

# 第八章 結論與建議

## 8.1 結論

本研究旨在改良多功能孔內試驗儀，並藉數值模擬解析孔內千斤頂試驗與傍壓儀試驗應力-應變曲線之關係，以利現地試驗之實際應用。本研究所獲之結論如下：

1. 多功能孔內試驗儀在改良前，由於孔內千斤頂試驗裝置設計不良，以致於傍壓儀在回收時會有傍壓儀薄膜被夾破之現象，以及上部位量測系統在桿間接合處常會有斷裂及彎曲之情形，所以針對孔內千斤頂試驗裝置及上部位移量測系統加以改進。
2. 孔內千斤頂裝置在改良前，中間孔徑原為 79mm 當放置直徑為 74mm 的傍壓儀時，傍壓儀膨脹時會造成尚未接觸到填充板前就已有過大的變形量，且傍壓儀在回收時，填充板會有夾破傍壓儀薄膜之現象。孔內千斤頂試驗裝置改良後，中間孔徑修正為 76mm 以增加儀器量測的範圍，以及在填充板間加了一根高強度鋁管，使傍壓儀在回收時不會夾破傍壓儀之薄膜，本研究總共施作了六組孔內千斤頂試驗，均無薄膜被夾破之現象。
3. 利用數值模擬解析後發現，傍壓儀試驗與孔內千斤頂試驗間，可找出其比例關係，其差異因子為 0.85，會造成此差異因子之原因為：邊界條件不同、受力狀況不同，以及孔內千斤頂試驗在介面上會有剪力發生。在同樣的剪力模數作用下，其應力-應變曲線關係在彈性範圍內是受材料本身剪力模數所主控，在進入降服強度後受到參數  $\nu$ 、 $\phi$  所影響，其中  $\phi$  值的影響會比  $\nu$  值之影響來的大。

- 4.孔內千斤頂試驗的壓力來源為傍壓儀，所以得到的壓力值必須先加以修正，最後再乘上一個差異因子，使用擴孔理論解析，其結果會比直接套用 Goodman 孔內千斤頂之解析方法正確。
- 5.孔內千斤頂試驗的  $G_o$  會比  $G_{ur}$  來的小，其  $G_o/G_{ur} = 0.3\sim 0.65$  之間。之所以  $G_o$  會比較小的原因，是由於孔壁在鑽孔過程中已造成些許擾動孔隙較大以及孔壁上之岩體較為潮濕，所以在初始的階段會有孔隙閉合的永久變形，但是在解壓-再壓階段因為在小變形下皆屬於彈性段，所以  $G_o$  會比  $G_{ur}$  來的小。
- 6.在不同的壓力狀況下做解壓-再壓，所得的  $G_{ur}$  不盡相同，由於在壓力愈大的情形下，會使裂隙慢慢閉合，所以在壓力愈大的情形下的  $G_{ur}$  會比壓力小的  $G_{ur}$  偏大，但是在壓力達  $0.8\text{MPa}$  上下，其  $G_{ur}$  有接近的趨勢，顯示其裂隙閉合已經完成。
- 7.孔內千斤頂試驗結果的  $G_{ur}$  與寶山第二水庫之砂岩施作傍壓儀試驗結果的  $G_{ur}$  相近，所以可確認使用本研究的解析方法應更為正確。
- 8.由鑽孔千斤試驗結果，可以得到一個趨勢，在走向方向的剪力模數  $G$ ，不論是  $G_o$  或是  $G_{ur}$  皆會比傾角方向的剪力模數  $G$  小。因為砂岩由於沉積環境與過程不同，所以顆粒排列的方式會造成軟弱岩石有異向性的行為，再此也證明了多功能孔內試驗儀可以了解軟弱岩石異向性的特性。
- 9.孔底平板載重試驗結果，在同一位置的縱向彈性模數會有愈來愈大的情形，原因是孔底本身受到鑽孔產生的擾動、解壓以及鑽孔產生的岩削無法完全清除乾淨造成，但在愈壓愈緊密的情形下，彈性模數有慢慢偏大的情況。

- 10.由剪力試驗結果得知，試驗結果的介面摩擦角約在  $28^{\circ}\sim 30^{\circ}$  間，所以實際上岩體本身的摩擦角應該要比此值略大。其中有兩組試驗的結果偏大是由於鑽千斤頂在膨脹時不是呈水平膨脹，在填充板上部變形量略大於下部的變形量，以至於在受力狀態不是單一介面的摩擦力，還有部分的力量是由孔內千斤頂上部插入土體所提供，以致於高估介面的剪力強度。
- 11.實驗室三軸壓密不排水試驗的結果，其 G 值約為 150MPa 與現地的 G 值做比較，三軸壓縮不排水試驗的結果較高，其原因是軟弱岩石在施做三軸壓縮試驗時，變形量測的範圍是在微小的應力-應變狀態下，屬於彈性階段，所以三軸試驗的剪力模數較現地試驗為高。

## 8.2 建議

- 1.鑽孔尺寸一般會大於儀器的尺寸，以致於變形量測範圍減少，所以試驗範圍皆在線性段。若能在孔內千斤頂外側加墊片，以配合不同的孔洞尺寸，加不同厚度的墊片，就不會在孔內千斤頂尚未碰到孔壁前就造成過大的變形。
- 2.孔內千斤頂試驗的壓力來源為傍壓儀，雖然壓力最大可達 10MPa，但受到孔內千斤頂尺寸的影響，孔壁實際所受的壓力必須乘上 0.24，若傍壓儀壓力達到 10MPa，可是孔壁所受的壓力卻只有 2.4MPa，且軟岩的降服強度常常會大於此值，要了解軟岩的彈塑性行為，其壓力必須大於此值。
- 3.未來若可以施作更多的試驗，建立起軟岩行為的資料庫，在多方面的做數值與試驗參數探討與解析，才能使得多功能孔內試驗儀之發展更為成熟。