

第三章 實驗設備及步驟

3-1 實驗設備

本實驗的設備主要分為產生波源之儀器、彈性管系統、壓力波訊號的擷取分析、質量量測儀器等四部份。

一. 產生波源之儀器

脈衝訊號:將[TERUMO 牌塑膠注射針筒:體積 2.5ml]在極短時間內,以簡易架構有電磁鐵的台座,將 2ml 之水擊出,以此種方式產生具有高重現性和頻譜訊號較寬勻的脈衝訊號。模擬心臟的輸出。

週期性脈衝訊號:將可以調整出水量的活塞,以簡易架構有電磁鐵的台座兩個,利用訊號產生器來控制繼電器與邏輯閘進而帶動電磁鐵與活塞產生週期性的脈衝。以此種方式來模擬心臟輸出。

二、彈性管系統：

以兩種不同規格、材質的彈性管,來進行模擬實驗,詳細規格如

Table 3-1 :

Company	Tube	外直徑 R_{out}	內直徑 R_{in}	厚度 h	密度 λ_w
Kent	Latex	8/16	6/16	1/16	0.56
NORTON	Tygon	9/16	7/16	1/16	0.95

Table 3-1 實驗所使用之管子規格：表中單位分別為： R_{out} ,

R_{in} , h (inch) , λ_w (g/cm)

三、壓力訊號的擷取轉換

壓力訊號由 Validyne DP-103-20 壓力轉換器(附錄 B)轉成電訊號，經 Validyne CD-23 放大器至 AXIOM MSC-1020(附錄 C)取樣保持，再經由 AXIOM AX5412 A/D 卡(附錄 D)由 PC 讀取，在 Matlab 下編寫程式分析資料。A/D 卡的取樣頻率為 600Hz 取樣時間總長為五秒鐘(共計三千點資料)。

四、質量測量儀器：

微量天平(瑞士 Precisa 100M-300C)(附錄 A)：用來測量各種規格管子的質量，以及管內水量。

3-2 實驗方法與裝置

本文實驗分成二個部分；第一個實驗為各項參數(轉彎，靜壓，張力)對徑向振動動能的影響；第二部分將探討靜壓 P_0 對 pressure-strain elastic modulus E_p 的影響。

(一) 各項參數(轉彎，靜壓，天然頻)對徑向振動動能的影響

(轉彎，靜壓)對徑向振動動能的影響

<實驗方法>

1. 取原長 $L=90\text{cm}$ 的 Latex 軟管(外徑 $6/16$, 厚度 $1/16$)，改變靜水壓，從 $20\text{ cm-H}_2\text{O}$ ，每隔 $20\text{ cm-H}_2\text{O}$ ，變到 $120\text{ cm-H}_2\text{O}$ ，週期波在 $\xi = 0$ 處於一端打入並於 $\xi = 2L/9$ 處利用壓力感測器量測管內壓力變化，重覆量測 7 次。實驗裝置圖如 Fig. 3-1(a)。
2. 將軟管拉長 15%(從 90cm 拉長至 103.5cm)，重複第一步驟。實驗裝置圖與 Fig. 3-1(a)相似。
3. 將一端軟管(長 90 cm)轉彎(圓弧直徑= 8cm)，模擬人體主動脈弓的幾何構造，週期波於 $\xi = 0$ 處一端打入並於 $\xi = 2L/9$ 處利用壓力感測器量測管內壓力變化，並測量天然頻，重覆量測 7 次。實驗裝置圖 Fig. 3-1(b)。另外在裝置一條軟管(長 95cm) (直管)並測量天然頻，讓其天然頻與轉彎的軟管一樣，週期波於一端 $\xi = 0$ 處打入並於 $\xi = 3L/19$ 處利用壓力感測器量測管內壓力變化，重覆量測 7 次。實驗裝置圖類似 Fig. 3-1(a)。

<量測項目>

1. 基頻(f_1):在 ξ 處測，經傅力葉轉換得知。
2. 系統重量：將彈性管含水用止血鉗夾住，放入電子秤測得(扣除止血鉗的重量)。
3. 外徑(r^{out})：以線尺量測。

4. 內徑(r_0)、半徑變化(dr)：將測得的含水量，藉圓柱公式測得。
5. E_p ：將水槽關閉，由針筒注射 0.2ml 的水於 Latex 軟管內，觀察

壓力變化(重複 5 次)再由 $E_p = \frac{dP}{dr} \times r_0$ ，獲得 E_p 的值。

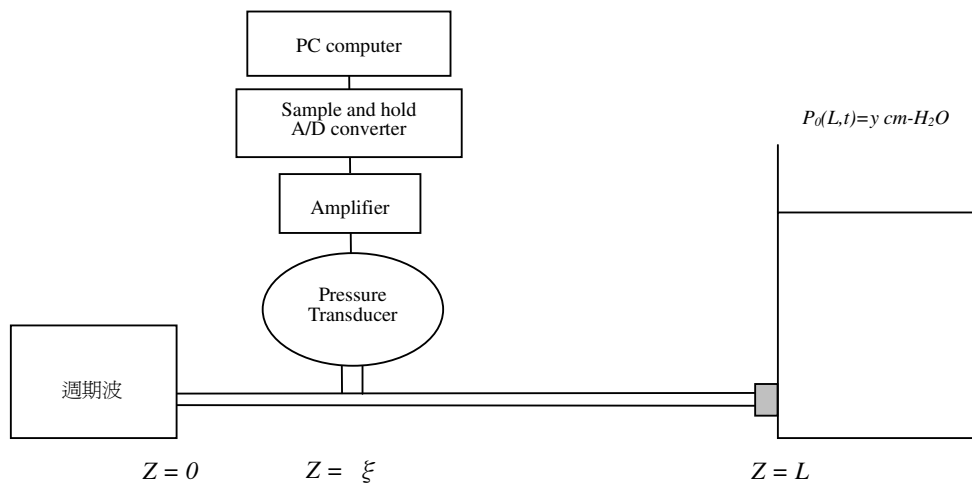


Fig. 3-1(a)

實驗裝置：對 TKE 的影響。保持靜水壓 40 cm-H₂O，週期波於一端打入並於 $Z=2L/9$ 處，利用壓力感測器量測管內壓力變化。

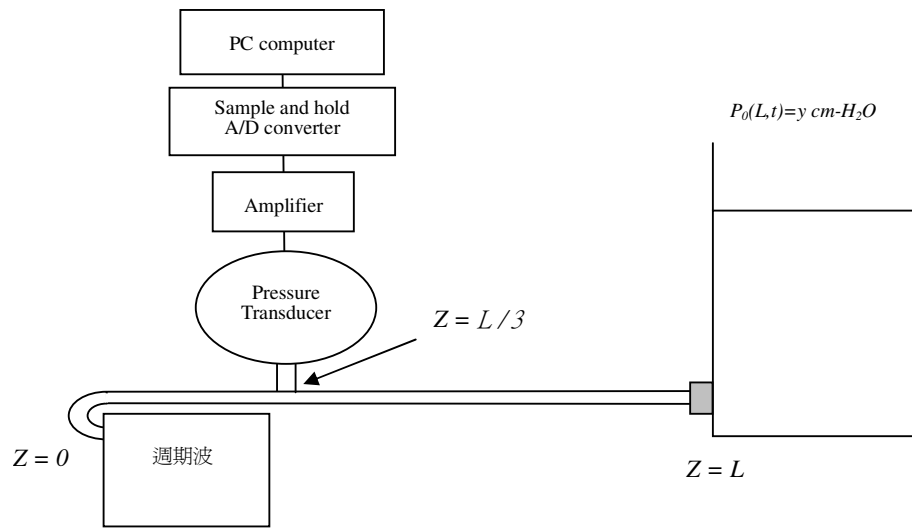


Fig. 3-1(b)

實驗裝置：於脈衝端將軟管轉彎(圓弧直徑=8cm)，模擬人體主動脈弓的幾何構造，並保持靜水壓 $40 \text{ cm-H}_2\text{O}$ ，週期波於一端打入並於 $Z = L/3$ 處，利用壓力感測器量測管內壓力變化。

<實驗方法>

天然頻對能量的影響

1. 取原長 100cm 120cm 150cm 180cm 的 Latex 軟管(外徑 6/16, 厚度 1/16)，拉長 15%，靜水壓 $40 \text{ cm-H}_2\text{O}$ ，週期波於 $\xi = L/4$ 打入並於 $\xi = L/2$ 處利用壓力感測器量測管內壓力變化，重覆量測 7 次。實驗裝置圖如 Fig. 3-1(c)。
2. 測量原長 100cm 120cm 150cm 180cm 的 Latex 軟管(拉長

15%)的天然頻。

3. 測量取原長 150cm 的 Latex 軟管(拉長 15%)，的天然頻。並用 150cm Latex 軟管(拉長 15%)，的天然頻，作為週期波的輸出頻率，並依次打入 100cm 120cm 150cm 180cm 的 Latex 軟管(拉長 15%)，壓力感測器量測管內壓力變化。

<量測項目>

1. 基頻(f_1): 在 $\xi = L/2$ 處測，經傅力葉轉換得知。
2. 系統重量：將彈性管含水用止血鉗夾住，放入電子秤測得(扣除止血鉗的重量)。
3. 外徑(r_{out})：以線尺量測。
4. 內徑(r_0)、半徑變化(dr)：將測得的含水量，藉圓柱公式測得。
5. E_p ：將水槽關閉，由針筒注射 0.4ml 的水於 Latex 軟管內，觀察

壓力變化(重複 5 次)再由 $E_p = \frac{dP}{dr} \times r_0$ ，獲得 E_p 的值。

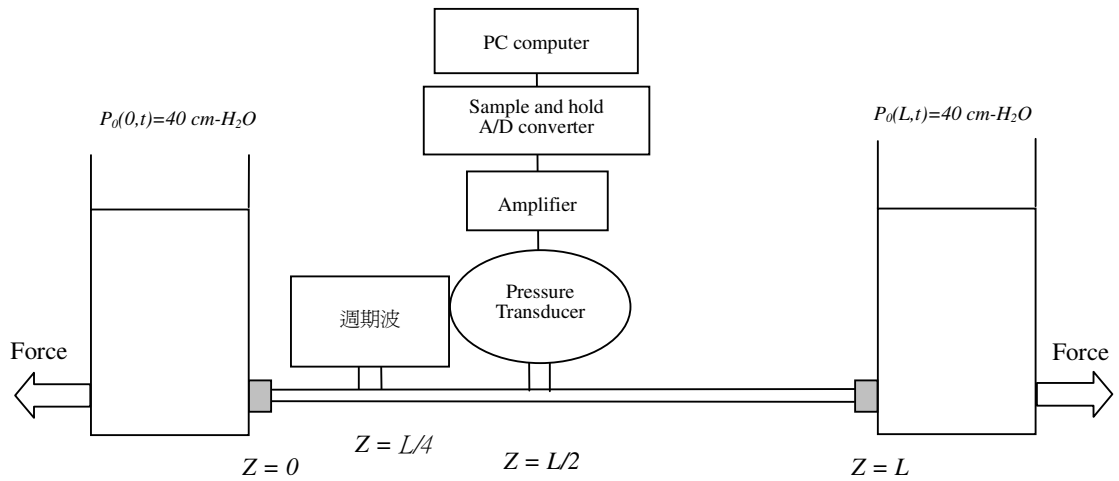


Fig. 3-1(c)

<實驗方法>

外加張力對能量的影響

1. 取原長 90cm 的 Latex 軟管(外徑 6/16, 厚度 1/16) , 拉長 0% 5% 10% 15% 20% 25% , 靜水壓 40 cm-H₂O , 週期波於 $\xi = L/3$ 打入並於 $\xi = L/2$ 處利用壓力感測器量測管內壓力變化, 重覆量測 7 次。實驗裝置圖如 Fig. 3-1(d)。
2. 測量取拉長 0% 5% 10% 15% 20% 25% 的 Latex 軟管, 的天然頻。
3. 依次用 10% 15% 20% 的 Latex 軟管的天然頻, 作為週期波的輸出頻率, 並依次打入拉長 0% 5% 10% 15% 20% 25% 的 Latex 軟管, 壓力感測器量測管內壓力變化。

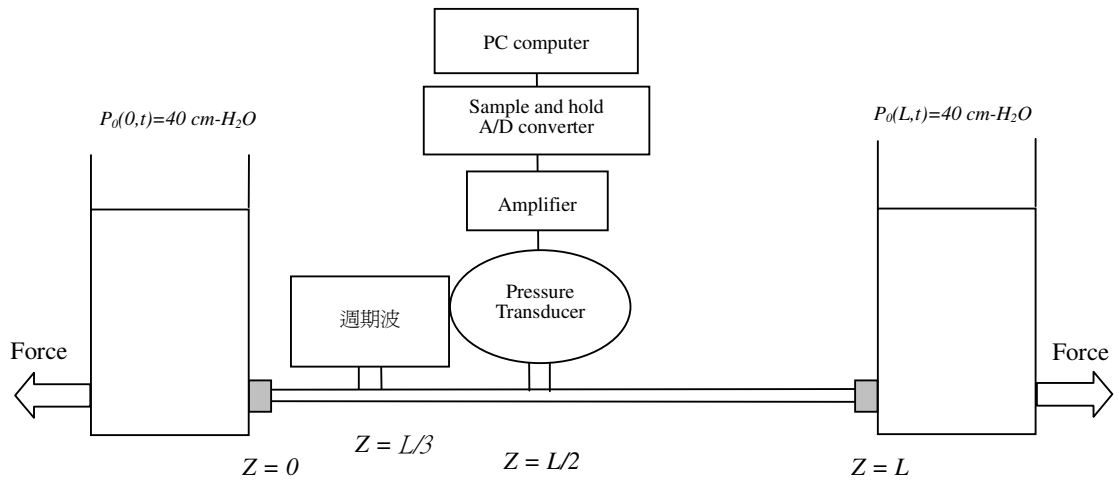


Fig. 3-1(d)

<量測項目>

1. 基頻(f_1): 在 $\xi = L/2$ 處測，經傅力葉轉換得知。
2. 系統重量：將彈性管含水用止血鉗夾住，放入電子秤測得(扣除止血鉗的重量)。
3. 外徑(r_{out})：以線尺量測。
4. 內徑(r_0)、半徑變化(dr)：將測得的含水量，藉圓柱公式測得。
5. E_p ：將水槽關閉，由針筒注射 0.4ml 的水於 Latex 軟管內，觀察

壓力變化(重複 5 次)再由 $E_p = \frac{dP}{dr} \times r_0$ ，獲得 E_p 的值。

(二)靜水壓 P_0 對 E_p 的影響

<實驗方法>

1. 取長 $L=90\text{cm}$ 之 Latex 軟管($3/8 \text{ ID} * 1/16 \text{ Wall}$)，在封住 Latex

軟管兩端，再利用針管打入 $dV = 0.2 \text{ c.c.}$ 的水，並透過壓力轉換器量得 P_i 與 P_f ，可得壓力變化差 (dP)，改變靜水壓 $P_0 = 20 \sim 120 \text{ cm-H}_2\text{O}$ ，每間隔 $20 \text{ cm-H}_2\text{O}$ 做一次量測。實驗裝置如 Fig. 3-2。

2. 將 Latex 管含水用止血鉗夾住，放入電子秤測得(扣除止血鉗的重量)，並將測得的含水量，藉圓柱公式測得內徑 (r_0)。
3. 再利用針管打入 $dV = 0.2 \text{ c.c.}$ 的水，利用公式 $dV = 2\pi r_0 dr$ 以及以求得的內徑 (r_0)，以求得 dr 。

<量測項目>

利用下式算出 E_p 值

$$E_p = \frac{dP}{dr} \times r_0 = \frac{dP}{r - r_0} \times r_0 = \frac{P_f - P_i}{\frac{dV}{2\pi L r_0}} \times r_0 = \frac{P_f - P_i}{dV} 2\pi L r_0^2$$

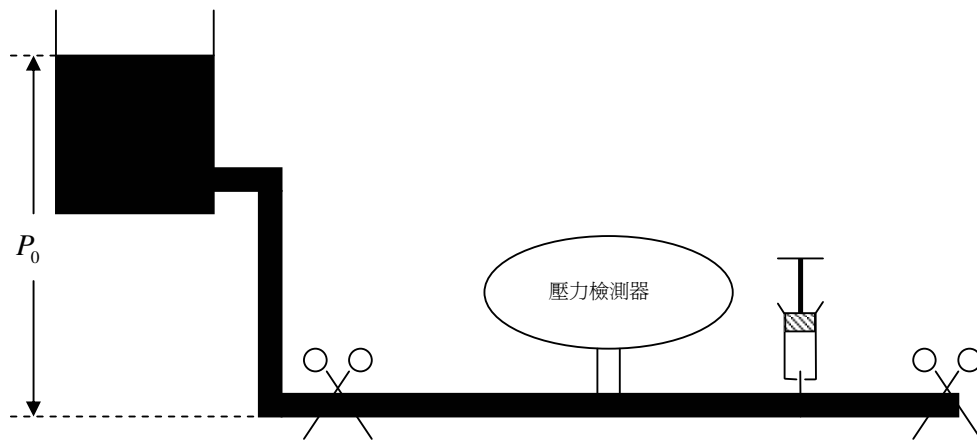


Fig. 3-2

實驗裝置：靜水壓 P_0 對 E_p 的影響。改變靜水壓 $P_0 = 20 \sim 120 \text{ cm-H}_2\text{O}$ ，每間隔 $20 \text{ cm-H}_2\text{O}$ 量測 E_p 5 次。

3-3 校正工作

壓力感測系統放大倍率的校正首先將放大器放大倍率調至 10，水槽高度 15cm，調整此時螢幕上的壓力平均值為零。

接著將水槽高度降為 10cm，將此時壓力值存檔並求取平均值，可以算出目前壓力量測系統由 A-D 卡讀出的數值一點是多少公分水柱壓。

而在進行各種不同實驗，可能會因為要量測的壓力波峰值大小不同，所以可以適當調整放大的倍率，以免超過可讀取的範圍。