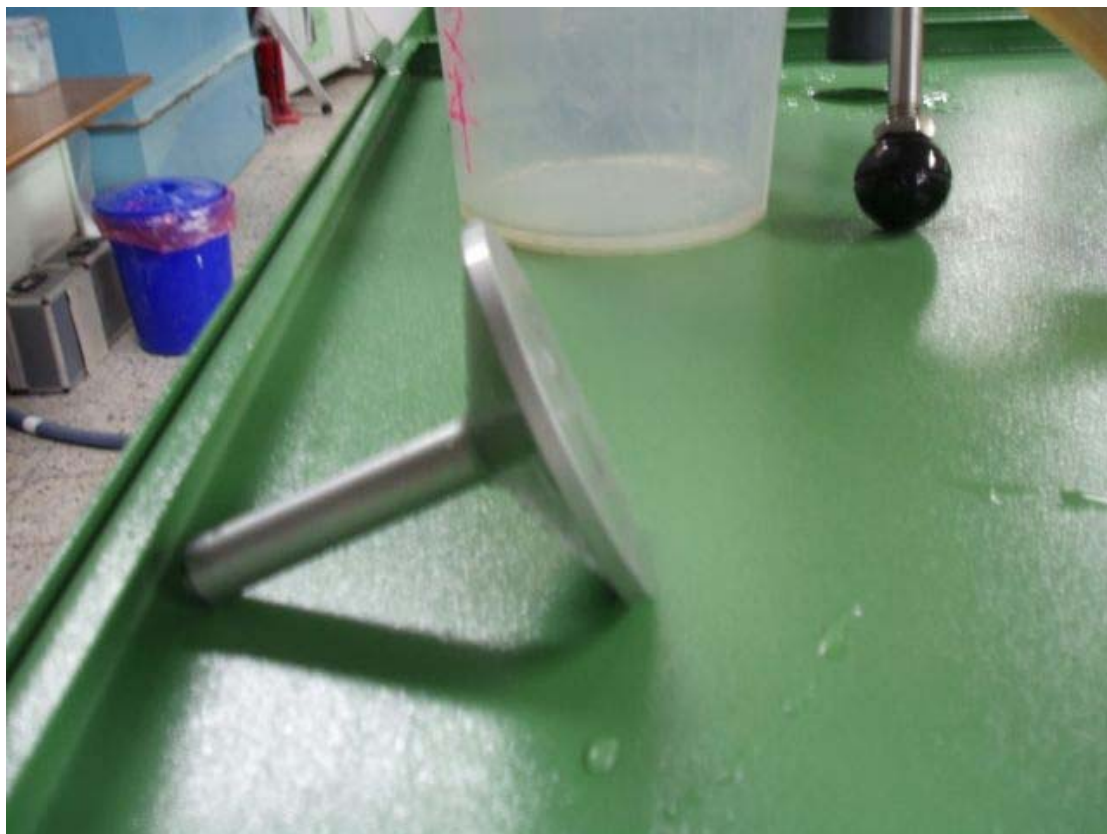




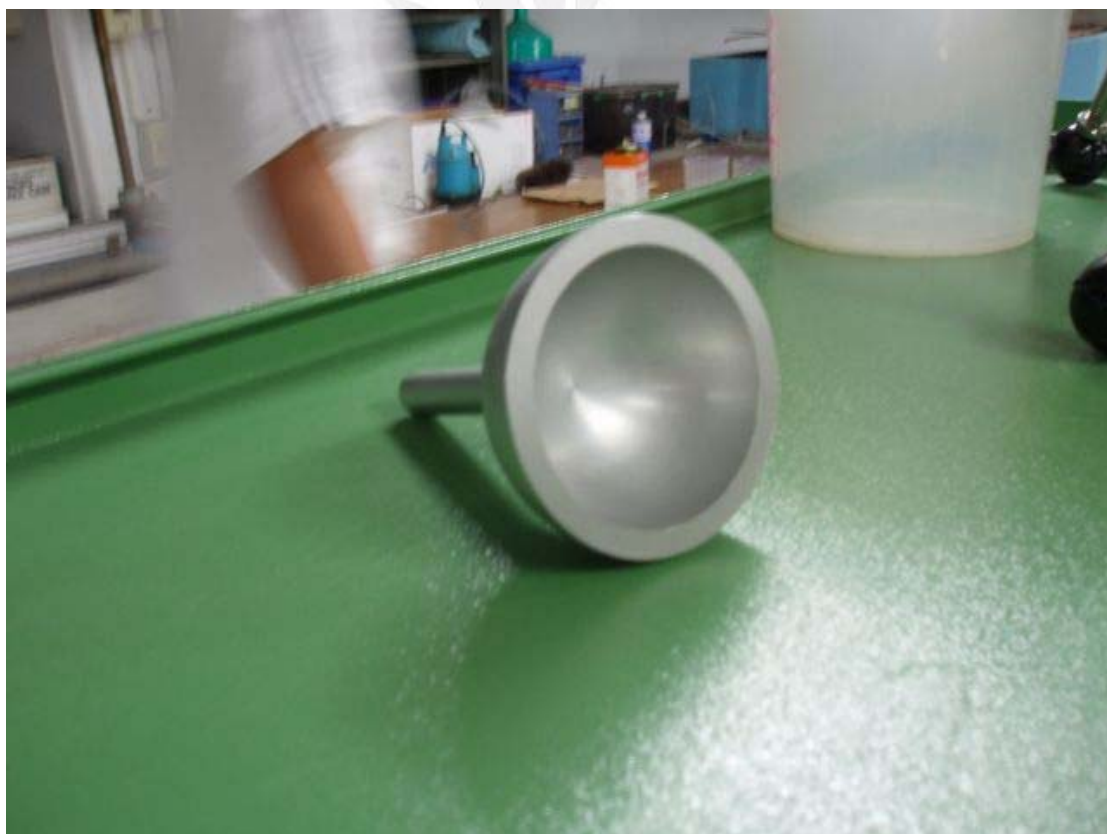
圖三. 本次試驗操作的儀器。



圖四. 實驗開始記得一定要先定平。



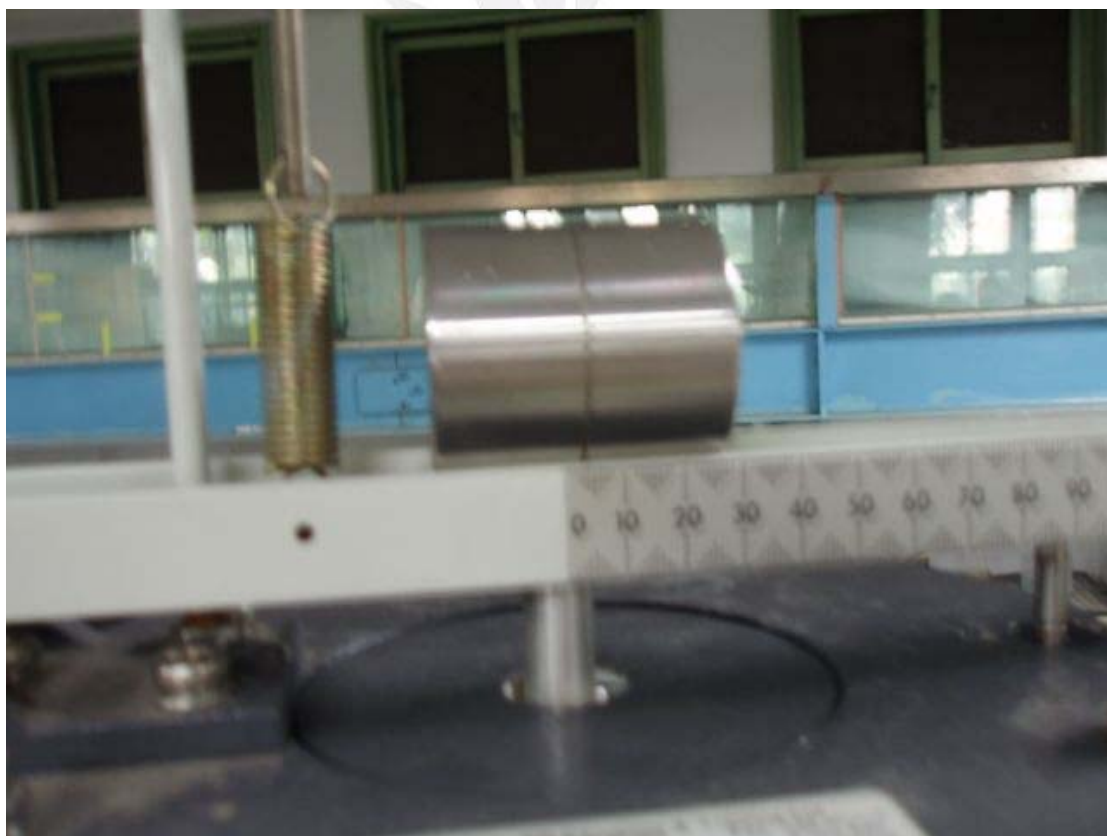
圖五. 平版型衝撞版。



圖六. 半球杯型衝撞版。



圖七. 控制水量大小的閥門。



圖八. 砝碼。左右移動砝碼使臂桿成水平。



圖九. 實驗一開始使桿臂歸零用的調整螺絲。



圖十. 想知道桿臂有沒有水平，要看圖中間的標識。



圖十一. 準備沖擊平板時的樣子。



圖十二. 準備沖擊半球杯時的樣子，記得要沖擊半球杯正中心處才正確。

四、注意事項

1. 儀器使用前一定要先定平。
2. 水流衝擊時一定要正中中心，這樣才不會有角度 θ 的問題出現。
3. 水流不要太大或太小，太大或太小均不太準確。

五、實驗表格

表一. 平版型葉板

平板	進水量	時間	流量(m ³ 法碼)	距離(m)	出口流速	撞擊流速	撞擊動量率	作用葉板力
900	10.2	8.81E-05	0.002	1.12293	0.75781	0.06679966	0.07848	
580	5.31	0.000109	0.004	1.39145	1.11779	0.1220933	0.15696	
810	5.29	0.000153	0.0095	1.95058	1.76581	0.27037894	0.37278	
1340	5.3	0.000253	0.018	3.2208	3.11237	0.78690231	0.70632	
1380	4.38	0.000315	0.031	4.01366	3.92718	1.23733085	1.21644	
1740	4.2	0.000414	0.052	5.27759	5.21212	2.1593075	2.04048	
1700	3.43	0.000496	0.071	6.31379	6.25917	3.10221397	2.78604	
1220	2.34	0.000521	0.088	6.6417	6.5898	3.43570873	3.45312	
1560	2.39	0.000653	0.117	8.315	8.2736	5.40034136	4.59108	

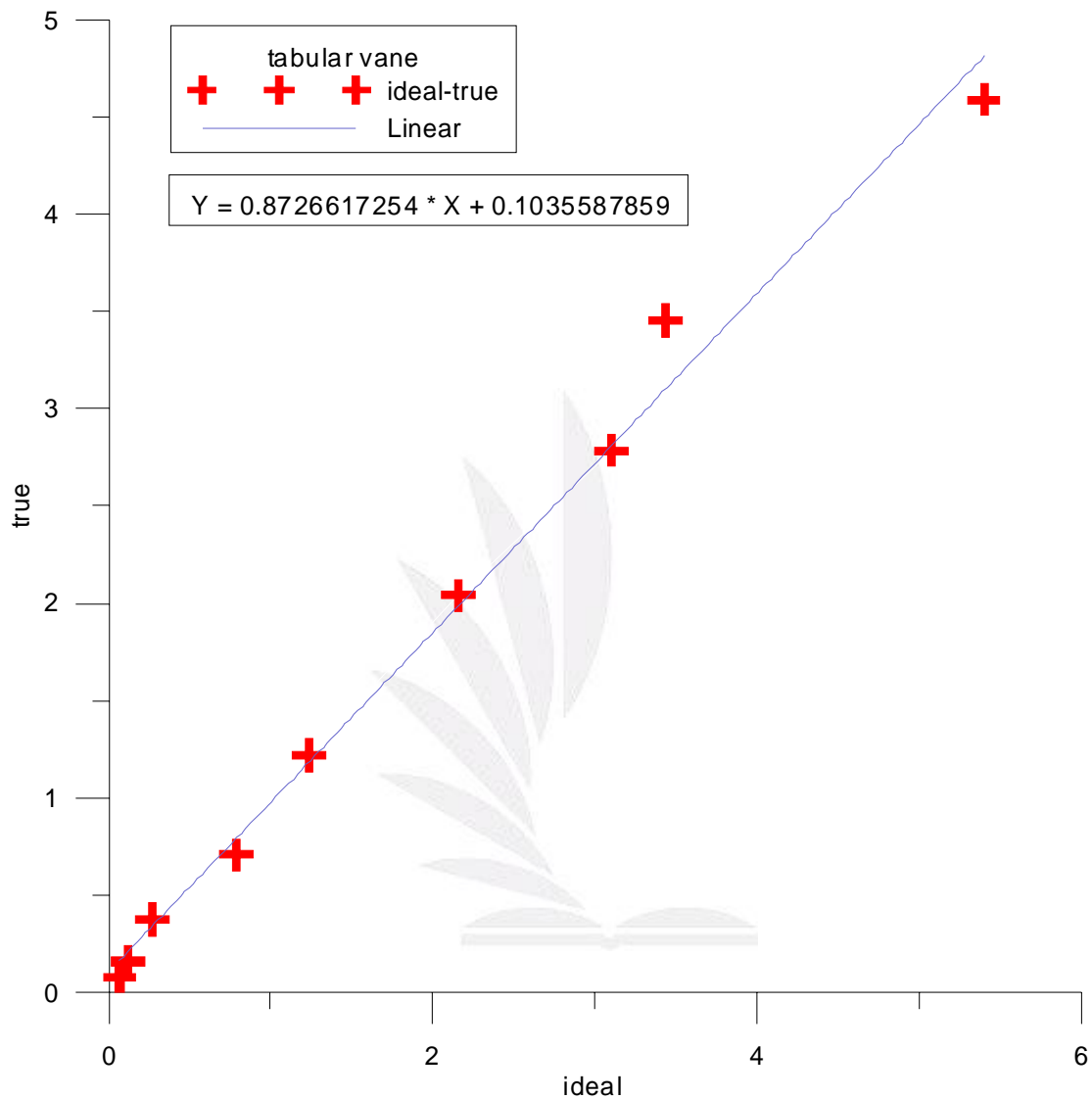
表二. 半球形葉板

平板	進水量	時間	流量(m ³ 法碼)	距離(m)	出口流速	撞擊流速	撞擊動量率	作用葉板力
550	5.3	0.000104	0.001	1.32197	1.030004	0.1068873	0.03924	
630	4.52	0.000139	0.0055	1.77557	1.570332	0.2188738	0.21582	
940	4.53	0.000208	0.012	2.64341	2.510166	0.5208732	0.47088	
1115	4.33	0.000258	0.0295	3.28037	3.173972	0.8173162	1.15758	
1480	4.34	0.000341	0.05	4.34418	4.264406	1.4542214	1.962	
1640	4.38	0.000374	0.071	4.76985	4.697319	1.7588135	2.78604	
1400	3.36	0.000417	0.082	5.30792	5.242831	2.184513	3.21768	
1100	2.36	0.000466	0.113	5.93767	5.879559	2.7404726	4.43412	

六、問題討論

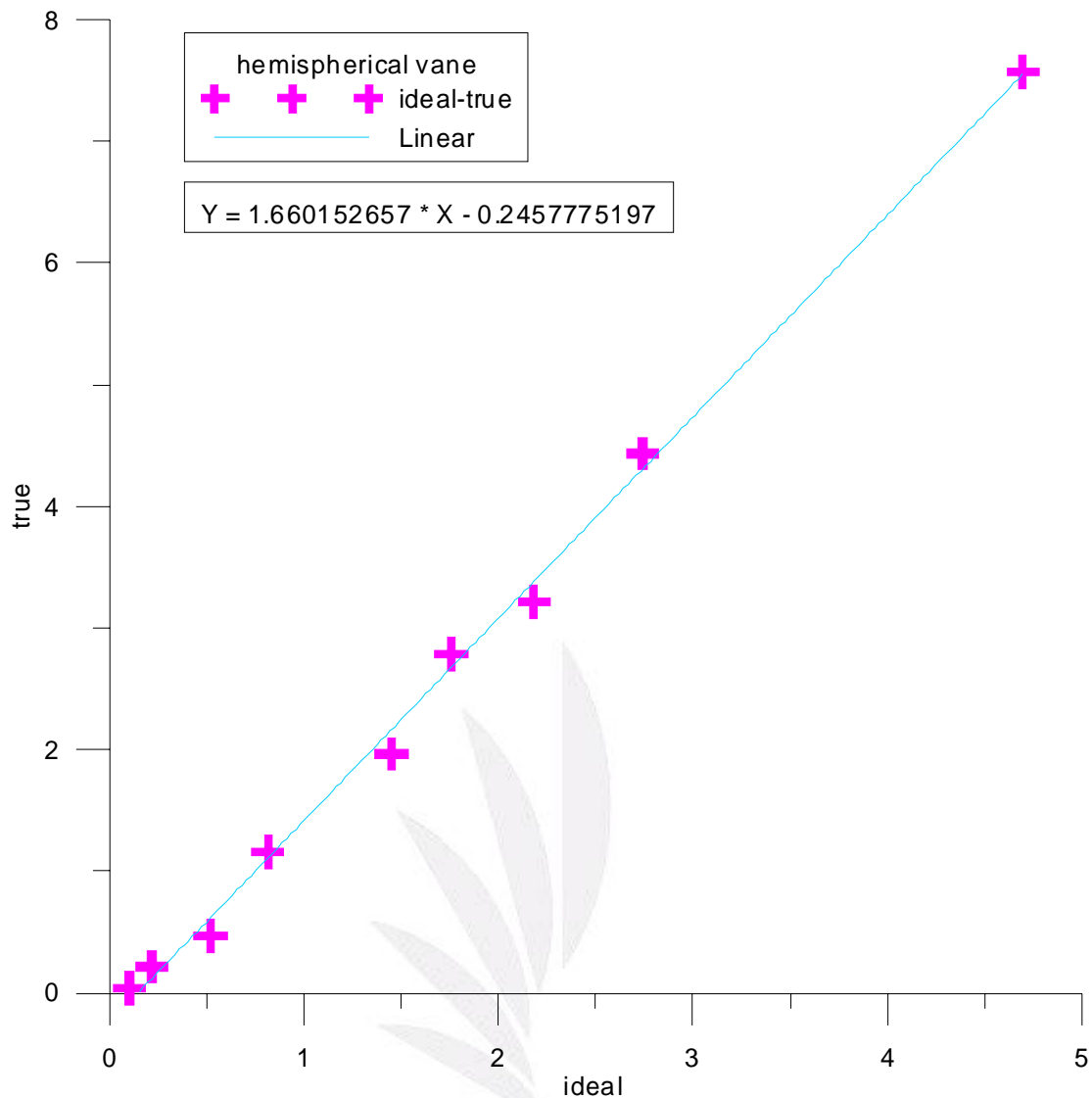
1. 繪出平板與半球杯作用力之理論值(橫座標)與實測值(縱座標)關係圖，並說明其斜率之意義。

ANS :



圖十三. 平版型葉板作用力之理論值(橫座標)與實測值(縱座標)關係圖

斜率 $C_p = 0.872661754$



圖十四. 半球杯型葉板作用力之理論值(橫座標)與實測值(縱座標)關係圖

斜率 $C_C = 1.660152657$

斜率 C_p C_C 為理論值與實測值得比值，不同葉版比值不同，可是為形狀對作用力的影響因素。平板 C_p 為 1 上下；半球杯型 C_C 為 2 上下。

2.說明當流體離開平板時， β 不剛好為 90° 而傾斜 1° ，對本實驗有何影響？

ANS：

有所謂的 θ 值影響，在公式(5)中，可見 θ 的影響。

$$\sum F_x = \rho Q(u_0 - u_1 \cos \theta)$$

所以對平版型葉版而言 θ 不為 90° 時，就會需要考慮離開時的衝撞速 u_1 。

3.實驗時如果流量太大，可能產生什麼現象，為什麼？

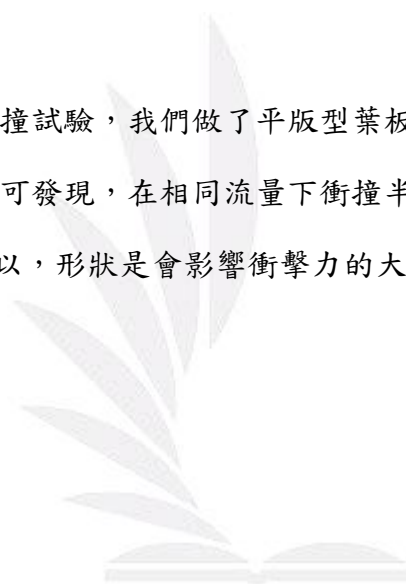
ANS：

流量太大時，出水會不穩定，桿臂的震盪會更明顯。

七、結論

本次的實驗是噴射衝撞試驗，我們做了平版型葉板和半球杯型葉板。

我們在實驗過程中，可發現，在相同流量下衝撞半球杯型葉板時出現的力明顯比平版型葉板大。所以，形狀是會影響衝擊力的大小。



八、心得

水利三甲 吳伯翰

這實驗是目前做下來最輕鬆的，不到 1 小時就做完了。

我個人覺得，這實驗的設備不是很妥當，光是目測桿臂是否為水平的那個小刻度，想要看清楚對眼睛而言還真的不是普通的吃力，加上隨著水流加大，抖動的情況越是嚴重，想要真的靠手靠眼微調，仔細想想，人為誤差應該非常多吧。

也許是實驗輕鬆的關係，報告打起來也格外順手，一除製作上一份報告的陰霾，這應該是好事吧。

在製作數據演算時有幾件事讓我覺得蠻納悶的。

有一點是關於噴嘴流速，我們噴嘴流速是由出水口的流量求出的，但是這是不是應該要用入水口的流量來求會較為恰當？雖說理論上入水口流量會等於出水口流量，但這畢竟是現實而非理論，看到那些卡在管壁上的小水滴時總是會讓我想說這會不會又是個誤差。

另一點就是撞擊動量率的單位問題，這個東西不管怎麼想單位都不會是 N 啊，可是如果不是 N 那還真的看不懂結論是在比什麼耶。有種少了什麼東西的感覺。

2006/10/16 吳伯翰

八、心得

水利三甲 林祐陞

這實驗是在牛頓第三運動定律作用力及反作用力的基礎下完成，由於平板與半球杯的形狀不一樣所以得到的作用力不一樣，這可以說明作用力的大小可隨不同形狀的葉片而改變；實驗的過程中，在流量太大時會發生一個問題，桿臂沒辦法維持在水平不動狀態，會上下起伏震動，使得實驗數據不能輕易讀取。在安裝平板及半球杯需要注意是否準確的始液體作用力在中心點上，如果沒有就須重新安裝以免實驗產生誤差。

2006/11/19 林祐陞

八、心得

水利三甲 戴憲勝

這次實驗跟前幾個比起來，真是意想不到的輕鬆無比，實驗起來當然相當愉快，不用被時間來壓迫吹趕，每個實驗只要可以調流量或馬達轉速，我們這組都會嘗試傳說中的 Max，結果發現當流量 Max 時，水柱打在半球杯比平板還來的壯觀，不論撞擊力或產生的水花，都是平板所創造不出來的力與美。

2006/11/19 戴憲勝

參考文獻

1. 許少華，2006，流體力學試驗手冊。
2. 黃丕陵 林利國，1992，水利工程實驗及應用。

