

實驗三 填充床壓降



B06504004
B06504124

盧彥均
趙奕翔

B06504069
B05504076

蘇峰玉
蔡孟儒

目錄



數據處理

ΔP - G 圖
 ΔP - G 對數圖
 ΔP - L 圖



結果討論

不同氣體流量的壓差
不同液體流量的壓差
不同塔的比較



實驗觀察 誤差分析

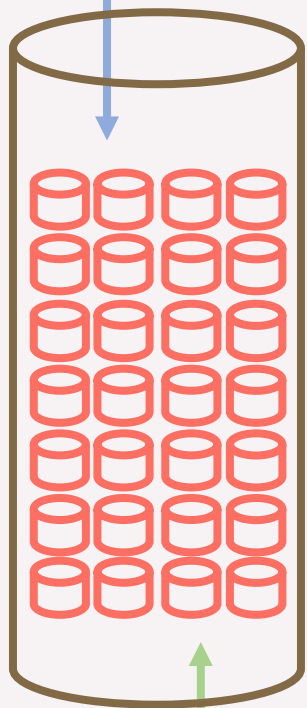


實驗建議



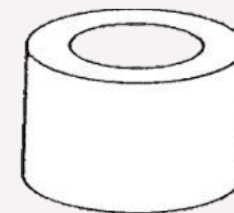
數據處理

$L = 0, 1, 1.5, 2 \text{ LPM}$



$G = 40 \uparrow \text{LPM}$

操作條件及實驗參數



- 填充物：拉西環（7mm & 10mm）
- 塔高：1.2m & 0.6m

	Column 1	Column 2	Column 3
填充物直徑(mm)	7	10	10
比表面積(m^2/m^3)	633	487	487
塔高(m)	1.2	1.2	0.6

- 濕塔操作前已先將塔完全沖濕 (flooding)，才開始做實驗
- 將不同塔及不同氣、液流量下所得到的壓差，對氣、液流量進行作圖
- loading point 及 flooding point的判讀：斜率變化驟變的點

數據處理 loading point 及 flooding point 的判讀

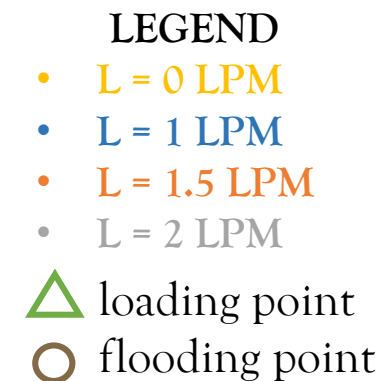
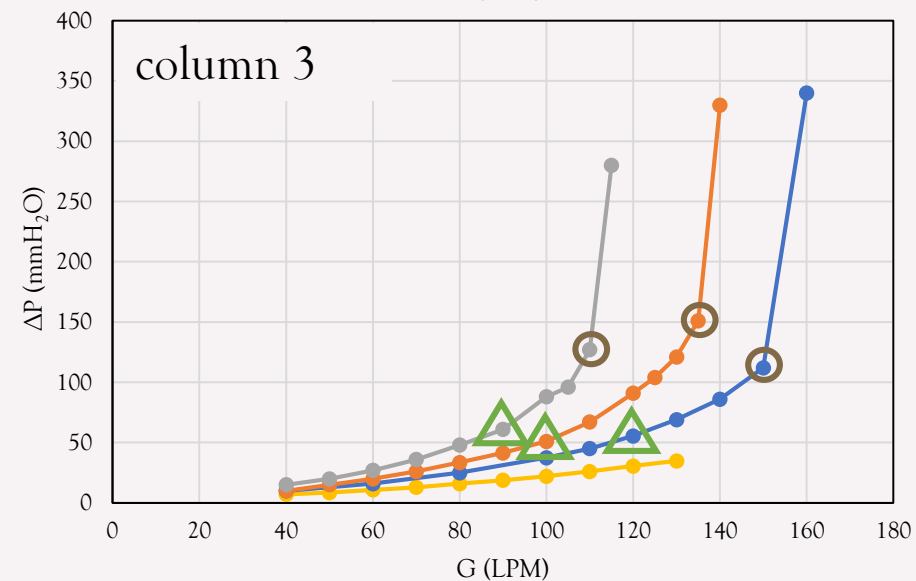
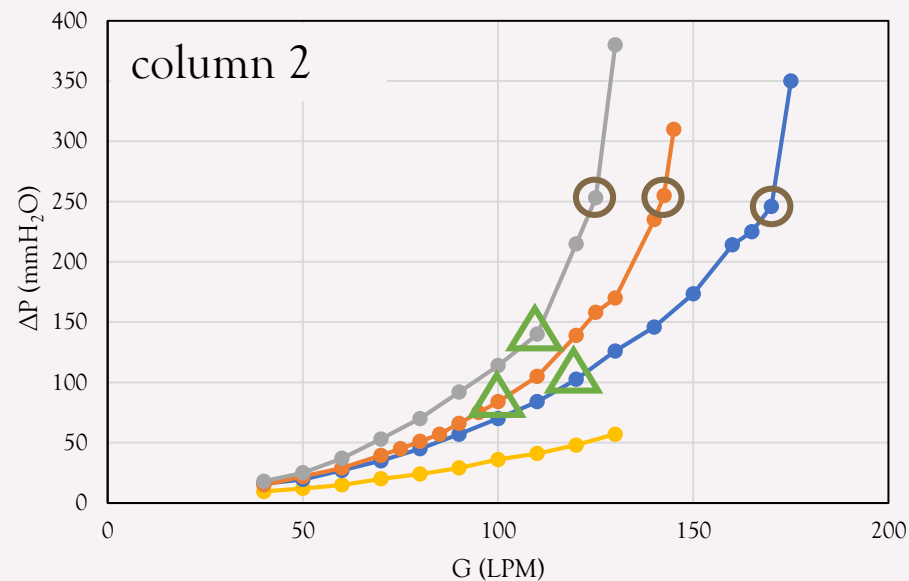
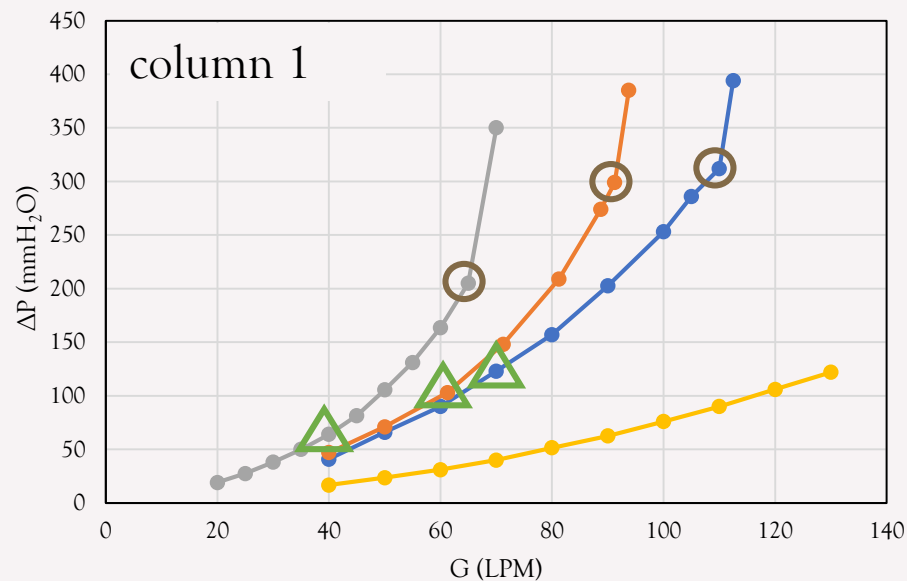
△ loading point
○ flooding point

L=1 LPM					
G	ΔP	ΔG	$\Delta(\Delta P)$	Slope	$\Delta(\text{Slope})$
LPM	mmH ₂ O	LPM	mmH ₂ O		
40	40.9	10	25.1	2.51	-0.1
50	66	10	24	2.4	0.9
60	90	10	33	3.3	0.1
70	123	10	34	3.4	1.2
80	157	10	45.5	4.55	0.5
90	202.5	10	50.5	5.05	1.6
100	253	5	33	6.6	1.4
105	286	5	26	5.2	27.6
110	312	2.5	82	32.8	
112.5	394				

- 以 column 1 的液體流量 L=1 LPM 為例
- 找 loading point 時，透過計算兩點斜率，選擇斜率變化最大之處
- 找 flooding point，則透過斜率變化，因壓力急遽上升，使斜率同時大增，則此點為 flooding point

結果討論

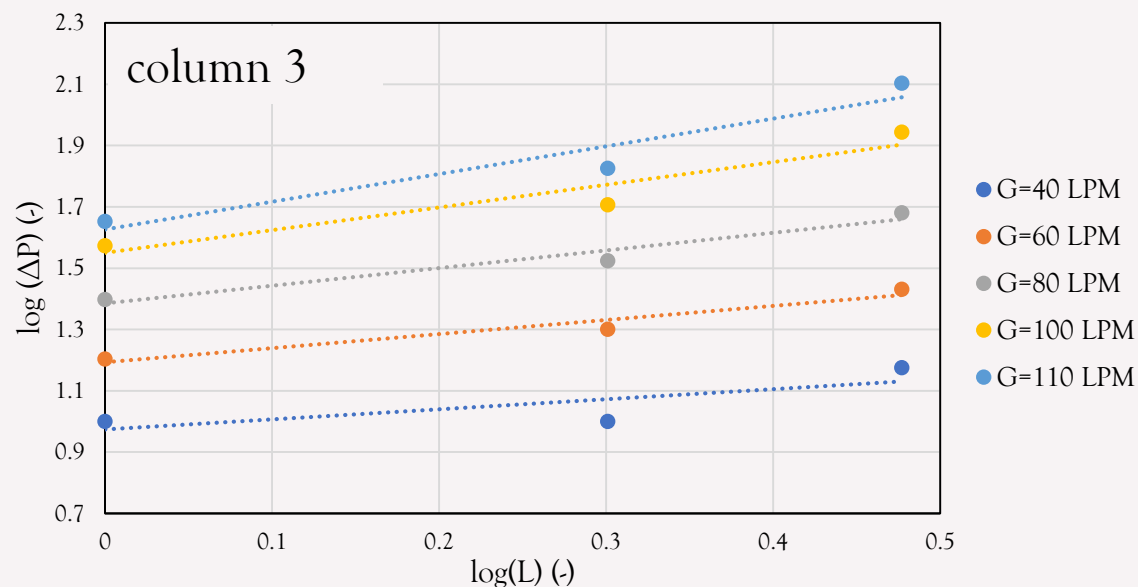
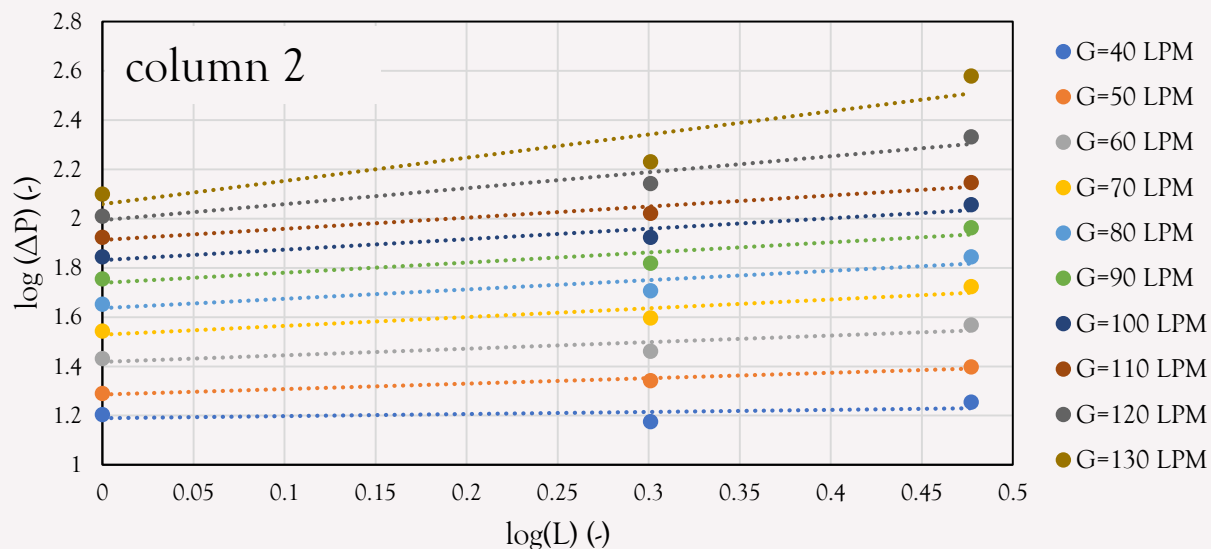
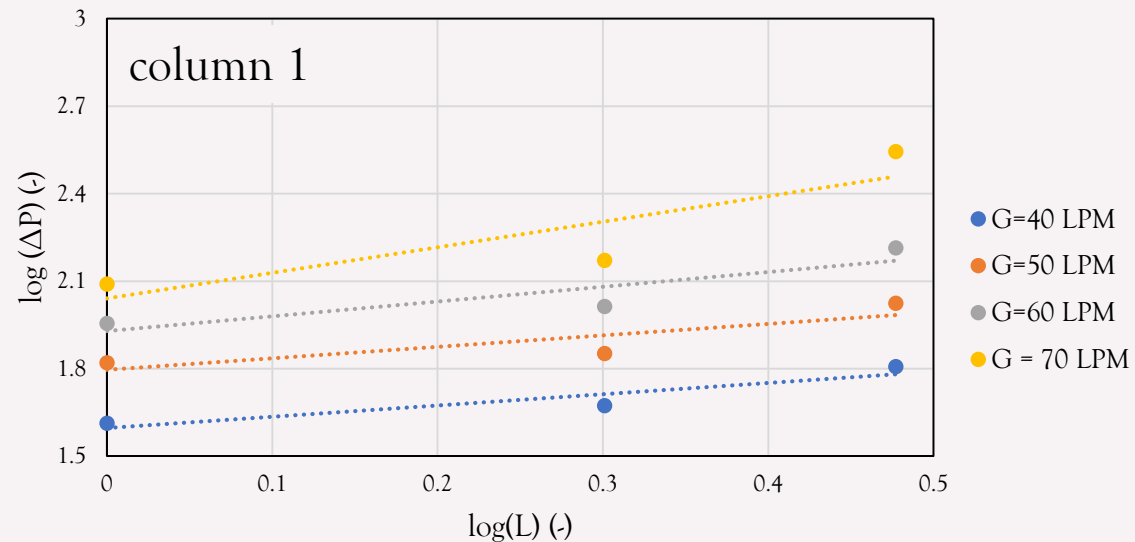
不同液體流量的壓差—綜合
不同氣體流量的壓差
不同塔的比較



- 當液體流量加大時，可觀察壓差隨之上升
- 液體流量的大小，與發生 flooding 或 loading 的順序無關
- Column由1至3，發生flooding時之氣流流速有跟著上升

結果討論

不同液體流量的壓差一次冪關係
不同氣體流量的壓差
不同塔的比較



$\log(\Delta P) - \log(L)$ 圖

- $\Delta P \propto L^n$
- 取固定氣體流量G，作對數圖
- 取 fitting 後的 r^2 值最高的四個進行討論

結果討論

不同液體流量的壓差一次冪關係
 不同氣體流量的壓差
 不同塔的比較

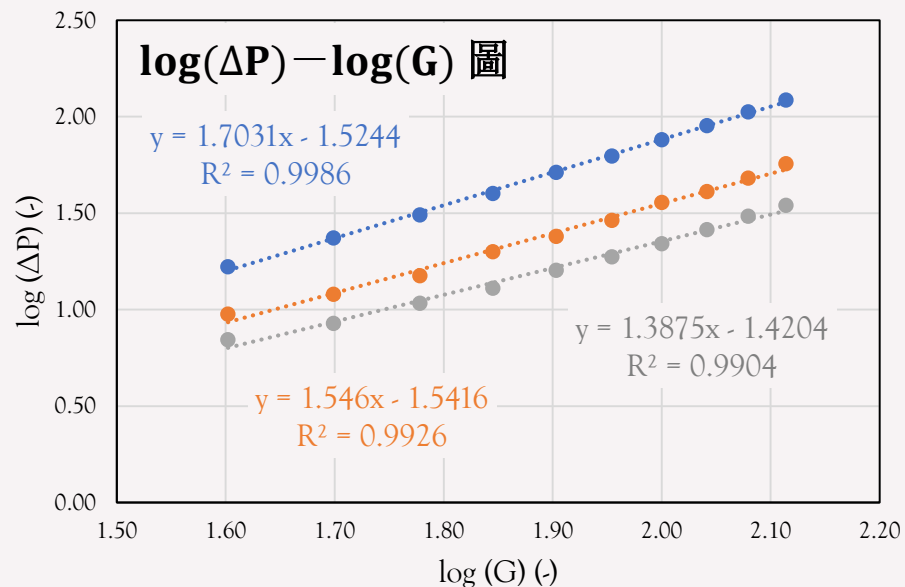
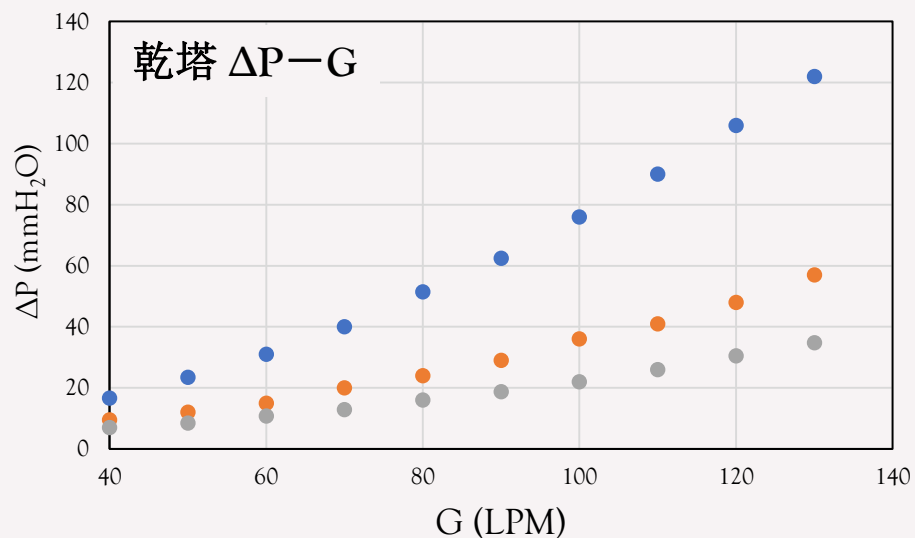
column 1				
G (LPM)	40	50	60	70
slope	0.8781	0.5059	0.3923	0.3853
r ²	0.7641	0.8057	0.7458	0.8723
column 2				
G (LPM)	50	100	110	120
slope	0.2205	0.4244	0.4496	0.6490
r ²	0.9724	0.9156	0.9511	0.9377
column 3				
G (LPM)	60	80	100	110
slope	0.4597	0.5753	0.7406	0.9045
r ²	0.9459	0.9568	0.9071	0.9217

log(ΔP)－log(L) 圖

- $\Delta P \propto L^n$
- slope = n, 液體流量對壓差的影響
- 塔1: 隨著氣體流量增加, 液體流量對壓降的影響下降
- 塔2、3: 隨著氣體流量上升, 液體流量的影響上升

結果討論

不同液體流量的壓差
不同氣體流量的壓差—乾塔
不同塔的比較



$$\Delta P = \frac{150\mu L}{D_p^2} \frac{(1-\epsilon)^2}{\epsilon^3} v_s + \frac{1.75L\rho}{D_p} \frac{1-\epsilon}{\epsilon^3} v_s |v_s|$$

$\Delta P-G$ 圖

- 填充物半徑增加，比表面積減少，壓降減少
(空隙度變大，阻力變小)
- 塔高減半，壓降減少

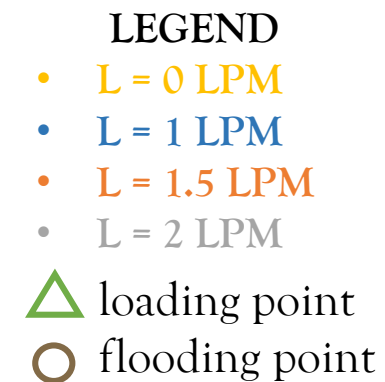
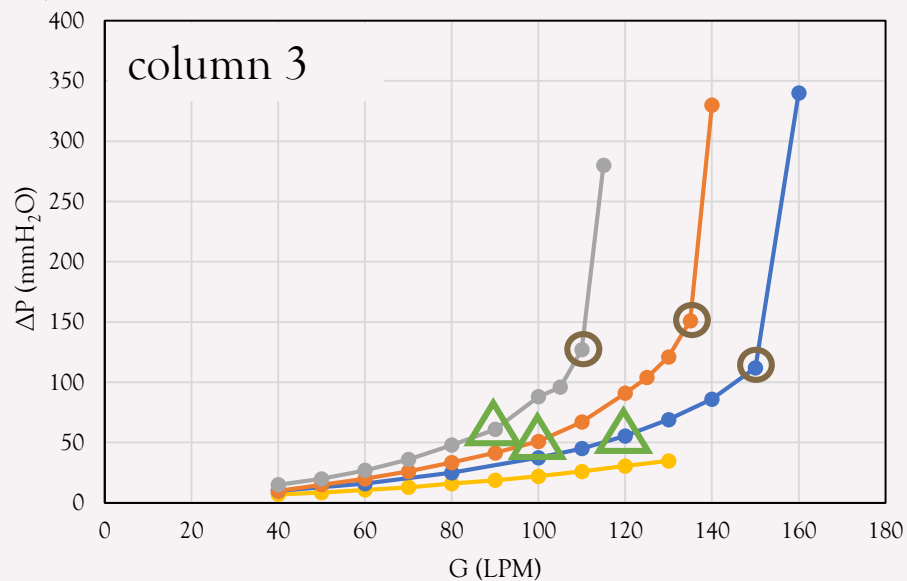
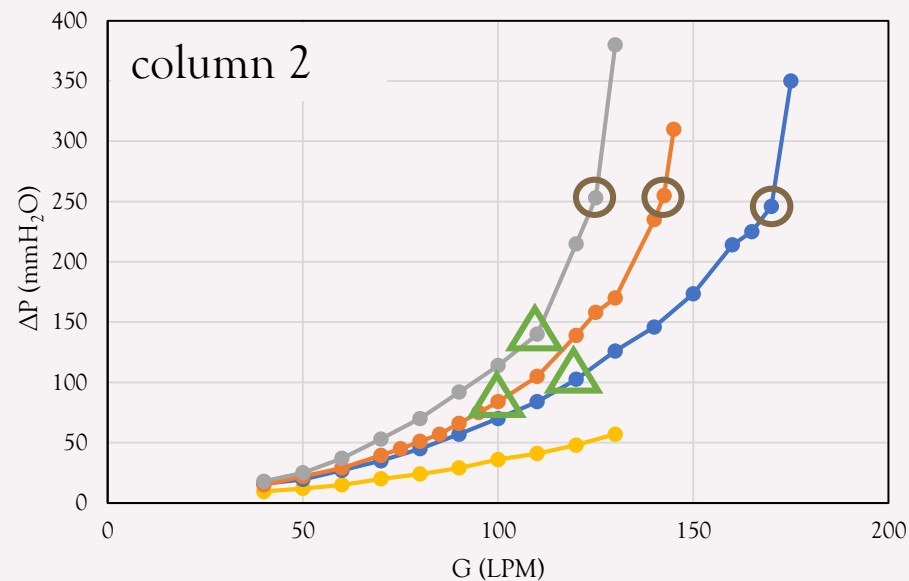
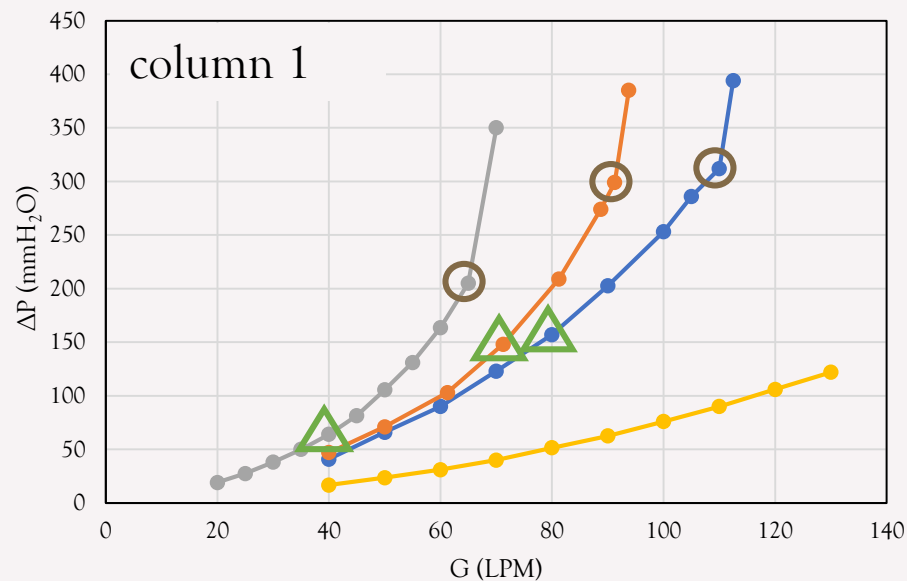
$\log(\Delta P)-\log(G)$ 圖

- $\Delta P \propto G^n$
- slope = n: 氣體流量對壓差的影響程度，空隙度越小、塔高，氣體對壓差的影響越大

	column 1	column 2	column 3
n	1.7031	1.546	1.3875
r ²	0.9986	0.9926	0.9904

結果討論

不同液體流量的壓差
不同氣體流量的壓差—綜合
不同塔的比較



結果討論

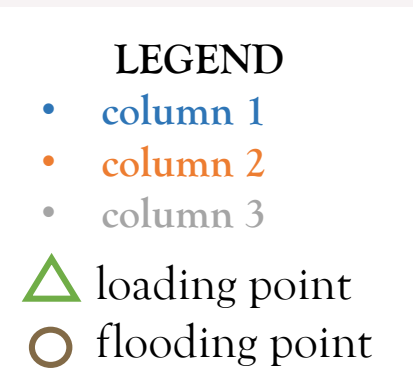
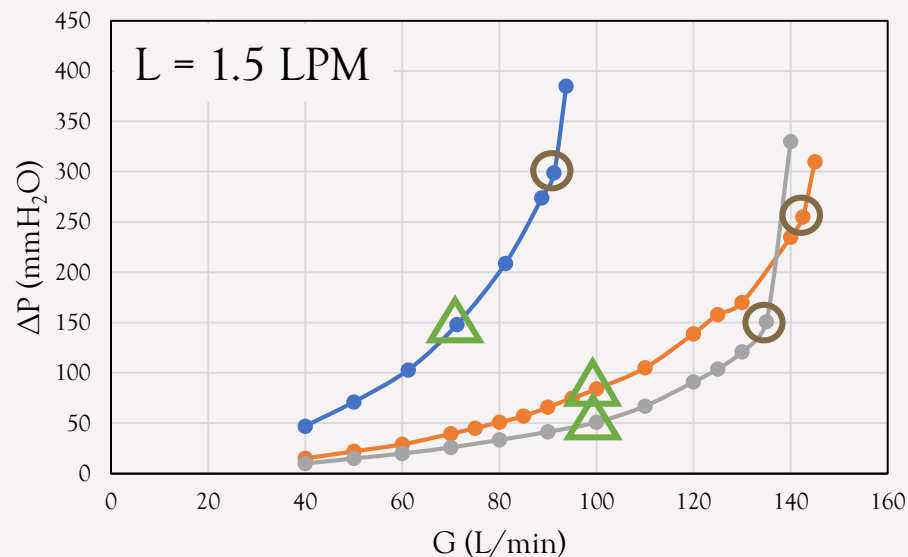
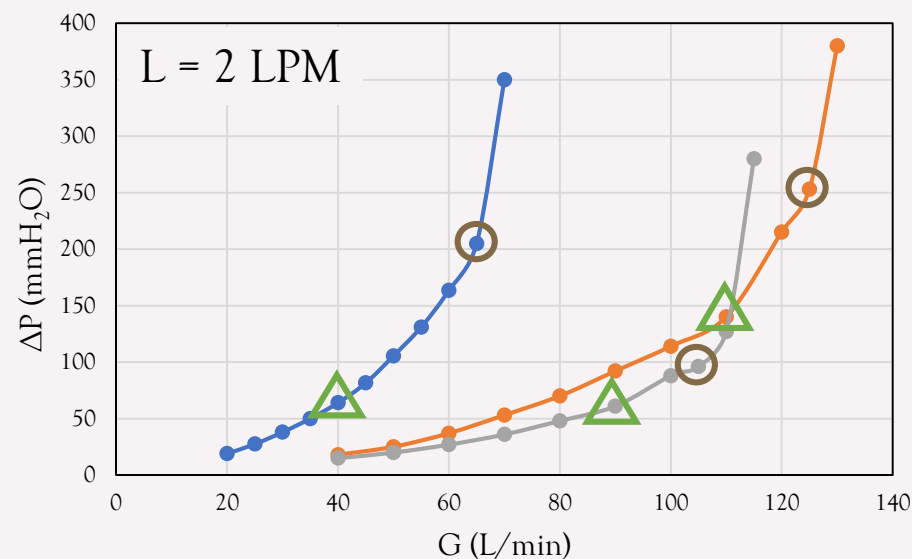
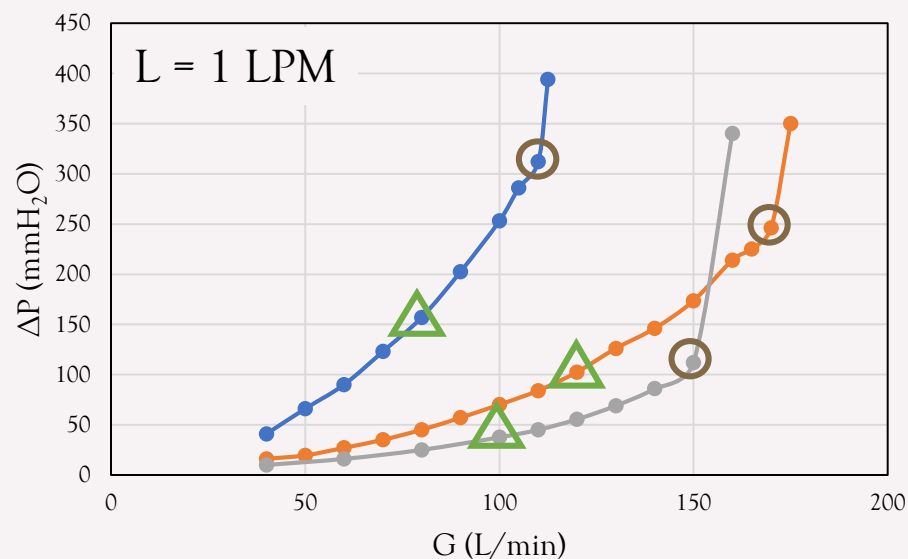
不同液體流量的壓差
不同氣體流量的壓差
不同塔的比較

	L (LPM)	loading point		flooding point	
		G (LPM)	ΔP (mmH ₂ O)	G (LPM)	ΔP (mmH ₂ O)
column 1	1	60	90	110	312
d = 7 mm	1.5	60	103	87	274
H = 1.2 m	2	40	64	65	205
column 2	1	120	102.5	170	246
d = 10 mm	1.5	100	84	140	235
H = 1.2 m	2	110	140	125	253
column 3	1	120	55.5	150	112
d = 10 mm	1.5	100	51	135	151
H = 0.6 m	2	90	61	110	127

- 由塔1及塔2的比較可知，比表面積較大時，在較低的氣體流量就會達到滿溢點
- 由塔2及塔3的比較，塔高越矮，達滿溢點的所需的流量相差不大，但達滿溢點時的壓差越小

結果討論

不同液體流量的壓差
不同氣體流量的壓差
不同塔的比較

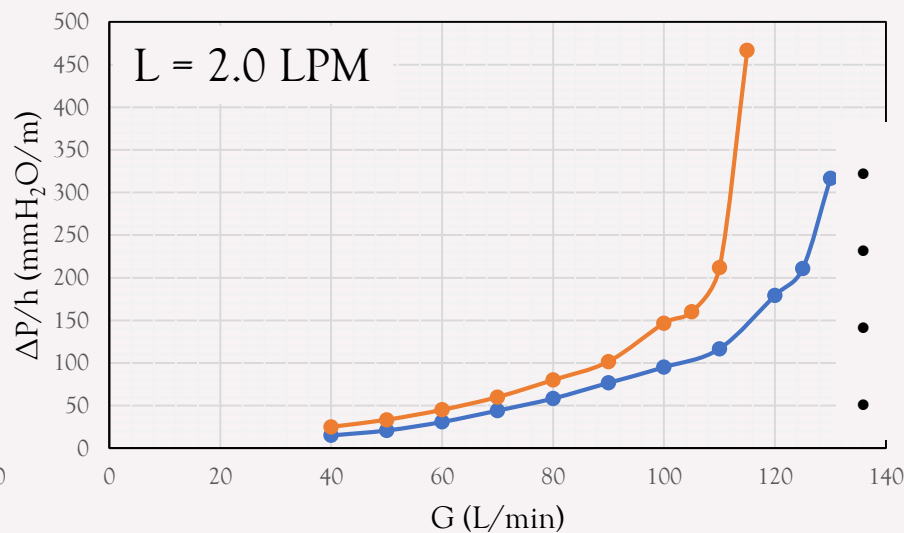
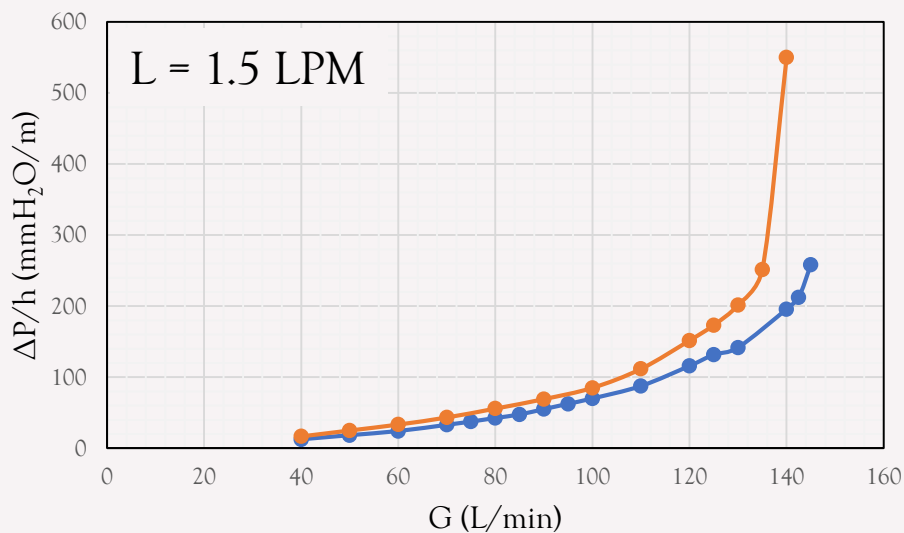
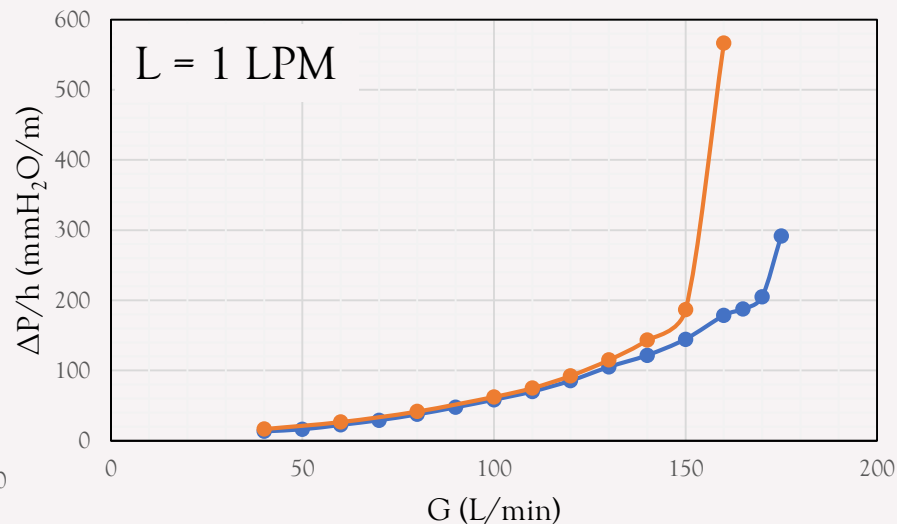
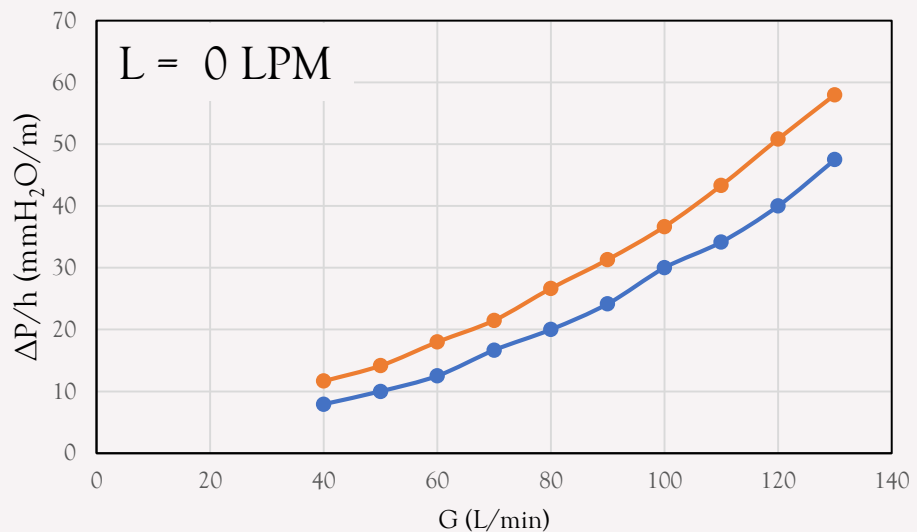


- 比較 column 1 & column 2:
填充物直徑小, 更快達到loading point /flooding point
- 比較 column 2 & column 3:
→塔高小, 更快達到loading point /flooding point

結果討論

不同液體流量的壓差
不同氣體流量的壓差
不同塔的比較—2.3塔

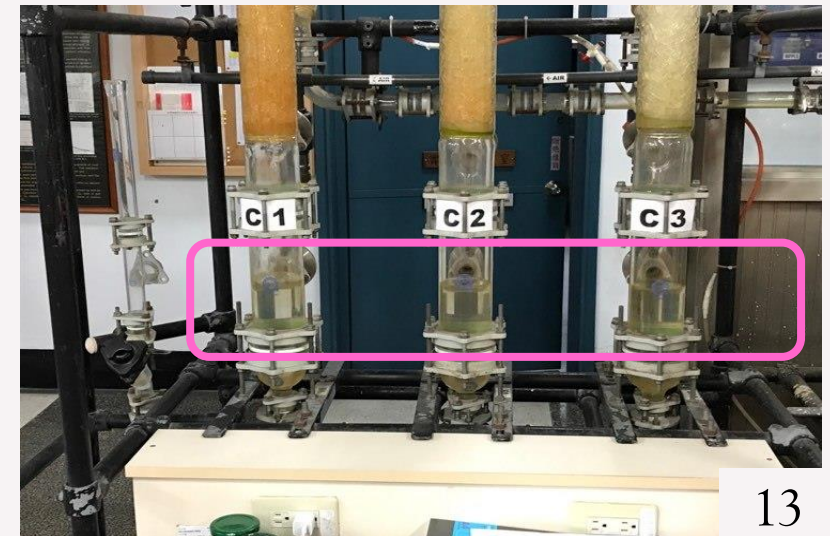
LEGEND
• column 2
• column 3



- 以氣體流量對單位長度壓差作圖
- 2, 3 塔填充物相同，應有相同趨勢線
- 液體和氣體低流量時 profile 接近
- 壓力計讀取位置可能造成誤差

實驗觀察

1. 負荷點現象不明顯，滿溢現象由下層隨著空氣流量增大往上
2. 為了怕找不到滿溢點，我們先把整個塔沖濕，避免往回做時有部分塔沒有濕，造成不可逆的情形。
3. C1塔水垢明顯，其他兩管比較沒有
4. 到達滿溢點時，壓力會一直上升，不會停下來
5. 第二個塔滿溢現象集中在中下層
6. 塔底部的水是連通系統



誤差討論




1. 實驗進行到一半的時候流量計會跑掉，造成誤差。
2. 水的注入不是噴灑式的，而是柱狀加入的，液體可能會有 channeling 的情形，沒辦法完全分散。
3. 氣體流量大時，壓力計讀值會一直跳動，不太穩定。
4. 每次取的點間格可能太大，滿溢點時氣體流量的點找的不夠精確。



實驗建議

- ✈ 希望流體的進入可以改為噴灑式的，實驗會比較精準。
- ✈ 填充塔最重要的是氣液混和的效果，希望實驗可以設計出量測混和效果的方法。



參考資料

- 單操實驗課本&講義
- 模板: <https://pptmon.com/happy-new-year/>





Thanks for listening and
Happy New Year!