

第三章 試驗儀器之改良

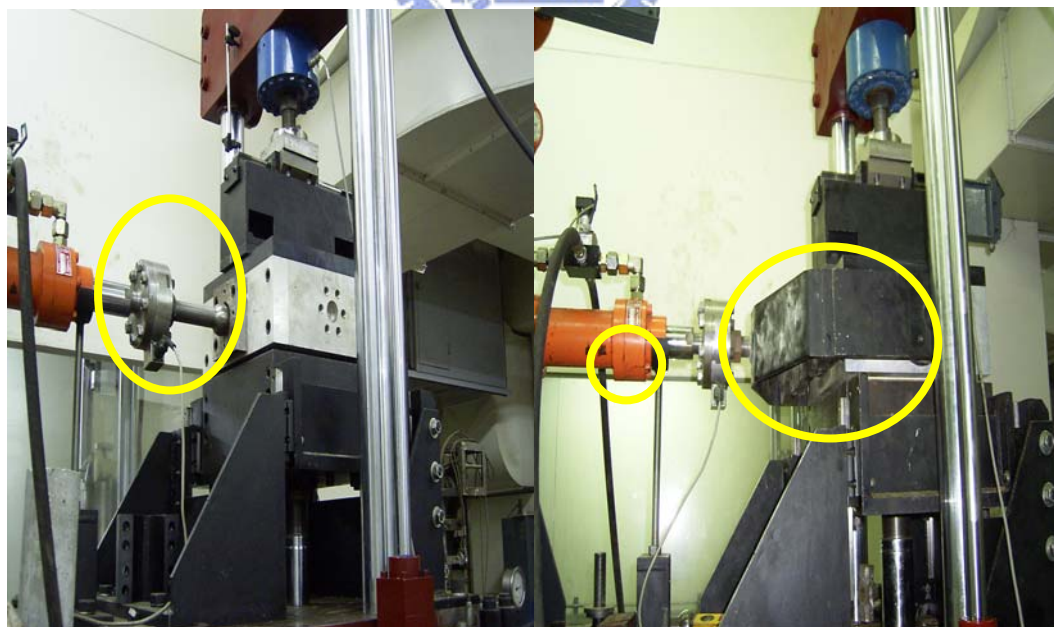
本研究為施作固定正向勁度下之水泥砂漿與軟岩界面的直接剪力試驗，因此必須先改良研發適用於軟弱岩石之『多功能剪力試驗系統』的直剪系統部分。一部土壤或岩石實驗儀器不外乎包括幾個部分：儀器機台、加載系統、控制系統及量測系統。當上述各項條件可以與控制軟體做完美的結合時，便能完成一部良好的實驗儀器。

原有直剪系統由於垂直向反力樑無法準確定位，導致水平力施加時可能有偏心的問題。而原有控制系統為電腦控制之數位控制系統，由於系統控制擷取的資料量過大，進行 PID 回饋運算的過程不佳，造成系統的不穩定。

因此，本研究改良水平力傳遞機制，並在系統中加入 MTS458.20 微處理控制主機(類比控制系統)，並依據新的控制系統架構，改良舊有控制軟體與擷取軟體，使系統有能力進行固定正向勁度下直剪試驗。

3.1 水平力施加傳遞機制改良

如圖 3-1，原有系統將水平力施加於固定球型座上，但是由於垂直向反力樑升降採按鈕式控制，於垂直升降定位時無法準確到達良好的精度，造成水平向力施加時無法與球型座密合，可能造成一額外的彎矩。而改良後的系統採用一懸臂直接固定於試體盒的兩側，連接機制容許可以轉動，以利於水平力的施加，因此只要確定油壓缸施加水平力時為平行試體界面，就可以解決水平力可能產生偏心的問題。可由水平向油壓缸支撐處以螺絲調整水平向油壓缸之垂直向高度，再利用水平尺之水準氣泡校正，因此水平施力方面在此機制下應為水平施加。



(a)水平力傳遞機制改良前

(b)水平力傳遞機制改良後

圖 3-1 水平力傳遞機制改良

3.2 控制系統改良

原控制系統(圖 2-27)屬於數位控制系統，主要由一台電腦負責控制和 PID 運算、另外一台電腦負責擷取的工作。在目前的個人電腦仍無法做如此大量的資料處理，加上擷取卡上的傳輸速率(數位訊號和類比類比轉換)不夠快，以致於 PID 回饋速度不夠。因此，原控制系統常因大量資料的處理而資源不足導致系統失控的現象。圖 3-3，本研究在系統中加入 MTS458.20 的控制器，將回饋控制的部分替代轉由 MTS458.20 負責運算，讓個人電腦單純的只做命令傳達、簡單運算與資料擷取的部分，使系統有能力進行伺服控制下的固定正向勁度直剪試驗，改良後由原先的數位控制系統轉變為類比控制系統，訊號的輸出快上很多，因此也就無系統失控的現象。有了此套控制系統後，除了傳統的固定正向力(CNL)直剪試驗外，亦能順利進行勁度控制下的直剪試驗。

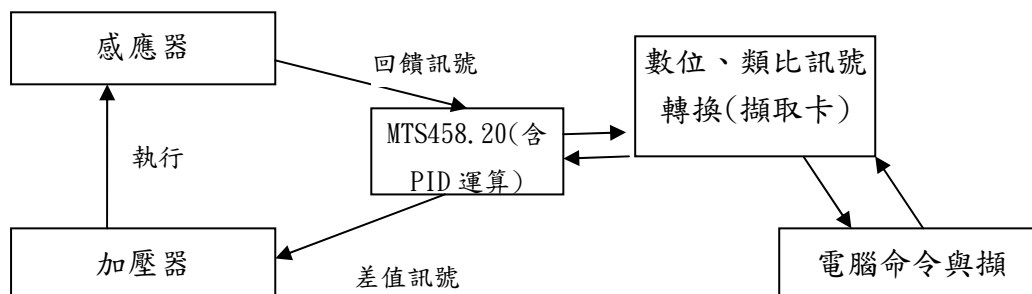


圖 3-2 改良後控制系統示意圖(類比控制系統)

3.2.1 微處理控制主機

MTS458.20 型微處理控制主機(圖 3-3)面板上有多功能顯示器，並有六個擴充卡槽，分別負責水平位移、水平力量、垂直位移、垂直力量、扭轉位移、扭轉力量，每次試驗可選擇兩個頻道做控制。例如：進行固定正向勁度直剪試驗時，就選擇水平位移控制與垂直力量控制試驗的進行。MTS458.20 並具有子卡 (Range cartridge) 提供計算、上下極限設定的保護裝置、緊急停止按鈕，可以使實驗過程中多一層保障。而原控制系統的 P、I、D 三個試驗控制參數由電腦以 LABVIEW 程式撰寫，於原控制軟體內進行簡單的運算。在本研究中，則將其轉移至 MTS458.20 控制，由於此系統為類比訊號控制，在處理上比數位訊號快 (免除類比轉數位訊號、和數位轉類比訊號的轉換時間)，可減少電腦資料處理的負荷。而控制系統的命令訊號與回饋訊號比較產生的差值稱為 DC Error，代表預期的動作與實際動作的誤差，當誤差值過大時即可調 P、I、D 值，在控制面板上分別為 Gain、Reset、Rate 三項。P 值的作用為調整傳至伺服閥訊號的放大比例，以降低 DC Error 值，使回饋訊號趨近命令訊號的軌跡，調整此 P 值關係到 Close-loop 控制的靈敏度；I 值的作用是調整 DC Error 值積分的時間常數以減少靜態或低頻時的補償；D 值的作用是調整回饋訊號初次差分的起始點，可提高 Gain 的設定值使系統的運作更穩定。P 值與伺

服閥反應速率有關，數值越高、反應越迅速，但是太高易導致系統運作不穩定，太低運作會遲滯；而 I 值則與控制容許誤差有關，數值越大、誤差容許量越小。而本研究所採用的水泥砂漿與軟岩界面試體試驗，測試後建議 P 值介於 3-4 之間為最佳。



圖 3-3 MTS458.20 控制器

3.2.2 控制與擷取軟體

原系統控制擷取的資料量過大，進行 PID 回饋運算的過程不佳，造成系統的不穩定，因此採用另外一台電腦進行資料擷取的部分。改良後的系統可以直接於控制軟體下進行擷取儲存的動作。原系統之控制與擷取軟體，以 Labview 自動控制程式語言寫成，其人性化的圖形

操作介面讓使用者能快速熟悉控制方式、隨時監控試驗狀態。但由於控制系統中加入 MTS458.20 的控制器處理 PID 回饋控制部分，因此控制程式必需重新撰寫(主程式由南亞技術學院何明雄博士撰寫)，程式主體架構設計成執行不同組合條件之控制，以進行不同條件之試驗，並進行內部程式的修改與測試後完成控制軟體，而原系統擷取部分，必須經由另一台電腦擷取，系統改良後經由一台電腦內即使完成控制與擷取的動作。本系統經由頻道卡與擷取卡配合系統設施，能同時擷取八個頻道的動作，透過伺服閥控制兩個方向的油壓缸動作，因而能夠從事應力、應變，以進行勁度控制試驗。




圖 3-4，為改良後控制程式視窗介面，A為資料擷取後儲存設定區，可設定資料檔案名稱(.dat檔)、存放路徑；B為資料讀取設定區，可設定資料檔案名稱(.dat檔)、讀取路徑，由此可編寫實驗設計波形，如等速率應變；C為擷取頻道狀態之圖形顯示視窗，左側則為擷取頻道之數位顯示資料；D為單位時間內感應器的掃瞄次數；E為控制固定正向勁度大小，可自由的輸入控制。由控制程式視窗可以及時監控實驗的進行狀態，如圖 3-4，當固定正向勁度直剪試驗下，正向勁度為 100kPa/mm，垂直向LVDT顯示試體剪脹為 1mm時，則我們所控制欲增加之正向力值為 100kPa(試體剪斷面面積 240cm²，相當於施加 2.4kN之正向力)，代表我們所控制的固定正向勁度試驗是成功的。

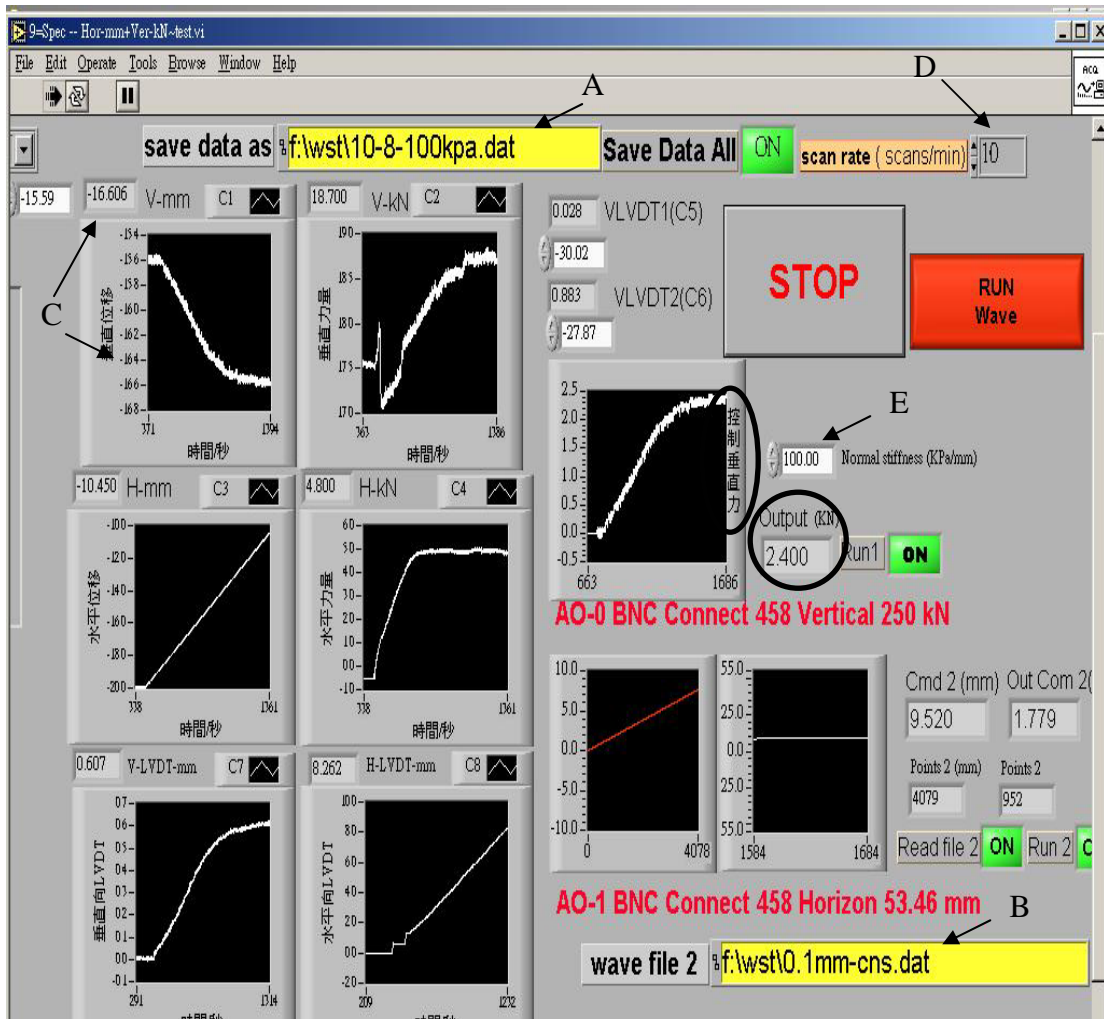


圖 3-5 LabView 控制程式視窗介面