

## 第五章 結論與建議

### 5.1 結論

不飽和層中的污染隨著工商業的進步層出不窮，要對有機液體的污染進行整治並設計良好的清除方案勢必要對土壤中各流體之間的互制行為有一深入的了解，但工程界及學界目前對於土壤中有機液體的各種現象仍無定論，整治方案的設計多數仍仰賴經驗。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. 進行水—有機液體保持曲線試驗時，試驗土壤的孔隙越小，由於水具有佔據小孔隙的能力，所以水的殘餘量會隨之增加。另外與水的界面張力越大之有機液體亦可使土體中水的殘餘量變大。
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。
3. 在應用保持曲線預測滲透係數時，採用滲透儀之保持曲線代入經驗公式可以得到較好的成果，其他曲線則有比較大的差異，尤以比例原則推得之值差異較大，原因是因為初始含水比的不同造成。
4. 進行滲透儀實驗時，維持土壤結構的一致性以及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，由經驗公式所獲得的滲透係數值與實驗值的差異均在同一個數量級之內，就大地工程應用上來說，仍是可以接受的範圍。

## 5.2 建議

在進行滲透儀實驗時，由於實驗設備為自製的，所以遇到了許多的問題，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 0.1 bar 以上時，由於設備的精度不足，加上時間的限制，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，只要有夠精密的泵浦便可以求得較小的滲透係數值。

在滲透試驗中，試體一側粘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，常會造成水甚至有機液體從此處滲漏，造成實驗無法進行，如此一來，不但消耗許多時間，更增加實驗結果的不確定性。建議可以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。

由實驗結果發現，在三條經驗公式中與滲透係數實驗值最接近的仍是以滲透儀保持曲線代入經驗公式所得之值，由此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，使土樣本身結構上的差異減小，如此試驗結果較具有參考價值。

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，但是實驗過程中都只有兩相的系統，即水與有機液體，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；由於三相系統的實驗設

備裝置困難，影響的因素太多不易進行，因此，如何建立實驗室結果與現地實際污染問題之間的關係，將是進一步需要解決的問題。

