

第五章 試驗操作程序

多功能孔內試驗儀(BTD)為自行研發之儀器，並無標準之程序可供參考，因此藉由參考文獻中的建議，擬定試驗程序。

此儀器為現地施作之儀器，必須配合現地之鑽孔才可施作，所以試驗程序主要包含了四個步驟：鑽孔、儀器定位、傍壓儀膨脹（孔內千斤頂試驗）及油壓缸加壓（孔底平板載重試驗及鑽孔剪力試驗）。

5.1 鑽孔

Jesse et al. (1993) 研究出鑽孔尺寸對孔內千斤頂試驗之影響，且鑽孔形狀若不是圓形，也會造成試驗的誤差，因此鑽孔技術除了要減少孔內擾動的影響，同時鑽孔形狀、大小也須控制良好。

ISRM (1981) 及 ASTM (1992) 皆對於施作孔內千斤頂試驗與孔底平板載重試驗之鑽孔作以下六點之要求：

1. 孔洞底部面積與鑽孔的軸向垂直度誤差在 $\pm 3^\circ$ 。
2. 孔底必須確定無岩石碎片與泥土，必要時可用水將孔內清洗乾淨。
3. 對於平板載重試驗之鑽掘取樣，要在平板載重試驗底部至少 3 公尺以下才可以取樣，取樣鑽孔的直徑必需小於平板直徑的百分之十。
4. 試驗時鑽孔的穩定度必須加以注意。
5. 施作傳統 Goodman Jack 試驗，建議使用外部直徑 76mm (3in.) 之鑽頭來鑽孔，必須使鑽孔直徑與孔內千斤頂之外徑的差距減到最小。如此對孔內千斤頂試驗的精度有很大的影響。
6. 要試驗異向性的岩石，ASTM 建議試驗方向最好與岩體異向性的結構平行或垂直，且每各岩體至少做十個以上試驗。

規劃鑽孔的步驟如下所述：

- 1.先使用 NX 的鑽頭來鑽孔，直達預定試驗深度上 30cm，過程取樣。
- 2.使用 HX 的鑽頭來鑽孔，以加快步驟三的鑽孔速度。
- 2.使用 170mm 的鑽頭，如圖 5.1 (a) 濕鑽做第一次的擴孔，深度達試驗深度上 30cm。
- 3.將孔內的水給吸出。
- 4.再使用鑽頭尺寸為 200mm 的鑽頭如圖 5.1 (b)，來做第二次擴孔，直到達試驗預定深度上 30cm。
- 5.使用鑽頭尺寸為 220mm 的鑽頭，如圖 5.2 (a) 所示，來做第三次的擴孔，直達試驗深度上 2m，如此動作是避免剝落之土塊或岩塊掉入孔內千斤頂四片填充版膨脹之空隙中，造成填充版無法縮回時，亦可將儀器直接從孔內拉出。
- 6.使用鑽頭尺寸 200mm 的鑽頭，如圖 5.2 (b) 所示，將孔內擴孔時所掉入的岩碎及岩塊從孔內取出，直達試驗深度。

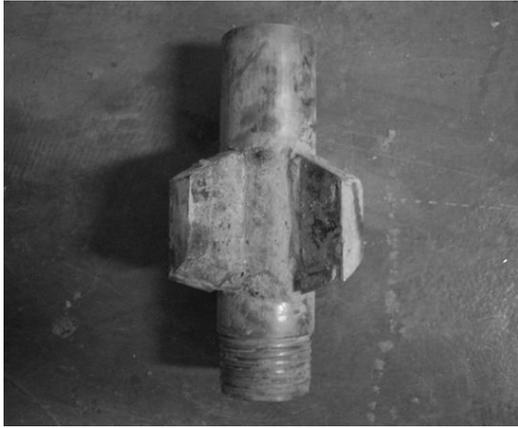


(a) 外徑為 170mm



(b) 外徑為 200mm

圖 5.1 鑽孔之鑽頭



(a) 外徑為 220mm



(b) 外徑為 200mm

圖 5.2 鑽孔之鑽頭

5.2 儀器定位

包含了儀器主體之裝置、量測儀器之架設、量測擷取系統與動力系統之接線以及試驗儀器吊至定位。施作時須注意安全、線路是否接正確、動力系統與量測係土是否正常、確定儀器在孔內之正中央。

儀器定位之步驟如下所述：

1. 在預定施作試驗之孔洞附近，將上中下三部分的試驗儀器主體組合起來，將底部孔內千斤頂的進出油管連接油壓缸與油壓機。油管進出方向必須正確，以免千斤頂無法運作，如圖 5.3 所示。
2. 將儀器全部空機測試一次，以確保儀器的擷取系統與動力系統在孔內可正常運作。
3. 將儀器緩慢吊起，保持其垂直度與穩定性，吊放入孔洞內，當孔內千斤頂四片填充版恰露出地面時先暫停吊放動作，此時調整高壓傍壓儀位置，使其側向的變形量測方向、填充版中心位置與走向方向呈一直線，確定後再垂直及緩慢的吊至試驗預定深度，如圖 5.4、5.5 所示。

4. 架設上部的垂直位移量測系統於鑽機上，程序完成後便可開始施作試驗，如圖 5.6 所示。



圖 5.3 儀器組立之照片



圖 5.4 儀器吊入孔內之照片



圖 5.5 儀器吊至試驗深度



圖 5.6 上部位移量測系統

5.3 傍壓儀膨脹

當儀器吊至試驗深度時，可以施作孔內千斤頂試驗的程序。此原理是利用高壓傍壓儀膨脹推動孔內千斤頂之四片填充版，再去推動孔壁量測壓力與變形的關係。

ASTM (1992) 對傳統孔內千斤頂試驗 (Goodman jack test) 施作步驟做了以下建議：

1. 試驗如果要施作在不同方向上，必須位在原試驗點的上方或下方 30.5cm (12in.)，以避免試驗的擾動。建議兩組試驗方向應互相垂直。
2. 試驗壓力須超過金屬板完全與壁體接觸之壓力值，但不可以超過孔內千斤頂儀本身的壓力與變位量測。
3. 用循序漸進式的加壓方式來評估岩體之永久變形量較為適當，而且可以探討反覆式加載對彈性模數之影響。建議施作每個加減載重最大壓力分別為整個試驗最大壓力的 30%、60% 以及 100%。每次加減載重試驗，加載至少五個壓力點，減載也至少五個壓力點。每次加減載重試驗中，都要回覆到初使試驗壓力。
4. 為了求出試驗時間對變形量影響之現象，建議在試驗之最大壓力下，加壓 15 分鐘，每五分鐘紀錄一次。
5. 減載回來時，也是每隔 5 分鐘紀錄一個值。
6. 一般公認的岩體破壞的判斷基準為當變形的增量與應力的增量不成比例時，視為岩體破壞。

規劃之操作步驟如所述：

1. 開啟 Quickbasic 軟體，執行 Mult.BAS，可由電腦直接擷取應力與應變之資料。

2. ASTM建議初始加壓階段間隔最好為 5kg/cm^2 ，本實驗初始加壓階段間隔為 1kg/cm^2 ，壓力超過 10kg/cm^2 時，加壓階段壓力間隔為 2kg/cm^2 。
3. 加載 1 分鐘後，立刻加壓至下一階加載狀態，如此一階一階加載直到所需之壓力值。
4. 到達所需之壓力值時，加載時間改為 10 分鐘或更長，讓其發生潛變，達穩定變形後再一階一階減載。
5. 重複步驟 3 及步驟 4，直到最大試驗壓力或最大變形時停止，並減載壓力當應力與變行為零時，試驗結束儲存檔案。

5.4 油壓缸加壓

孔內千斤頂達預定之壓力時，且在達到穩定變形之後，利用底部油壓缸受壓推動平板下壓（此即平板載重試驗），而其反作用力也會推動四片填充板向上移動（此為鑽孔剪例試驗），利用荷重元與線性位移量測器之讀數，來求出荷重與變形之關係，但平板載重試驗部分由於有相對位移，所以線性位移量測器之讀數要做修正。

ISRM(1981)及 ASTM(1992)對平板載重試驗做了以下幾點要求：

1. 加載的增量壓力點不可小於 5 點，而且每階段加載最大壓力分別為最大試驗壓力的 $1/3$ 之倍數($1/3$ 、 $2/3$ 以及 $3/3$)。
2. 加載增量應為儀器量測裝置之精度的 0.3 到 1.5 倍。
3. 試驗時之加載壓力應維持一定值 ($\pm 3\%$)，並且持續紀錄位移直到穩定為止，然後再減載到零壓力。
4. 加載需 24 小時的時間減載也須 24 小時的時間，目的在求岩體之潛變行為。

5.減載必須要減到壓力為零。

Johnston et al. (1993) 針對其可回收式試驗裝置 (RTR) 的鑽孔剪力試驗，給予以下幾點建議：

- 1.盡量保持試驗之接觸面與岩體之緊密接觸，並且利用灌注混凝土來模擬實際狀況。
- 2.上部線性量測器必須固定在假設不會動之壁體上，建議使用套管固定在壁體上，再利用量測桿延伸到量測儀器上。
- 3.鑽孔剪力試驗與平板載重試驗之位置必須有一定距離的間隔，以避免兩者會互相干擾，造成試驗誤差。

規劃之操作程序如下所述：

- 1.開啟 Quickbasic 軟體，執行 Mult.BAS，確定量測擷取系統與動力系統作業正常。
- 2.由油壓機提供壓力，轉動其調壓閥，每階段調壓 5 kg/cm^2 ，變形量穩定後，再加载下一階段載重。
- 3.一階一階加载，直到油壓缸伸長達到 2.5 公分之極限或荷重元受力超過 200KN 時，或孔內千斤頂之四片填充板造成儀器整體滑動時，及停止試驗。