

3073

土壤力學試驗

錢家歡 編著



第1學生閱覽室

陈列图书不得携出室外

大東書局出版

3)323
34

8334

8334

85

土壤力學試驗

錢家歡 編著
周 汾 校閱

大東書局出版

土壤力學試驗內容提要

全書分土壤基本性質、土壤分類、公路土壤、土壤滲透性質、土壤強度試驗等六入類，共十七個試驗。可作大專學校土木、水利、工程地質等有關專業的實習教材，也可供從事工程土壤檢驗人員的參考。在每一個試驗中，先說明有關名詞的定義和試驗的目的，並列舉參考資料和儀器項目，然後敘述試驗的方法，最後的記錄表格，實習學生加予整理後可裁下繳請教師批閱。

土壤力學試驗

書號：5127

編著者	錢家歡
校閱者	周汾
出版者	大東書局 上海福州路310號
印刷者	大東印刷廠 上海安慶路268弄

20開 52印刷頁 95,000字 定價7,000元
一九五四年二月初版

(0001—3000)

上海市書刊出版業營業許可證出043號

上海市書刊發行業營業許可證發061號

前 言

(一)“土壤力學試驗”主要供大學或專修科結構、建築、路工、水利、地質等有關專業實驗課之用，是編者“力學土壤”一書(1953年6月大東書局出版)的輔助教材。這兩本書的內容是互相連貫的，符號和名詞也是一致的。

本書也可作為土木、水利、地質工作人員從事土壤檢驗的參考手冊。

(二)本書內容分基本試驗、分類試驗、公路土壤試驗、滲透性試驗、強度試驗等六大類，共十七個試驗。如全部用作教材，自屬太多。編者建議顆粒分析、稠性界限、直接式剪力、應力控制、固結等四個試驗為最主要而必修的部份。其他部份教者可視時間的多寡、設備的情況，並按照學生所習專業的性質，作適當的選擇和精簡，或舉行示範表演。

(三)上述四個主要試驗，如按照正規的做法，也需要25至30工作小時。因此，指導試驗的人員必須事先做好土樣的準備工作及儀器的校正工作；顆粒分析的比重計法宜採用不很細的土壤；剪力試驗求裂線時每組做一點，最後將各組的結果綜合起來；固結試驗採用砂質黏土的土樣，使在每次加重後一小時或半小時內即達到基本上的穩定。編者相信這樣的精簡並不影響學習的效果。

(四)本書的編成，主要參考下列各資料：

1. 編者：土壤力學試驗講義(浙江大學，1950)；
2. 編者：土壤力學(大東書局出版，1953)；
3. Ломтадзе: Методы Лабораторных Исследований Физико-Механических Свойств Песчаных и Глинистых Грунтов (1952)；
4. Casagrande and Fadum: Notes on Soil Testing for Engineering Purposes (1940)；
5. Lambe: Soil Testing for Engineers (1951)。

(五)承至友周汾先生校閱本書原稿，編者非常感激。如果“土壤力學試驗”對各

界採用者有些微幫助的話，這就與周先生建設性的批評，以及華東水院土力學教研組主任黃文熙教授一年多來教學上的指導是分不開的。讀者同志如對本書有任何指正或批評意見，編者是十分歡迎的。

錢 家 歡

1953年10月

目 錄

基本試驗

✓一 含水量	1
✓二 土粒比重	5
三 孔隙比和孔隙率	13

分類試驗

✓四 顆粒分析	17
五 稠性界限	25
六 最大分子吸水量	31

公路土壤試驗

七 含水當量	35
八 收縮因數	41
九 毛細管水上升高度	45
✓十 擊實	49

滲透性試驗

十一 滲透係數(砂性土壤)	53
十二 滲透係數(黏性土壤)	59

土壤強度試驗

✓十三 直接式剪力試驗	65
✓十四 三軸壓縮式剪力試驗	71
✓十五 無側限壓縮試驗	79
十六 固結試驗	83
✓十七 大孔土壓縮試驗	89

一 含水量

定義 土壤中所含水份的重量,以土壤烘乾後重量的百分數來表示,稱為這土壤的含水量。

經風乾後土壤中含有水份的重量,以土壤烘乾後重量的百分數來表示,稱為這土壤的吸附水量。

目的 求土壤的含水量(或吸附水量),可作為其他許多試驗的輔助計算資料,故本試驗列為基本試驗之一。

求原狀土樣的含水量,可藉此瞭解基地土壤在天然狀態下,各個地點在各種深度處的含水情況。

參考資料 錢家歡編著:土壤力學(大東書局出版)第(1·5)節、第(2·2)節。

儀器 天秤一架,準確至0.01克;
鋁質盛土有蓋小匣數隻(或鍍玻璃數塊);
電烘箱一具。

方法 (一)將各鋁匣內外揩拭乾淨,記下各匣的號碼及其重量;①
(二)取土樣約10克,置鋁匣中稱之;②
(三)將盛濕土的小匣放入電烘箱中,匣蓋掀開;
(四)在110°C溫度下烘至重量不變(需12小時左右),始將鋁匣自烘箱中取出,蓋緊後,待其冷卻至室內溫度(如採用鍍玻璃,須放於乾燥器內冷卻);
(五)稱乾土與鋁匣重。

計算 含水量 $w(\%) = \frac{\text{濕土重} - \text{乾土重}}{\text{乾土重}} \times 100$

① 鋁匣或鍍玻璃重量,已由試驗室預先測定。

② 每次稱電時,鋁匣都蓋好(或用兩片鍍玻璃),而準確至0.01克。

二 土粒比重

定義 某物質在溫度 4°C 時的重量與同體積的蒸餾水在同溫度時的重量之比，稱為比重。

因為土壤中部多空隙，所以比重有兩種：即真比重和假比重（或稱為視比重）。前者是指土壤顆粒的比重；後者包括土體全部體積與重量。普通“比重”一詞，是指真比重而言。^①

目的 本試驗分兩部份：（一）校正比重瓶；（二）以比重瓶測定土壤顆粒的比重。

參考資料 錢家編著：土壤力學（大東書局出版）第 2·2 節。

儀器 比重瓶（50、100、250 或 500 立方公分均可，土粒愈粗，容量應愈大）；
天秤（準確至 0.001 克）；
溫度計（準確至 0.01°C ）；
抽氣設備或酒精燈；
盛土匣、烘箱等。

方法 一、校正比重瓶——比重瓶的玻璃因溫度變化而發生膨脹或收縮，其容量也隨之而稍有改變。校正的目的，是求比重瓶在任何溫度時的容積。

（1）以清水洗比重瓶，倒去清水，加酒精少許，使剩餘水份溶解於酒精中，倒去酒精，加醚少許，剩餘酒精將溶解於醚中，醚很快就蒸發；

（2）稱比重瓶空重，得 W_B （準確至 0.001 克）；

① 比重與塑性指數之間有一經驗關係，可列表如下，這表可作為估計土粒比重用，或作為試驗結果的校核：

土 壤 名 稱	塑 性 指 數	黏土含量(%) $d < 0.005$ 公厘	比 重
黏土	>17	>30	>2.74
砂質黏土	$7 \sim 17$	$10 \sim 30$	$2.69 \sim 2.74$
砂質壤土	$1 \sim 7$	$3 \sim 10$	$2.67 \sim 2.69$
砂	<1	<3	$2.65 \sim 2.67$

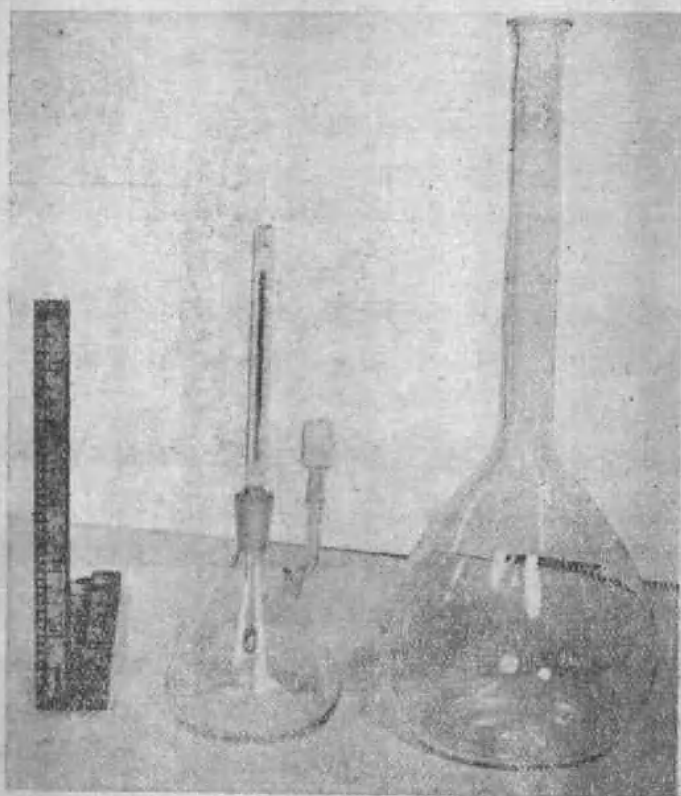


圖 2-1 比重瓶

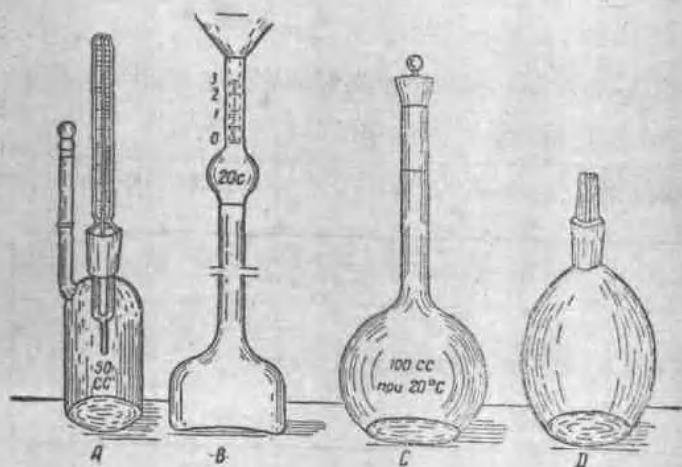


圖 2-2 各種式樣比重瓶

(3) 將蒸餾水充滿比重瓶, 以溫度計插入瓶中, 量得溫度 T (準確至 0.01°C);

(4) 使比重瓶中水面適至頸部刻度(或瓶塞孔之頂), 稱之, 得 W_2 ;

(5) 重覆以上(2)、(3)、(4)步驟四次。

二、測定土壤顆粒比重

(1) 取約 10 至 100 克土樣(視比重瓶容量而定), 烘乾後(溫度 110°C , 至少 12 小時)放入乾燥器中, 冷卻後稱之, 得 W_s ;

(2) 將烘乾的全部土樣, 藉蒸餾水之助, 放入已校正的比重瓶中, 但蒸餾水裝至半滿為止;

(3) 置比重瓶於酒精燈上, 微微加熱至少 10 分鐘, 以驅出空氣泡(如以水力或電動抽氣機抽氣則更佳, 但負壓力以不超過 60 公分水銀柱高為宜);

(4) 再加蒸餾水至頸部刻度(或瓶塞孔之頂), 稱之, 得 W_1 ;

(5) 以溫度計插入比重瓶量得溫度 T ;

(6) 從比重計的校正曲線及所量得的溫度 T 值, 得比重瓶在這溫度時充滿水後之重 W_0 。

記錄表格 日期 _____ 組別 _____ 姓名 _____

一、比重瓶校正

 T = 試驗時溫度 $^{\circ}\text{C}$ T_1 = 試驗時溫度與校正溫度之差 $= T - 20^{\circ}$ W_2 = 在 T 溫度時比重瓶加滿水之重 V_B = 瓶的容積 W_B = 瓶的重量 V_A = 水的容積 W_A = 水的重量 G_T = 在 T 溫度時水的比重 (見圖 2.3) E = 玻璃的線膨脹係數 (Pyrex 玻璃的 $E = 0.036 \times 10^{-4}$) $V_A = V_B(1 \pm T_1 E)^3$ $W_A = V_B(1 \pm T_1 E)^3 G_T$ $W_2 = W_B + V_B(1 \pm T_1 E)^3 G_T$ $W_B =$ _____ 克

W_2	T	T_1	$W_A = W_2 - W_B$	G_T	$1 \pm T_1 E$

$(1 \pm T_1 E)^3$	$G_T(1 \pm T_1 E)^3$	$V_A = \frac{W_A}{(1 \pm T_1 E)^3 G_T}$

 V_A 平均值 = _____ = V_B

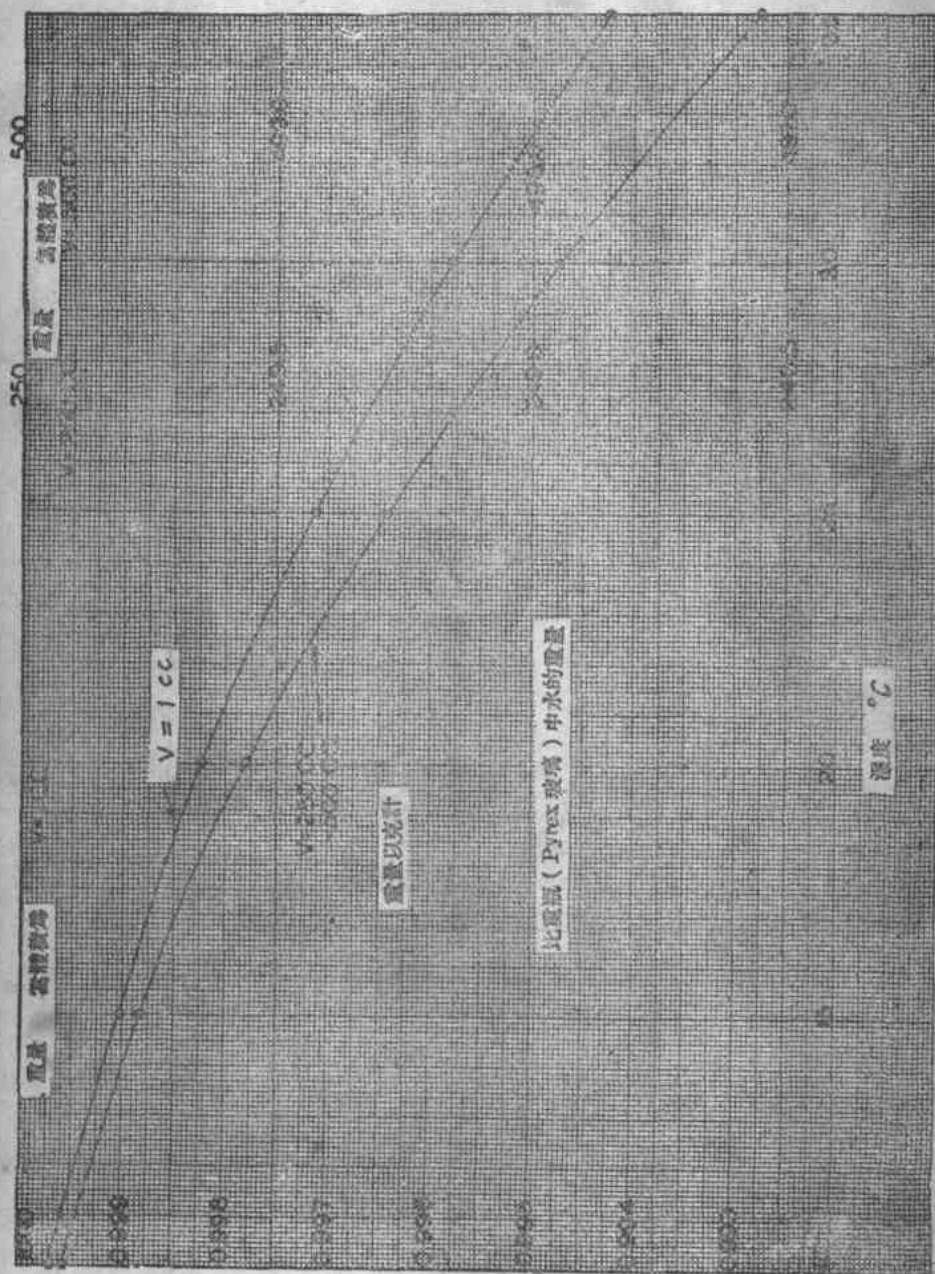


圖 213

T	T_1	G_T	$(1 \pm T_1 E)$	$(1 \pm T_1 E)^3$	$(1 \pm T_1 E)^3 G_T$	$(1 \pm T_1 E)^3 G_T \cdot V_B$	W_2
10	-10	0.99973	0.999964	0.999892	0.999622		
15	-5	0.99913	0.999982	0.999946	0.999076		
20	0	0.99823	1.000000	1.000000	0.998230		
25	+5	0.99708	1.000018	1.000054	0.997134		
30	+10	0.99568	1.000036	1.000108	0.995788		
35	+15	0.99406	1.000054	1.000162	0.994221		

試以方格紙畫 W_2 與 T 的關係曲線。

二、土粒比重(G_s)

日期_____ 組別_____ 姓名_____

土樣編號_____

比重瓶號目_____

蒸發皿號目_____

瓶+水+土樣重= W_1 =_____

乾土+皿重=_____

混合液溫度= T =_____

皿重=_____

在 T 溫度時瓶重+水重= W_2 =_____

乾土重= W_s =_____

$$G_s = \frac{G_T W_s}{W_s + W_2 - W_1} = \frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad} = \quad \quad \quad$$

備註: _____

土樣編號_____

比重瓶號目_____

蒸發皿號目_____

瓶+水+土樣重= W_1 =_____

乾土+皿重=_____

混合液溫度= T =_____

皿重=_____

在 T 溫度時瓶重+水重= W_2 =_____

乾土重= W_s =_____

$$G_s = \frac{G_T W_s}{W_s + W_2 - W_1} = \frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad} = \quad \quad \quad$$

備註: _____

土樣編號_____

比重瓶號目_____

蒸發皿號目_____

瓶+水+土樣重= W_1 =_____

乾土+皿重=_____

混合液溫度= T =_____

皿重=_____

在 T 溫度時瓶重+水重= W_2 =_____

乾土重= W_s =_____

$$G_s = \frac{G_T W_s}{W_s + W_2 - W_1} = \frac{\quad \quad \quad}{\quad \quad \quad} = \quad \quad \quad$$

備註: _____