

基礎建筑工程

〔德〕 W. E. Schulze 著

科学技術出版社

基礎建築工程

(德)W. E. Schulze 原著

韓布葛 韋國英 合譯

科學技術出版社

內 容 提 要

本書敘述了基礎建築工程的全貌，從土壤的探驗和支承能力講起，繼續討論挖土方法、井點降低水位法以及板樁和支撐的詳細說明。其次述及建築在底腳和筏基上以及建築在基樁或沉箱上的各種工事。最後談到防水設備、托換基礎、礦區基礎、河流中的防止沖刷及避免交通方面和機器方面的震動方法等。

本書內容簡明扼要，包羅廣博，並有若干新穎而切合實際例題，適合從事土木和建築的工程師和技術員們參考之用。

基 礎 建 築 工 程 GRUNDBAU.

原 著 者 [德] W. E. Schulze

原出版者 B. G. Teubner Verlagsgesellschaft,
Leipzig, Germany, 1953 年版

譯 者 韓 布 葛 章 國 英

*

科 学 技 術 出 版 社 出 版

(上海建國西路 336 弄 1 号)

上海市書刊出版業營業許可証出 079 号

啓智印刷廠印刷 新華書店上海發行所總經售

*

統一書号: 15119 · 121

(原中科院印 8,000 冊)

開本 787×1092 1/27 · 7 1/27 印張 140,000 字

1956 年 3 月第 1 版

1957 年 5 月第 2 次印刷 · 印數 1,521—3,520

定價: (10) 1.00 元

譯 者 的 話

這本“基礎建築工程”的著作在德意志民主共和國採用已久，連續改進出版已達十一次之多。我們閱讀之後，覺得它的內容簡明扼要，理論與實際並重。適合於從事土木和建築工程者閱讀與參考之用。對於擔任實際工作的工程師和技術員們尤能提供施工的經驗和方法。

德文原書的章節編次頗有獨異之處，茲為使讀者便利並合於一般習慣起見，已將章節次序改編，惟仍不失原有系統。原書中的插圖本按頁碼編次，亦為一特殊之點，今已按一般習慣改為分章編次。德文書中的小數均用“,”號區分，在插圖中不易更改，均仍其舊，文中仍用“.”號區分。書中述及應參考某頁之處均改以章節數註明。

在書中的某些地方，譯者為了要使文中含義更為明顯和精確起見，特加寫短註，這些短註的內容當然由譯者負責。

譯者學識經驗均屬有限，翻譯這本書的動機還是為了學習，所望讀者多予批評和糾正，以便有所改進。

韓布葛 章國英

一九五五年二月

目 錄

上 篇 基 地 土 壤

第一章 土壤的種類..... I

- a. 土壤的探驗..... 1 | b. 土壤的種類..... 2

第二章 基地土壤種類和結構的探驗..... 6

- | | |
|---------------------|---------------|
| a. 土壤探驗規範和佈置..... 6 | 1. 鑽.....11 |
| b. 土壤試樣和土層紀錄..... 8 | 2. 鑽探桿.....16 |
| c. 探掘(試探坑穿).....10 | 3. 鑽探管.....17 |
| d. 鑽探.....11 | |

第三章 基地土壤支承能力的確定.....20

- | | |
|-------------------------------|-----------------------|
| a. 基地土壤的直接(靜力)
荷重試驗.....19 | 4. 建築物的沉陷.....31 |
| b. 土壤力學.....23 | c. 動力的基地土壤探驗.....33 |
| 1. 原理.....23 | d. 樁的支承能力.....33 |
| 2. 土壤性質.....25 | 1. 基本情況.....33 |
| 3. 建築物下面的壓力分佈.....29 | 2. 樁的試驗荷重.....35 |
| | 3. 樁的支承能力的數字計算.....37 |

第四章 基地土壤上的容許荷重.....41

- | | |
|--------------------------------|-------------------|
| a. 面積(即筏形)基礎的容
許土壤壓力.....41 | b. 樁基的容許荷重.....43 |
|--------------------------------|-------------------|

第五章 土壤支承能力的改進.....45

- | | |
|-----------------|----------------------|
| a. 震動壓縮法.....45 | 雜誌 Baut 1944).....46 |
| b. 土壤壓實樁(德國工程 | c. 土壤的硬化和壓實.....46 |

中篇 施工坑

第六章 在乾燥地方.....51

- | | |
|-------------------|------------------|
| a. 坑壁的坡度.....51 | 2. 豎向木料支撐.....60 |
| b. 坑壁的木料裝置.....51 | c. 隧道.....62 |
| 1. 平的橫擋.....52 | |

第七章 在地下水內.....65

- | | |
|-------------------|------------------|
| a. 疊合的坑壁.....66 | d. 鋼板樁.....69 |
| b. 木板樁.....66 | e. 打板樁.....72 |
| c. 鋼筋混凝土板樁.....68 | f. 板樁坑的支撐.....79 |

第八章 在水體中.....83

- | | |
|------------------------------|-------------------|
| a. 板樁圍坑的支撐和不透
水的設備.....83 | b. 圍堰.....85 |
| | c. 水中的工作小室.....90 |

第九章 降低地下水的水位.....91

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| a. 敞開式的抽水工作.....91 | c. 坑底的防水.....106 |
| b. 地下水位的降落.....94 | 1. 用混凝土來防水.....107 |
| 1. 降低地下水位的.....94 | 2. 用混凝土填薄膠泥的方法
或用化學凝固法來防水..108 |
| 2. 降低地下水位的初步設計.....97 | |
| 3. 降低地下水位的計算方法.....98 | |

第十章 潛水者的工作.....109

下篇 基礎

第十一章 淺基礎.....113

- | | |
|-------------------|-------------------|
| a. 基礎底脚.....113 | e. 板樁間的基礎.....120 |
| b. 筏形基礎.....116 | 1. 降低地下水位.....120 |
| c. 拱穹的建築.....118 | 2. 水中的混凝土.....120 |
| d. 用砂、礫石和石塊作填土119 | |

第十二章 深基礎..... 126

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| a. 基地土壤墩..... 126 | 1. 預製樁和普通樁..... 136 |
| b. 沉箱..... 128 | 2. 就地灌注樁..... 143 |
| 1. 沉箱的式樣、大小和距離 .. 128 | 3. 樁基..... 151 |
| 2. 沉箱的建築式樣..... 129 | d. 壓縮空氣沉箱基礎..... 165 |
| 3. 沉箱的下沉工作..... 131 | 1. 沉箱基礎..... 165 |
| 4. 沉箱的填灌和連接..... 132 | 2. 潛水鐘式的建築..... 172 |
| c. 樁基..... 135 | e. 浮沉箱上的基礎..... 173 |

第十三章 基礎的保護與防水..... 175

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| a. 各種可能採用的方法的複習..... 175 | 1. 鹽埠和粘土..... 178 |
| 1. 在波德蘭水泥內加入特別水泥和混合物..... 175 | 2. 有抵抗性的灰泥或混凝土澆面..... 178 |
| 2. 混凝土的拌和及應用..... 176 | 3. 陶土磚層..... 178 |
| 3. 特殊的混合物..... 176 | 4. 防水紙..... 178 |
| 4. 保護面層..... 177 | 5. 天然地氈青和膠合鋪料..... 179 |
| 5. 建築物的蓋覆..... 177 | d. 防水設備的結構設計..... 179 |
| b. 用保護層防水..... 177 | 1. 防水塗層..... 180 |
| 1. 螢石鹽和矽酸鹽..... 177 | 2. 防水紙..... 180 |
| 2. 薄膜狀塗層(冷塗或熱塗)..... 177 | 3. 地氈青膠合鋪料..... 182 |
| c. 建築物的蓋覆和澆面..... 178 | 4. 接縫的防水..... 182 |
| | 5. 防熱的隔離層..... 183 |

第十四章 托換基礎(危險建築物的保護)..... 184

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| a. 受到挖土危險的建築物的保護..... 184 | 物的保護方法..... 191 |
| 1. 採用加築淺基礎的方法..... 184 | c. 保護建築物以抵抗潛淘..... 194 |
| 2. 新的低基礎的保護方法..... 187 | d. 防止震動的侵害..... 195 |
| 3. 用土壤化學凝固法來保護..... 190 | 1. 防止交通方面的震動..... 195 |
| b. 受到礦區沉陷危險的建築 | 2. 防止機器方面的震動..... 199 |

上篇 基地土壤

第一章

土壤的種類

a. **土壤的探驗** 在開始進行一個建築物的設計工作以前，必須詳細調查這個建築物所在地的基地土壤和地下水的情況（德國工程標準 DIN 4020 及 DIN 1054）。假使不注意這一點，一般就會增加很多的建築費用，甚至尚須補救所遭受的損害，因而造成許多不應有的浪費。經驗告訴我們，進行基地土壤探驗工作的費用祇佔全部建築經費的百分之一至百分之二。

探驗基地土壤的目的和它的經濟上的評價有如下列各項：

1. 研究容許土壤壓力；
2. 確定可能發生的沉陷和它將來的發展；
3. 掌握地下水的實際情況；
4. 進行基地土壤和地下水的分析試驗，查出它們有害於建築材料的化學成份。

土壤探驗工作的範圍依照下列條件來決定：即建築物的大小和用途，土壤的狀況以及鄰近的建築物過去所進行的一些可靠的探驗和觀測等。修建很簡單的建築物至少必須進行簡單的土壤鑽探工作，而在其他的情況下，至少亦須進行台階式的向下探掘工作，最好進行鑽探試驗和荷重試驗，或者進行土壤力學的或動力的基地土壤探驗工作。

所有重要建築物的基地土壤探驗工作(普通鑽探除外)最好交由專門從事於土壤試驗的機構來進行。

b. 土壤的種類 建築物加在土壤上的壓力及可能發生的沉陷,須依靠土壤的種類和成份來決定。沉陷的發生不僅是由於荷重對於土壤的壓力,而且也由於土壤本身向旁擠出的現象所造成。土壤所含水份的變動可能產生相當的沉陷,而實際上土壤含水量的或增(能使壩母或粘土變軟)或減,都可能產生沉陷。基地土壤化學成份的變動,同樣能够產生沉陷,使建築物遭受損害。假使建築物是按照規章建築在不致結冰的土層之上,那麼即使該建築物所在的地方容易結冰,一般也不會有什麼危險。但是該處容易結冰的上層土壤之上如須建築鐵路和公路,就要很好地注意了。

土壤的種類如下列所述:

岩石具有相當強度的拉應力和剪應力,含有孔隙甚少,用作基地土壤是最好的一種。但是良好岩石上面的一層腐化物質必須除去。石灰岩中常有空洞,須用混凝土填滿。但如這些空洞不是顯露在外面,可用鐵棒打擊岩石,如發出空聲,就是裏面含有空洞的明證了。

無粘性土壤如砂(顆粒大於 0.09 公厘)、粗砂、礫石和它們的混合物是不具有拉應力的;它們僅在較深的地方才具有輕微的剪應力,這是因為過載負荷增加時,顆粒間的摩擦力才會增強的緣故。由於它們顆粒之間存在着比較大的孔隙,在過多的水份被壓力驅除以後,顯然是可以壓縮的,不過一般不太嚴重罷了。因此這種土壤也可適合作為基礎下的基地土壤之用。

石粉(顆粒 0.10~0.02 公厘)和沉泥(顆粒 0.02~0.002 公厘)

(見德國工程標準 DIN 4022) 在相當深度的地方能有一些承載能力,不過它們不能受到從下而上的水壓力(圖 1-1),須由坑中將水抽去,否則它們就會湧上來而變成流沙,這是很危險的。如發現地下水在挖方內或坑內流動,也會造成同樣的危險。

粘性土壤是軟泥、泥土、粘土或它們的混合物之類的土壤;其中包括和無粘性土壤混在一起的混合物如砂質粘土、壩埽及泥灰土等。

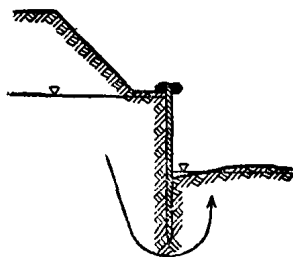


圖 1-1 坑內抽去水後水面的調整

粘土是微細分子(小於 0.002 公厘)所組成,它具有伸縮性並且有極細小的孔隙;它能緩緩地吸收水份,漸漸地膨脹而變柔軟。

壩埽是一種含有百分之三十到百分之七十砂質的粘土,因為它含有砂質,所以在吸收了水份以後,不能如粘土一樣的變軟;但是因為所含的砂內有粗大的孔隙,它的吸水速度就加快了許多。

在基礎下面的粘性土壤,無論如何必須保護得不讓水份浸入,以免變軟(保護的方法可用板樁把它圍起來,排除雨水或可能從明溝和暗溝內滲入的水,或者於必要時在基礎底部的下面裝置排水設備)。

在粘性土壤孔隙內的水份常因毛細管作用而具有表面張力,因此能具有某種強度的拉應力和剪應力,但比了岩石就小得多了。這些應力在土壤的無粘性混合成份增加時,就會減少。在乾燥或不太潮濕的情況下,粘性土壤受建築物載重壓縮的程度是不嚴重的。但若為水所軟化,就會失去孔隙內水份的表面張力而在建築物的壓力之下,變成軟弱無力了(基地土壤破壞所產生的危險,如圖 1-3)。假使所含水份非常多,它們就會變成濃厚的粘漿而接近

軟泥的形狀了。

含水的粘性土壤是相當危險的，因為水份在建築物壓力之下消失得非常緩慢，以致建築在這種土壤上的建築物在一個相當長的時期內甚至若干年以後才會發生沉陷。

泥灰土如係乾燥堅硬並含有石灰的一種是相當好的基地土壤。

黃土是一種細砂和沉泥的混合物，它的結構常被植物的根所鬆動，常含有很多的水份和一些石灰，僅有在乾燥或不太潮濕的情況下，才可作為一種尚稱適用的基地土壤。

含有有機物質的土壤如地面土壤、炭泥、軟泥、濕泥等都是不宜用作基地土壤的。

填土之上不甚適宜於建築，這要看填土的年齡和它的密度而定。縱然填土已經用機械的方法壓實，也應加以相當的注意。

土壤的分層是很重要的。好的而且具有足夠承載能力的土層的下面有容易壓縮的壞土層時，則好的土層必須具有這樣的厚度，使得上層的應力可以充分展佈開來，一俟達到下層的時候，這個應力就會減低到容許壓力的數值，方不致過分壓緊下面的軟土層（參閱第三章 b-3 節）。



圖 1-2 帶有挖方的傾斜土層

尤須注意的是承載建築物的基地土壤層的坡度不應過大，否則就有滑動的危險，尤其是在低的方面如遭遇到坑穿或挖方，那就更危險了（圖 1-2）。假使土層是蓋覆在平滑的岩層之上或是在粘性土壤層之上，則滲透進來的水會使土層滑動，這也是非常危險的事。

假如建築物是建築在斜坡之上，或者當淺基礎深度的地方（圖

1-3) 有相當大的土壤壓力的時候，就須防止基地土壤的損毀或坍塌的現象。

設若土層是好壞互相間隔的，則基礎地位應該掘深直至達到可靠的土層為止，這樣就可以避免那些不甚可靠的土層了。

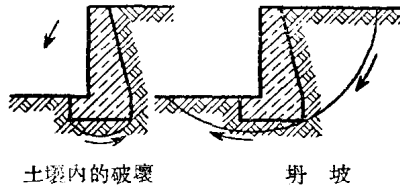


圖 1-3 基地土壤的破壞或坍塌對於建築物的危險

在同一建築物下面的基地土壤，如果在土壤種類、土層厚度或土層坡度方面都有所不同，這是非常嚴重的事，因為這樣就會造成不均勻的沉陷、傾斜、開裂甚至全部建築物的倒塌。

每座建築物的基地土壤，必須保證不受到水在地下的潛淘作用和不致被水流損壞它的堅密組織。

在礦區地方，建築物的沉陷深度可能達到挖去的礦層總厚度的百分之五與百分之二十之間，即使利用水力來填充空隙也無濟於事，這樣對建築物是非常危險的(參閱第十四章 b)。

假使基地土壤或地下水中含有對建築材料有害的物質，必須設法保證建築物不致受到這些物質的侵害(參閱第十三章)。

第 二 章

基地土壤種類和結構的探驗

a. 土壤探驗規範和佈置 土壤探驗的標準規範如下列：

DIN 4020 建築物下面的土壤探驗；

DIN 4021 基地土壤和地下水，勘查、鑽探、探掘和取樣等規則；

DIN 4022 附錄 1，基地土壤探驗的各層記錄；

DIN 4023 基地土壤的圖解說明；

DIN 1054 基礎，基地土壤的容許荷重。

基地土壤種類和結構的確定可藉助於探掘或鑽探。建造伸展的建築物如鐵路、公路、水力發電站等，必須根據地質圖(1:25000)並須與當地地質機關洽商取得協助和一切有關資料。

探掘井和鑽探孔的佈置須根據建築物的形式和大小、基地土壤的均勻性和建築物的荷重等來擬定。主要的形式如下列：

勘查鑽探。這是爲了繪製區域計劃圖或建造大面積的或長距離的建築物，用以勘查基地土壤。

個別鑽探。這是用以供給個別建築物基地土壤的精確詳細情形。

勘查鑽探工作在開始的時候可以在長距離的地方進行（指主要鑽探而言）。根據所得的結果和設計的需要再在主要的鑽探之間進行中間的鑽探。全部鑽探網應該狹小一些，使得它可以供給關於基地土壤中主要土層的位置、坡度和厚度等一切資料，以及這

些土層的狀況和均勻性等。這些主要的鑽探至少必須達到可靠的基地土壤；至於中間的鑽探，祇要達到一層足夠厚的而且已經勘查明白的土層就可以了。

個別建築物鑽探的位置、深度和數目係根據勘查鑽探的結果而定；但如這些資料不能獲得，祇有根據建築物圖樣上的形式、大小、荷重、和隣近建築物的關係及土壤結構的均勻性等來決定了。它們之間的距離必須 ≤ 25 公尺。圖 2-1 所示的坑井位置，可以先從 1 號各點進行探驗，假使發現土壤有不規則的情形，可在 2 號各點進行探驗。

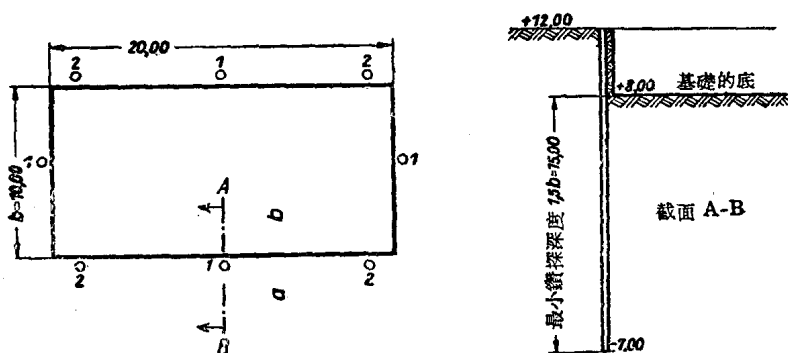


圖 2-1 筏形基礎鑽探孔的排列和深度

鑽探的最小深度一般可用下列的公式來計算：

$$t = p \times b,$$

式中： t = 鑽探的最小深度，公尺；

b = 建築物較狹一邊的長度，公尺；

p = 建築物對於基礎全部面積的平均荷重，公斤/公分²。

此外，鑽探深度至少須等於建築物的寬度而不應小於 6 公尺。一般不需要超過 $3b$ 。

擴展底座的最小鑽探深度，可從下列兩項條件之一求得；即，

平均土壤壓力和全部建成面積中的較狹寬度，或者在最不利載荷下的基礎之下的平均土壤壓力和建築物的較狹寬度。在這樣得出來的結果中，應該採用大一些的數值。

假如預料到在較深的地方，土壤的情況對於建築物會發生某些不良影響，那麼這種計算出來的深度就需要增大。

設若土層很均勻，一部份的鑽探深度至少可以減少一些，但不應小於 6 公尺。

在進行樁基的基地土壤探驗時，鑽探深度是從樁端之下計算起的；但這個深度可以減去約三分之一。

探驗工作結束之後，這些勘查坑窠和鑽探孔必須很好地填起來。如它們的位置很近建築物的一部份或竟在建築物的下面，就需用輕混凝土來填灌，同時必須充分保證在建築物的下面不致有泉水發現。

b. 土壤試樣和土層紀錄 在每次土壤情況變動的時候，必須從探掘窠或鑽探孔中取出土樣，至少每隔一公尺取一次。這種土樣在取出時須立刻加以考察；這樣就可以得出有關土壤支承能力（係就土壤的一般性質而言）、厚度和傾斜度等的大概結論。

取出的土壤試樣須立即放入木箱（具有隔間 ≥ 7 公分 $\times 7$ 公分 $\times 7$ 公分）、罐頭或玻璃杯（ ≥ 0.5 公升）內貯藏，直至建築物驗收之後為止（至少一年），在這種貯藏器（並非蓋子）的上面，須用不易消滅的顏料把地點、鑽探或試掘的次數、取樣的深度以及依照德國工程標準 DIN 4022 的附錄 3 所規定的土壤種類詳細紀錄起來。

依照德國工程標準 DIN 4022 的附錄 1 至 3 的規定，同樣的

紀錄須載入土層紀錄之內，如深度、土壤種類、地下水位和其他特殊紀錄等。

土壤是否含有粘土的問題是非常重要的；在含有細粒砂（例如沉泥 0.02~0.002 公厘）的土壤中，這種砂粒如粘土一樣，在乾燥時在手指間一捻，也會顯出一些粘性。不過這種試驗方法，在不含粘土的土壤中是容易的，而在粘土含量大的時候，就比較困難了。設若土壤試樣是粗粒的，祇須放入一只滿貯清水的刻度玻璃杯內，砂粒就會分層沉在粘土的下面。

假如土壤不甚可靠（如含水的粘性土壤且具有複雜的變化劇烈的土層）或者是重要的荷重很大的建築物，那麼土壤試樣在取出的時候和取出之後應該儘量不要被擾動（參閱第二章 c, d 1 節）。

設若土壤試樣或出現的地下水呈現這些現象：如顏色黑、石膏或其他結晶體、腐臭氣味、有氣泡上升含有酸量（用石蕊試紙浸入則呈現紅色，很容易試驗出是否含酸）等等，這種土壤和水的試樣就須送往政府試驗機構進行化學試驗。有時對於某些有害化學成份的是否存在，僅僅是一個疑問，化學試驗仍不可不做，尤其是混凝土造成的重要基礎，這種化學試驗更不可少。

基礎如伸展很廣，鑽探結果必須很適當地繪在建築物的縱橫

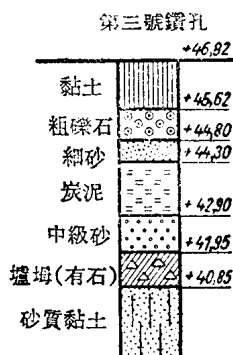


圖 2-2 鑽探結果的圖解說明

德國工程標準 DIN 4023 所用的縮寫如下：

B.3 = 用三號大型工具進行鑽探； T = 粘土； gKi = 粗礫石；
fS = 細砂； To = 炭泥； mS = 中級砂； stL = 含石子的礫母；
t'S = 含有少量粘土的砂。

斷面圖上；如果可能，土層的標高必需根據 N.N. (大地測量的標準水平 0 點)。土層的伸展(即土層縱斷面圖)有時也須繪製，但情況必須絕對明確方可進行。

c. 探掘(試探坑窞) 試探坑窞中的土壤應該就地試驗，這樣可以很準確地決定土壤的種類。試探坑窞的面積大概是 2 平方公尺(圖 2-3)；如深度很大而土壤又不甚穩定，則須用木料支撐起來。這種探掘的方法很適宜於取不受擾動的試樣。爲了這個目的，下面的寬度約 75 公分就足够了。試樣最好在距底 70 公分之處的小平台上取出。如係粘性土壤，可用一只圓柱形的箱子(圖 2-4a)，其淨直徑爲 15 公分，而長度爲 10 或 20 公分。取試樣時係在一只堅木帽子上打擊而將箱打入；外圈是用以保護帽子在箱子裝滿試樣時不致與土壤接觸。箱子裝滿之後，上面就揭開，用鏟子將它取出，同時關閉下面的口。上下兩面均須括平，用蓋子關閉，並以繩

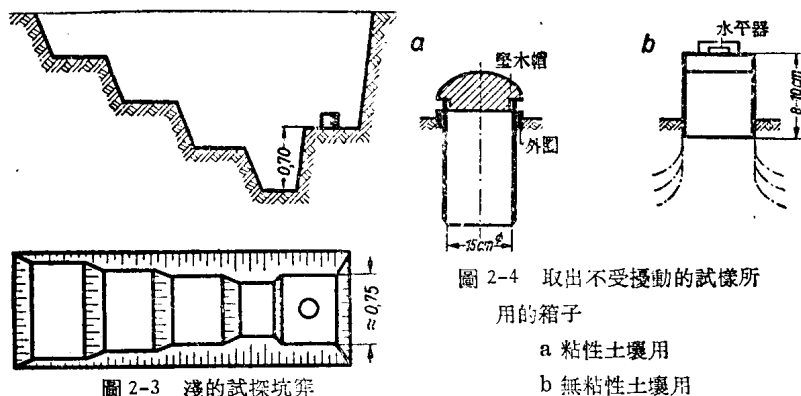


圖 2-4 取出不受擾動的試樣所用的箱子

a 粘性土壤用

b 無粘性土壤用

索紮好。如係無粘性土壤，可用一圓柱形銅罐，但不可將罐打入，必須輕輕壓下，使土壤不致被壓實(圖 2-4b)。在罐上置一水平器以免銅罐在壓入時傾斜。如壓入時阻力太大，可將邊上的土壤用