

# 增訂第九版序

本書書名為實用土壤力學試驗，希望從土壤室內試驗到土木現場施工知識，能為莘莘學子及工程界朋友提供參考。本書除了基本室內土壤的物理、力學試驗外，亦包含現地土力試驗，而其重點在建立土壤力學工程上的實務應用。筆者從1980年任教職至今2009年，參與工程查核，鑑定、審查、救災等工作，發現土木建築等工程人員的土壤實務應用養成教育不足！例如

1. 各土方工程填土規範如何設計？為何路基土壤需設計改良型並在乾側夯實？壩心粘土需設計標準型濕測夯實？
2. 如何訂定填土工程工地密度百分比？某些工程規範訂了回填土須符合標準夯實工地密度壓實百分比90%，且 $CBR \geq 15$ ，卻變成綁標！
3. 甚多工程人員不知道路填土時每輛載土卡車須添加多少水量？只要求工地密度壓實百分比，卻忽略控制夯實土壤乾、濕測的工程特性！許多土方工程因填方乾、濕測之工程特性不同而造成工程失敗。
4.  $\omega_{OMC} + 2\%$ 的含水量大於塑性限度 $PL$ ，則此種土壤不能當回填土，但卻被當作路堤及土壩之填方材料！
5. 堤岸、土壩需做滲流分析，但粘土層的現地透水試驗卻少有教學單位訓練？又排水砂樁改良區分析之水平向壓密行為，及土堤之水平向透水係數應從水平向壓密試驗求得，但卻沒有人做徑向壓密試驗。
6.  $\gamma_{dmax}$ 、 $\omega_{OMC}$ 是由落錘系統之夯實試驗得來，在未經輾壓試驗之能量對照下，是不知壓路機或羊腳滾需輾壓幾次後，土壤在乾或濕側含水量下才能達到要求之壓密度。AASHTO規範要求路基輾壓一層不得超過30cm，那散鋪厚度應不可超過多少厚度？而相同輾壓厚度下不同取樣區的土壤其散鋪厚度亦不相同！要求之工地密度壓實百分比亦不同！
7. 現代精密廠房要求建物沈陷量不可超過某極小值，在沈陷量控制設計下基礎地盤的承载力如何求得？若無現地平板載重試驗曲線，又如何進行基礎之沈陷量控制設計？
8. 擋土開挖電腦分析程式須要地盤的側向反力係數，但許多調查報告中設計土壤鑽探，卻未列入地盤側向載重試驗！
9. 土壤剪力強度受土壤最大粒徑與試體尺寸1:6之尺寸效應影響，全台灣約有九個卵礫石層區，其邊坡穩定分析須要現地剪力強度，但卻鮮有學校在訓練現地直剪試驗！

本書呼籲一般大學及科技大學土木建築系土壤力學試驗應將土壤力學試驗分成傳統(室內)土壤力學試驗與現地土壤力學試驗，如此訓練的學生才能與工程接軌，而傳統(室內)與現地土力試驗實驗項目建議如下：

一、 傳統(室內)土壤力學試驗項目

1. 土粒比重與含水量試驗
2. 孔隙率孔隙比試驗
3. 阿太堡限度試驗
4. 粒徑分佈試驗(比重計分析、篩分析)
5. 室內夯實試驗
6. 工地密度試驗
7. 室內 CBR 試驗
8. 室內透水試驗(定水頭與變水頭試驗)
9. 相對密度試驗
10. 室內直接剪力試驗
11. 單軸試驗
12. 單向度壓密試驗
13. 三軸試驗

二、 現地土壤力學試驗上課重點

1. 夯實土壤工程特性與各項工程填土設計規範關係
2. 工地密度壓實百分比的訂定方法
3. 回填土方應添加水量計算
4. 不能當回填料的土壤研判
5. 粘土層之現地透水方法
6. 樁循環載重法試驗載重規劃
7. 平鈹載重試驗曲線應用設計
8. 沈陷量控制設計基礎承載力
9. 承載力控制設計基礎承載力
10. 回填土壓路機輾壓試驗法
11. 徑向壓密係數水平向透水係數之求法
12. 地盤側向反力係數的求法
13. 卵礫石層的現地直剪試驗
14. 現地土力試驗建議之試驗項目與教學大綱

一、鑽探、標準貫入試驗及水壓量測	1.現地參觀。
二、室內夯實及室內 CBR 試驗	1.求 $\gamma_d-\omega$ 夯室曲線之 $\gamma_{dmax}$ 、 $\omega_{OMC}$ 。 2.求 $\gamma_d$ -CBR 曲線，可供設計道路及設定工地密度壓實百分比使用。並了解此種土壤是否可當回填土。
三、工地密度試驗	1.充水法。 2.充砂法。
四、粘土現地透水試驗	1.求粘土之現地垂直及水平透水係數。
五、砂土現地透水試驗	1.利用抽水法或充水法，求砂層之透水試驗(學校若無鑽井抽水，則以工程參觀取代)
六、輾壓試驗	1.求出 $\gamma_{dmax}$ 之壓路機或羊腳滾之輾壓次數。 2.求出填土之實方鬆方比。 3.求出填土之散鋪厚度。
七、平板載重試驗	1.求出地盤之載重沈陷量曲線。 2.平板試驗曲線設計基礎地盤承载力之計算(沈陷量控制設計與承载力控制設計)。
八、現地 CBR 試驗	1.填方現地 CBR 試驗。 2.道路路面之設計流程。 3.符合道路設計載重基層土方的工地密度要求壓實百分比。
九、樁載重試驗	1.壓力樁標準載重法。 2.壓力樁循環載重法(橋樑及受振動構造物)。
十、十字片剪 CPT 靜力	1.簡易式的十字片剪及 CPT 設備進行貫入試驗。 2.工程參觀。
十一、現地直剪試驗	1.現地試體製作。 2.現地試體施加剪力。
十二、試坑試驗	1.簡易的現地土壤分類。
十三、擴散性粘土檢驗一	1.雙比重計法。
十四、擴散性粘土檢驗二	1.針孔試驗法。

一位土木工程人員的養成相當困難，莘莘學子剛投入工程實務時的茫然與畏懼，希望本書能給予信心助益與。



本書內容除了土壤調查、土壤室內試驗外，亦包含土壤現地試驗，尤其大型土木工程之樁載重試驗、平鈹載重試驗、土木工程之輾壓試驗、大尺寸之現地直剪試驗及土壩工程最重要的擴散性粘土檢驗。

甚多土木工程不知工地密度壓實度如何來，而隨意任定壓實度 95%、98%，但此壓實度並非本工程設計載重及路面厚度所對應的，因而土木工程的品質即難以控制。又何況未經輾壓試驗轉換，以落錘試模求得之  $\gamma_{dmax}$  與  $\omega_{OMC}$ ，工地壓路機還未知須輾壓幾次才能達到  $\gamma_{dmax}$  之壓密度，又何況散鋪厚度須經幾次輾壓後之實方厚度，以鬆實方厚度比反算，才能求出合乎要求的散鋪厚度，又每次卡車載土到工地，須添加多少水量才能回填？卻是很多工程師未知的通病，此為台灣土方工程未能控制品質之主因。

校內現地土力試驗，補充 3m 長小鋼梁、每片 50kg 圓形載重鈹、枕木及千斤頂是很輕易的事，壓路機則以汽車輪胎灌注混凝土即可取代，國內大學及科大土木系等很少有現地土力試驗之課程，此為土木人訓練與工程界脫離之處，希望藉由本書的改版，能提供大學及科大規劃土力試驗課程時，能加入實際的現地土力試驗，此為本書改版的最大目的。

# 目 錄

增訂第九版序.....	1
<b>第一章 土壤力學試驗導論 .....</b>	<b>5</b>
1.1. 緒 論.....	5
1.2. 土壤力學試驗的目的.....	6
1.3. 土壤力學試驗的發展.....	7
1.4. 土壤力學試驗的類別.....	8
1.5. 試驗方法概論.....	9
1.6. 試驗儀器概論.....	10
1.7. 土壤力學試驗報告.....	11
1.8. 試驗室安全設施.....	15
<b>第二章 鑽探、取樣與土樣的運送 .....</b>	<b>17</b>
2.1. 緒 論.....	17
2.2. 試驗一：沖洗鑽探與地下水位高度、流向、流速、現場透水試驗 .....	21
2.3. 試驗二：標準貫入試驗與分裂式取樣器與岩心取樣.....	46
2.4. 試驗三：力學試驗取樣(薄管、排列管)、物理試驗取樣(劈管、螺旋 轉).....	71
2.5. 試驗四：十字翼片剪試驗.....	86
2.6. 試驗五：靜力圓錐、靜力摩擦圓錐貫入試驗.....	97
2.7. 試驗六、試樣的保存與運送.....	136
<b>第三章 土壤分類實驗 .....</b>	<b>149</b>
3.1. 序論.....	149
3.2. 試驗七：含水量(比).....	152
3.3. 試驗八：土粒比重試驗 .....	
3.4. 試驗九：阿太堡限度試驗.....	162
3.5. 試驗十：孔隙率孔隙比試驗.....	177
3.6. 試驗十一：土壤粒徑大小分析試驗.....	180
3.7. 試驗十二：土壤分類.....	190
<b>第四章 土壤工程品質試驗 .....</b>	<b>208</b>
4.1. 緒 論.....	208
4.2. 試驗十三：土壤夯實試驗.....	209
4.3. 試驗十四：利用貫入儀求細粒土壤含水量與貫入阻抗的關係試驗.....	

.....	218
4.4. 試驗十五：工地密度試驗 ASTM D1556-82 .....	222
4.5. 試驗十六：載重比試驗(C·B·R·試驗) ASTM D1883-87·D4429-84 .....	231
4.6. 試驗十七：相對密度試驗.....	255
4.7. 試驗十八：室內透水試驗.....	271
4.8. 試驗十九：擴散性土壤試驗.....	282
<b>第五章 土壤的力學試驗 .....</b>	<b>289</b>
5.1. 緒論.....	289
5.2 試驗二十：單向度壓密（固結）試驗.....	290
5.3. 試驗二十一：直接剪力試驗.....	321
5.4. 試驗二十二：三軸壓縮（剪力）試驗.....	338
5.5 試驗二十三：單軸壓縮(剪力)試驗(無旁束壓縮試驗).....	400
<b>第六章 承载力試驗 .....</b>	<b>409</b>
6.1. 緒論.....	409
6.2. 試驗二十四：平鈹載重試驗一.....	409
6.3 試驗二十五：平鈹載重試驗二.....	421
6.4 試驗二十六：拉力樁、樁載重試驗.....	426
6.5 試驗二十七：壓力樁、樁載重試驗.....	442
6.6 試驗二十八：孔內側向載重試驗(K0 試驗)(Lateral Load Test, 簡稱 L.L.T.).....	476
<b>第七章 新試驗 .....</b>	<b>492</b>
7.1 緒論.....	492
7.2 試驗二十九：徑向壓密試驗.....	493
7.3 三十：輾壓試驗（Rolling Test） .....	513
7.4 三十一、現地直接剪力試驗.....	529
7.5 三十二、試坑試驗.....	545
<b>參考資料： .....</b>	<b>556</b>
附錄.....	574
附錄 A.....	574
附錄 B、土壤試驗報告範例.....	578
附錄 C 台灣地區地質分區簡介.....	656