

第五章 結論與建議

5.1 結論

不飽和層中，不同高程土壤間之孔隙液體，因為毛細力的作用，使其孔隙中的液體含量與距地下水位的距離有關；而這關係隨著土壤本身的結構特性和液體種類而異。土壤液體保持曲線的形狀可以顯示出這種關係，依據保持曲線，可概略得知液體在不飽和層中可能的分布情形。

當發生有機液體的污染時，欲設計良好的處理方案進行整治必須對土壤中各流體之間的互制行為有深入的了解，經過保持曲線及不飽和滲透試驗的分析，可對污染物於土壤中分布及移動的情況有初步的了解，對於農業應用與污染物的防治、處理將有所裨益。本研究以一般常見燃料油及有機液體作為研究對象，希望能藉此了解土壤遭受到有機液體污染時的實際情形，以期能夠在設計整治方案時，能有更多的依據。

本研究的結果顯示出以下結論：

1. 進行有機液體-空氣保持曲線試驗時，試驗土壤的孔隙越小，則有機液體的殘餘量會隨之增加，其間平衡的速率也較慢。
2. 進行滲透儀實驗時，在相同的體積含水比之下，試驗土壤的顆粒越小，相對的滲透係數也會跟著越小；由於自製試驗裝置精密度不高，加上試驗時的變因不少，可量測的K值範圍最小只到 $\sim 10^{-7}$ (cm/s)，但已屬可應用的有效參考範圍。
3. 欲利用保持曲線資料預測滲透係數時，採用壓力儀及滲透儀之保持曲線資料代入RETC程式均可得到不錯的成果。但理論上應以滲透儀保持曲線資料較能得到準確的預測，因為其初始飽和度和代入RETC程式所需的 K_s 值最接近實際滲透試驗時的狀況，在相同體積含液比的前提下，其差異性極少大於3倍以上。

4. 進行滲透儀實驗，裝置土樣時須小心維持土壤結構的一致性，且提高土壤試體的飽和度將可以使實驗結果更具有說服力。
5. 在相同的體積含水比之下，由 RETC 程式所預測的滲透係數值多為實驗值的 0.3 至 3 倍以內，仍屬可以接受的參考範圍。

5.2 建議

進行滲透儀實驗時，由於實驗設備為自製的，所以在試驗過程中，遭遇了許多的問題，由實驗過程及結果也可以發現，本實驗裝置仍有許多缺陷需改進；在試驗過程中，一旦張力增加到空氣進入壓力以上時，由於設備的精度不足，加上時間的限制(土樣太大，平衡所需的時間太久)，並無法求出更微小的滲透係數，若試驗可以加裝一蠕動泵浦改用強迫滲流的方式，如此便可以控制滲流量，以求得較小的滲透係數值。

在滲透試驗中，試體一側黏有兩個小陶瓷頭用來量測滲流過程中的水力坡降，雖然已採用矽膠來黏著，但是在組裝試體及試驗過程中，因為壓力的改變，偶而會造成液體從此處滲漏，造成實驗無法進行或必須重新再設置，如此一來，不但消耗許多時間，更增加實驗結果的不確定性。建議可採用一體成型的方式，將陶瓷頭於製作滲流裝置主體時一起製作，不但可以避免滲漏的發生，也可以提高試驗的穩定性。

可以發現雖是同一土樣，但各試體之間仍有差異存在，現地土樣的情形更加明顯。所以在製作土樣的時候應該盡量保持過程上的一致性，使不同組土樣結構上的差異減小。

由於時間上的限制，所以每一組試體僅有一組數據可供比較，若是經由試驗裝置的改善，可以縮短實驗的時間，便可以多進行幾組實驗加以相互比較，使實驗的結果更有說服力。

本研究主要是探討有機液體在土壤中的行為，但是實驗過程中只有兩相的系統，即有機液體和空氣，但實際上在現地的不飽和層中，常是水、空氣、有機液體三相的狀態，若要將實驗結果應用在現地的整治工作上，勢必要將實驗結果對應到實際的情形中；對於三相系統的實驗設備裝置困難，且變因不易掌握，理論上的近似方法仍有待確認，因此，如何建立實驗室結果與現地實際問題之間的相互關係，將是進一步必須要解決的問題。

