

# 應用土工力學

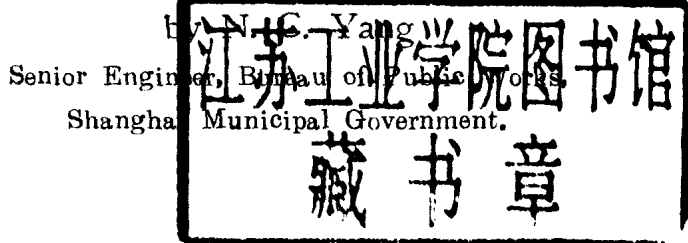
楊迺斌著

81  
7

# 應 用 土 工 力 學

楊 迺 駿 著

## Soil Mechanics In Practice



謹以此書紀念上海滬浦局之服務

1 9 4 8

中華民國三十七年九月初版

# 應用土工力學

Soil Mechanics in Practice

每冊定價金圓八元正

編著者 楊 迺 駿

發行人 沈 子 周

印刷者 百 宋 鑄字印刷局

上海浙江路六八九號  
電話 九二九八八

總發行 兄 弟 圖 書 公 司

上海(五)四川北路一九三四號  
電話(〇二)六〇七二〇

## 茅 序

本會會員楊君迺駿本其歷年從事濬浦工程經驗，證以學理，出其心得，著爲『應用土工力學』一書。對於土壤之側壓力，土坡之安定，樁之支承量等基礎問題，分章討論，闡述甚詳，其中所引據之上海濬浦局土壤工程記錄，及該局土工試驗結論。以翔實之資料，精研之理論，互相證發，堪稱實際應用良好參攷之作。土壤力學在土木工程中所佔地位，日形重要，當茲工程建國聲中，本會興起，有非偶然，而一時會中研學空氣，蓬勃如朝暾之方升，楊君之作，實開先河，瞻望來興，樂爲之序。

民國三十七年八月廿六日中國土壤工程學會  
會長茅以昇

# 水利部用牋

逕啓者查

台端前送所著「土坡之安定」一文經本部  
水利學術審查委員會於本年二月六日開  
會審查認為有詳盡之研究極有見地決定  
給予三等獎獎金國幣八百萬元除該款另  
予核發並登報公告外相應通知

查照為荷此致

楊迪駿先生

水利部

啓  
二月

17283

## 陳 序

國父所著之實業計劃，水利工程佔其大半，其他如十萬公里鐵路，百萬公里公路，以及港埠之興建，礦山之開發等等皆屬土木工程之範圍。故實業計劃一書，雖係一有關民生國防之偉大計劃，但若從工程方面着眼，無異爲一建設新中國之完美工程計劃，亦即爲今日世界最偉大工程建設計劃。吾人苟能遵此計劃，舉全國之力以赴，必可將中華民國建設成爲莊嚴燦爛最富最強之新國家。

任何建設，以能建於良好基礎者爲貴。小而至於一房一舍，大而至於整個國家之建設，靡不以永固垂遠爲前提。吾人實現實業計劃時，如能善用學理與經驗，於每一工程之設施，先求基礎之永固上，從而推求建築之真能永固，則我建設新國家之基礎亦能確保永固也。

欲求土木工程基礎之得以永固，實唯土壤工程力學之研究是賴。迺駿弟能本此至理，專心研究，而竟此大作；其用心可知，其貢獻之獨特更可知矣。

值此戰亂方殷，經濟未安之際；雖無法以從事大規模建設工程。但承平之期不遠，此時正宜充分準備。迺駿弟所著「應用土工力學」一書，於此時問世，正其時矣。願全國有心人士，對此建設之基本知識，多予注意，多加研究，庶不負作者之原意。

余不文，因嘉迺駿弟之心志故樂書數語以爲序。

民國三十七年八月陳果夫序

## 薛 序

治港之道，審水與土之性而已矣。水性審，則疏導濬濶之工興，而航運以振；土性審，則隄防建築之事舉，而商務以便。二者之不可偏廢，益如輔車之相倚也。余承乏濬浦工程，因襲前規，疏導濬濶之工，未敢稍墜。顧於沿浦兩岸土壤之性質，嘗欲盡發數十年蒐集之資料，綜合而董理之，作一有系統之研究。人事卒卒，迄未有間，心恆歆然。民國二十五年楊君迺駿始以甄試合格，來襄建築事宜。明穎幹達，尤喜鑽研土壤之學，卓然異於儕伍。抗戰軍興，濬工停輟，人力多暇，乃擴展原有土工試驗工作，俾楊君與二三子者得以肆志研討；參匯舊錄，闡發新知。越時一稔，而楊君製成報告，纚纚數萬言，精覈有條理。余讀而善之，益欽其用力之劬，用心之專；且幸余未遂之願，得假楊君等以償也。勝利後，楊君就職上海市工務局，既以才學見重；顧遇有工程水利有關問題，猶數數就余切磨。蓋其自強不息若是。今夏出所著應用土工力學一冊眎余，將以付梓。繙閱一過，則曩年土工試驗室研究所得之重要資料在焉。夫土工力學，至爲精微。晚近數十年歐美各邦，始有專家從事於此，而在我國，尙無完善之書，足以津逮。楊君之作，其裨益於工程學者，豈淺鮮哉。抑嘗聞之，學問之道無窮以楊君睿智之資，勤篤之志，鏗而不舍，他日必有更偉大之著述，爲我國工程界增光殆可左券。余將拭目俟之。民國三十七年八月薛卓斌序於上海濬浦局

## 趙 序

水與土爲吾人日常習見之物，而其所加於工程師之困難以此二者爲甚；尤以含於水中之土，與受壓之土滲水爲最。前者爲治理河道者所探究，後者則爲設計地上建築物之張本。舉凡摩天大廈與垂虹長橋之基礎問題，鐵路公路之邊坡穩定問題，駁岸翼牆之抗禦壓力問題等，無不與其所相接之土壤發生密切關係。工程師探頤索隱，欲求解決各種困難之工程問題，不得不涉及土壤之種類，性質，成分以及各別所能承受之壓力與其本身之抗剪力等，加以衡量，以爲設計之準繩；於是遂有土壤工程力學一科。近數十年來，經各國學人潛思研究，實地試驗，蔚爲新興學術；然其說尙在演進期中，未若其他學科之定於一也。

楊君迺駿戰前供職上海濬浦局，親歷技術工作凡十餘年，因得便整理該局所藏黃浦江沿岸數十年土壤工程記錄。復以參加該局所設土壤試驗室，從事試驗，整比其結果，釐校其同異，以與近代土壤工程力學之理論相參證。祖康忝長滬工務局，得交楊君，見其於土壤力學深有研究，邀來本局結構處，佐理結構工程之設計及施工，頗具勞績。而楊君復於公退之暇，董理舊獻，創爲新說，寫成此篇。在今日國家及個人環境異常艱困之條件下，得有此著作，誠屬難能。

此篇之特點有二：一曰有創見，二曰重實用。第二章討論土坡之安定，其所紹介之天然坡面理論及崩



裂面公式，均爲作者心力之所聚。前者爲楊君之創見，對土坡設計，別闢蹊徑。祖康爲之遊揚，曾獲得水利部三十六年度獎金。後者爲繼法國土壤力學專家 Resel-Frontard 未竟之業。凡此成就，貢獻於學術界者甚大。復因其求證實例多取材於黃浦江沿岸以往所建駁岸碼頭等之崩塌現像；察其致敗之由，研求成功之道，對於設計新建土壤工程尤多助益。其學說施之於上海固宜，由是引伸，觸類而長，施之於冲積地帶之土壤工程似亦無不宜。則此書實用之可貴也。至第三章論樁之支承量，其所發新論尤多。一曰打樁所需之工作能量，爲樁身入土長度之三次以上函數；其第一次微分卽打樁時之支承量；第二次微分卽打樁時之表皮阻力。又曰安全承量應以基礎之許可沉陷量爲計算之根據，與以往習用之安全率爲計算之根據者，迥乎不同。均卓有見地，語不猶人，殊有足稱者。爰於付刊之始，爲識數語，以弁其端。

中華民國三十七年八月

趙祖康於上海市工務局

## 自 序

土工力學<sup>1</sup> 爲近今發展之獨立科學，其理論之初創，雖遠在百餘年前，但因當時適用範圍僅及於土壤側壓力之理論，故多附屬於土石工<sup>2</sup> 中。至二十世紀初年，瑞典工程師貝德森<sup>3</sup> 等，因事實上之需要，進而研究土壤工程力學。及一九二五年載查希<sup>4</sup> 氏發表其名著土工力學<sup>5</sup>，近代土工力學之基本理論，因以確立。

十餘年來，此項新興科學之研究，在國外已日形進展。土工試驗室紛紛成立，期於理論之外，更藉模型器械之助推測土壤內之真實力學。蓋土工力學成立數十年來，理論之導演不能謂不深，應用之範圍不能謂不廣；但因土壤工程性質之不同，土工力學之理論，尙未能與結構工程<sup>6</sup> 發展至同一程度。在本國方面，除十餘年前上海濬浦局曾有過數次小規模試驗外，對於土工力學之理論，頗鮮研究。近數年來工程雜誌常有鱗片介紹，工程學府亦多添設此科，然至今不過稍盡介紹之責；對於研究檢討，實不能與國外同日而語。

作者因工作上之便利，實際之需要，對此新興學科，數年來接觸不稍間斷。過去曾數度將國外之理論，移用於黃浦沿岸建築工程，每不能副實際之安全程

---

1. Soil Mechanics 2. Masonary Construction 3. Petterson

4. Terzaghi, Karl 5. Erdbaumechnik 6. Structure Engineer

度。於是根據過去寶貴之經驗，從理論上詳加檢討，作成論文數篇。其中作者導演之理論及設計方法，與國外學者稍有差別，但在上海之土工設計中，似頗覺簡易精密。蓋土工力學至今仍在發軔之初，其理論與設計方法，尚非絕對完密，改善之處仍頗多也。

土工力學中所包括部門(土工試驗除外)約分

一 土壤之側壓力——擋土建築

二 土坡之安定

三 樁之支承量

四 普通基礎——A 土內應力之分佈 B 土壤之  
支承量 C 地基之沉陷

土壤側壓力之理論，係設計駁岸，板樁及擋土建築等工程最重要之問題。土壤工程力學之發展，以此部門為最早；其理論之確立，比較其他部門亦稍完備。作者有系統介紹土壤內抗剪力之性能，及三種側壓力之理論，並就理論公式及實際工程設計上所發生之不合理情形，研討土壤側壓力公式之實用價值。更進而介紹近代拱力作用，彈性理論之演進，以及含水變化土壤之複雜性能。

土坡之安定，理論上根據最少，設計最為繁難。非有經驗之工程師，不克妥善應付。作者數年來所遇此項設計最多，所受之困難亦最多。因於公餘之暇，深加研習，草成此篇。文中儘先介紹近代土坡設計之方法，後插入作者導演之理論與設計方法，以資對照。土坡設計應用於江河之堤岸，道路之邊坡等工程，

近年國內建築進行，此等工程破壞之數字日增，對於交通水利之困難亦漸嚴重。本文所爰用之實例雖屬黃浦江沿岸堤坡工程之安定情形，但其中理論與設計方法，仍可推及他種土坡設計也。

樁之支承量，為設計樁基礎之理論根據，近代土工力學，對此部門尚無重大之進展。作者根據過去打樁之經驗，用高等理論分析方法，作澈底之研討。更詳細介紹國內外最新理論，使樁基設計，得有較多理論，作為根據。

普通基礎一章，作者尚在整理之中。如時間有暇，當於再版時列入。

本書寫作時間，遠在作者服務上海濬浦局時。荷承總工程師薛卓斌先生，建築科主任工程師黃炎先生多所指導，得使本文妥加修正，特此誌謝。作者年幼識淺，公餘草成此文，錯誤疏忽，在所難免，尚祈工程界先進，多加教言，以匡不逮，是所至幸。

中華民國三十七年八月

楊迺駿於上海市工務局

# 應 用 土 工 力 學

## 目 錄

## 目 錄

## 第一章 土壤之側壓力

頁數

1—48

|       |                 |    |
|-------|-----------------|----|
| 第 一 節 | 土壤之動壓力，推壓力，及靜壓力 | 5  |
| 第 二 節 | 土壤之伸縮情形         | 6  |
| 第 三 節 | 土壤之抗剪力          | 7  |
| 第 四 節 | 含水土壤之性質         | 14 |
| 第 五 節 | 主應力             | 17 |
| 第 六 節 | 慕爾氏圓            | 18 |
| 第 七 節 | 傾斜角             | 19 |
| 第 八 節 | 古洛氏土壓力公式之導演     | 22 |
| 第 九 節 | 古洛氏公式之圖解法       | 25 |
| 第 十 節 | 推壓力             | 26 |
| 第十一節  | 推壓力之圖解法         | 27 |
| 第十二節  | 黏性土壤中之側壓力       | 28 |
| 第十三節  | 壓力之分佈           | 30 |
| 第十四節  | 古洛氏公式之討論        | 32 |
| 第十五節  | 均佈載重            | 33 |
| 第十六節  | 集中載重            | 33 |
| 第十七節  | 堆土面             | 35 |
| 第十八節  | 含水土壤內之側壓力       | 36 |

|      |                 |    |
|------|-----------------|----|
| 第十九節 | 古洛氏公式之再討論——拱力作用 | 39 |
| 第二十節 | 側壓力總論           | 44 |

## 第二章 土坡之安定 49—124

|       |                  |     |
|-------|------------------|-----|
| 第二十一節 | 總論               | 53  |
| 第二十二節 | 抗剪力              | 54  |
| 第二十三節 | 天然坡面             | 55  |
| 第二十四節 | 崩裂面公式之探討         | 61  |
| 第二十五節 | 危險高度             | 68  |
| 第二十六節 | 不規則坡面之平衡         | 75  |
| 第二十七節 | 地下水作用時之天然坡面      | 77  |
| 第二十八節 | 土坡設計             | 82  |
|       | (一) 圓弧曲面上之平衡     | 82  |
|       | (A) 平衡原理         | 82  |
|       | (B) 設計實例         | 86  |
|       | (二) $\phi$ 圓法之平衡 | 90  |
|       | (A) 平衡原理         | 90  |
|       | (B) 設計實例         | 94  |
|       | (三) 其他滑動面上之平衡    | 95  |
|       | (A) 平衡原理         | 97  |
|       | (B) 設計實例         | 101 |
| 第二十九節 | 土坡設計討論及安全率       | 104 |
| 第三十節  | 地下水對於土坡之影響       | 109 |

|       |            |     |
|-------|------------|-----|
| 第三十一節 | 土坡崩裂之防預    | 120 |
| 第三十二節 | 用樁基增強土坡之安定 | 121 |

### 第三章 樁之支承量 125—163

|       |               |     |
|-------|---------------|-----|
| 第三十三節 | 總論            | 129 |
| 第三十四節 | 樁之支承力         | 131 |
|       | ( 1 ) 頂尖抵抗力   | 132 |
|       | ( 2 ) 表皮摩阻力   | 133 |
|       | ( 3 ) 基礎之地質   | 134 |
| 第三十五節 | 樁之理論承量        | 135 |
|       | ( 一 ) 靜荷重下之承量 | 136 |
|       | ( 二 ) 動荷重下之承量 | 138 |
|       | ( 三 ) 經驗公式    | 142 |
| 第三十六節 | 樁承量之實用計算公式    | 143 |
| 第三十七節 | 樁基之承量         | 151 |
| 第三十八節 | 安全承量          | 158 |



# 第一章

## 土壤之側壓力