

# 實用土壤力學

丘勤冀編著

中國科學圖書儀器公司  
出版

|     |
|-----|
| 組   |
| 號   |
| 115 |

# 實用土壤力學

丘勤寶編著

中國科學圖書儀器公司

出版

## 內 容 介 紹

土壤力學是近二十多年來發展的新科學，是理論與實際結合最密切的科學，在土木工程及水利工程方面應用最廣，本書內容非常充實詳備，且多新穎理論及實用資料，自土壤探測、試驗分類等章始，依次論及土壤受潛水後所起之各種作用及因外力而生之塑性平衡與彈性平衡等新學理。關於實用方面，如擋土牆、明壩、涵管、擋土板樁、隧道等土壓力的計算，與基礎、橋基等承載力和沉陷的計算，更進而論土坑的穩定，土壤的疏幹等，均先從理論分析研究，然後連繫到實際應用的方法和步驟。

本書共分二十章，對於土壓原理及應用，詳論特詳，是理論與實際結合的主要環節，也是本書的重心所在。全書所舉實例甚多，且極明確，故可作為土木水利等系科的教本，也可供工程從業同志們作為參攷之用。

## 實 用 土 壤 力 學

編 著 者 丘 勤 實

出 版 者 中 國 科 學 出 版 社  
印 刷 上 海 經 安 中 路 537 號 電 話 64545

總 經 售 中 國 圖 書 發 行 公 司

版 權 所 有 ★ 不 可 翻 印

CE. 39—0.15 16 開 508 面 614 千 字 每 千 冊 用 紙 32.70 令  
1953 年 3 月 初 版 0001—2000  
新 定 價 ¥ 82,800 1953 年 10 月 再 版 2001—3000

上 海 市 書 刊 出 版 業 營 業 署 可 證 出 027 號

## 顧 序

人類托迹於大地之上，凡有益於吾人福利之工程建設，俱不能超越地面而存在。大地表面雖大部分為海洋及岩石所覆蔽，但適合於人類生存之地區，必為或厚或薄之土壤所掩蓋。欲從事各項工程建設，苟對於土壤之性能不作深切研究，不夠充分了解，其得免於失敗者微幸也，非當然也。

研究土壤性質，從而推斷其載重能力，確定其本身之穩定性，以及其所施之壓力，即工程師所欲解決之力學問題，名曰土壤力學，乃近一二十年內方發展成為有系統之新科學也。土壤雖為固體，但因地面各處之土壤組合迥不相同，且受地下水之浸潤，故其性質至為複雜，不若其他工程材料，可以憑一般研究之結果而以簡取繁。

土壤力學乃理論與實際結合最密切之科學。非有就地所取之土樣，採用精密方法試驗研究，不能得確切可恃之資料。憑藉若干假定以作理論之根據者，可能與實際相去甚遠，此舊學說之所以不得不歸淘汰，而代以新的土壤力學理論。

近十餘年來西文之土壤力學名著雖已出版甚多，但中文著述尚屬罕觀。本書著者丘勤寶教授對於土壤力學研究有素，平時出其心得，著文發表於刊物者已數見之矣，深佩其學識精湛，經驗宏富，雖萬里迢遞，未嘗謀面，然已心嚮往之矣。茲出其鉅著實用土壤力學以問世，取材精當，包羅廣博，尚可供從事研究者之參考借鑑，若用為學校課本，尤屬相宜，蓋與基礎工程及土工結構設計息息相關；讀此一篇，凡有關工程中之難題，俱可迎刃而解，其惠惠於學者實非淺鮮。預期此書一出，將為學術界所重視，更足以引起研究者之興趣無疑。

## 自序

土壤力學之發展成為有系統之科學也，乃晚近二十年間事。自一九二五年著名土壤力學專家沙基氏根據其長期實驗土壤性行之資料，進而推得重要之基本理論，著成德文土壤力學，刊佈於世，歐美學者，相繼羣起，於是土壤力學乃有長足進步。迨經一九三五年第一次世界土壤力學會議之後，各國努力於土壤性行之試驗工作者，與日俱進，有關土壤力學之著作，亦日見增多，惟土壤力學教本之問世，僅為晚近數年之事耳。

凡基礎工程與土工結構之設計，罔不基於土壤力學原理，而真實可靠之原理，又莫不與土壤之物理性行，息息相關。曩昔古典原理之假定，恆與實際土壤之情況相去甚遠，此郎金(Rankine)、庫倫布(Coulomb)等氏原理之所以不真實也。近代土壤實驗室蓬勃設立，以期獲致當地土壤常數，瞭解原理假定之真實程度，使工程師得裁定理論對實際間之得失。然實驗室所採用之土壤，非因取樣甚小，即以本質業經改塑，致實驗結果恆與工地天然情形不盡相符。是故室內與工地之土壤性行，又必須密切聯繫證驗，庶免差誤。

抑尤有進者，由於土壤組成複雜，含水變化無定之故，今日土壤力學中，有許多理論仍須經實踐以證實、修改與發展者，有許多問題更須通過實踐去認識、去發現理論，以求解決者。經此實踐認識再實踐之循環提高過程，此一重要之土壤建築技術，乃可達成完善、真確而實用之科學，此雖艱鉅之任務，然在今後科學發展空前有利條件之社會制度下，必能依吾人之集體努力，飛躍進步，加速完成。

本書係由著者多年教學所用之講義整編而成，主要為教科書之用，亦可供工程師之參考，故一方面作系統理論之敘述，另一方面則列舉經驗與實例，以期理論與實踐結合。更為學者容易瞭解起見，多用圖表以代繁冗公式之計算。

本書內容分為二部，第一章至第十三章為第一部，敘述土壤之物理性行及其試驗方法。第十四章以後為第二部，闡述土壤力學之理論及應用。第十四章原可分為塑性及彈性平衡原理，土壓理論及公式，擋土牆設計之實用法則及步驟，明壓支撐之設計，鉛繫擋土板，隧道土壓之理論及應用等六章，但因均屬土壓問題，故合併為一章。

本書所採用單位爲公制(萬國制)，惟偶有實驗資料來自英制者，仍照數記載，以求不失原來真面目。又重量單位「公分」概改用「克」，以免與長度單位公分相混。

本書所參考之各書籍雜誌，已於書中一一註明，對下列各書採用尤多，助我成書，至爲感佩，謹此致謝各著者：Terzaghi——Theoretical Soil Mechanics; Terzaghi and Peck——Soil Mechanics in Engineering Practice; Plummer and Dore——Soil Mechanics and Foundations。

本書先後得雲大土木系各同志幫助抄寫，製圖及校對，均深感謝！本書出版時，復承顧世楫教授校對一過，多所正是，深用銘感！

再者本書冠以「實用」二字，顧名思義，其內容當較爲實用，此亦爲編寫本書時之目標，而所稱「較爲」實用者，實係指就實用一點而言，並未能達最大可能，此乃由於著者之學識經驗，俱尙未足之故。

最後著者深感個人之努力有限，本書可商榷之處必多，敬希讀者賜予寶貴意見，此不僅有助著者進步，亦將裨益於其他讀者。

丘勤寶謹識

1952年二月於雲南大學

# 本書所用符號說明

|                                    |                                             |                                 |                               |
|------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| $A$ (公分 <sup>2</sup> )             | 面積                                          | $G$                             | 比重                            |
| $A_p$                              | 壓力面積                                        | $G_s$                           | 土粒比重, 真比重                     |
| $a$ (公分)                           | 流槽間距離                                       | $G_b$                           | 土壤比重                          |
| $\alpha$                           | 各種係數                                        | $G_w$                           | 液體比重; 水之比重                    |
| $a_{ve}$ (公分 <sup>2</sup> /克)      | 壓縮係數                                        | $g$ (公分/秒 <sup>2</sup> )        | 重力加速度                         |
| $a_{ve}$ (公分 <sup>2</sup> /克)      | 回彈係數                                        | $H$ (公分)                        | 高度; 厚度                        |
| $B$ (公分)                           | 寬度                                          | $H_s$ (公分)                      | 土坡臨界高度                        |
| $b$ (公分)                           | 寬度                                          | $\Delta H$ (公分)                 | 位頭(水力)                        |
| $C, C_s$ (克)                       | 總黏力, 土壤之總黏力                                 | $h$ (公分)                        | 水壓頭; 磨鉢之落距; 隧道高度              |
| $C$                                | 各種常數或係數                                     | $h_w$ (公分)                      | 水壓管水頭                         |
| $C_a$ (克)                          | 總附着力                                        | $\Delta h$ (公分)                 | 位差(水力)                        |
| $C_c$                              | 壓縮指數                                        | $h_p$ (公分)                      | 管涌(或管流)失敗時之臨界水頭               |
| $C_e$                              | 膨脹或彈回指數                                     | $h_o$ (公分)                      | 固體土粒高度; 磨鉢之最小落距               |
| $c$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 每單位面積之黏力                                    | $I_p$ 或 $P.I.$                  | 塑性指數                          |
| $c_v$ (公分 <sup>2</sup> /秒)         | 固結係數                                        | $I$ (公分 <sup>4</sup> )          | 慣性矩                           |
| $c_w$                              | 重率滲比                                        | $I$ (安)                         | 電量, 電流                        |
| $D$ (克/公分 <sup>3</sup> )           | 密度                                          | $i$                             | 水力坡; 土壤與水平地面間角度               |
| $D$ (公分)                           | 深度; 直徑; 磨鉢中心間距離                             | $i_E$                           | 湧坡                            |
| $D_f$ (公分)                         | 基礎深度                                        | $i_F$                           | 臨界水力坡(臨界浮坡)                   |
| $D_d$                              | 密實度, (相對密度)                                 | $i_p$ (克/公分 <sup>3</sup> )      | 壓力坡                           |
| $d$ (公分)                           | 粒徑; 磨徑; 距離                                  | $K$                             | 土中任一點上水平壓力強度與垂直壓力強度之比率, 即土壓係數 |
| $d_{10}$ (公分)                      | 有效粒徑                                        | $K_o$                           | 靜土壓係數                         |
| $d_s$ (公分)                         | 土壤厚度                                        | $K_A$                           | 動壓係數(或主動土壓係數)                 |
| $E$                                | 孔隙率                                         | $K_p$                           | 被動壓係數(或被動土壓係數)                |
| $E$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 彈性係數                                        | $K$                             | 打樁公式中之彈回係數                    |
| $e$                                | 孔隙比; 磨鉢之效力                                  | $K_L, K_G, K_T$                 | 各為浮稱長度改正數; 比重改正數; 粘滯係數改正數     |
| $e_s$                              | 最鬆時之孔隙比                                     | $K_I$ (公分/秒)                    | 平行於層床之滲透係數                    |
| $e_d$                              | 最密實時之孔隙比                                    | $K_{II}$ (公分/秒)                 | 垂直於層床之滲透係數                    |
| $F.I.$ 或 $I_f$                     | 流動指數                                        | $k$ (公分/秒)                      | 透水係數或滲透係數(達達公式)               |
| $F$                                | 安全因數; $F_c$ 對黏力之安全因數;<br>$F_T$ 對黏力及摩阻力之安全因數 | $k_h, k_v$ (克/公分 <sup>3</sup> ) | 擋土牆之計算係數                      |
| $F$ (克)                            | 力; 總反力; 摩阻力                                 | $L$ (公分)                        | 長度; 寬度; 距離                    |
| $F_p$                              | 管涌(或管流)之安全因數                                | $L_o$ (公分)                      | 潛線長度                          |
| $F_s$ (克)                          | 滲透力                                         | $L.L.$ 或 $w_s$                  | 液性限度                          |
| $f$                                | 摩擦係數                                        | $L_s$                           | 線收縮                           |
| $f_s$ (克/公分 <sup>2</sup> )         | 表皮摩阻力                                       | $L_w$ (公分)                      | 萬率或極率潛線長度                     |
| $f_c$ 或 $q_u$ (克/公分 <sup>2</sup> ) | 周圍無限側壓強度, 抗壓強度                              | $l$ (公分)                        | 長度                            |
| $f_t$ (克/公分 <sup>2</sup> )         | 拉強力, 抗拉強度                                   |                                 |                               |

|                                |                                                                                        |                                      |                                                                                                                         |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $M$ (克/公分)                     | 力矩                                                                                     | $q$ (克/公分 <sup>2</sup> )             | 每單位面積荷重                                                                                                                 |
| $m_{ve}$ (公分 <sup>2</sup> /克)  | 體積壓縮係數                                                                                 | $q_a$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 許可單位荷重或許可承載量                                                                                                            |
| $m_{vs}$ (公分 <sup>2</sup> /克)  | 體積膨脹係數                                                                                 | $QD$ (克/公分 <sup>2</sup> )            | 單位極限承載能力，即單位極限荷重，等於 $QD$ 除以基礎寬度，依 $Q_o, Q_q, Q_w$ 而分三部 $q_o, q_q, q_w$                                                  |
| $N$ (克)                        | 正交力                                                                                    |                                      |                                                                                                                         |
| $N$                            | 穿入指數；各種鈍敏係數 ( $N_o, N_w, N_q$ 為承壓能力指數)                                                 | $q_w = f_c$ (克/公分 <sup>2</sup> )     | 周圍不受限制壓強                                                                                                                |
| $N$                            | 靈敏數                                                                                    | $R$ (克)                              | 樁之許可荷重，安全荷重或安全設計荷重                                                                                                      |
| $N_\phi$                       | 流值 $-\tan^2(45^\circ + \phi/2)$                                                        | $R$ (公分)                             | 半徑、破裂圓半徑 (土坡)，浮秤讀數                                                                                                      |
| $N_d$                          | 流網之等位落差數                                                                               | $\Delta R$                           | 浮秤迴應改正數                                                                                                                 |
| $N_f$                          | 流網之流槽數                                                                                 | $R_d$ (克)                            | 樁之極限動阻力，或極限荷重                                                                                                           |
| $n$                            | 單元係數                                                                                   | $r$ (公分)                             | 半徑                                                                                                                      |
| $n_a$                          | 明型橫撐土壓作用點高度與橫撐總高度之比值                                                                   | $r_f$ (公分)                           | 摩擦圓半徑                                                                                                                   |
| $P$                            | 浮懸土粒百分數                                                                                | $S$ (克)                              | 總應力                                                                                                                     |
| $P'$                           | 總浮懸土粒百分數，粒徑小於已知尺寸之百分數                                                                  | $S_L$                                | 收縮限度                                                                                                                    |
| $P$ (克或克/公分)                   | 總壓力                                                                                    | $S_R$                                | 收縮比                                                                                                                     |
| $P_A$ (克或克/公分)                 | 無拱形作用時之動土壓 (擋土牆；動土壓狀態)                                                                 | $S_r$                                | 飽和度 (相對濕度)                                                                                                              |
| $P_a$ (克/公分)                   | 有拱形作用時之動土壓 (明型支撐)                                                                      | $S_a$ (克)                            | 總剪強度，或總抗剪力                                                                                                              |
| $P_P$ (克/公分)                   | 被動土壓。 $P_P'$ 係表由土壤單位重量所生之被動土壓； $P_P''$ 係表由土壤之黏力及其上荷重所生的被動土壓，亦可寫成 $P_P o'$ 及 $P_P q'$ 。 | $s_I$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 主應力                                                                                                                     |
|                                |                                                                                        | $s_{II}$ (克/公分 <sup>2</sup> )        | 中主應力                                                                                                                    |
|                                |                                                                                        | $s_{III}$ (克/公分 <sup>2</sup> )       | 小主應力                                                                                                                    |
|                                |                                                                                        | $s_o$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 壓應力                                                                                                                     |
| $\Delta P_A$ (克/公分)            | 由線荷重 $q'$ 所生之動土壓                                                                       | $s_e$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 有效壓應力                                                                                                                   |
| $P.L.$ 或 $I_w$                 | 塑性指數                                                                                   | $s_x$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | $x$ 軸向應力                                                                                                                |
| $P.L.$ 或 $w_p$                 | 塑性限度                                                                                   | $s_y$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | $y$ 軸向應力                                                                                                                |
| $p$ (克/公分 <sup>2</sup> )       | 單位面積上壓力；周長                                                                             | $s_n$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 正交應力                                                                                                                    |
| $p_A$ (克/公分 <sup>2</sup> )     | 動壓強度                                                                                   | $s_r$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 單位剪應力，單位正切應力                                                                                                            |
| $p_p$ (克/公分 <sup>2</sup> )     | 被動土壓強度                                                                                 | $s_o, s$ (克/公分 <sup>2</sup> )        | 單位剪強度，單位抗剪力                                                                                                             |
| $p_c$ (克/公分 <sup>2</sup> )     | 約制壓力，周圍壓力                                                                              | $s_{eA}$ (克/公分 <sup>2</sup> )        | 平均剪強度                                                                                                                   |
| $\bar{p}$ (克/公分 <sup>2</sup> ) | 有效壓力                                                                                   | $s_{eo}$ (克/公分 <sup>2</sup> )        | 由地面至隧道頂之平均剪強度                                                                                                           |
| $p_o$ (克/公分 <sup>2</sup> )     | 初時壓力；現時所負土壓                                                                            | $s_{av}$ (克/公分 <sup>2</sup> )        | 垂直平均剪強度                                                                                                                 |
| $p_o'$ (克/公分 <sup>2</sup> )    | 過去所受之最大土壓                                                                              | $s_r, s_\theta$ (克/公分 <sup>2</sup> ) | 隧道內極射壓力及水平圓周應力                                                                                                          |
| $p_q$ (克/公分 <sup>2</sup> )     | 由每單位面積上荷重 $q$ 而生之土壓                                                                    | $s_v$ (克/公分 <sup>2</sup> )           | 垂直主應力，壓應強度                                                                                                              |
|                                | 總土壓力增加值                                                                                | $s_o$ (公分)                           | 滲透線與洩水面之長度                                                                                                              |
| $p_n$ (克/公分 <sup>2</sup> )     | 正交壓力                                                                                   | $T$ (度)                              | 溫度                                                                                                                      |
| $p_v$ (克/公分 <sup>2</sup> )     | 壓應強度                                                                                   | $T.I.$ 或 $I_T$                       | 壓度指數                                                                                                                    |
| $Q$ (公分 <sup>3</sup> /秒)       | 單位時間內之總流量                                                                              | $T_v$                                | 時間因數 (固結作用)； $T_1$ 為位於兩透水層間土層之固結時間因數，或僅一面透水壓力為均勻之土層固結時間因數； $T_2$ 為僅一面透水壓力為三角形分布 (頂面為零) 之土層固結時間因數； $T_3$ 為僅一面透水壓力為倒三角形分布 |
| $Q$ (克)                        | 總集中荷重                                                                                  |                                      |                                                                                                                         |
| $QD$ (克/公分)                    | 地面下 $D$ 深度連續基礎每單位長度之極限荷重，包括三部分：由於黏力者為 $Q_o$ ，由於基礎深度者為 $Q_q$ ，由於土壤重量者為 $Q_w$ 。          |                                      |                                                                                                                         |

| (底面爲零)之土層面結時間因數                              |                                          | $w_0$ (克/公分 <sup>3</sup> )                   | 土壤之乾重                 |
|----------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------|
| $T_s$ (克/公分)                                 | 液體表面張力                                   | $w_m$                                        | 含水量, 以乾土重之百分比計        |
| $T_D$ (秒)                                    | 土層完成固結所需時間                               | $w_m'$                                       | 含水量, 以水土總體積百分比計       |
| $t$ (秒)                                      | 時間                                       | $x, y, z$                                    | 三軸座標                  |
| $U$                                          | 固結百分數                                    | $z$ (公分)                                     | 深度                    |
| $U_u, U$ (克/公分)                              | 總中性壓力                                    | $z_0$ (公分)                                   | 拉強力存在深度               |
| $u$ (克/公分 <sup>2</sup> )                     | 過剩靜水壓力                                   | $\alpha$ (alpha) (度)                         | 角度                    |
| $u_w$ (克/公分 <sup>2</sup> )                   | 中性壓力; 孔水壓力; 靜水壓力                         | $\beta$ (beta) (度)                           | 填土坡度                  |
| $V$ (弗)                                      | 電勢差                                      | $\Delta$ (delta) (公分)                        | 增加值; 沉陷值; 變位          |
| $V$ (公分 <sup>3</sup> )                       | 總體積                                      | $\delta$ (delta) (度)                         | 橫與土間摩擦; 平面上合力與正交線間角度  |
| $V_a$ (公分 <sup>3</sup> )                     | 空氣體積                                     | $\delta$ (公分)                                | 沉陷; 變位                |
| $V_e$ (公分 <sup>3</sup> )                     | 體積改變                                     | $\epsilon$ (epsilon)                         | 訥氏對數之底; 單位應變          |
| $V_e$ (公分 <sup>3</sup> )                     | 孔隙體積                                     | $\eta$ (eta) (克/公分 <sup>2</sup> 秒)           | 黏滯係數                  |
| $V_s$ (公分 <sup>3</sup> )                     | 土粒體積                                     | $\theta$ (theta) (度)                         | 角度                    |
| $V_w$ (公分 <sup>3</sup> )                     | 水分體積                                     | $\mu$ (mu)                                   | 泊松比                   |
| $v$ (公分/秒)                                   | 流速; $v_x, v_y, v_z$ 各爲沿 $x, y, z$ 軸向之分流速 | $\phi$ (phi)                                 | 複變數函數; 流網之流能函數 $= kh$ |
| $v_s$ (公分/秒)                                 | 滲透速率                                     | $\phi$ (phi) (度)                             | 內摩擦角                  |
| $W$ (克)                                      | 總重量; 鉅重                                  | $\phi_d$                                     | 發生的摩擦角                |
| $w$ (克/公分 <sup>3</sup> , 克/公分 <sup>2</sup> ) | 單位體積重量; 土壤單位重量; 單位荷重                     | $\phi_w$                                     | 重率摩擦角                 |
| $w_b$ (克/公分 <sup>3</sup> )                   | 單位飽和土壤之重量, 水土合重                          | $\psi$ (psi)                                 | 角度                    |
| $w_s$ (克/公分 <sup>3</sup> )                   | 土粒單位重量                                   | $\tau, \tau_{rz}$ (tau) (克/公分 <sup>2</sup> ) | 剪力, 沿 $r$ 與 $z$ 方向之應力 |
| $w_w$ (克/公分 <sup>3</sup> )                   | 水之單位重量                                   | $\rho$ (rho)                                 | 質量, 電阻係數              |
| $w_o$ (克/公分 <sup>3</sup> )                   | 有效單位體積重量                                 | $\omega$ (omega)                             | 角速                    |
| $w_{bs}$ (克/公分 <sup>3</sup> )                | 土壤之有效單位重量即土壤單位浸重                         | $\overline{ab}$                              | 沿直線所量距離               |
| $w_{os}$ (克/公分 <sup>3</sup> )                | 土粒之有效單位重量即土粒單位浸重                         | $\widehat{ab}$                               | 沿弧線所量距離               |
|                                              |                                          | $\approx$                                    | 約等於, 近似於              |
|                                              |                                          | $\sim$                                       | 約等於, 近似於              |
|                                              |                                          | 14-5 節                                       | 示 14 章第 5 節           |
|                                              |                                          | 14-5 式                                       | 示 14 章第 5 式           |
|                                              |                                          | 圖 14-5                                       | 示 14 章第 5 圖           |

# 目 錄

|                        |       |
|------------------------|-------|
| 願序                     | i     |
| 自序                     | iii   |
| 本書所用符號說明               | xv    |
| 本書主要參考文獻               | xviii |
| <b>第一章 總論</b>          |       |
| 1-1 土壤之定義              | 1     |
| 1-2 地殼岩石及礦石            | 1     |
| 1-3 土壤之成因              | 4     |
| 1-4 土壤之生成及運積           | 6     |
| 1-5 土壤與地面工程關係之重要       | 8     |
| 1-6 土壤力學之定義及其範圍        | 9     |
| 1-7 土壤力學之發展歷史          | 12    |
| <b>第二章 天然土壤構成層次之探測</b> |       |
| 2-1 天然土壤構成層次           | 14    |
| 2-2 土壤探測之方法            | 15    |
| 2-3 螺旋鑽探法、地層測深法        | 15    |
| 2-4 洗鑽法、改良洗鑽取樣法、實心取樣法  | 17    |
| 2-5 原狀或不擾動土樣鑽取法        | 22    |
| 2-6 鑽孔之分佈與深度、地層土壤斷面圖   | 29    |
| 2-7 電阻探測法              | 31    |
| 2-8 地震測驗地層法            | 32    |
| 習題                     | 34    |
| <b>第三章 土壤之物理性及實驗</b>   |       |
| 3-1 緒論                 | 35    |
| 3-2 土壤物理性試驗之範圍         | 36    |

|                 |                   |    |
|-----------------|-------------------|----|
| 3-3             | 土壤之孔隙             | 37 |
| 3-4             | 土壤之相對濕度或飽和度       | 37 |
| 3-5             | 土壤之密實度或相對密度及土壤之結構 | 38 |
| 3-6             | 土壤之比重             | 40 |
| 3-7             | 有效單位體積重量          | 42 |
| 3-8             | 土壤之含水量            | 43 |
| 3-9             | 例題                | 43 |
|                 | 習題                | 45 |
| <br>第四章 土壤水分    |                   |    |
| 4-1             | 總論                | 46 |
| 4-2             | 吸着水               | 47 |
| 4-3             | 微管水               | 47 |
| 4-4             | 阿特伯氏限度            | 49 |
| 4-5             | 液性限度              | 49 |
| 4-6             | 塑性限度、塑性指數及土樣之改塑   | 51 |
| 4-7             | 收縮限度及收縮與膨脹之影響     | 52 |
| 4-8             | 含水當量              | 54 |
|                 | 習題                | 56 |
| <br>第五章 土壤膠質    |                   |    |
| 5-1             | 土壤膠質及其性行          | 58 |
| 5-2             | 凝結與沉澱             | 59 |
| 5-3             | 吸着作用              | 59 |
| 5-4             | 膠質含量之測驗           | 60 |
| 5-5             | 膠質土與土壤性行之關係       | 61 |
|                 | 習題                | 61 |
| <br>第六章 土壤之機械分析 |                   |    |
| 6-1             | 總論                | 62 |
| 6-2             | 篩分析法              | 62 |
| 6-3             | 水分析法              | 62 |

|     |            |    |
|-----|------------|----|
| 6-4 | 沉澱法即浮秤法    | 63 |
| 6-5 | B式浮秤法實例    | 71 |
| 6-6 | A式浮秤法(標準法) | 74 |
|     | 習題         | 78 |

## 第七章 土壤之分類

|     |                 |    |
|-----|-----------------|----|
| 7-1 | 緒論              | 79 |
| 7-2 | 根據顆粒之大小分類       | 80 |
| 7-3 | 根據土壤成分之分類       | 80 |
| 7-4 | 公路工程之土壤分類       | 81 |
| 7-5 | 卡沙格蘭德氏之飛機場土壤分類法 | 87 |
| 7-6 | 加州承壓比試驗         | 90 |
|     | 習題              | 91 |

## 第八章 土壤之透水性

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 8-1 | 總論          | 92 |
| 8-2 | 土壤滲流及透水性    | 92 |
| 8-3 | 常壓透水性測驗儀    | 94 |
| 8-4 | 變壓透水性測驗儀    | 94 |
| 8-5 | 克賴奈氏之透水性測驗儀 | 95 |
| 8-6 | 載重下土壤之沉陷    | 95 |
| 8-7 | 流沙現象        | 96 |
| 8-8 | 管湧作用        | 96 |
| 8-9 | 試驗結果        | 97 |
|     | 習題          | 98 |

## 第九章 土壤之固結

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 9-1 | 總論              | 99  |
| 9-2 | 固結試驗及時間壓縮曲線圖解   | 99  |
| 9-3 | 土壤中水分之中性應力及有效應力 | 103 |
| 9-4 | 固結作用理論(一)       | 104 |
| 9-5 | 固結作用理論(二)       | 107 |

|     |                   |     |
|-----|-------------------|-----|
| 9-6 | 固結速度與時間因數及土層厚度之關係 | 117 |
| 9-7 | 例題                | 118 |
|     | 習題                | 124 |

## 第十章 流網

|       |              |     |
|-------|--------------|-----|
| 10-1  | 引言           | 126 |
| 10-2  | 土壤中之滲流——達瑞定理 | 126 |
| 10-3  | 流網           | 127 |
| 10-4  | 流網之原理        | 127 |
| 10-5  | 實用流網         | 130 |
| 10-6  | 流網之特性        | 130 |
| 10-7  | 流網之求法        | 132 |
| 10-8  | 流網之圖試法       | 133 |
| 10-9  | 流網之分配法       | 135 |
| 10-10 | 電模法或電似法      | 139 |
| 10-11 | 沙模法          | 141 |
| 10-12 | 滲透量之計算       | 142 |
| 10-13 | 滲透係數不同土層中之流網 | 143 |
| 10-14 | 流網之重要        | 146 |
| 10-15 | 流網對於管湧分析之應用  | 148 |
| 10-16 | 潛透線與管湧       | 150 |
| 10-17 | 滲透力          | 153 |
|       | 習題           | 155 |

## 第十一章 土壤之壓實

|      |                       |     |
|------|-----------------------|-----|
| 11-1 | 總論                    | 156 |
| 11-2 | 夯壓理論                  | 156 |
| 11-3 | 壓實試驗                  | 157 |
| 11-4 | 含水量與土壤密度，穩定性，沉陷與滲透之關係 | 159 |
| 11-5 | 土壤密度與其分類              | 161 |
| 11-6 | 工地水分之控制及填基建築之方法       | 163 |
| 11-7 | 震動壓實法                 | 164 |

## 第十二章 土壤中之冰結作用

|      |               |     |
|------|---------------|-----|
| 12-1 | 引言            | 167 |
| 12-2 | 熱之傳佈          | 167 |
| 12-3 | 冰結作用之物理現象及步驟  | 169 |
| 12-4 | 冰結作用之試驗       | 172 |
| 12-5 | 冰結作用對於路面填基之影響 | 173 |
| 12-6 | 冰結作用之防止       | 176 |

## 第十三章 土壤剪強力

|       |             |     |
|-------|-------------|-----|
| 13-1  | 剪應力         | 178 |
| 13-2  | 內摩擦力        | 178 |
| 13-3  | 黏着力         | 179 |
| 13-4  | 土壤結構之影響     | 179 |
| 13-5  | 含水之影響       | 181 |
| 13-6  | 直接剪力試驗      | 181 |
| 13-7  | 壓榨試驗        | 183 |
| 13-8  | 穿入試驗        | 184 |
| 13-9  | 毛爾氏圓        | 185 |
| 13-10 | 毛爾氏圓之推論     | 187 |
| 13-11 | 斜角          | 190 |
| 13-12 | 周圍不受限制之壓縮試驗 | 191 |
| 13-13 | 三軸向壓縮試驗     | 192 |
| 13-14 | 試驗結果        | 194 |
|       | 習題          | 195 |

## 第十四章 土壓原理及應用

## (甲) 塑性及彈性平衡原理

|      |                        |     |
|------|------------------------|-----|
| 14-1 | 引言                     | 196 |
| 14-2 | 彈性及塑性平衡及毛氏應力圓之應用       | 197 |
| 14-3 | 在超載重或分層或部分浸水之粉性土質中塑性平衡 | 202 |

|      |                                   |     |
|------|-----------------------------------|-----|
| 14-4 | 半無限黏性土質中彈性及塑性平衡及 <u>毛氏應力圓</u> 之應用 | 204 |
| 14-5 | 彈性及塑性理論對於實際問題之應用                  | 209 |

## ○ (乙) 擋土牆土壓原理及公式

|       |                                  |     |
|-------|----------------------------------|-----|
| 14-6  | <u>郎金氏</u> 擋土牆土壓原理               | 216 |
| 14-7  | <u>郎金氏</u> 土壓原理之真實性              | 218 |
| 14-8  | <u>庫倫布</u> 原理之數學推演法              | 218 |
| 14-9  | <u>庫倫布</u> 原理圖解—— <u>彭色勒</u> 圖解法 | 221 |
| 14-10 | <u>古魯門</u> 圖解法                   | 222 |
| 14-11 | <u>恩格薩</u> 圖解法                   | 223 |
| 14-12 | 粘性填土動壓之分佈及作用點                    | 224 |
| 14-13 | 砂質填土坡面載重所生之側壓                    | 228 |
| 14-14 | 其他情形之土壓                          | 232 |
| 14-15 | <u>庫倫布</u> 原理之真實性                | 233 |
| 14-16 | 著者圖解法                            | 237 |
| 14-17 | 驟雨對擋土牆土壓之影響圖解                    | 245 |
| 14-18 | 被動土壓之精確公式及作用點                    | 247 |
| 14-19 | 對數螺旋曲線法                          | 250 |
| 14-20 | 摩擦圓即 $\phi$ 圓法                   | 252 |
| 14-21 | 負荷均勻載重粘性土質之被動土壓                  | 253 |
| 14-22 | 計算被動土壓方法之結論                      | 255 |

## ○ (丙) 設計擋土牆之實用法則及步驟

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 14-23 | 土壤力學對於擋土牆設計之基本應用 | 256 |
| 14-24 | 填土所施土壓之估計        | 256 |
| 14-25 | 擋土牆之基礎           | 263 |
| 14-26 | 工地觀察             | 265 |

## ○ (丁) 明塹支架之設計

|       |              |     |
|-------|--------------|-----|
| 14-27 | 明塹支架之種類      | 265 |
| 14-28 | 淺塹支架         | 266 |
| 14-29 | 深塹支架及所起之變化條件 | 266 |

|       |       |     |
|-------|-------|-----|
| 14-30 | 乾沙中深壘 | 267 |
| 14-31 | 黏土中深壘 | 270 |

### 9 (戊) 錨繫擋土板樁

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 14-32 | 錨繫擋土板樁之概論         | 273 |
| 14-33 | 設計與計算方法           | 275 |
| 14-34 | 簡支擋土板之計算法         | 275 |
| 14-35 | 固端擋土板之計算法         | 276 |
| 14-36 | 等標法               | 278 |
| 14-37 | 擋土板計算法之比較         | 280 |
| 14-38 | 錨樁錨牆及其抵抗力         | 280 |
| 14-39 | 擋土板與錨牆間距離         | 281 |
| 14-40 | 錨板之抵抗力            | 282 |
| 14-41 | 驟雨與潮汐對錨繫擋土板樁之穩定影響 | 283 |

### 9 (己) 隧道土壓之理論及應用

|       |                              |     |
|-------|------------------------------|-----|
| 14-42 | 拱形作用                         | 284 |
| 14-43 | 拱形作用理論與公式                    | 285 |
| 14-44 | 深隧道之土壓公式——李脫學說               | 286 |
| 14-45 | 淺隧道之土壓公式——畢氏公式               | 290 |
| 14-46 | 卡柯氏理論                        | 292 |
| 14-47 | 秦沙基之拱形作用基本理論                 | 295 |
| 14-48 | 秦氏拱形作用理論對於砂土層隧道之應用——暫時性支撐上土壓 | 298 |
| 14-49 | 秦氏拱形理論對於黏土層隧道之應用——暫時性支撐上土壓   | 300 |
| 14-50 | 半無限土質中坑井及隧道之彈性壓力理論           | 302 |
| 14-51 | 郝賽氏對於地下黏土隧道上土壓之經驗分析          | 306 |
| 14-52 | 總結各類隧道土壓理論對於支撐與襯砌設計之應用       | 312 |
|       | 習題                           | 314 |

## 第十五章 土壤中應力之分佈

|      |     |     |
|------|-----|-----|
| 15-1 | 引言  | 319 |
| 15-2 | 實驗法 | 319 |

|      |                                   |     |
|------|-----------------------------------|-----|
| 15-3 | 分析半無限物質中應力分佈之各公式—— <u>鮑氏公氏</u> —— | 321 |
| 15-4 | <u>章氏公式</u> ——                    | 328 |
| 15-5 | 固體中壓力之分佈——                        | 329 |
| 15-6 | <u>鮑氏公式</u> 之應用及圖解——              | 330 |
| 15-7 | 基礎上壓力之分佈——                        | 336 |
| 15-8 | 各專家對壓力分配之方法——                     | 337 |
|      | 習題——                              | 339 |

## 第十六章 地基之沉陷

|      |                               |     |
|------|-------------------------------|-----|
| 16-1 | 總論——                          | 342 |
| 16-2 | 由固結而生之沉陷——                    | 343 |
| 16-3 | 因橫向變形而生之沉陷——                  | 344 |
| 16-4 | 例題——                          | 350 |
| 16-5 | 地基沉陷對於上部建築中應力之影響——引用超靜定結構原理—— | 352 |
|      | 習題——                          | 359 |

## 第十七章 土壤之承載能力

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 17-1  | 緒言——                     | 360 |
| 17-2  | 規定土壤許可承載能力——             | 360 |
| 17-3  | 普通荷重試驗——                 | 362 |
| 17-4  | 聯合荷重試驗—— <u>赫賽氏理論</u> —— | 363 |
| 17-5  | <u>葛雷氏理論</u> ——          | 365 |
| 17-6  | <u>貝耳氏理論</u> ——          | 367 |
| 17-7  | <u>浦郎杜理論</u> ——          | 371 |
| 17-8  | <u>泰沙基氏理論</u> ——         | 372 |
| 17-9  | 地下水位之影響——                | 380 |
| 17-10 | 摩擦力,黏着力及覆土之相對影響——        | 380 |
| 17-11 | 基脚設計之實用法則——              | 381 |
|       | 習題——                     | 383 |

## 第十八章 樁之承載能力

|      |      |     |
|------|------|-----|
| 18-1 | 緒論—— | 385 |
|------|------|-----|