

## 第三章 實驗設備、方法與裝置

### 3-1 實驗設備

#### 一、產生波源之儀器：

以電磁鐵的台座在極短時間內，將 2.0ml 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。

#### 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 $\lambda_w$
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)， $\lambda_w$  (g/cm)

#### 三、壓力訊號的頡取轉換：

壓力訊號由 Validyne DP-103-20 壓力轉換器轉成電訊號，經 Validyne CD-23 放大器至 AXIOM MSC-1020 取樣，再經由 AXIOM AX5412 A/D 卡由 PC 讀取。其中 A/D 卡的取樣頻率為 600Hz，取樣時間總長 5 秒鐘(共 3000 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

本文實驗分成三個部分，第一是脈衝位置對頻率及頻率強度的影響；第二個實驗為主動脈弓對 TKE 的影響；第三部分將探討靜壓  $P_0$  對 pressure-strain elastic modulus  $E_p$  的影響。

### (一)脈衝位置對頻率及頻率強度的影響

#### <實驗方法>

1. 取長  $L_0=174\text{cm}$  的 Latex 軟管(外徑 6/16，厚度 1/16)，拉長 15% 至  $L=200\text{cm}$  兩端接上水槽，保持靜水壓 30 cm-H<sub>2</sub>O，分別於 impulse  $=L/2, L/3, L/4$  以及  $L/8$  的地方打入。並在  $Z=10\text{cm}\sim 190\text{cm}$  每隔 10cm，利用壓力檢測器量測管內壓力變化，重複量測 5 次。實驗裝置如 Fig.3-1(a)。
2. 取長  $L_0=174\text{cm}$  的 Latex 軟管(外徑 6/16，厚度 1/16)，拉長 15% 至  $L=200\text{cm}$  一端接上水槽，保持靜水壓 30 cm-H<sub>2</sub>O，impulse 於一端打入  $=0$ ，並在  $Z=10\text{cm}\sim 190\text{cm}$  每隔 10cm，利用壓力檢測器量測管內壓力變化，重複量測 5 次。實驗裝置如 Fig.3-1(b)。

#### <量測項目>

將實驗在各個位置所測得之數據，利用傅利葉分析找出各個諧頻 ( $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ 、 $f_4$ 、和  $f_5$ ) 的大小及強度。

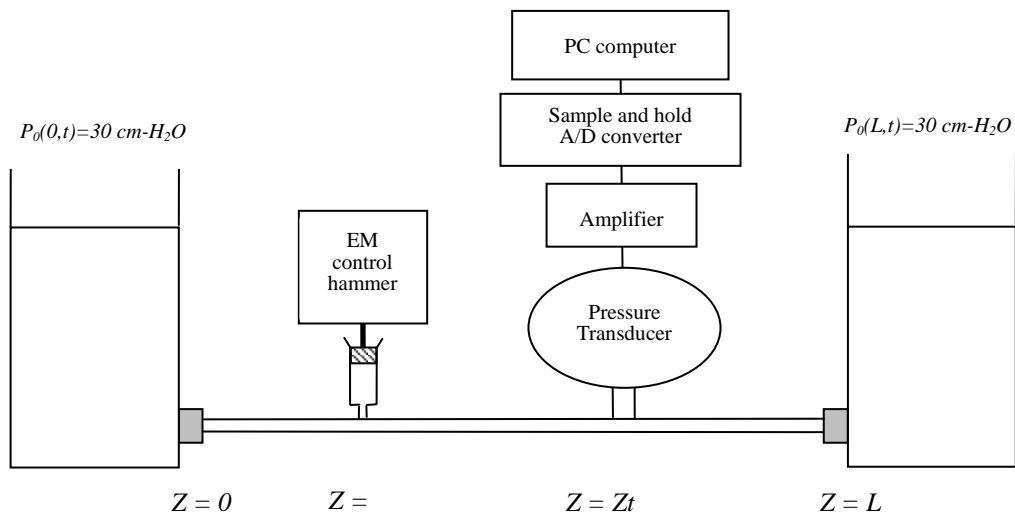


Fig. 3-1(a)

實驗裝置：脈衝位置對頻率及頻率強度的影響。保持靜水壓  $30 \text{ cm-H}_2\text{O}$ ，分別於  $\text{impulse} = L/2, L/3, L/4$  以及  $L/8$  的地方打入。並在  $Z=10\text{cm} \sim 190\text{cm}$  每隔  $10\text{cm}$ ，利用壓力檢測器量測管內壓力變化。

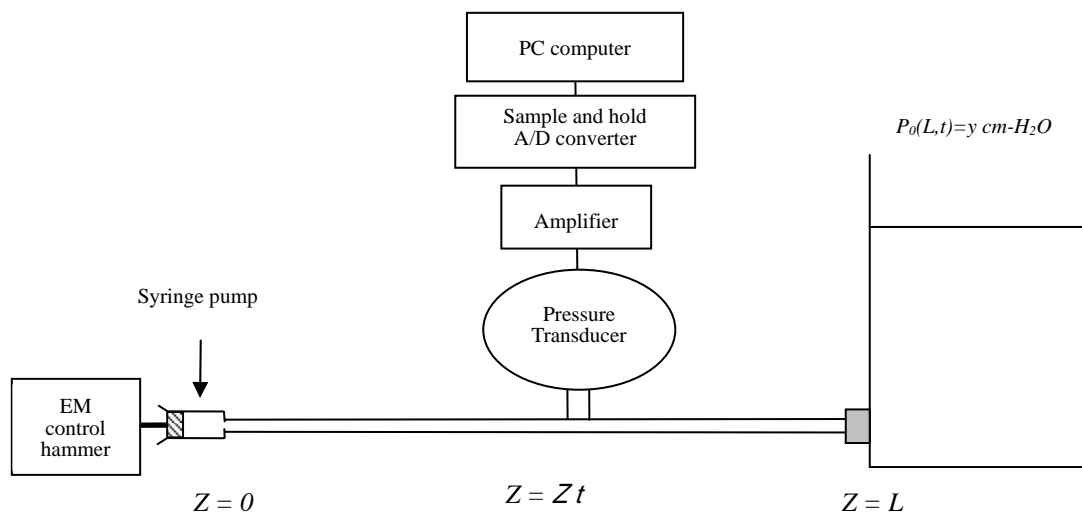


Fig. 3-1(b)

實驗裝置：impulse 於一端打入  $=0$ 。

## (二) 主動脈弓對 TKE 的影響

### <實驗方法>

1. 取原長  $L=100\text{cm}$  的 Latex 軟管(外徑  $6/16$ , 厚度  $1/16$ ) , 保持靜水壓  $40\text{ cm-H}_2\text{O}$  , impulse 於一端打入並於  $x = L/3$  處利用壓力感測器量測管內壓力變化 , 重覆量測 5 次。實驗裝置圖如 Fig.3-2(a)。
2. 於脈衝端將軟管轉彎(圓弧直徑= $8\text{cm}$ ) , 模擬人體主動脈弓的幾何構造 , 重覆第一步驟。實驗裝置圖如 Fig.3-2(b)。
3. 將原長  $L_0 = 100\text{ cm}$  的 Latex 軟管拉長 15%至  $L = 115\text{ cm}$  , 重覆第一及第二步驟。
4. 將原長  $L_0 = 100\text{ cm}$  的 Latex 軟管拉長 15%至  $L = 115\text{ cm}$  , 保持靜水壓  $10\text{ cm-H}_2\text{O}$  , 重覆第二步驟
5. 取原長  $L=100\text{cm}$  的 Tygon 管(外徑  $7/16$ , 厚度  $5/16$ ) , 重覆第一及第二步驟。

### <量測項目>

1. 基頻( $f_1$ ):在  $x = 2L/3$  處測 , 經傅力葉轉換得知。
2. 外徑( $r_{out}$ ) : 以線尺量測。
3. 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)。
4. 內徑( $r_o$ )、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。

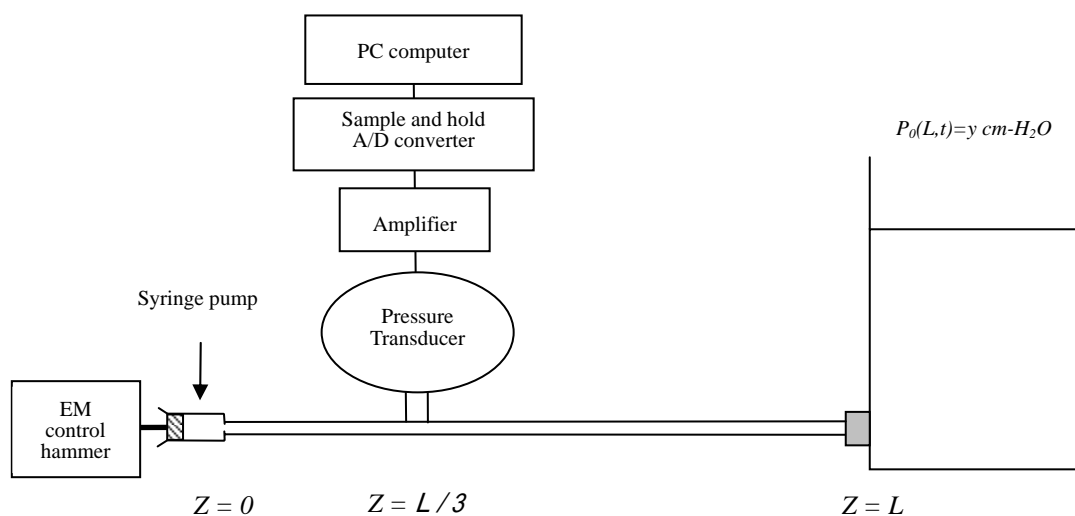


Fig. 3-2(a)

**實驗裝置:** 主動脈弓對 TKE 的影響。保持靜水壓 40 cm-H<sub>2</sub>O，impulse 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。

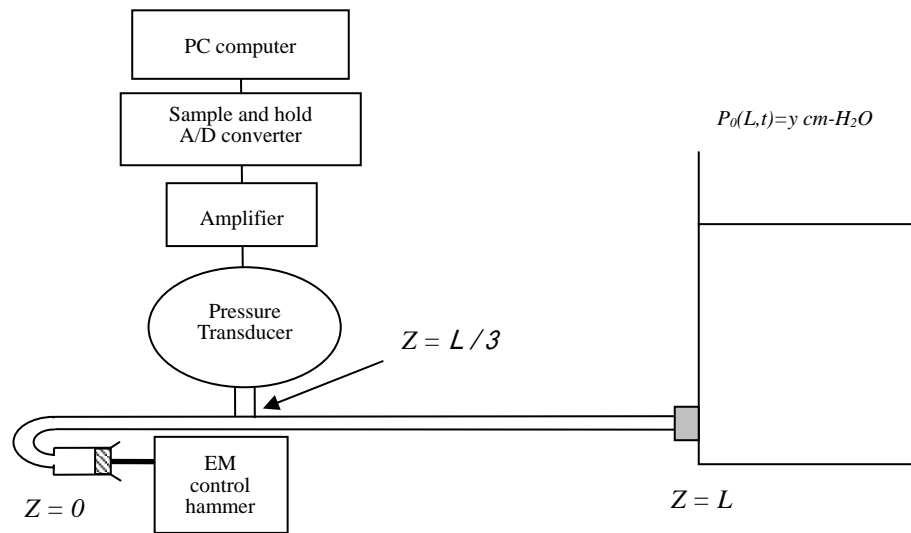


Fig. 3-2(b)

**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  $40 \text{ cm-H}_2\text{O}$ ，impulse 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。

### (三) 靜水壓 $P_0$ 對 $E_p$ 的影響

#### <實驗方法>

1. 取長  $L=100\text{cm}$  之 Latex 軟管(  $3/8 \text{ ID} * 1/16 \text{ Wall}$  )，利用針管打入  $dV = 0.6 \text{ c.c.}$  的水，並以壓力轉換器量得  $P_i$  與  $P_f$ ，改變靜水壓  $P_0 = 20 \sim 220 \text{ cm-H}_2\text{O}$ ，每間隔  $20 \text{ cm-H}_2\text{O}$  做一次量測。

實驗裝置如 Fig.3-4。

<量測項目>

利用下式算出  $E_p$  值

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

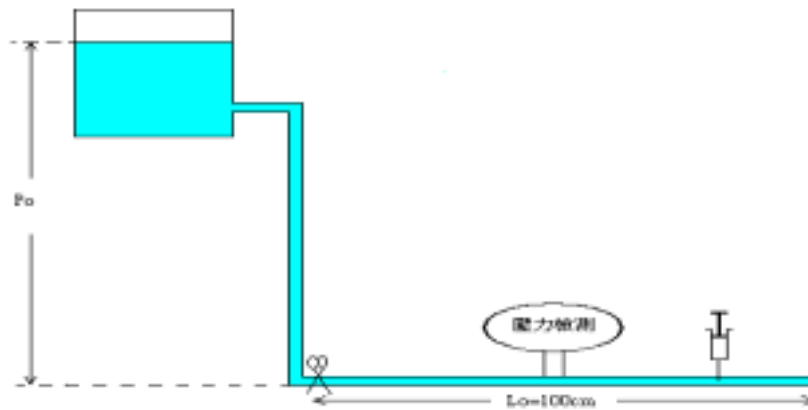


Fig.3-4

**實驗裝置：**靜水壓  $P_0$  對  $E_p$  的影響。改變靜水壓  $P_0 = 20 \sim 220 \text{ cm-H}_2\text{O}$ ，  
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 30cm，調整此時螢幕上的壓力平均值為零。接著將水槽高度升高為 40cm，將此時壓力值存檔並求出平均值，算出目前壓力量測系統由 A-D 卡讀出的數值和真正水壓的比值。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。