

# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

渦流試驗

Eddy Current Testing

作者：蔡承翰、楊淳聿、陳靖文

系級：水利工程與資源保育學系 三甲

學號：D0235994、D0236124、D0236035

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：104 學年度 第 1 學期



## 中文摘要

目的：藉由儀器觀測強制渦流與自由渦流之水面線與流場，藉以了解強制渦流與自由渦流的觀念。比較兩者之差異，進而了解可旋性與非旋性之特性。

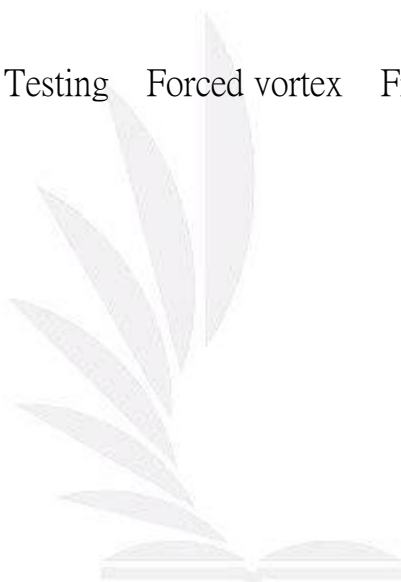
**關鍵字：**渦流試驗，強制渦流，自由渦流。



## Abstract

By observing instrument to force the water line and the free vortex flow field and the eddy currents , in order to understand the concept of free and forced vortex vortex . Comparison of the difference between the two , and thus understand rotatable and non- handedness of the properties.

**Keyword** : Eddy Current Testing   Forced vortex   Free vortex



## 目 次

中文摘要	1
英文摘要	2
試驗原理	4
試驗流程	5
試驗儀器	6-7
試驗結果	8-15
問題與討論	16-17
心得感想	18
參考文獻	19



## 試驗原理

強制渦流、自由渦流皆在定量流、非可壓縮流場下，假設徑向、鉛垂向方向之速度為 0，且軸對稱( $\omega=0$ )，流速僅有的  $\theta$  分量且只是徑向的函數，繞著 Z 軸旋轉。計算出強制渦流與自由渦流的各位置高度、畫出水面線圖形，比較兩者的差異自由渦流和強制渦流的原理其實大同小異，最大的不同在於流動是否屬於旋轉流。

自由渦流和強制渦流的原理其實大同小異，最大的不同在於流動是否屬於旋轉流。

下列以圖表示，利用小桿移動的狀態來判定是否有無旋轉的發生。

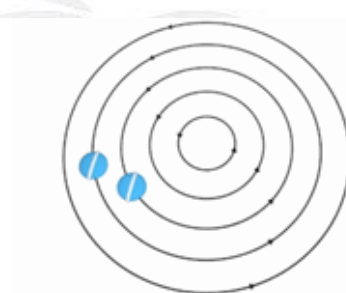


非旋渦旋。

B

自由渦流

轉動，屬於無旋轉流，稱自由渦流



剛體（旋轉）渦旋。

強制渦流

無轉動，類似剛性旋轉屬於旋轉流，稱強制渦流

# 試驗流程



## 試驗儀器

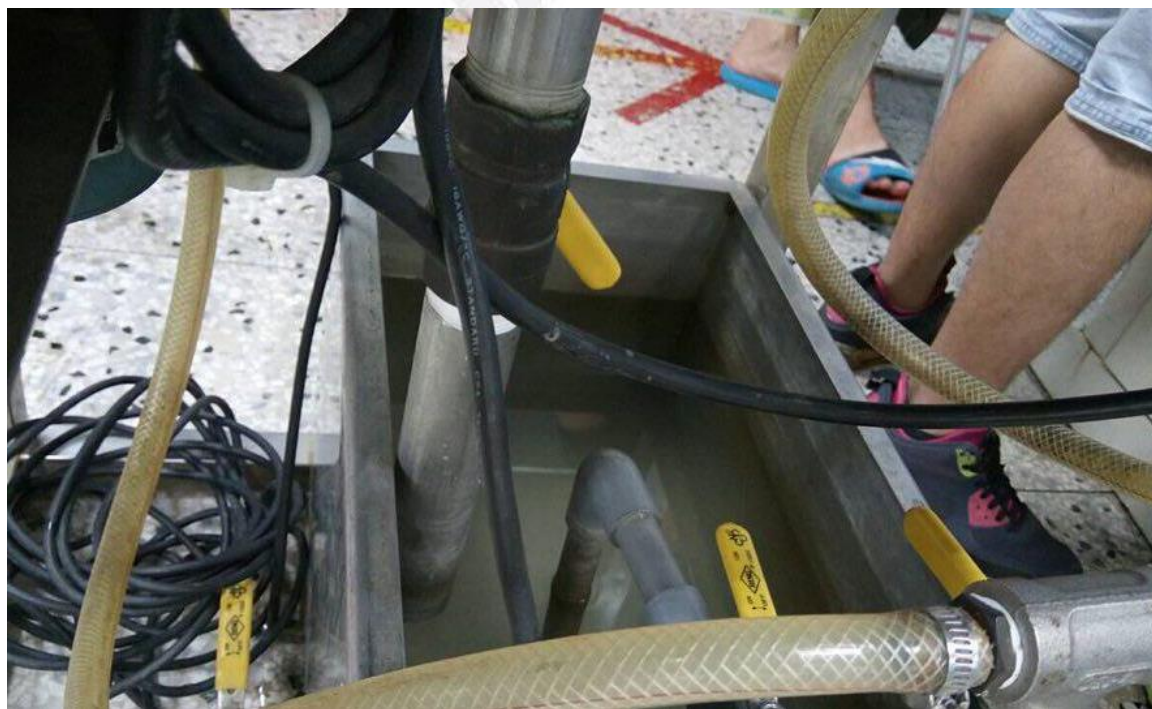


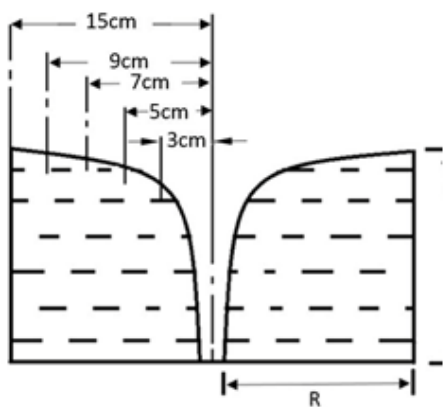
游標尺

轉桶

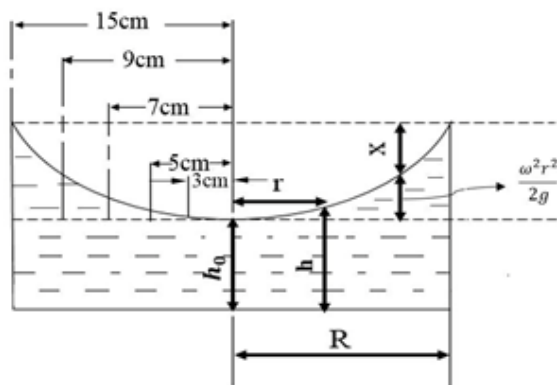
進水口

轉速馬達

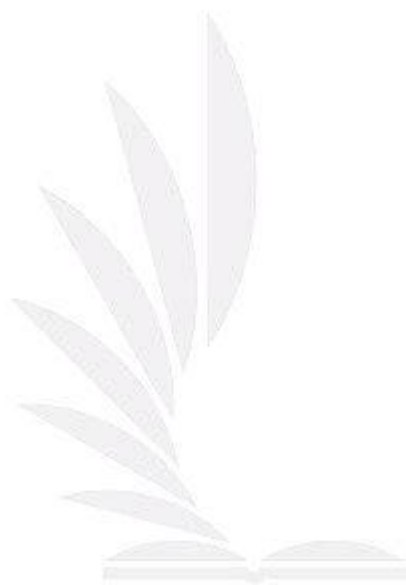




自由渦流



強制渦流





## 試驗結果；強制渦流

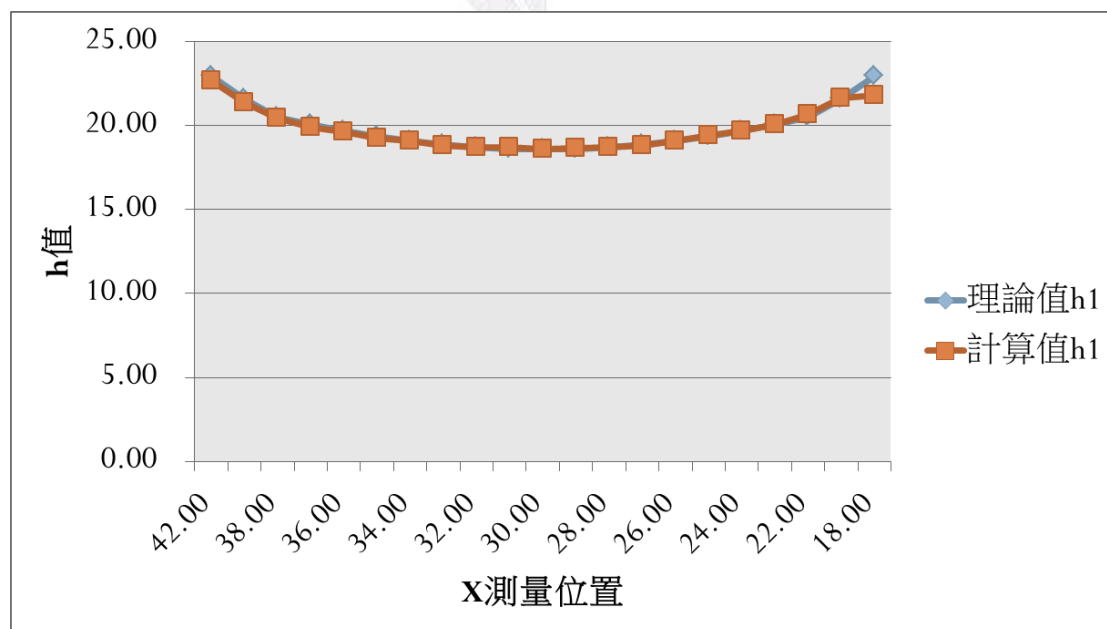
時間	8.16 sec	圈數	10.00 圈	$\omega$ :	7.70	桶深	27.40 cm															
note1	測量位置 r(cm)																					
x.	42.00	40.00	38.00	37.00	36.00	35.00	34.00	33.00	32.00	31.00	30.00	29.00	28.00	27.00	26.00	25.00	24.00	23.00	22.00	20.00	18.00	
游標尺	4.70	6.00	6.95	7.50	7.76	8.15	8.31	8.55	8.70	8.70	8.80	8.72	8.70	8.55	8.30	8.00	7.70	7.30	6.74	5.73	5.60	
h*	22.95	21.62	20.53	20.08	19.69	19.36	19.08	18.87	18.72	18.63	18.60	18.63	18.72	18.87	19.08	19.36	19.69	20.08	20.53	21.62	22.95	
h	22.70	21.40	20.45	19.90	19.64	19.25	19.09	18.85	18.70	18.70	18.60	18.68	18.70	18.85	19.10	19.40	19.70	20.10	20.66	21.67	21.80	
$\Delta h = h^* - h$	0.25	0.22	0.08	0.18	0.05	0.11	-0.01	0.02	0.02	-0.07	0.00	-0.05	0.02	0.02	-0.02	-0.04	-0.01	-0.02	-0.13	-0.05	1.15	

$$\omega = \frac{\text{圈數} \times 2\pi}{\text{時間}}$$

游標尺水面讀數(cm) 測量得知

$$h = h_0 = \text{桶深} - \text{由標尺讀數}$$

$$h^* = h_0 + \omega^2 r^2 / 2g$$



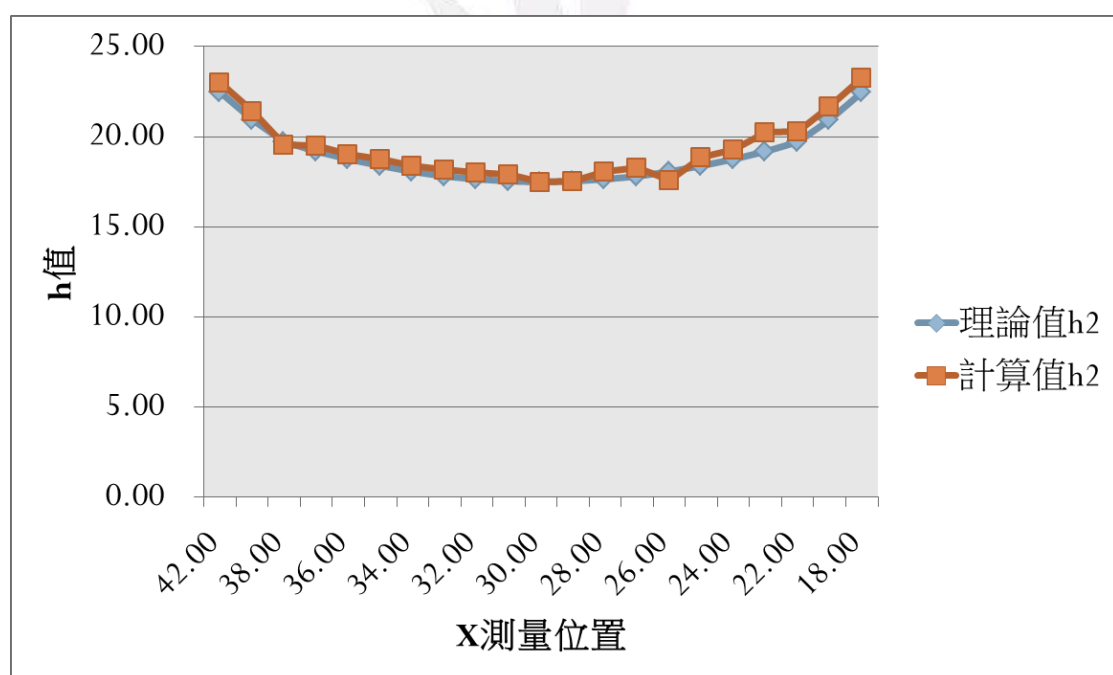
時間	7.65 sec	圈數	10.00 圈	$\omega$ :	8.21	桶深	27.40 cm															
note1	測量位置r(cm)																					
x.	42.00	40.00	38.00	37.00	36.00	35.00	34.00	33.00	32.00	31.00	30.00	29.00	28.00	27.00	26.00	25.00	24.00	23.00	22.00	20.00	18.00	
游標尺	4.40	6.00	7.85	7.90	8.40	8.65	9.00	9.25	9.40	9.50	9.90	9.85	9.35	9.12	9.81	8.52	8.09	7.16	7.08	5.73	4.11	
h*	22.45	20.94	19.70	19.18	18.74	18.36	18.05	17.81	17.64	17.53	17.50	17.53	17.64	17.81	18.05	18.36	18.74	19.18	19.70	20.94	22.45	
h	23.00	21.40	19.55	19.50	19.00	18.75	18.40	18.15	18.00	17.90	17.50	17.55	18.05	18.28	17.59	18.88	19.31	20.24	20.32	21.67	23.29	
$\Delta h = h^* - h$	-0.55	-0.46	0.15	-0.32	-0.26	-0.39	-0.35	-0.34	-0.36	-0.37	0.00	-0.02	-0.41	-0.47	0.46	-0.52	-0.57	-1.06	-0.62	-0.73	-0.84	

$$\omega = \frac{\text{圈數} \times 2\pi}{\text{時間}}$$

游標尺水面讀數(cm) 測量得知

$$h = h_0 = \text{桶深} - \text{由標尺讀數}$$

$$h^* = h_0 + \omega^2 r^2 / 2g$$



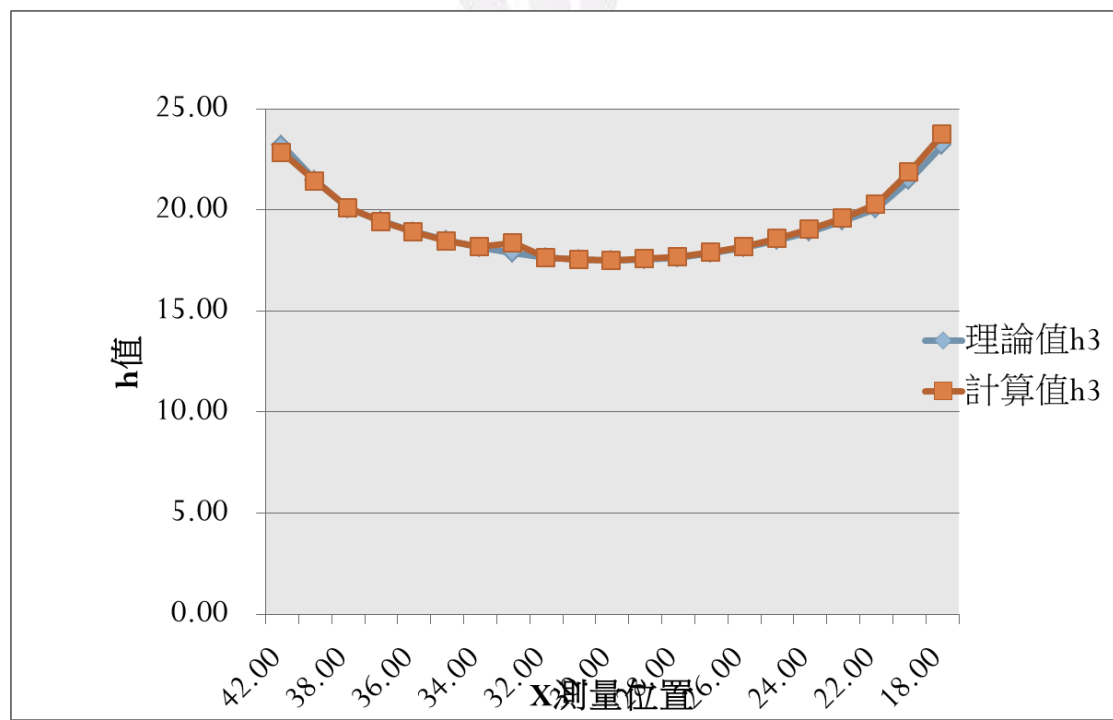
時間	7.12 sec	圈數	10.00	ω:	8.82	桶深	27.40 cm														
note1	測量位置 r (cm)																				
x.	42.00	40.00	38.00	37.00	36.00	35.00	34.00	33.00	32.00	31.00	30.00	29.00	28.00	27.00	26.00	25.00	24.00	23.00	22.00	20.00	18.00
游標尺	4.56	5.95	7.31	8.00	8.50	8.95	9.20	9.02	9.75	9.85	9.90	9.80	9.70	9.50	9.20	8.80	8.35	7.80	7.10	5.50	3.65
h*	23.22	21.47	20.04	19.44	18.93	18.49	18.14	17.86	17.66	17.54	17.50	17.54	17.66	17.86	18.14	18.49	18.93	19.44	20.04	21.47	23.22
h	22.84	21.45	20.09	19.40	18.90	18.45	18.20	18.38	17.65	17.55	17.50	17.60	17.70	17.90	18.20	18.60	19.05	19.60	20.30	21.90	23.75
Δh=h*-h	0.38	0.02	-0.05	0.04	0.03	0.04	-0.06	-0.52	0.01	-0.01	0.00	-0.06	-0.04	-0.04	-0.06	-0.11	-0.12	-0.16	-0.26	-0.43	-0.53

$$\omega = \frac{\text{圈數} \times 2\pi}{\text{時間}}$$

游標尺水面讀數(cm) 測量得知

$$h = h_0 = \text{桶深} - \text{由標尺讀數}$$

$$h^* = h_0 + \omega^2 r^2 / 2g$$



## 渦流試驗

時間	8.16	sec	圈數	10.00	圈	$\omega$ :	7.70	桶深	27.40	cm															
note1	測量位置 r (cm)																								
x	42.00	40.00	38.00	37.00	36.00	35.00	34.00	33.00	32.00	31.00	30.00	29.00	28.00	27.00	26.00	25.00	24.00	23.00	22.00	20.00	18.00				
游標尺	4.70	6.00	6.95	7.50	7.76	8.15	8.31	8.55	8.70	8.70	8.80	8.72	8.70	8.55	8.30	8.00	7.70	7.30	6.74	5.73	5.60				
h*	22.95	21.62	20.53	20.08	19.69	19.36	19.08	18.87	18.72	18.63	18.60	18.63	18.72	18.87	19.08	19.36	19.69	20.08	20.53	21.62	22.95				
h	22.70	21.40	20.45	19.90	19.64	19.25	19.09	18.85	18.70	18.70	18.60	18.68	18.70	18.85	19.10	19.40	19.70	20.10	20.66	21.67	21.80				
$\Delta h=h*-h$	0.25	0.22	0.08	0.18	0.05	0.11	-0.01	0.02	0.02	-0.07	0.00	-0.05	0.02	0.02	-0.02	-0.04	-0.01	-0.02	-0.13	-0.05	1.15				
時間	7.65	sec	圈數	10.00	圈	$\omega$ :	8.21	桶深	27.40	cm															
note1	測量位置 r (cm)																								
x	42.00	40.00	38.00	37.00	36.00	35.00	34.00	33.00	32.00	31.00	30.00	29.00	28.00	27.00	26.00	25.00	24.00	23.00	22.00	20.00	18.00				
游標尺	4.40	6.00	7.85	7.90	8.40	8.65	9.00	9.25	9.40	9.50	9.90	9.85	9.35	9.12	9.81	8.52	8.09	7.16	7.08	5.73	4.11				
h*	22.45	20.94	19.70	19.18	18.74	18.36	18.05	17.81	17.64	17.53	17.50	17.53	17.64	17.81	18.05	18.36	18.74	19.18	19.70	20.94	22.45				
h	23.00	21.40	19.55	19.50	19.00	18.75	18.40	18.15	18.00	17.90	17.50	17.55	18.05	18.28	17.59	18.88	19.31	20.24	20.32	21.67	23.29				
$\Delta h=h*-h$	-0.55	-0.46	0.15	-0.32	-0.26	-0.39	-0.35	-0.34	-0.36	-0.37	0.00	-0.02	-0.41	-0.47	0.46	-0.52	-0.57	-1.06	-0.62	-0.73	-0.84				
時間	7.12	sec	圈數	10.00	圈	$\omega$ :	8.82	桶深	27.40	cm															
note1	測量位置 r (cm)																								
x	42.00	40.00	38.00	37.00	36.00	35.00	34.00	33.00	32.00	31.00	30.00	29.00	28.00	27.00	26.00	25.00	24.00	23.00	22.00	20.00	18.00				
游標尺	4.56	5.95	7.31	8.00	8.50	8.95	9.20	9.02	9.75	9.85	9.90	9.80	9.70	9.50	9.20	8.80	8.35	7.80	7.10	5.50	3.65				
h*	23.22	21.47	20.04	19.44	18.93	18.49	18.14	17.86	17.66	17.54	17.50	17.54	17.66	17.86	18.14	18.49	18.93	19.44	20.04	21.47	23.22				
h	22.84	21.45	20.09	19.40	18.90	18.45	18.20	18.38	17.65	17.55	17.50	17.60	17.70	17.90	18.20	18.60	19.05	19.60	20.30	21.90	23.75				
$\Delta h=h*-h$	0.38	0.02	-0.05	0.04	0.03	0.04	-0.06	-0.52	0.01	-0.01	0.00	-0.06	-0.04	-0.04	-0.06	-0.11	-0.12	-0.16	-0.26	-0.43	-0.53				

## 試驗結果；自由渦流

no1	r(cm)	桶深	25.1	cm	測量位置 r (cm)																			
x	42	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30.459	30	29.748	29	28	27	26	25	24	23	22	20	18	
游標尺	3.55	3.9	4.05	4.35	4.7	4.9	5.7	7.2	11.2	21.8	25.1	27.9	25.1	16.8	9.5	6.5	5.3	4.8	3.8	4.15	4.1	3.9	3.8	
h	21.55	21.2	21.05	20.75	20.4	20.2	19.4	17.9	13.9	3.3	0	-2.8	0	8.3	15.6	18.6	19.8	20.3	21.3	20.95	21	21.2	21.3	

桶深、游標尺讀數

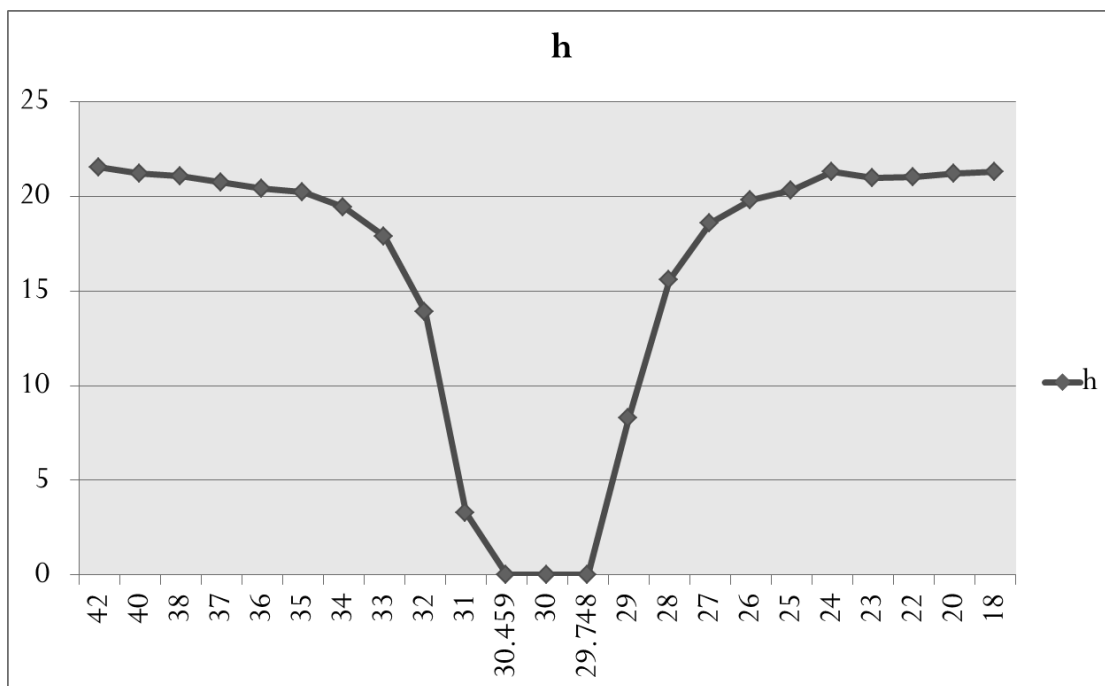
X 值內插求得交點

$h = \text{桶深} - \text{游標尺讀數}$

桶深、游標尺讀數

X 值內插求得交點

$h = \text{桶深} - \text{游標尺讀數}$

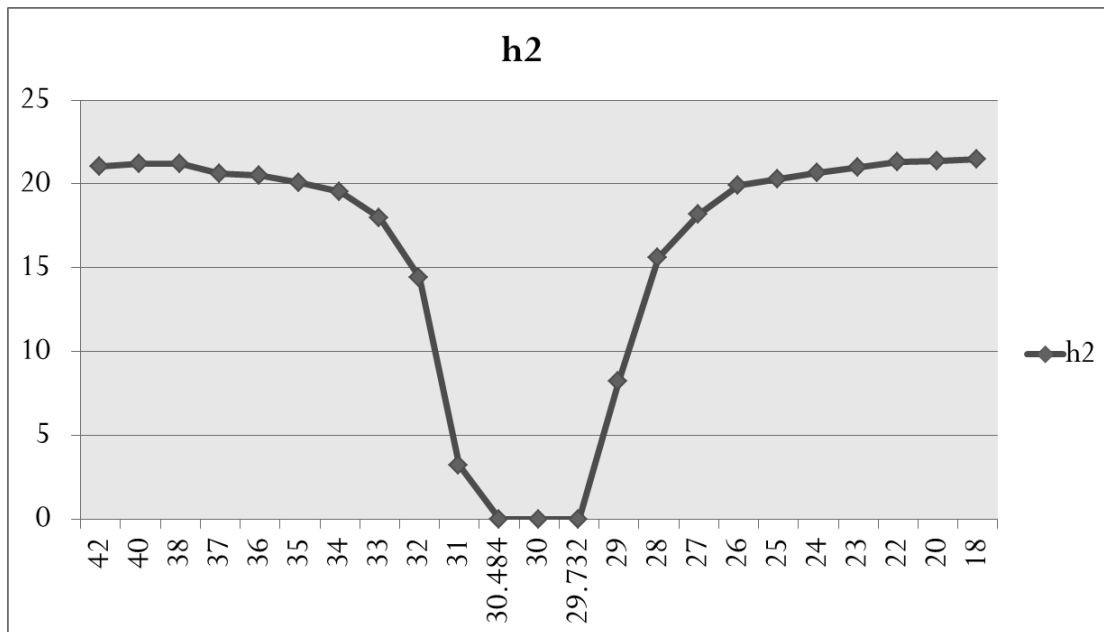


no.2	桶深 25.1 cm																	測量位置 r (cm)					
x	42	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30.484	30	29.732	29	28	27	26	25	24	23	22	20	18
游標尺	4.05	3.9	3.9	4.5	4.6	5	5.55	7.1	10.7	21.9	25.1	28.1	25.1	16.9	9.5	6.9	5.2	4.8	4.4	4.1	3.8	3.7	3.6
h	21.05	21.2	21.2	20.6	20.5	20.1	19.55	18	14.4	3.2	0	-3	0	8.2	15.6	18.2	19.9	20.3	20.7	21	21.3	21.4	21.5

桶深、游標尺讀數

X 值內插求得交點

$h = \text{桶深} - \text{游標尺讀數}$

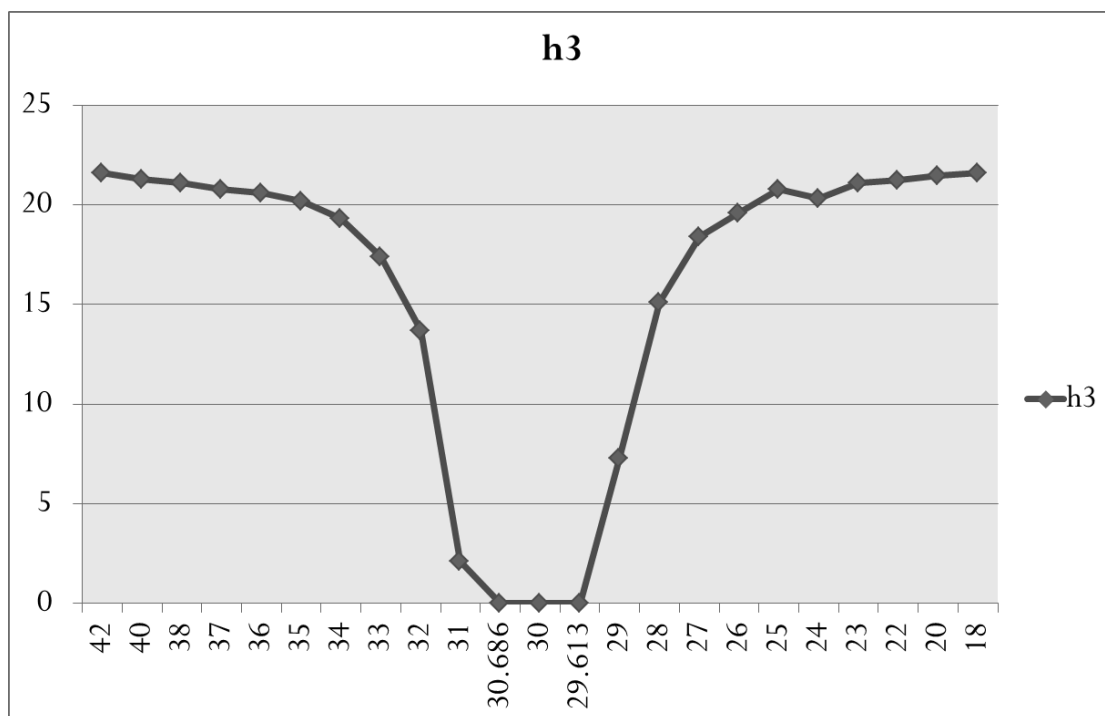


$r_0$	桶深		25.1 cm		測量位置 $r$ (cm)																		
$x$	42	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30.606	30	29.613	29	28	27	26	25	24	23	22	20	18
游標尺	3.5	3.8	4	4.3	4.5	4.9	5.8	7.7	11.4	23	25.1	29.7	25.1	17.8	10	6.7	5.5	4.3	4.8	4	3.85	3.65	3.5
$h$	21.6	21.3	21.1	20.8	20.6	20.2	19.3	17.4	13.7	2.1	0	4.6	0	7.3	15.1	18.4	19.6	20.8	20.3	21.1	21.25	21.45	21.6

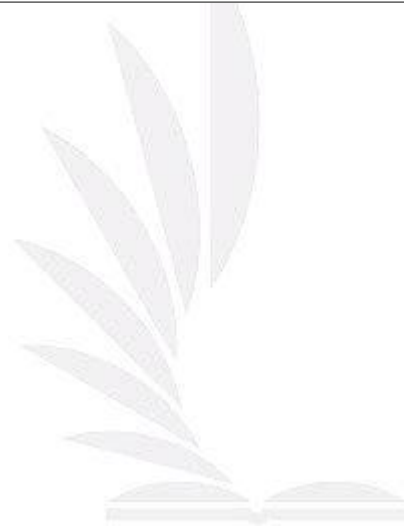
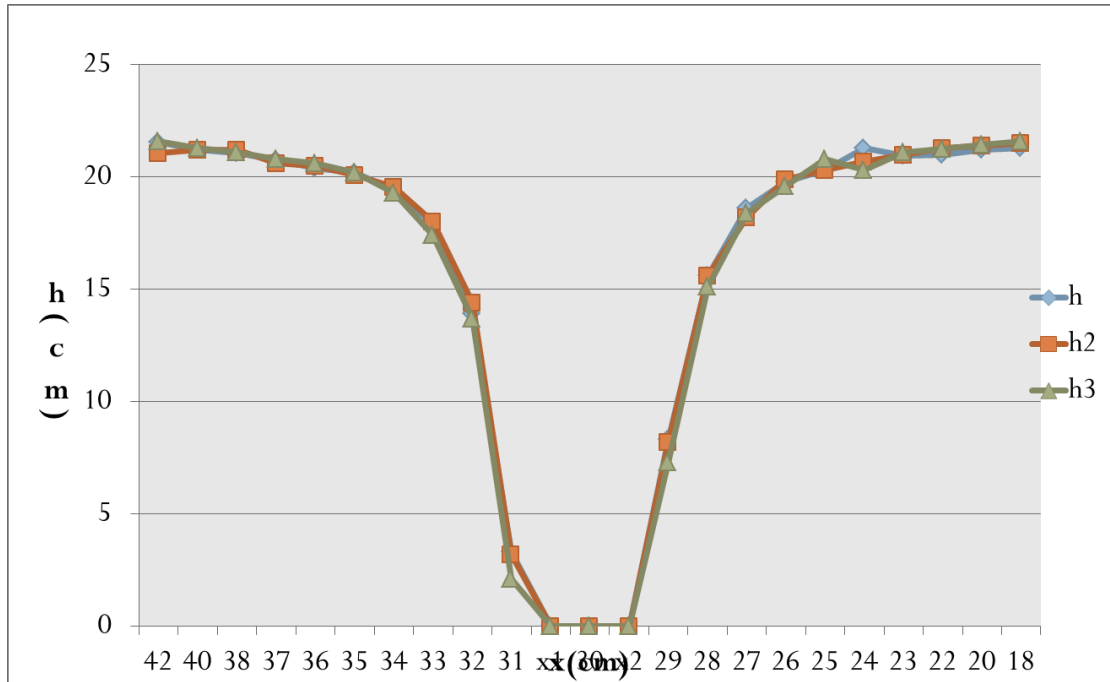
桶深、游標尺讀數       $X$  值內插求得交點

$h = \text{桶深} - \text{游標尺讀數}$

渦流試驗



no1	r(cm)	桶深	25.1 cm	測量位置 r(cm)																			
x	42	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30.459	30	29.748	29	28	27	26	25	24	23	22	20	18
游標尺	3.55	3.9	4.05	4.35	4.7	4.9	5.7	7.2	11.2	21.8	25.1	27.9	25.1	16.8	9.5	6.5	5.3	4.8	3.8	4.15	4.1	3.9	3.8
h	21.55	21.2	21.05	20.75	20.4	20.2	19.4	17.9	13.9	3.3	0	-2.8	0	8.3	15.6	18.6	19.8	20.3	21.3	20.95	21	21.2	21.3
no2		桶深	25.1 cm	測量位置 r(cm)																			
x	42	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30.484	30	29.732	29	28	27	26	25	24	23	22	20	18
游標尺	4.05	3.9	3.9	4.5	4.6	5	5.55	7.1	10.7	21.9	25.1	28.1	25.1	16.9	9.5	6.9	5.2	4.8	4.4	4.1	3.8	3.7	3.6
h	21.05	21.2	21.2	20.6	20.5	20.1	19.55	18	14.4	3.2	0	-3	0	8.2	15.6	18.2	19.9	20.3	20.7	21	21.3	21.4	21.5
no3		桶深	25.1 cm	測量位置 r(cm)																			
x	42	40	38	37	36	35	34	33	32	31	30.686	30	29.613	29	28	27	26	25	24	23	22	20	18
游標尺	3.5	3.8	4	4.3	4.5	4.9	5.8	7.7	11.4	23	25.1	29.7	25.1	17.8	10	6.7	5.5	4.3	4.8	4	3.85	3.65	3.5
h	21.6	21.3	21.1	20.8	20.6	20.2	19.3	17.4	13.7	2.1	0	-4.6	0	7.3	15.1	18.4	19.6	20.8	20.3	21.1	21.25	21.45	21.6

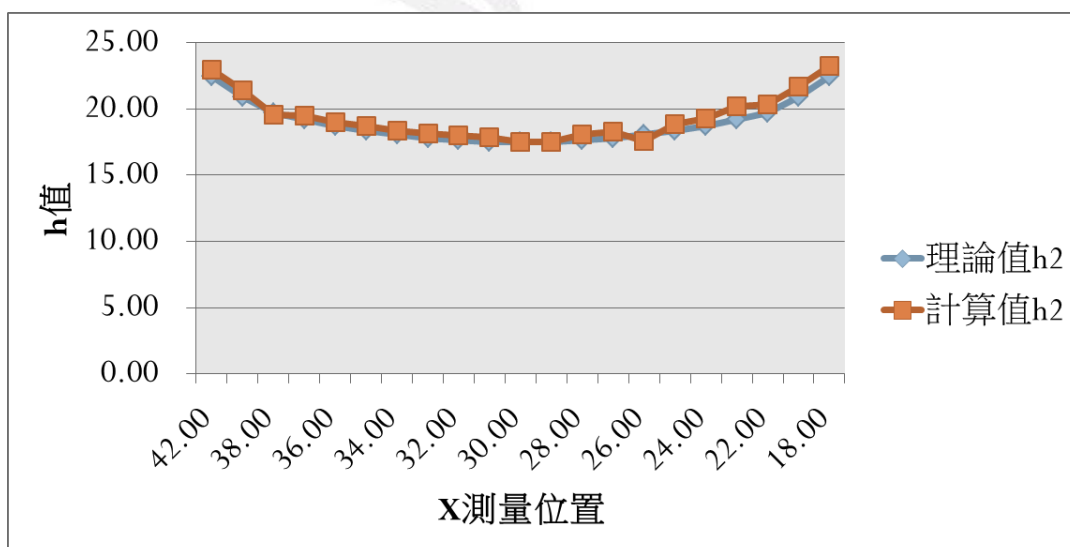
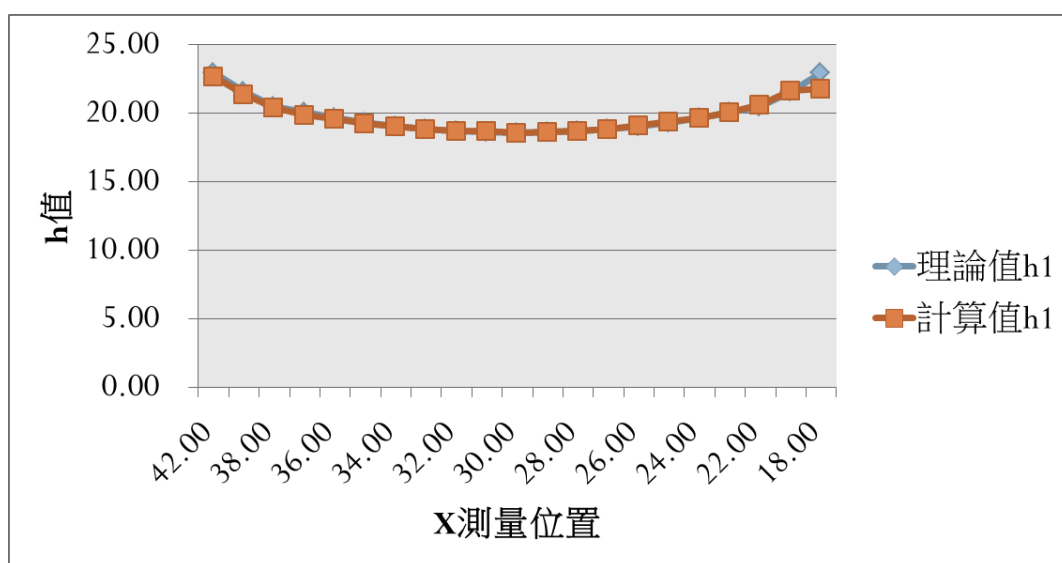




## 問題與討論

1. 計算值，點繪其結果，並與理論值做比較？

如前圖表示，我們認為當中的誤差最大的原因，來自於人為觀測所造成的。還有 h1 與 h2 前面有可能是因為，我們還沒流速穩定就開始測量導致。



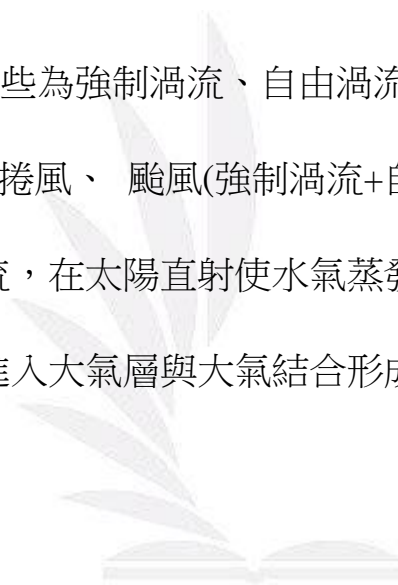
## 2.液體之黏滯性對強制渦流的影響為何，試說明之？

強制渦流之位頭及速頭會受到液體之黏滯性所影響，而液體間的黏滯性如果越高，則摩擦力以及分子內部的凝聚力也就越高，則會使液體形成渦流。因液體內有凝聚力，彼此互相吸引，並且對邊壁產生較大的吸附力。

## 3.請舉例自然界中有哪些為強制渦流、自由渦流？

泳池渦流(非自然)、龍捲風、 颱風(強制渦流+自由渦流)

逆時針旋轉的海洋渦流，在太陽直射使水氣蒸發，這逆時針旋轉的渦流向上攀升蒸發，進入大氣層與大氣結合形成颱風。



## 心得感想

蔡承翰:

強制渦流消耗的時間比較長，因為必須等他穩定。而自然渦流較難掌控，因為必須去調整進水及出水的流量。藉此延伸至自然界，了解颱風和龍捲風的形成亦和流力有密不可分的關係。

楊淳聿:

這次的實驗和我們正在學習的中等流力大大的相關，藉由渦流實驗更能了解到旋性與非旋性的關係。也在實驗室內做出小小的龍捲風渦流，更由實驗來證明課堂中的方程式。

陳靖文:

自由渦流的流量比較難控制，水面難達到底穩定，要很快的去測量。強制渦流比較好測量，需要多點時間耐心等到水面穩定，誤差也比較不大

渦流試驗

## 參考文獻

流體力學試驗手冊

