

國立虎尾科技大學
機械設計工程系
機械工程實驗(二)
熱流力實驗

實驗 2. 水衝擊實驗

指導教授：周榮源老師

班級：四設四乙

學生：詹耀賢 41023241

陳璿維 41023228

葉桓亞 41023240

莊雨薰 41023203

陳靚芸 41023205

組別：第 5 組

中華民國 113 年 11 月 13 日

目錄

目錄-----	1
實驗目的-----	2
儀器與設備-----	3
實驗原理-----	4
實驗步驟-----	8
實驗結果-----	9
參考資料-----	12

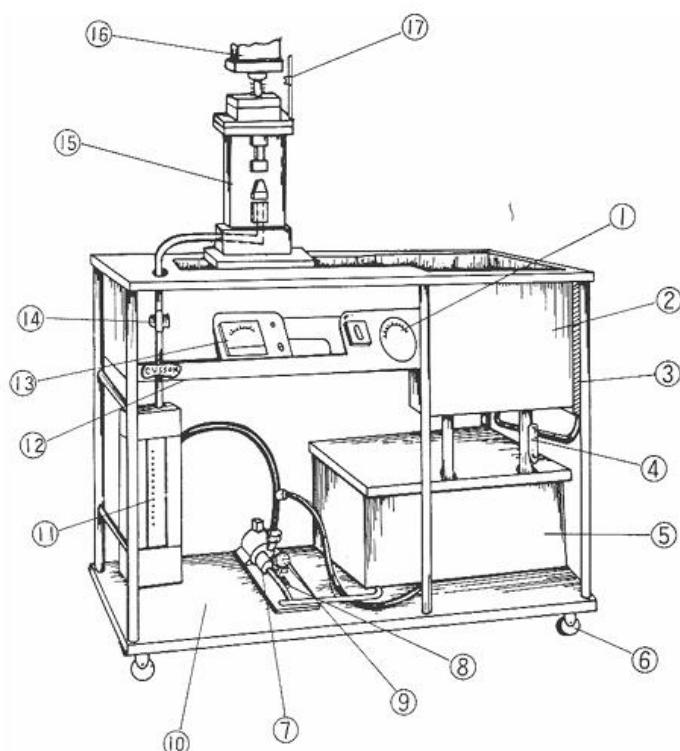
一、實驗目的

本實驗的主要目的是探討水流衝擊不同形狀與角度的板面時，所產生的衝擊力變化與其影響因素，並驗證理論計算值與實際量測值之間的差異。透過改變噴嘴直徑（如 8 mm 和 5 mm）、板面形狀（平面、45 錐形、半圓形），測量在不同條件下水流對板面的實際衝擊力，並計算出相應的理論衝擊力。此實驗將分析水流量、速度及板面特性對衝擊力的影響，以理解水流動力學中的基本原理。最終，本實驗期望能提供在工業領域中進行水流控制和衝擊力預測的參考依據，協助優化設計並提升系統效率。

瞭解流體流動時，其動量變化與其承受力量間之關係，以驗證動量方程式。

二、儀器與設備

水衝擊實驗係由一水循環泵、驅動馬達、儲水槽、實驗台架、柏登壓力錶、流量控制閥、水衝擊台一套(包括有透明壓克力套筒、噴嘴、各種形式之衝擊檔板、動量平衡器)、以及三角形堰(流量計)、和稱重器等構成整套儀器。



1	出口水壓計	11	浮沉式流量計
2	測量流速用水箱	12	馬達開關
3	水量刻度表	13	馬達速度控制表錶
4	測量流速用水箱之洩放閥	14	流量控制閥
5	儲水槽	15	水衝擊器
6	輪子	16	重量平衡器(秤重)
7	離心泵及馬達	17	平衡指標
8	進口閥	18	重量塊
9	進口水壓計		
10	機架底座		

三、 實驗原理

水衝擊實驗的原理基於流體動力學中的動量守恆定律，當水流撞擊到障礙物時會產生衝擊力。此實驗透過調整噴嘴直徑、噴射角度和板面形狀，分析水流在不同條件下的衝擊力變化。根據動量定理，水流撞擊板面時會發生速度變化，這種變化會產生一個作用力，稱為衝擊力。理論上，衝擊力 F 可透過公式 $F = \rho QV$ 計算，其中 ρ 為水的密度、 Q 為流量、 V 為噴嘴速度。

實驗中將測量實際衝擊力並與理論值比較，以了解流速、流量和板面特性對水衝擊力的影響，驗證理論計算的準確性。

1. 水平硯板

衝擊水流作用在水平硯板之流動情形如圖(2)所示，此硯板在 X 方向之受

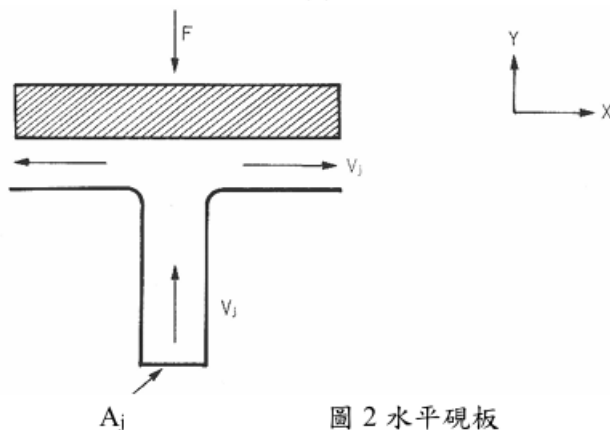


圖 2 水平硯板

力由於左右對稱故其受力 F_x 為 0，在 y 方向之受力 $F_y = \text{流出之動量} - \text{流入之動量}$ ，其中流出之動量在 y 方向之分量為 0，流入之動量則為 ρQV ，故 y 方向之動量方程式為

$$-F_y = 0 - \rho QV$$

$$\text{得 } F_y = \rho QV$$

(5)

2. 圓錐形硯板

圓錐形硯板受水流作用之情形如圖(3)所示，同樣的因在 X 方向為對稱，故 $F_x = 0$ ，而在 y 方向流出之動量為 $\rho QV \cos \theta$ ，流入之動量則為 ρQV ，故得

$$-F_y = \rho QV \cos \theta - \rho QV$$

$$\text{得 } F_y = \rho QV(1 - \cos \theta)$$

(6)

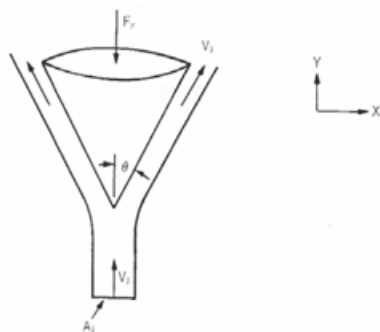


圖 3 圓錐形硯板

3.半圓形硯板

半圓形硯板受水流衝擊的情形如圖(4)所示，其水流在衝擊後成 180° 之折返，故流出之動量為負 y 方向，而流入之動量則與前面所述想同，故得

$$-F_y = -\rho Q V_{\text{流出}} - \rho Q V_{\text{流入}}$$

$$\text{即 } F_y = 2\rho Q V \quad (7)$$

在(5)(6)(7)式中，若 ρ 以 kg/m^3 ， Q 以 m^3/s ， V 以 m/s 為單位，則計算所得之 F 單位為 $[F_y] = [\text{kg/m}^3] [\text{m}^3/\text{s}] [\text{m/s}] = [\text{kg}\cdot\text{m/s}^2] = [\text{N}]$

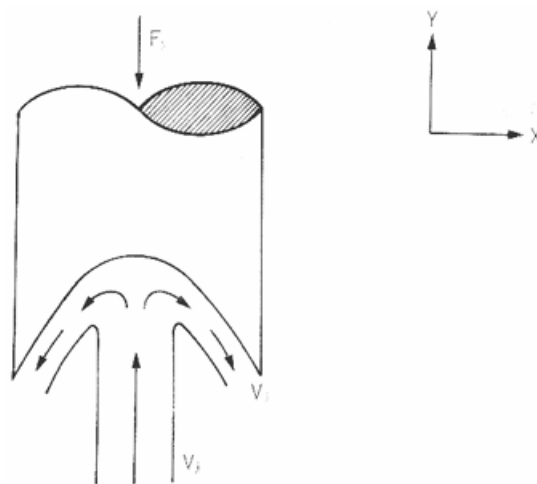
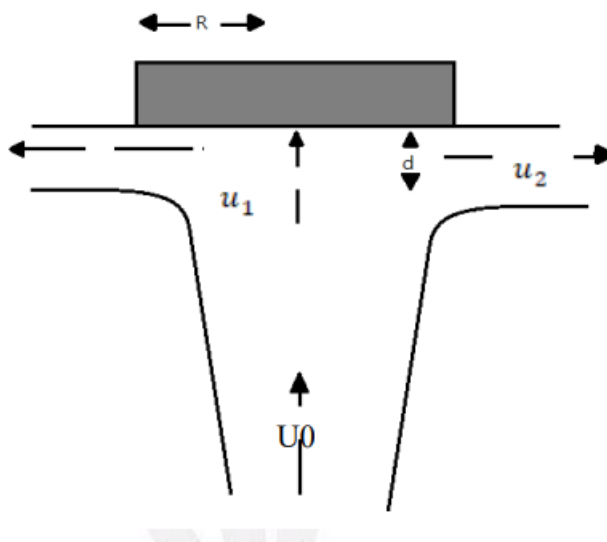


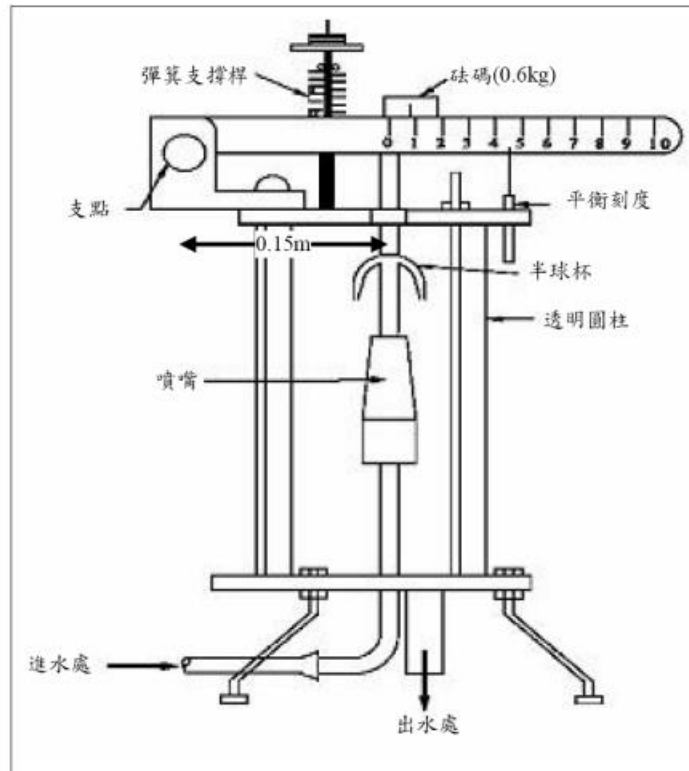
圖 4 半球形硯板

噴出一段距離而作用於葉板之速度 $u_1(\text{m/sec})$:

由柏努利公式：

$$\frac{P_0}{\gamma} + \frac{u_0^2}{2g} + z_0 = \frac{P}{\gamma} + \frac{u_1^2}{2g} + z \quad (6-4)$$





【註】

試驗儀器之有關資料

及符號說明：

噴嘴直徑：

0.01m

噴嘴斷面積：

$$0.0000785 \text{ m}^2 \left(= \frac{\pi}{4} 0.01^2 \right)$$

葉板中心至支點距離：

0.15m

噴嘴至葉板距離 S：

0.035 mm

砝碼離零點距離：

y (m)

四、實驗步驟

- Step1. 將 110V 之電源連接妥當。
- Step 2. 儲水槽加入之水量約九分滿。
- Step 3. 將噴嘴及硯板裝入水衝擊器內。
- Step 4. 將動量平衡器先預加上荷重約 350~450gms，使其壓縮彈簧 約 80%之壓縮量(勿將彈簧完 全壓縮，否則會產生很大的誤差)，並將平衡指標切口對準與平板同高，此時需將試重之 實際重量〔包括容器、即 杯子〕計錄下來，此即為預負荷。
- Step 5. 按下啟動馬達開關，並逐漸打開流量控制閥至某一特定流量。
- Step 6. 同時衝擊水流對硯板產生衝擊，而將硯板上推至最高點。此時開始加入荷重，至平板回 到原來之平衡位置為止，取下容杯重新稱重，即得總負荷。總負荷減去預負荷，所得之重 量即為水對硯板之衝擊力。
- Step 7. 逐漸打開流量控制閥（出口閥），以改變流量，重覆上述步驟，流量由小至大，至少取 五種，並詳細記錄各值。
- Step 8. 關閉電源，並將出口閥關閉。
- Step 9. 依序更換噴嘴或硯板，重覆 3~8 之步驟完成同樣之量測。
- Step 10. 實驗結束，關閉電源，並將流量測量槽內之水排放至儲水槽。

五、實驗結果

實驗數據：

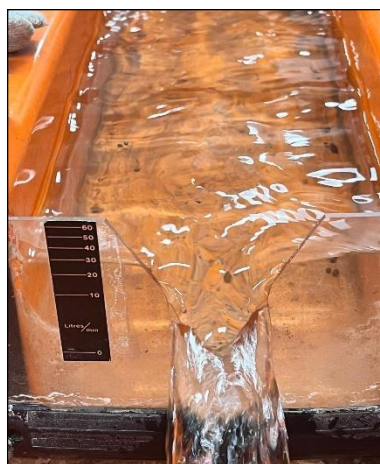
水衝擊實驗報告												
水溫：26℃ 密度(ρ)：1000kg/m³												
次 別	項 目	噴嘴		預負 荷 (gw) W ₁	預負 荷 (gw) W ₂	實際測得 之衝擊力		實際量測流量		噴嘴 速度 V(m/s)	理論 衝擊 力 F(N)	誤 差 (%)
		直徑 (mm)	硯板 型式			公斤 重 (kgw)	牛頓 (N)	測量 水量 (L/min)	測量 Q(m³/s)			
1	8mm		水平硯板	230	870	0.64	6.27	33	0.00055	10.9	6.02	4.2
1			45°圓錐 形硯板	230	520	0.29	2.84	32	0.00053	10.6	2.69	5.8
1			半圓形 硯板	230	990	0.76	7.45	26	0.00043	8.6	7.47	0.3
1	5mm		水平硯板	230	820	0.59	5.78	20	0.00033	17.0	5.66	2.2
1			45°圓錐 形硯板	250	735	0.485	4.75	25.5	0.00043	21.6	4.37	8.9
1			半圓形 硯板	230	1005	0.775	7.59	18	0.00028	14.4	8.18	7.1

實驗照片：

8mm 噴頭搭配水平硯板測量結果為 870gw，測得之水量為 33L/min



8mm 噴頭搭配 45 度硯板測量結果為 735gw，測得之水量為 32L/min



8mm 噴頭搭配半圓形硯板測量結果為 1005gw，測得之水量為 26L/min



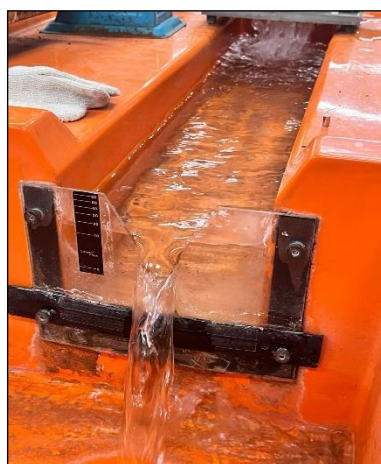
5mm 噴頭搭配水平硯板測量結果為 820gw，測得之水量為 20L/min



5mm 噴頭搭配 45 度硯板測量結果為 735gw，測得之水量為 25.5L/min



5mm 噴頭搭配半圓形硯板測量結果為 1005gw，測得之水量為 18L/min



六、參考資料

<http://dspace.fcu.edu.tw/bitstream/2377/31787/2/D0471350106>

[175.pdf](#)