

大專用書
聯合工程技術研究室研究叢書

榮獲嘉新優良著作獎：

理論土壤力學與實用基礎工程 (增訂五版)

Theoretical Soil Mechanics and
Foundations in Engineering Practice

(上)

工學博士 陳世芳 著

文笙書局 印行

PDG

許世芳博士著

理論土壤力學與
實用基礎工程

許世芳題



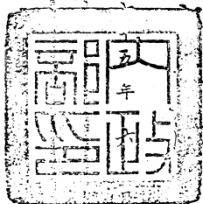
本書榮獲六十五年度嘉新優良著作獎， 得獎評語：

『本書內容充實，取材豐富，說理部份文字通順，條理清楚。所舉實例亦能與理論配合。全書章節分明，圖表清晰，理論深入淺出，實為目前中文寫成之土壤力學及基礎工程之優良佳作。綜觀本書對土木、水利、交通、建築、都市、港灣、農業工程等，學術及實用參考價值上，均有所裨益。』

內政部著作權執照

年有效 限	執照 字號	發行人 黃清崖	著作權 人所有 陳世芳	著作人 陳世芳	著作物	
					名	稱冊數
	台內著字第捌貳伍柒號	民國廿三年 十月十四日 台灣嘉義縣	民國廿七年 二月廿日 台北市	民國廿七年 三月廿日 台北市	理論土壤力學與實用基礎工程	上下冊
				姓 名	出生年月日	籍貫

中華民國



日

給工程界愛護本書的朋友們：

這是一本指導您向下紮根的基礎工程書本，它先指導您由土壤力學的基本理論，應用到實際的基礎工程問題。

初版本問世不久，有很多工程界實際從事基礎設計及施工的朋友，紛紛來信或打電話來與作者討論很多問題，並對本書的材料諸多讚譽，給作者很大的精神鼓勵。對讀者朋友所提出的問題，作者均一一以書面解答，希望能幫助從事基礎工程的朋友解決問題於萬一。爲了加強對讀者的服務起見，聯合工程技術研究室願意擴大服務範圍提供：「土壤力學及基礎工程等各項複雜問題的顧問服務」

希望工程界的朋友們能多多利用，謝謝！

作者謹識

Theoretical Soil Mechanics

and

Foundations in Engineering Practice

SHIH-FANG CHEN Ph. D.

Professor of Civil Engineering, National Cheng-Kung University

Chief Civil Engineer, Chief Civil Engineer's Office, TRA.

SHIH-FANG CHEN



作者於 1974 年攝於尼加拉瀑布

*** ABOUT THE AUTHOR *****

Dr. Chen was born in Taipei, Taiwan, on March 30, 1938 and received his education at National Cheng — Kung University, Taiwan and the University of Washington, Seattle, Washington, U.S.A., from the former university he graduated with the degree B.Sc. with first-class honors in 1960. In 1968 he received the degree of M.S.C.E. and in 1972 he was awarded Ph. D. from the latter university.

From 1960 until 1967, Dr. Chen was employed by the Taiwan Railway Administration. From 1969 to 1972, Dr. Chen worked at Tracey, Bronstrom and Dudly, Seattle, Washington. In 1972 he was Chairman of Civil Engineering Department, Tamkang College of Arts and Sciences, Taiwan, Republic of China.

Dr. Chen holds membership in Sigma Xi, the American Society of Civil Engineers, the Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering, and the Chinese Society of Civil Engineers. He is a registered civil engineer in Taiwan, and Washington, U.S.A.

At the Taiwan Railway Administration, as the Chief of Bridge and Tunnel Division Dr. Chen has devoted his efforts primarily to the application of Soil Mechanics to design and construction. His textbook, Theoretical Soil Mechanics and Foundations in Engineering Practice, is a widely used book, both by students and by practicing engineers in Taiwan.

Dr. Chen has been the recipient of the Chinese Institute of Engineers Prize for his paper — "Earth Pressures Against Excavation Support Structures."

聯合叢書編刊序

「聯合工程技術研究室」係於民國六十三年六月間，由洪昇建築技術研究室、遠東工程技術研究室等全體同仁合組而成的一個純學術研究團體。成員多學有專精的國學人及國內從事實際土木工程職務與擔任專上院（校）教席多年者。歷年來著書立說，對國外科學新知之引進、工程技術之弘揚，曾竭盡心力來獻出諸同仁所學所能，期對國家社會有所報效。

本室之定名為「聯合工程技術研究室」，乃基於前述諸同仁的志趣相投，抱負一致為主因，故以「工程技術研究」一詞概括土木工程研究之意，並冠「聯合」二字，俾便顧名思義，一方面在表示不忘洪昇、遠東之既有成果，一方面表明聯合擴大研究範圍之初衷。本室之成立，乃陳博士世芳、葉博士基棟、洪博士憶萬、吳教授卓夫、蘇教授祺福、林教授平昇、張教授德周等人共同發起，僉認此項工作饒有意義，是以一本盡其在我之心，藉以鼓吹研究風氣，作書生報國之舉。至於今後的做法，諸同仁除決定以團隊精神發動集體創作外，並激勵個別著述，出版研究叢書，貢獻社會，俾益大眾。

近年來，諸同仁先後出版之論著，已不下數十種，尚能幸獲各界好評，且蒙各專上院（校）採用為教本者甚夥，至其他有關研究叢書，亦將陸續梓行，因諸同仁或遊學外邦學有專攻，或任職任教體悟良深，故其為文，體裁、結構、論點各有仁智之見，未盡一致，然而讀者倘能相互參證，善自體悟，當不難有得，尚祈國內鴻達賜與匡助，各方讀者予以支持，並請批評指教，俾本叢書得以益見充實與擴展，無任企盼。

聯合工程技術研究室 謹誌

六十四年十月十日

羅 序

陳博士世芳現任台灣省鐵路局工務處橋隧課課長，係成功大學畢業。嗣赴美國西雅圖華盛頓大學攻讀博士，旋即返國，先後在淡江文理學院、成功大學及中興大學兼教土壤力學與基礎工程之課程。就土木工程而言，如橋樑、隧道、房屋、建築等任何工程，均以鞏固基礎為首要。有關此類理論與實際相配合之資料，頗為缺乏。陳博士有鑒于此，乃于公餘之暇編著「理論土壤力學與實用基礎工程」一書，內容警策，取材豐富，分析精當，文字淺顯，嘉惠士林，闢啓孔多。洵為國內工程學術界之巨構，堪供各大專院校學子高考之參考及從事基礎設計或營造人士之研究南針，故樂為之序。

羅雲平于台中市國立中興大學

中華民國六十五年元月十六日

倪 序

土壤力學與基礎工程爲土木、水利、建築各種工程之基本學科，在理論方面由於科學日新月異，致土壤力學亦隨之進步迅速，在實用方面由於各種各式基礎工程之構造極求經濟安全，亦因經驗累積而致技術逐漸精良。土壤力學與基礎工程之書籍，外文著作固然甚多，而純用中文寫作者尙少，因此大專院校教師之教學及工程機構擔任設計施工之工程師常感中文工程書籍參考缺乏，必須翻閱原文書刊極感不便。陳博士世芳以其在大專院校授課多年之研究心得，再加之從事工程實務長久之經驗，搜集資料，努力研究著成此書，分爲理論土壤力學與實用基礎工程二部門，共計二十章，其要目有：(一)土壤力學與基礎工程之特色。(二)土壤的基本常識。(三)土層內水流分析。(四)壓密（或固結）理論。(五)彈性地盤內應力的傳播。(六)地基承載力的探討。(七)基礎沉降分析。(八)土壤夯實、土壤含水量與密度的關係。(九)填土工程。(十)側向壓力的理論。(十一)坡度穩定。(十二)地基調查與土壤試驗。(十三)淺基礎。(十四)擋土（包括擋水）構造物。(十五)深基礎。(十六)地下結構物。(十七)支撐和托底工程。(十八)基礎的排水與防水。(十九)軟弱地盤及其相關的工程。(二十)有限元素法應用於土壤力學等。有關土壤工程之理論實用等重要問題，無不包括，材料豐富，條理清楚，研究深入，分析精詳，並舉例驗證，誠可稱爲一部對工程學術有貢獻之著作，足供大專院校土木、水利、建築、交通、都市工程等系科教學與工程從業人員設計施工之參考。但科學進步如輪轉，技術改良無止境，土壤力學之理論與基礎工程之實用經驗，領域寬廣，本書固不免尚有遺漏，敬希讀者有所發現，惠賜指教，俾著者於再版時加以補充與修正，更期完善，無任感盼。

倪 超序於國立成功大學

中華民國六十五年元月二十七日

編著者的話

近年來，科學昌明，工程技術日益精進，土木工程業蓬勃興起，而土壤力學與基礎工程尤受重視，其發展在土木工程的範疇內最為迅速。

筆者從事土木工程實務多年，鑒於坊間關於土壤力學與基礎工程方面的書籍極為貧乏，幾無出版有關理論與實務相配合的專著，因此根據過去多年在台灣及美國實際工作經驗，多方搜集新的資料，並參酌中外學理，作有系統的整理歸納，冀使在校學生明瞭應用於實務的分析與設計外，更可供從事基礎設計工程師或從事營造工作者之參考應用。

筆者自美回國後，在台鐵從事橋隧、路基等實務，復在大學兼授土壤力學與基礎工程課程，乃就多年實務及教學心得，再就教於方家學者，焚膏繼晷，歷時三載，始告完卷。全書計二十章，都六十萬言，分上下兩冊出版，編撰原則，着重分類闡釋，執簡馭繁，並加強基本觀念的灌輸，凡引敘之理論，務與筆者之意見，理氣貫通，以做到讀者一卷在手，既可一目瞭然，又可免除翻閱其他書籍之勞。

本書特點，除了介紹以前土壤力學或基礎工程書籍內已有的資料外，並對最新的學理亦儘量採取，如支撐和托底工程，軟弱地盤及其相關的工程、有限元素法應用於土壤力學等都是最新的創見，為使讀者能充分瞭解與記憶而增圓熟之故，故對細微末節之處，均力求層次分明。

本書除可供大專院校土壤力學與基礎工程課程之教材外，亦可供從事基礎設計或營造人士的研究指南，故對有關文字及內容力求正確，取材益期完備，惟自揣學識謬陋，管窺有限，匆促付梓，謬誤難免，敬祈先進學人，惠予教正。又本書問世，承羅校長雲平、倪校長超賜序，李月卿小姐幫忙描繪附圖，謹此一併致謝。

工學博士 陳 世 芳 識

中華民國六十五年二月於台北市

修訂再版序

本書出版問世不久，承蒙學術界與工程界的愛護，贏得一致的好評，除大部份大專院校採用教本外，各工程顧問機構從業人員亦多採用為設計之參考書，給作者很大的精神鼓勵，初版書很快即告售罄。為答謝讀者的厚愛，一方面將原著錯誤的地方修正外，另一方面為應讀者的需要，對原著之內容加以充實，汰舊換新，資料儘量求新求全，期臻完善，使其更能運用自如，以達到本書更能使在校學生明瞭應用於實務的分析與設計外，並供從事設計與施工工程人員之參考應用。

本修訂版將原著二十章增為二十一章，章名及順序大致照舊，增加的部分為：第四章的一個例題——利用壓密（或固結）理論來解算沉落、及沉落與時間關係的問題，並增加對壓密方程式的解法加以詳細的介紹；第五章增加“根據Westergaard氏公式所繪製的垂直壓力影響圖”；第七章增加一節，詳細討論剛構架基礎沉落的計算方法，並以實例加以說明，同時增加解析靜不定結構物（包括剛構架）的電腦程式於附錄6，這個程式對結構工程師定有很大的幫助，希能多予利用；原著第二十章改為第二十一章，而增加之第二十章為基礎施工，對從事現場施工人員很有用處，尤其對初級施工工程師定能有所助益。由於此次修正及增加的工作，使原著由720頁增至785頁，相信對現階段的土壤力學與基礎工程的精華已可包括無遺，不過作者相信尚有遺漏：敬希讀者惠賜指教，俾使本書更期完善。

此次修訂再版，承蒙

前教育部長現任總統府資政陳立夫先生題名，使本書增光不少，又文笙書局陳昇一宗兄給予很多的幫助，作者願意利用再版的機會，在這裡向他們敬致最深的謝意。

工學博士 陳 世 芳 識

中華民國六十五年九月於聯合工程技術研究室

聯合工程技術研究室研究叢書

——本室同仁近年來，先後出版之專書，已不下數十種，頗能獲得學術界與工程界的好評，下列數種叢書尤為各界所推崇，特為介紹，敬請讀者多多購用參考！

①「建築管理法規及實務」 「張德周教授著」 定價：精 1250 元

——民國六十三年九月初版，民國六十九年九月增修六版；郵撥：104972 張德周。全書精裝十六開共 932 頁，都九十萬言。對現行有關建管法令規章及詮釋，無不蒐羅盡盡，尤對實務之全部過程，均作有系統之條分縷析，至為完備；為專上院校，營建法規課程最新教材。

②「理論土壤力學與實用基礎工程」

「工學博士 陳世芳著」 定價：上册 400 元
下冊 400 元

——民國六十五年二月初版，民國七十年五月修訂五版；郵撥：105922 陳顏淑枝。全書分上、下兩巨冊燙金布面精裝，榮獲六十五年嘉新優良著作最高得獎額之作品，得獎評語：「本書內容充實，取材豐富，說理部份文字通順，條理清楚。所舉實例亦能與理論配合。全書章節分明，圖表清晰，理論深入淺出，實為目前中文寫成之土壤力學及基礎工程之優良佳作。綜觀本書對土木、水利、交通、建築、都市、港灣、農業工程等。學術及實用參考價值上，均有所裨益。」

——本書為國內工程學術界之巨構，除供各大專院採用為教本外，亦能作為校學子高考之參考及從事基礎設計或營造人士之研究南針。

③『理論土壤力學與實用基礎工程精集』

「工學博士 陳世芳著」 定價：250 元

——民國六十五年十一月初版，民國六十九年七月增訂四版；郵撥：105922 陳顏淑枝。全書六百二十頁，都五十萬言。特色爲：在每一章節，先將精粹要點盡量蒐羅，執簡馭繁，力求深入而淺出，明晰且易於吸收，以作章節後面示範問題解題的準備工作。示範問題五百題以上，每題均與「理論土壤力學與實用基礎工程」上下冊原著內的問題理氣相貫通，具有一致性，都是採自目前中外土壤力學各書內的重要問題，同時並羅列歷屆高考、土木技師考試試題，故本書可以說包括各類各式問題，除可供大專院校同學課餘演習之用外，亦堪供有志於高考、土木水利技師考試的工程人員必備之參考書。

④『高考各科精要及歷屆考題詳解』

「本研究室編輯部編著

工學博士 陳世芳校訂」 定價：360 元

——民國六十七年五月初版，民國七十年五月增訂三版；郵撥：105922 陳顏淑枝。全書約 1200 頁，編輯內容係針對土木、水利、建築、河工、衛工等科系之高考基本科目，作一有系統的整理分析，編輯的方法先作重點複習，次將歷屆高考試題作詳細的解析，可使讀者研習解題的技巧，並加深理論觀念，進而增加各基本科目的實力。——本書包括的科目有：國文、國父遺教、憲法、力學（包括靜力、動力、材力、流力）、鋼筋混凝土、結構學、結構設計、土壤力學與基礎工程、測量學等；足供應付各類考試，是權威著作，得分之鑰，希望讀者多多利用，預祝參加各種考試時都能馬到成功。

⑤『結構矩陣法精要』

「工學博士 陳世芳著」 定價：235 元

——民國六十七年八月初版；郵撥：105922 陳顏淑枝。

全書由燙金布面 16 開精裝，編輯內容着重於結構矩陣的分析法。本書先就矩陣運算的原理，摘精取華作一簡要的述明，次將結構的基本原理用矩陣方程式來表示，並對解析結構的矩陣方法分爲：(1)力法，(2)位移法，(3)直接勁性法，作有系統的整理與歸納，最後並介紹虛功

原理應用於分析結構穩定的問題。所舉例題除針對解法的技巧外，並加深理論的觀念，故最適宜於初學結構矩陣分析法的讀者閱讀，並做為進一步研究有限元素法的基礎。

——本書編排醒目，重點歸納，每一個例題均具有其代表性，充份瞭解可增加結構矩陣觀念，堪供在校同學及結構工程師最適當的參考資料。

⑥『結構理論精粹』

「陳世芳 教授合著」 定價： 上册 320 元
謝元裕 下册 320 元

——民國六十八年六月初版，民國六十九年九月再版。郵撥：105922 陳顏淑枝。

全書分上、下兩冊出版，共1200頁。本書係為「初等結構理論（*Elementary theory of structures*）」的增訂補充版，原著於九年前出版後，在歐美行銷極廣，除英文本外亦有譯成日文、西班牙文者，深得國外採用者之推許。中文譯本作為全國大專之教本亦經數載。經著者多年來之教學與工作經驗，就原著痛加改定，增補內容極多，並特加列歷屆高考、土木技師考題於各有關章節做示範例題詳予說明，故可以說包括各類各式的問題。除供大專作教本外，亦可供有志參加高考或各種考試必備書籍。

⑦【統計·分析·解答·模擬】——歷屆高考技檢 結構 考題 結構設計

陳世芳博士校訂 程善流教授編著 定價：220 元
——民國六十九年十二月初版，郵撥：105922 陳顏淑枝。

「路是人走出來的」、「前人走過的路，就是我們邁向成功最好的捷徑」，應付考試最有效的方法就是充分的準備，熟能生巧，是成功的先決條件，所謂「豫則立，不豫則敗」就是這個道理。這本書可以指導讀者如何準備「結構學」與「結構設計」這兩門學科，其內容着重於歷屆或歷年高考技檢考題的搜集，並加以詳細的解析，希望讀者研讀之後，對於高考與技檢出題的趨勢，有一明確的判斷與瞭解。

⑧【統計·分析·解答·模擬】——歷屆高考技檢**土壤力學**考題
鋼筋混凝土

陳世芳博士校訂，程善流教授編著，本研究室排印中。

理論土壤力學與實用基礎工程

工學博士 陳世芳 編著

上冊(理論土壤力學)目錄

第一章 土壤力學與基礎工程的特色	1
① 對土壤力學的認識	1
② 土壤力學的由來	1
③ 基礎的目的與重要性	3
④ 如何解決土壤工程的問題	4
⑤ 土壤力學的發展	5
第二章 土壤的基本常識	7
第一節 土壤的構成	7
① 土壤的成因	7
② 土壤的定義	7
(1)土壤的廣義解釋	7
(2)工程上應用的土壤	7
第二節 土壤的性質和構造	7
① 土壤的天然性質	7
(1)土壤的基本性質	8
孔隙率 空隙比 含水量 飽和度 土壤單位重	
真比重與假比重 相對密度	
(2)土壤稠度的確定	13
液性限度 塑性限度 縮性限度 塑性指數 縮性指數	
相對稠度 韌性指數 相對塑性指數(流性指數、稠性指數)	
阿太堡限度與粘性土壤的關係	
② 土壤的構造與特性	19
(1)單粒構造	19
(2)蜂巢式構造	19
(3)密簇式構造	19
(4)混合構造	20
(5)二次構造	21

第三節 土壤的分析法與分類法	21
① 土壤的分析	21
(1)土壤的級配	21
(2)篩分析	21
(3)比重計分析的原理	22
(4)比重計讀數校正	25
(5)土粒累積曲線的意義	26
② 土壤的分類法	26
(1)土壤分類的目的	26
(2)土壤分類的方法	26
①土壤顆粒分類法	26
麻省理工學院分類法 三角座標分類法	
②野外土壤的識別及特性的確定	33
卵石 礫石 砂 粉土 粘土 黃土 高嶺土	
泥炭土 膠土	
第三章 土層內水流分析	37
第一節 概論	37
第二節 土壤的滲透性	39
① 土壤的透水性	39
(1)線流與亂流	39
(2)雷諾數值	39
(3)達西定律	39
② 滲透性係數測定法	41
(1)經驗概估法	41
(2)試驗室測定法	41
定水頭式測定法 變水頭式測定法	
(3)野外測定法	42
①自由表面與壓力水位	42
②工地抽水試驗	43
無側限水流的抽水試驗 有側限水流的抽水試驗	
(4)由壓密(或固結)試驗結果來推算	45
③ 成層土壤的滲透性係數	45
(1)成層土壤水平水流方向的滲透性係數 k_H	45