

## 第四章 多功能孔內試驗儀之標定

多功能孔內試驗儀為自行研發之一套現地試驗儀器，其壓力來源是透過傍壓儀之薄膜接觸四片填充版在傳至岩體，因此壓力與變形的量測並非岩體本身，為了使試驗精度更為提升，所以必須消除儀器本身的系統誤差。

### 4.1 內部壓力效能修正因子

多功能孔內試驗儀為了配合傍壓儀系統、孔內平板載重試驗及孔內千斤頂試驗，所以填充版很厚，其功能為：避免填充版受力彎曲、填補傍壓儀與孔壁間的空隙及作為平板載重試驗的反力系統。

軟岩在應力很小時就會產生變形，所以可將接觸面視為完全接觸。傍壓儀與填充板接觸的面積為  $955.04\text{ cm}^2$ ，而填充版與岩體接觸的面積為  $3958.41\text{ cm}^2$ ，所以傍壓儀讀到的壓力並非岩體真正受到的壓力，必須加以修正後才是岩體所受的壓力。

$$\text{修正因子 } B = \frac{955.04}{3958.41} = 0.241$$

$$P_{\text{BJT}} = B \cdot P_{\text{PMT}}$$

### 4.2 變形量測器標定

傍壓儀係以簧片上之應變計直接量測徑向應變量，為瞭解應變量與輸出電壓之關係，必需先進行標定。由於簧片對變形有相當高之敏感度，因此標定時利用一特殊設計之夾具，如圖 4.1 所示，使其變形量固定，配合卡尺之讀數，以確定各組應變量測器之應變量與輸出電壓之關係。其標定之情形如圖 4.2 所示，各組應變量測器皆進行三測回標定，以瞭解其重覆性是否良好，及是否會因變形量過大而使簧片產生永久變形，標定之結果如圖 4.3 所示。

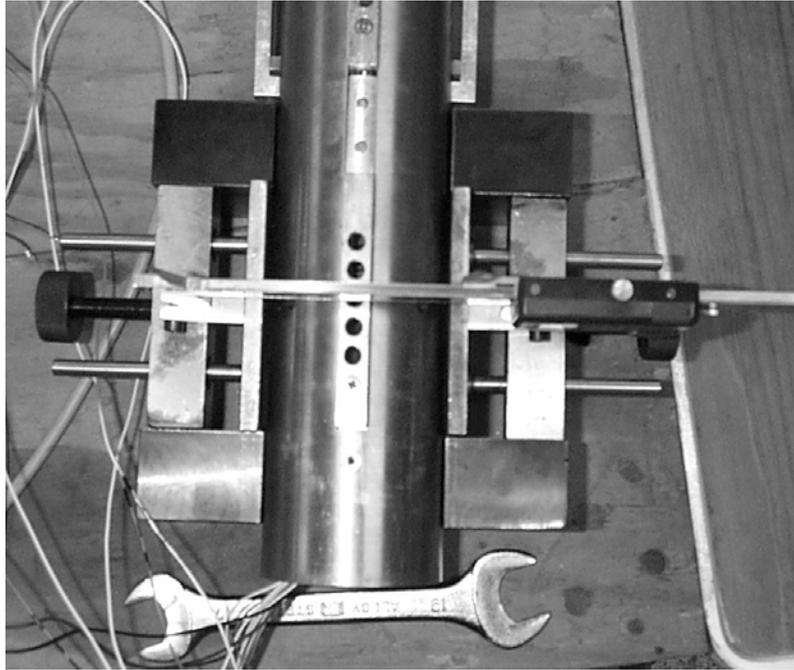


圖 4.1 應變量測單元標定用夾具圖

(摘自 鄭孟雄，1999)

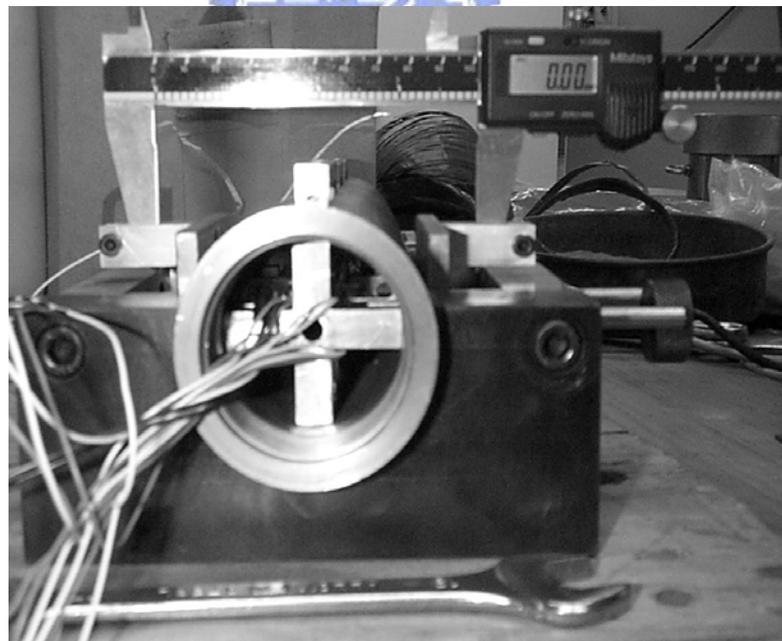


圖 4.2 應變量測單元標定圖

(摘自 鄭孟雄，1999)

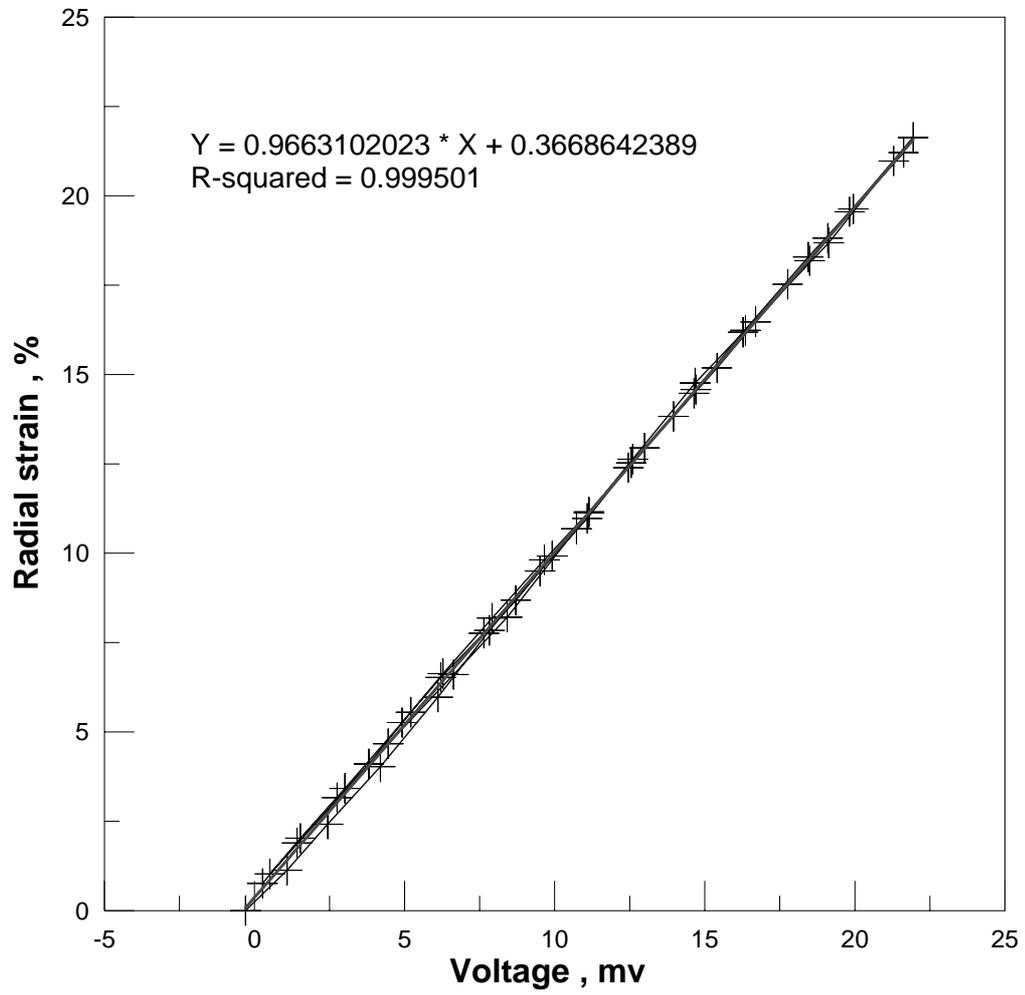


圖 4.3 應變量測單元標定成果圖

### 4.3 系統阻抗誤差

多功能孔內試驗儀之孔內千斤頂在膨脹時所量測的壓力，並非岩體所受的壓力，會因為系統本身的誤差而有折減，所以必須將量測的壓力值加以修正。壓力量測的誤差來源包含：(1)孔內千斤頂試驗裝置內的拉力彈簧，會在膨脹時產生拉力而導致應力損失；(2)傍壓儀膨脹時，薄膜產生的應力損失；(3)其他的系統誤差，如孔內千斤頂的托盤與四片填充版間的摩擦力等。圖 4.4、4.5 為孔內千斤頂裝置膨脹之情形。

量測應力扣除以上因素所造成的應力損失時，可視為傍壓儀有效作用在填充板上的作用力，此值再乘上壓力效能修正因子就可以視為孔壁內岩體之壓力。標定程序如下述：

- 1.將孔內千斤頂裝置架設於傍壓儀放置筒上調整兩者到適當位置，再把傍壓儀插入四片填充板中之孔內。
- 2.將氮氣瓶接上控制面板，將控制面板上的調壓閥調至 0。
- 3.接上 ADAM-4018 擷取卡，開啟 Quickbasic 軟體，執行 MULT.BAS，可由電腦直接擷取資料。
- 4.調動加壓閥加壓，每次加壓 0.5bar，等到 60 秒後再加一階，直到應變達到 20%。

標定結果如圖 4.6 所示，系統壓力勁度可以分為三段，傍壓儀徑向擴張在 0% ~ 2.6% (約 1.9mm) 間，因為傍壓儀還未接觸到四片填充板，所以整體系統壓力勁度為傍壓儀的勁度，其勁度為 0.0255 MPa/mm；傍壓儀徑向擴張在 2.6% ~ 3.8%(約 1.9mm 和約 2.9mm)之間時，因為傍壓儀此時正在推擠孔內千斤頂儀之四片填充板，要克服孔內千斤頂試驗裝置與中部傍壓儀放置筒與擷取盒裝置接觸之靜摩擦力，所以主要整體系統壓力勁度提高為 0.043 MPa/mm；當傍壓儀徑向擴張達到 3.8%之後，原先必須克服的靜摩擦力轉為動摩擦力，所以主要整體系統勁度降為 0.0123 MPa/mm。



圖 4.4 系統阻抗標定時孔內千斤頂試驗裝置膨脹之側視圖



圖 4.5 系統阻抗標定時孔內千斤頂試驗裝置膨脹之俯視圖

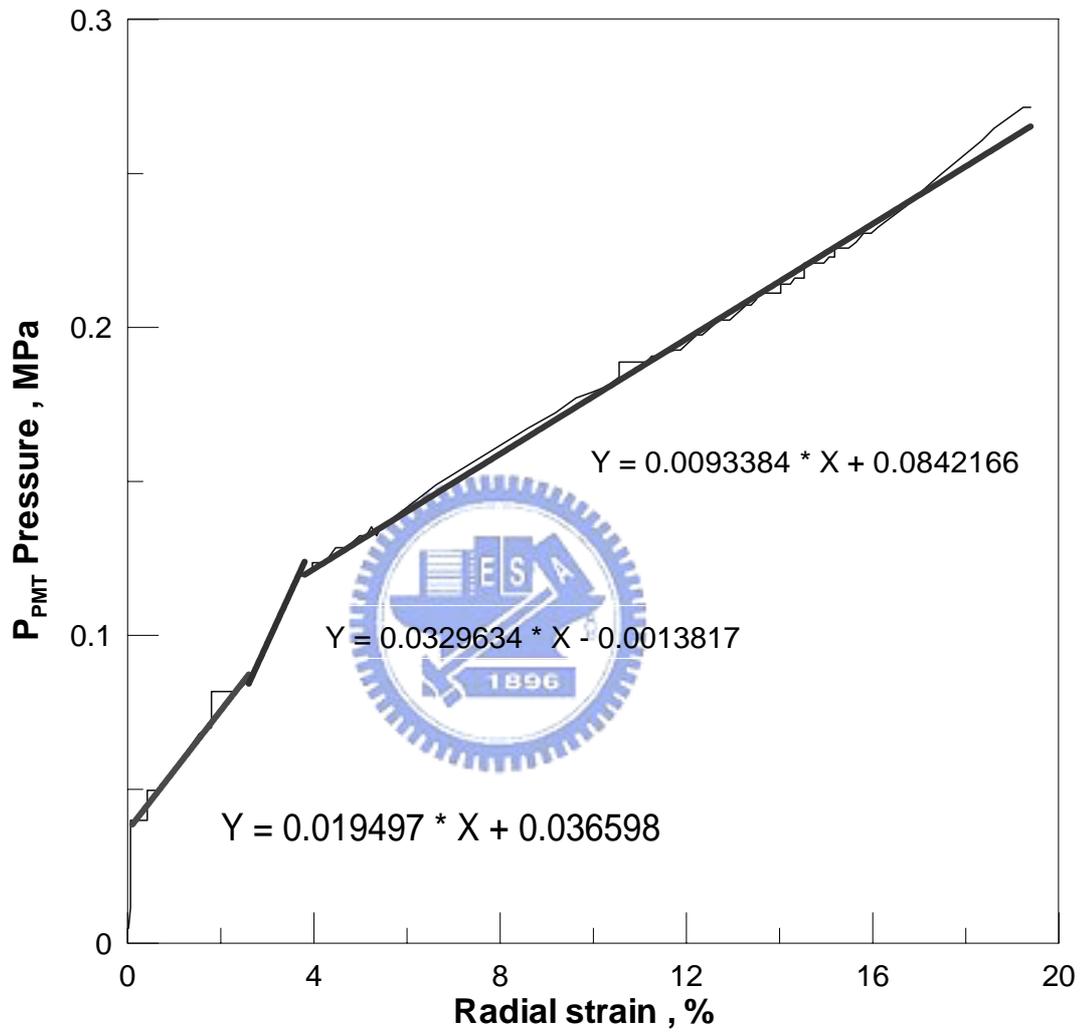


圖 4.6 系統阻抗之標定結果圖

## 4.4 變形量標定

高壓傍壓儀之外側有一薄膜，在做孔內千斤頂試驗時，是藉由薄膜接觸四片填充板傳遞壓力至岩壁上，但在壓力愈高的情況下會使薄膜變薄，因此必須加以消除應變量測之誤差，才可得到岩壁真正的位移量標。

標定程序如下所述：

- 1.準備一個剛性中空圓柱鋼管，內徑為 205mm，管壁厚 13mm，長度 600，將孔內千斤頂試驗裝置放入鋼管內，在將傍壓儀放入中間孔洞內，如圖 4.7 所示。
- 2.調整加壓閥調至 1bar，可得到其所對應之變形量，一階一階加載直到壓力為 50bar，便可停止標定工作。
- 3.標定完成後慢慢將壓力洩除，當壓力完全洩除後，標定工作完成。

標定之結果如圖 4.8 所示，表示增加 1MPa 之壓力，將會造成 0.0104%（約 0.008mm）的徑向變位量之偏差，系統之整體變形量修正斜率為 0.008 mm/MPa。



圖 4.7 變形量標定圖

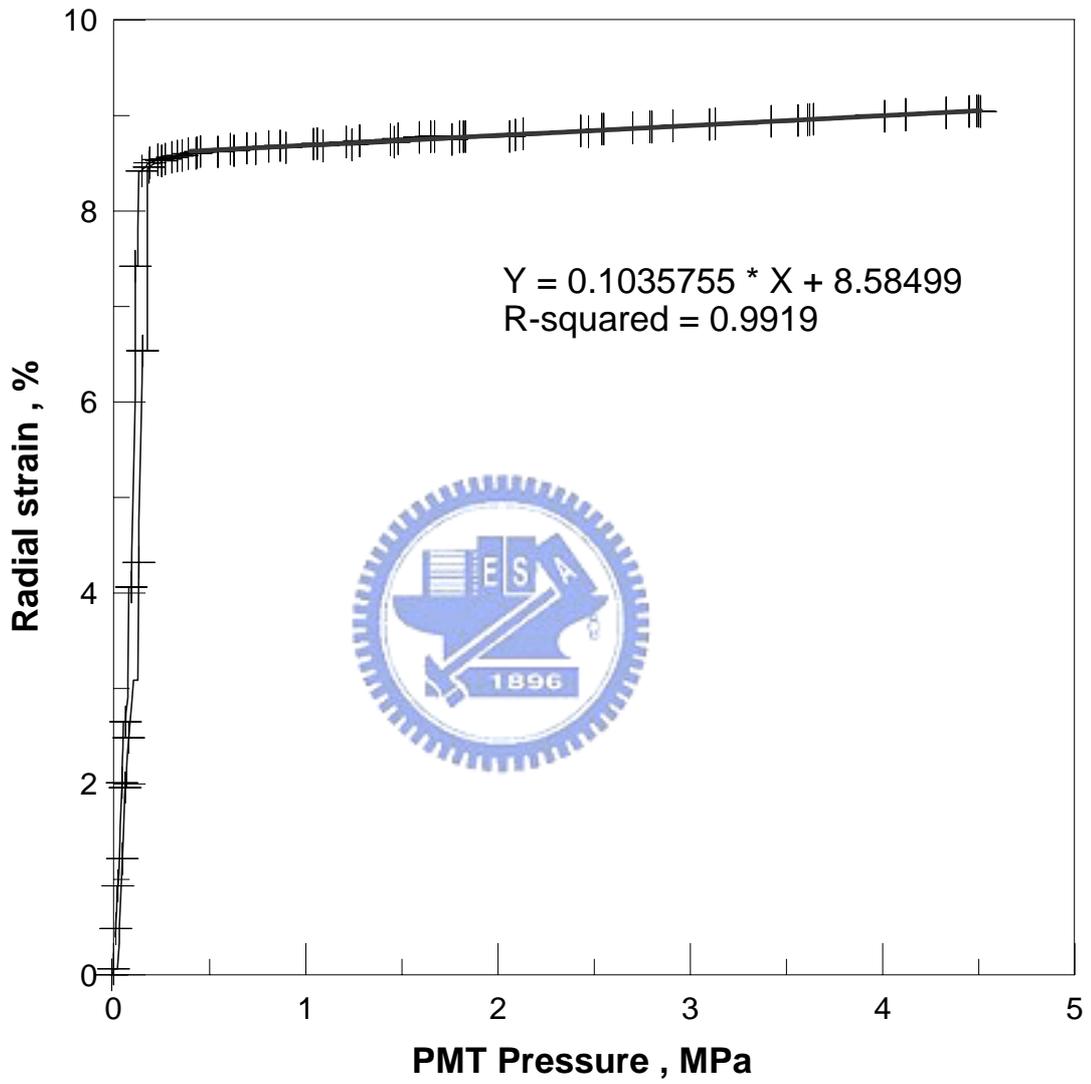


圖 4.8 整體變形量標定之結果圖

## 4.5 量測儀器標定

量測儀器包括量測範圍 50mm 之線性位移量測器與 200kN 之荷重元。對量測儀器進行標定，可以決定讀取電壓與量測儀器所量測到物理量的斜率，將其輸入擷取程式中，可以直接將資料擷取系統所得到的數位訊號，由電腦運算直接將電壓轉換成實際的物理量。

### 4.5.1 線性位移量測器之標定

線性位移量測器，所需要的激發電壓為 5V，輸出電壓為 0~5V，直接利用 ADAM-4017 讀取電壓值，使用線性位移標定盒進行標定工作，標定結果如圖 4.9 所示。

標定程序如下所述：

- 1.將所要標定之線性位移量測器接線完成，固定在線性位移標定盒上，並檢查資料擷取系統之工作是否正常。
- 2.執行 Quickbasic 軟體，開啟 Calib.BAS 程式，開始進行標定並紀錄。
- 3.每次轉動線性位移標定盒 2mm，由電腦直接讀取其電壓值，紀錄完成再轉動線性位移標定盒 2mm，重複步驟直到線性位移標定盒之最大值(25mm)。
- 4.當標定到最大值時，在慢慢減少線性位移標定盒 2mm，直到回到初始值，此標定過程為一測回。
- 5.重複步驟 3、4 共做三個測回，結束標定工作。

表 4.1 線性位移量測器之標定方程式

編號	線性位移量測器之標定方程式	R-squared
No.1	$10.22389 * (V) - 14.008$	0.999
No.2	$10.27568 * (V) - 12.886$	0.999

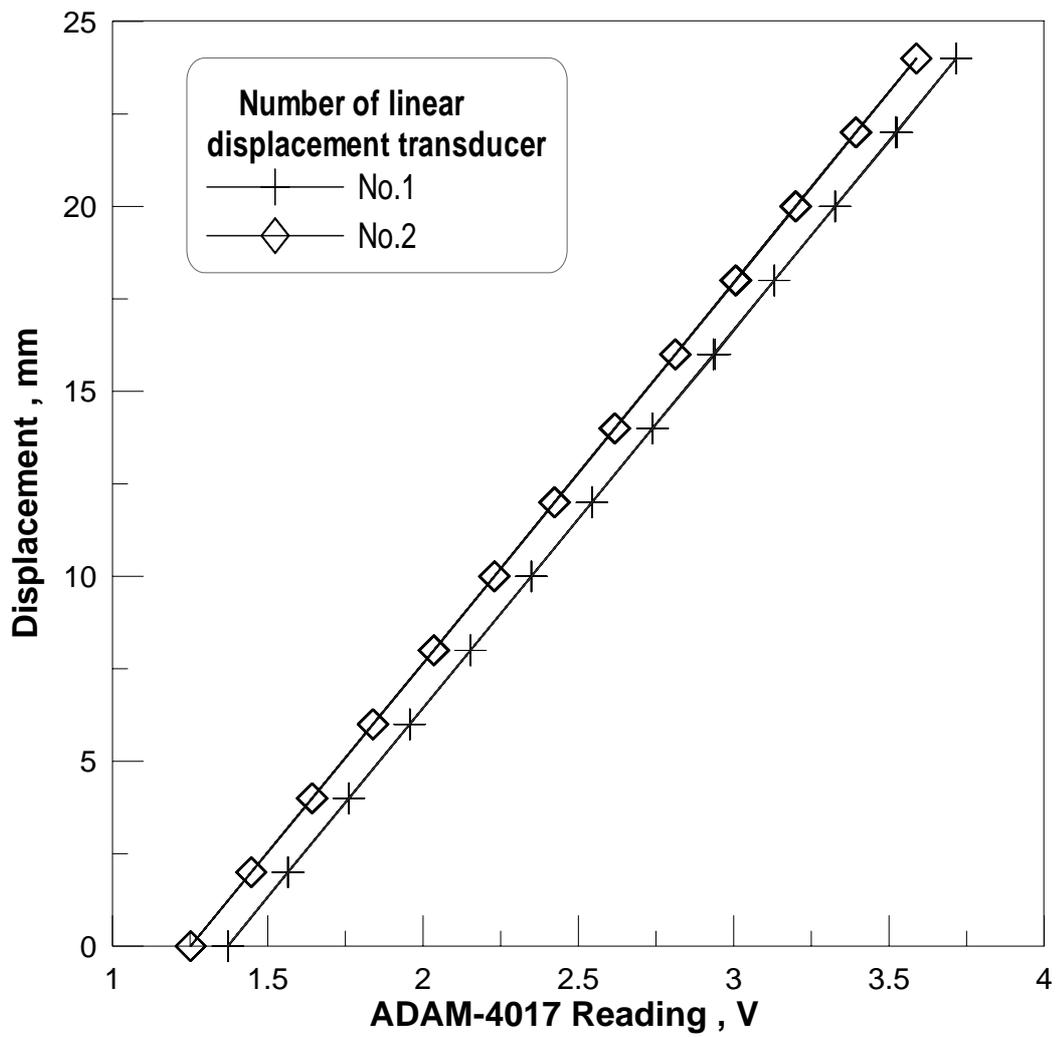


圖 4.9 線性位移量測器之標定結果圖

## 4.5.2 荷重元標定

此荷重元的最大荷重為 200kN，其激發電壓為 10V，送出電壓為 0mV~24mV，為了配合擷取卡 ADAM-4017 所設定之輸入電壓範圍為±5V，所以需透過 ADAM-3014 之直流電壓放大器，設定輸入電壓為 0~24mV，輸出電壓為±5V。

標定壓力來源為 MTS-815，使用 MTS-815 上的荷重元（500kN）為標準值，得到其相同荷重下荷重元的反應電壓。

標定程序如下：

- 1.將荷重元放置於 MTS-815 的底座上，將電線連接完成，並確定資料擷取系統工作正常。
- 2.執行 Quickbasic 軟體，開啟 Calib.BAS 程式，開始進行標定並紀錄。
- 3.每一階加載 10kN，由電腦直接讀取其電壓值，紀錄完成再加載，直到加到最大荷重 200kN。
- 4.當標定到最大值時，在一階一階減載，直到回到初始值，此標定過程為一測回。
- 5.重複步驟 3、4 共做三個測回，結束標定工作。

標定結果如圖 4.10 所示，其重複性良好，且呈現性關係，荷重元標定方程式為： $Y = 49.639211 * (X) + 222.834$ 。

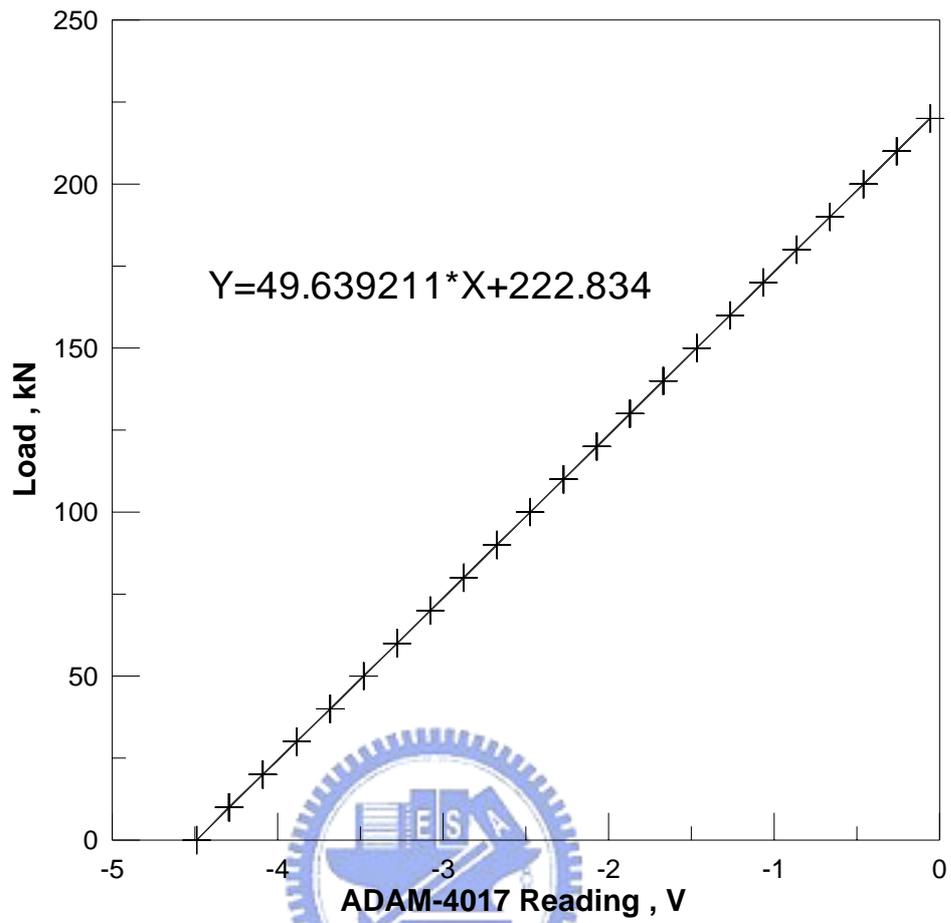


圖 4.10 荷重元標定結果圖