FCU ePaper

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

管路流量計試驗

Line flow meter test

作者：鄭仔伶、朱奕寧、周澔謙

系級：水利工程與資源保育學系 三甲

學號：D0208288、D0208302、D0235790

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

逢甲大學 建設學院 College of Construction and Development

中文摘要

目的：

藉由測量管路系統中流量的裝置(如孔口計、文氏計、羅托計等)，量測各管路口徑所產生的壓力差，再由此壓力差來計算流量。

利用以上的討論可以求得文氏計、孔口計、羅托計、廣角突增、彎管等水頭損失。

關鍵字： 孔口計、文氏計、羅托計

Abstract

By means of measuring the flow piping system (Orifice meter, Venturi meter, Rota meter) , pressure measurement of each pipe diameter difference generated , and then calculate the flow by the pressure difference .
Discussing the use of the above can be obtained Venturi meter, orifice meter, Rotorua gauge, wide-angle spurt , pipe and other head loss .

Keyword：Orifice meter , Venturi meter, Rota meter

目　次

中文摘要 1

英文摘要 2

試驗原理 4

試驗流程 6

試驗儀器 7

試驗結果 8

問題與討論 10

心得感想 12

參考文獻 13

試驗原理

將主水閥開至最大，然後控制羅托計高度一次增加 0.5 單位，記錄各壓力孔口的高度與時間，以計算實際流量。如果文氏計在壓力孔口 a 與 b 間的水頭 損失不計，則利用伯努利定理：

$$\frac{P}{\gamma}+Z+\frac{V^2}{2g}=\text{總水頭}=\text{常數}\quad(1)$$

可得如下之方程式：

$$Q_{ab}=CA_b\{\frac{2g}{1-\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2}\left(\frac{P_a}{\gamma}-\frac{P_b}{\gamma}\right)\}^{\frac{1}{2}}=CA_b\{\frac{2g}{1-\left(\frac{A_a}{A_b}\right)^2}(h_a-h_b)\}^{\frac{1}{2}}\quad(2)$$

同理，利用孔口計上、下游兩壓力孔口之壓力差，亦可根據伯努利定理求得計算孔口計流量之關係式：

$$Q_{cd}=CA_f\{\frac{2g}{1-\left(\frac{A_f}{A_e}\right)^2}\left(\frac{P_e}{\gamma}-\frac{P_f}{\gamma}\right)\}^{\frac{1}{2}}=CA_f\{\frac{2g}{1-\left(\frac{A_f}{A_e}\right)^2}(h_e-h_f)\}^{\frac{1}{2}}\quad(3)$$

上三式中 ，

Q：流量

C：流量係數(Discharge coefficient)

A：斷面積;右下註腳之小寫字母表示壓力孔口的位置

Z：高度

V：斷面積平均速度(Sectional mean velocity)

g：重力加速度

P：壓力; 右下註腳之小寫字母表示壓力孔口的位置

h：壓力水頭; 右下註腳之小寫字母表示壓力孔口的位置

γ：流體之單位體積重(Specific weight of fluid)

此次試驗主要是探討方程式(2)及方程式(3)中之 C 值及羅托計圓錐體上升高度與流量間的關係。我們可以得知方程式(2)及方程式(3)中之 C 值及羅 托計圓錐體上升高度與流量間的關係。此外我們還可以利用伯努利原理來探討管路中非均勻流動之水頭損失，以下為文氏計、孔口計、羅托計、廣角突增、彎管 等水頭損失之討論：

1.文氏計：引用伯努利原理於壓力孔口 a 與 b 上，即可得知：

$$h_{1ab}=\frac{P_a}{\gamma}+\frac{V_a}{2g}-\frac{P_b}{\gamma}-\frac{{V_b}^2}{2g}\quad(4)$$

或 $h_{1ab}=h_a-h_b\quad(5)$

式中， h：封閉式差壓計內之儀壓高，右下註腳之小寫字母代表壓力孔口之位置 hl：水頭損失，右下註腳之小寫字母代表壓力孔口之位置

2.孔口計：引用伯努利定理於壓力孔口上 e 及 f 上即可得知：

$$h_{1ef} = \frac{P_e}{\gamma} + \frac{V_e^2}{2g} - \frac{P_f}{\gamma} - \frac{V_f^2}{2g} \quad (6)$$

$$\text{或} \quad h_{1ef} = h_e - h_f \quad (7)$$

3.羅托計：在孔口計儀器中，其孔口直徑固定不變，流體經過孔口後產生一壓差。 而在羅托計中，並無產生壓差，然浮標與管壁間之流孔則隨流體流量而改變，簡 單之羅托計如附圖所示。

浮標與管壁間之周隙表面(Annular Aperture Surface)，隨浮標之上下而改變，亦即隨流量而改變。當一流體自流量計底部進入，自頂部流出，浮標上同時 被上下二力所作用，若此二力互相平衡，浮標即固定於某一位置，而對照管壁之 流量刻度，即可知當時之流量大小。浮標之向下力(Downward Force)等於浮標 之重量減去被浮標所排出液體之重量。此向下力同時被流體流動之向上力 (Upward Force)所抵消。因浮標之重量始終不變，在平衡時，浮標上下時之壓力落差亦不變，又因流管之內壁係製成錐形，上大下小，則使流體通過之環型橫斷 面積(Annular Cross section Area)為可變者。增加流量後，並不增加浮標上下之 壓力落差，卻使浮標昇至一較高位置，於是使流體通過之面積為之增加，此為浮 體(面積)流量計之基本原理。而羅托計之上下兩壓力孔所測得之壓力差，其產生 之主因係由於通過浮標周圍之高速流所導致之水頭損失。利用伯努利定理於羅托 計上，得知：

$$h_{1hi} = \frac{P_e}{\gamma} + Z_h - \frac{P_e}{\gamma} - Z_i \quad (8)$$

$$\text{或} \quad h_{1hi} = h_h - h_i \quad (9)$$

4.廣角突增：探討廣角突增（管徑突然增）大之損失水頭，可利用伯努利定理 於壓力孔口 c 與 d 上，即可求得：

$$h_{1cd} = \frac{P_c}{\gamma} + \frac{V_c^2}{2g} - \frac{P_d}{\gamma} - \frac{V_d^2}{2g} \quad (10)$$

$$\text{或} \quad h_{1cd} = h_c - h_d \quad (11)$$

5.彎管：探討彎管之水頭損失，需引用伯努利定理於壓力孔口 g 與 h 上，亦可 求得：

$$h_{1gh} = \frac{P_g}{\gamma} + \frac{V_g^2}{2g} - \frac{P_h}{\gamma} - \frac{V_h^2}{2g} \quad (12)$$

$$\text{或} \quad h_{1gh} = h_g - h_h \quad (13)$$

試驗流程

水閥門開到最大，關閉出水閘門。

↓

使用打氣筒於上端空氣閥灌氣, 使各水位低於透明壓力計後, 拔除打氣閥, 待管內空氣排出。

↓

待水流穩定後, 記錄各管內高度。

↓

調整羅托計並將水箱流出之水, 以量測筒裝滿之時間做流量率定並記錄。

↓

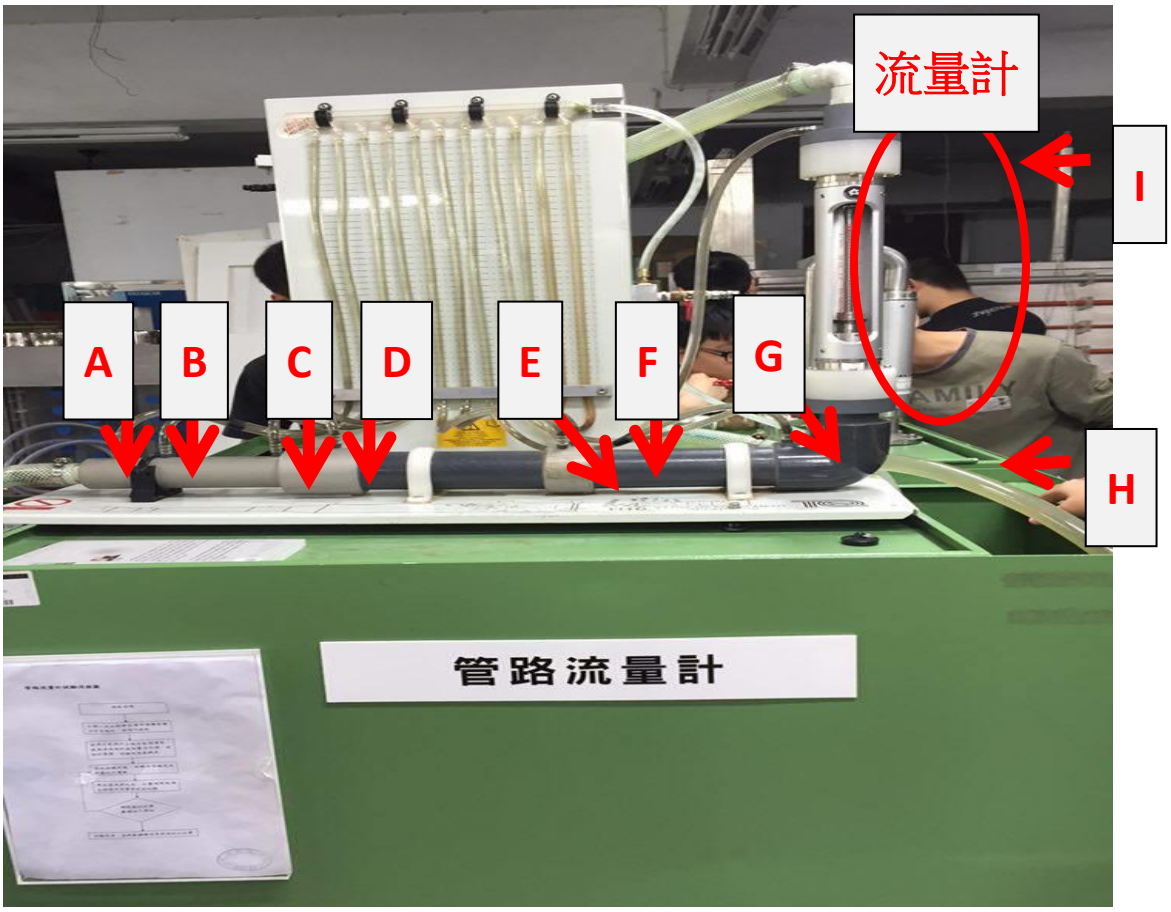
調整托羅紀讀數增加二單位，試驗結束，並將數據繪成表格加以計算。

↓

實驗結束，計算數據並繪圖

試驗儀器

水自右邊出水口進入儀器後上升，再自上端左邊經量水孔口流回試驗台之蓄水箱，構成一個循環單元。儀器上有九個壓力孔口上以透明軟塑膠管集合構成一集合封閉試壓力計。板之上端有一空氣孔閥門，調整壓力計內之空氣含量。儀器左上端有一流量控制閥門。儀器下方平板的四腳分別有四個調整支腳，用以調整儀器成水平。



試驗結果

表 8.1 管路流量計試驗紀錄表

試驗次數	水柱高(cm)									流量率定		流量計讀數(L/min)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	蓄水體積(cm)	時間(s)	
#	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2	29.2	#	#	#
1	30.6	29.6	30.1	30.2	30.2	29.2	29.4	29.4	17.2	10000	110.61	5
2	30.6	28.8	30.2	30.2	30.3	28.6	28.9	28.8	16.4	10000	81.64	7
3	31.2	28.3	30.4	30.5	30.7	27.9	28.3	28.3	15	10000	60.58	9
4	31.6	27.5	30.6	30.7	31	26.9	27.6	27.5	13.4	10000	55.04	11
5	32.5	27	31.1	31.2	31.6	26	27	26.9	11.8	10000	45.72	13
6	33.6	26.2	31.6	31.7	32.3	24.9	26.1	25.9	9.6	10000	40.11	15
7	34.4	25.5	32.1	32.3	32.9	24	25.5	25.1	8.6	10000	36.35	17
8	35.3	24.7	32.3	32.7	33.5	22.5	24.5	24.3	5.6	10000	33.41	19
9	36.8	23.8	33.3	33.7	34.5	21.2	23.5	23	2.7	10000	28.64	21
10	37.9	23.1	33.9	34.4	35.3	20	22.7	22.3	0.4	10000	28.41	22

註：流量率定請率定三次再取平均值。

8.2 水頭損失紀錄表

試驗次數	水頭損失 h_1(cm)				
	文氏管(BC)	孔口版(EF)	羅托計(HI)	廣角突增(CD)	彎管(GH)
1	-0.5	1	12.2	-0.1	0
2	-1.4	1.7	12.4	0	0
3	-2.1	2.8	13.3	-0.1	0.1
4	-3.1	4.1	14.1	-0.1	0
5	-4.1	5.6	15.1	-0.1	0.1
6	-5.4	7.4	16.3	-0.1	0.1
7	-6.6	8.9	16.5	-0.2	0.2
8	-7.6	11	18.7	-0.4	0.4
9	-9.5	13.3	20.3	-0.4	0.2
10	-10.8	15.3	21.9	-0.5	0.5

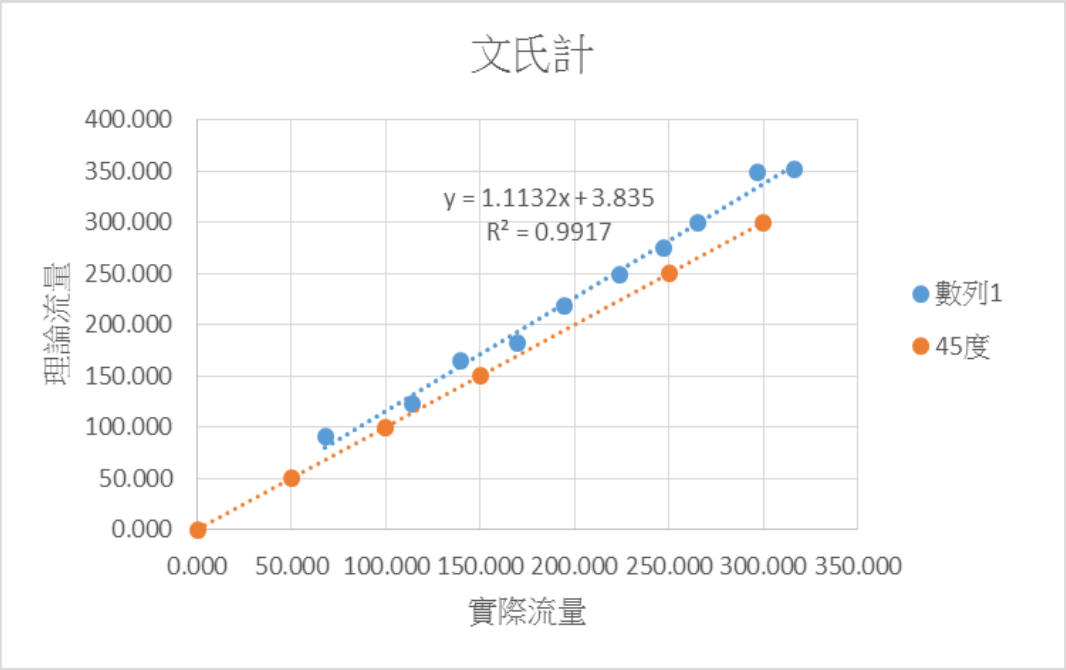
8.3 文氏計、孔口版與水箱之關係表

管路流量計試驗

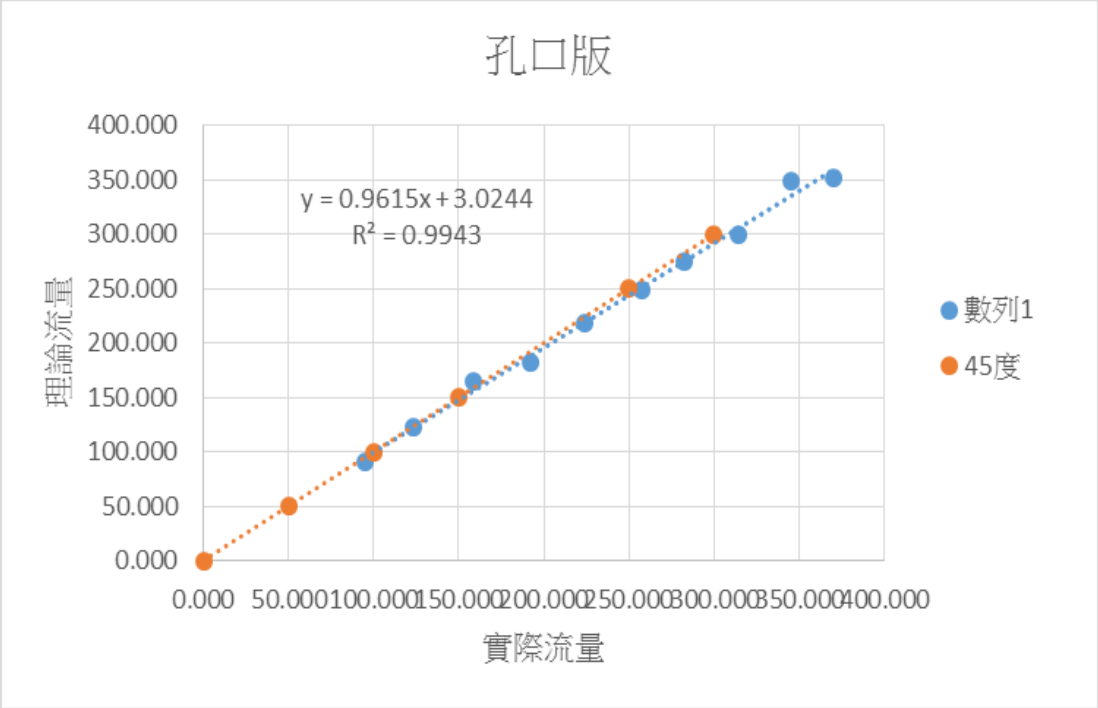
試驗次數	理論流量(cm^3/s)		實測流量(cm^3/s)
	文氏計(Q_{BC})	孔口版(Q_{EF})	
1	68.042	94.758	90.408
2	113.856	123.549	122.489
3	139.445	158.561	165.071
4	169.424	191.870	181.686
5	194.843	224.239	218.723
6	223.610	257.770	249.314
7	247.210	282.691	275.103
8	265.277	314.277	299.312
9	296.589	345.575	349.162
10	316.232	370.648	351.989

問題與討論

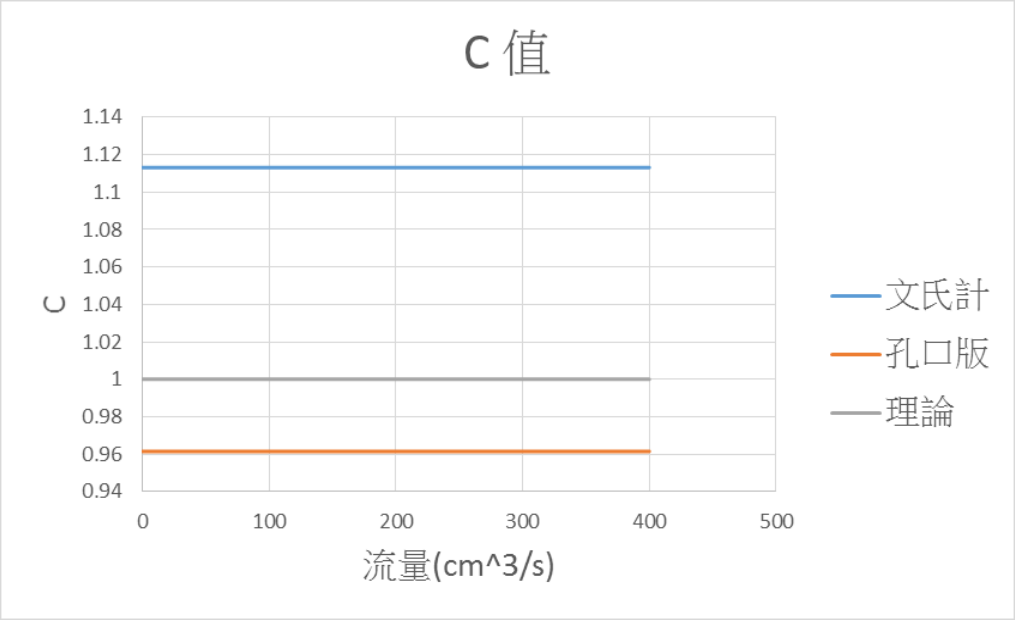
1. 決定文氏計儀器係數或流量係數C值方法如下：於方格紙上，以實測流量Q為垂直座標軸，而以方程式（8-4）等號之右除C以外之理論值Q1為水平座標軸，方程式（8-4）顯示C值即一最佳值使C可以近似Q，亦即趨近45°之斜線。將數據繪於圖上以不同符號表示流量漸次增加及減少等不同情況，而後再求直線數值方程式，圖上須標示通過原點之45°直線，比較並討論結果。



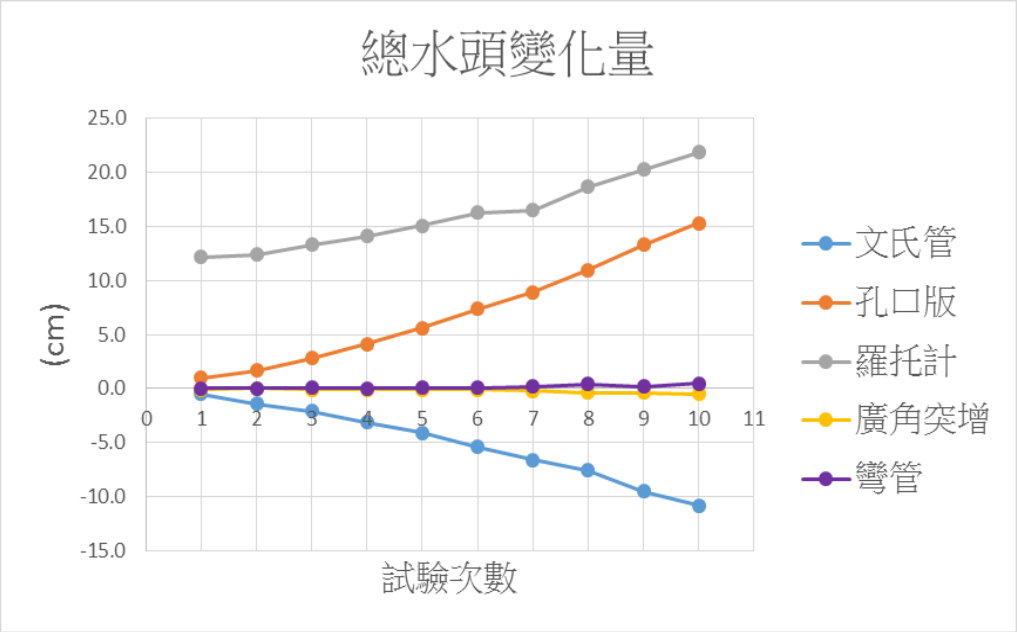
2. 由方程式（8.5）決定孔口計之流量係數C值，方法類似1



3. 流量與C值比較



4. 若管徑不變（亦即流速不變）管流兩斷面間之水頭損失即等於總水頭之差，因此，比較兩斷面之總水頭差，即可了解水頭損失之概況。於方格紙上，以水頭損失即流量分別為垂直及水平座標軸，將文氏計、孔口計、羅托計、廣角突增、90度彎管等五種非均勻流動損失水頭及流量間的關係，於同一圖上以不同符號表示不同非均勻流動損失水頭，比較並討論之。



心得感想

- 鄭伃伶：

  本次實驗須要一次作完全部數據，中間不能中斷。算數據過程中，也遇到蠻多困難的，有時候忘記換單位，不過在 EXCEL 的輔助下，也快速算出所有數據。

- 朱奕寧：

  這次實驗與管路系統損失相似，但不同的在於一個是給壓力造成管路的流失，一個給予流量讓各管產生高差。因羅托管會不時的上下微移動，水位就沒辦法固定，所以我們在看時，看他的管水位取個中間值但也會差個幾 mm，但不影響我們的數據。實驗不難，但也要仔細觀察。

- 周澔謙：

  本次實驗我們藉由測量管路系統中流量的裝置如孔口計，文氏計，羅托計等，量測各管路口徑所產生的壓力差，再由此壓力差來計算流量。同時，在觀測讀數時，需要很專心也是在考驗我們的眼力。

參考文獻

流體力學試驗手冊