

第六章 結論與建議

6.1 結論

本研究旨在研製一套軟岩中空環剪試驗儀，期能用於正確求得膠結不良軟岩之殘餘強度與應力-應變行為，所獲得成果之結論整理如下：

1. 環剪儀的改良

- a. 本研究主要目標是研製適用軟岩中空圓柱試體之環剪試驗儀器、系統與研擬試驗程序。在試體環剪盒方面，研製內外多層的橫向束制環，經過驗證試驗確認試體的破壞模式，確實能合於環剪試驗的破壞模式，亦能使試體的破壞面自由發展。
- b. 本研究中空試體尺寸雖未完全合乎 Sadda and Townsend (1981) 等建議之中空扭剪試驗試體尺寸規格，詳見公式 (2.1)、(2.2)，未必能完全免除端板效應，但對能取得天然軟弱岩石中空試體仍是一大突破，且應力誤差可加以計算，未來仍可朝向試體標準尺寸方向前進。
- c. 使用黏膠（環氧化樹脂）方式來傳遞加載所需之扭力，可以適用於軟岩，破壞模式較使用鋼製鰭片更為合理。

2. 試體的準備

本次研究的試體為中空軟岩試體，對於試體與橫向束制環間隙填充適當之填充物（石蠟），對模擬無側向應變狀態，有其必要性並且需以壓力式的填充，才能確保為其間空隙填滿。

3. 不同控制條件下之試驗結果

a. 固定正向力扭剪試驗：

由試驗結果之扭力—扭轉角關係圖可判斷，所使用之新竹寶二水庫中空軟岩試體有明顯應變軟化現象，原因詳見 4.2 節與圖 4.8。



試體達到殘餘強度所需的扭轉角，與試體之情況（種類、強度、尺寸）有關。根據試驗結果，寶二水庫中空軟岩試體在 20 度的扭轉角中，扭力值已明顯達到穩定（降伏）狀態；換言之，對於中空軟岩試體而言，欲求得材料殘餘強度，此扭剪系統的變形量，實已足夠。

b. 固定體積扭剪試驗：

由固定體積扭剪試驗之試體破壞行為的驗證試驗可知，受剪時試體傾向於膨脹（伴隨軸向應力增加），本研究環剪儀之試體破壞面呈現約 45 度螺旋狀，試體在後續的受剪過程，新破壞面（垂直試體軸向）形成，導致受剪面正向力迅速下降。新破壞面

的結果可能為天然試體的異質性所導致。

試驗結果顯示，本環剪儀在固定體積控制試驗下，在 20 度時即可達扭力殘餘狀態，惟需慎選試體，並將夾細砂岩的試體剔除。

c. 應力—應變曲線：

應力—應變關係之彈性段及完全塑性段可用公式 (4.4)、公式 (4.5) 求得，而塑性段則可用一個簡化的三角形來模擬拋物線，以試誤法推求得近似解。

d. 摩擦角：

由三軸試驗的飽和試體所求得的摩擦角約為 30~35 度，本次試驗所求得的殘餘摩擦角為 42 度、尖峰摩擦角為 62 度，其值有明顯偏高。因初始假設第二道破壞面為完全水平，實際上破壞面確無法完全水平，另一個原因可能為試體極為乾燥所導致。

6.2 建議

針對本研究仍為完全克服之問題與未來可能之發展，提出以下建議：

1. 系統方面

由於系統在資料擷取方面，所產生的雜訊過大，造成資料的解析

不佳，未來仍須消除雜訊。建議可採取獨立的電源供給或加裝電源穩壓器。

目前由於油壓系統有時仍會不穩定，其不穩原因可能是與 MTS-810 共用，未來可考慮採取獨立的油壓系統或是在油路間加裝逆止閥以改進其不穩定之現象。

2. 環剪儀設計部分

- a. 目前使用中空試體之環剪儀，其中空試體為極乾燥狀態，現地實際上並不易滑動。而現地的邊坡，常因大雨過後，孔隙水壓上升、軟岩遇水軟化造成剪力強度下降，而發生邊坡滑動。未來儀器發展可包容飽和試體方向，以考慮一般條件。
- b. 由於中空試體在架設過程中，有垂直向對心的問題。因此，試體必須在儀器上黏膠，未來應發展一套方法能不須在儀器上黏膠對心，如此才能使儀器充份被利用。

3. 試體部分

- a. 取樣方法：

本次研究取樣方法為岩塊取樣，因此取回的岩塊大都位於地表下不遠處。未來取樣方法可配合現地鑽探的圓柱試體，再將其中心挖除。但需先克服挖除部份與圓柱試體必需為同心圓

之技術困難。

b. 切削試體：

由於軟岩十分的脆弱，在切削試體時需十分地謹慎小心，但人工處理要將軟岩整成水平並不容易。空隙常被迫以膠來填補，但塗膠的不均勻對試驗結果是否會受其影响？未來或許可考慮利用研磨機刨平試體。

c. 試體的變異性：

天然試體由於不如人造試體材料均質，因此材料的變異性相當的大。未來若要求得真實的殘餘強度，除了需將不合理的試體剔除外，仍需量化才能做為分析設計的依據。

