

普通結構學

上 冊

蔡 方 蔭 著

152

商務印書館發行



2864201

普 通 結 構 學

上 冊

蔡 方 蔭 著



商 務 印 書 館 發 行

中華民國三十五年八月初版
中華民國三十八年八月四版

◆(68324.1A)

普通結構學三冊

上冊基價貳拾元

印刷地點外另加運費

著者 蔡方蔭

發行人 陳懋解
上海河南中路

印刷所 商務印書館

發行所 商務印書館
各地

版 翻
權 印
所 必
有 究

序

本書乃根據著者八年來(民國二十年至二十八年)在國立清華大學講授此科之經驗寫成。著者之講授此科也，前此向採用美國薩鮑二氏之結構理論 (Sutherland and Bowman: Structural Theory) 爲教本，以其解說新穎而簡要，習題豐富而精關，實刻下最善之西文教本也。但亦有未盡善之處焉。學者或常病其解說因力求簡要致不易了解，著者則病其取材未能賅括，解說不甚周詳，至其分章方法及其先後次序，亦未盡顧及講授時之便利。故著者講授時，仍須補充材料，自定系統，固未嘗奉之爲圭臬也。

著者久欲將歷年講授之教材，依其自定之系統寫成，付諸剞劂，出而問世。乃屢以教學牽掣，未暇握管。二十六年秋，著者自歐美考察歸國，適值清華大學一遷長沙，再徙昆明，校中圖書儀器，大半蕩然無存，致著者無法進行任何研究工作，遂立志將已有之教材，加以整理及補充，寫成此書。自二十七年八月中屬稿，五閱月有奇而上冊脫稿，中下二冊亦殺青有日。預計底稿共約一千二百頁之譜，計四十餘萬言。屬稿時期不及一年有半，至爲匆促，訛誤之處，自屬難免，如承國內專家隨時指正，著者當不勝感幸也。

本書之寫法，雖以大學教本爲主要對象，但同時亦擬作爲工

程師之參考書。故取材力求賅括，解說不厭周詳，於靜定平面結構之各種理論及方法，大致應有盡有，包羅無遺。爲便於教學起見，以大小字略軒輊其重要性，但教者對於教材之取舍，仍可自行斟酌，固不必拘泥於大字小字之間也。因篇幅較多，故分爲上中下三冊，上册計六章，所論大致限於結構學之通則及房屋等，涉及橋梁者至尠。中冊計三章，專論普通橋梁。下冊亦計三章，專論長跨橋梁及結構之變位。全書約適於一學年半或二學年之用。

寫此書時，雖曾參考西文書籍多種（主要參考書目錄見後），但既未嘗以任何書爲藍本，且有若干點係著者一得之愚，前此未曾發表者。僅就上册而論，例如第 4—12 節所論以求反力法分析桁架之應力，第 4—18 節所論結構靜定與穩定之通則等是。亦有採用他人之結果而由著者加以改良者，例如第 4—13 節所論指數應力法之用於非平行弦桁架者，係根據美國瓦 (J. A. L. Waddell) 氏之法，而由著者加以改良者。更有結果雖係與他書大致相同，但其表述方法，常力求合理，不苟從同，例如第 6—3 節關於計算鉸梁翼緣面積之公式是。至解說時所舉之例及其附圖，常取其極簡明而有普遍性及代表性者。複雜之圖，特殊之例，盡力避免，蓋前者使學者不易明瞭，而後者易使學者滋生誤解也。

著者對於本書章節之分法及其先後次序，煞費考慮，因西文書籍於此點均有可議之處，不可取法也。例如美國出版之教

本，幾一律(唯一例外，祇 Grinter 之書，即參考書中之第 3 種)將圖解力學另立一章，且置於全書之中部，任何結構之計算法，多半有數解與圖解二種。何以圖解法不能與數解法相提並論，而必另立一章，著者未見其當也。又有將感應圖另立一章(例如 Matthews 與 Soneson 二氏及 Urquhart 與 O'Rourke 二氏之書，即參考書中之第 10 及 23 種)，其病亦同。更有將橋梁桁架在呆荷重、均佈活荷重及集中活荷重下之應力分爲二章或三章(例如 Johnson, Bryan 與 Turneure 三氏 Matthews 與 Soneson 二氏及 Urquhart 與 O'Rourke 二氏等之書，即參考書中之第 6, 第 10 及第 23 種)，致其各章之內容，殊難免有重複之處。上述之分章方法，既不合乎邏輯，且不便於講授，其不可取法至爲明顯。本書之分章方法，全憑著者之管見，自信其或較合乎邏輯，且便於講授也。

習題爲習結構學時必需之重要工作，而欲學者明瞭習題之作法，必有例題。故本書對於例題及習題二項，曾嚴加選擇。例題必擇其有代表性者，其解答則必按步臚列，力求簡明。習題則必擇其有意義而足以啓發學者之思想者。習題之選擇，貴精而不在多。凡意義相同祇尺寸及荷重之數量不同者，盡力免去，否則習題太多，教者反有不易選擇之苦。第二至第四章習題中之結構，多不合乎實際情形，其功用蓋在訓練學者之思想，而使其澈底明瞭各種理論及方法之應用。其餘各章之習題，則力求與實際情形相符。於第五至第九章中，若干例題及習題均

有連貫性，蓋分之則各自成一題，合之則成爲某一結構之全部計算。此外若干不甚重要之理論及證明，多借例題表出，或列爲習題，蓋藉以節省篇幅也。所有習題，除少數係採自 Sutherland 與 Bowman 二氏及 Timoshenko 與 Young 二氏（即參考書中之第 20 及 22 種）及他氏之書外，其餘習題之來源有三：（一）著者在清華大學講授此科時歷年所命之月考及期考考題，（二）著者爲歷屆清華留美考試及中英庚款留英考試所命結構學之考題，及（三）著者爲本書新擬之題。習題有難易之分者，其排列常依先易後難之次序。較難者常附以提示，以免學者解答時有無從下手之苦。但有若干習題，頗爲繁難，學者非三復深思，恐不易得其解答。蓋本書之目的，在使學者澈底明瞭結構學中之各種理論及方法，並能加以靈敏之應用，以解答任何複雜之靜定結構。

本書中冊中關於鐵路及公路橋梁之討論，概依照我國交通部二十七年所公佈之新規範及準則。關於鐵路橋梁之中華活荷重制之各種圖表，多承交通部橋梁設計處錢少平技正賜予參考。又關於鐵路橋梁部份屬稿時，得與橋梁設計處唐文梯工程師不時商榷，獲教良多。本書之一部承唐工程師暨著者同事施嘉煬，劉仙洲，張有齡諸先生校閱一過，多所正是，均深銘感。關於本書之繪圖校勘等工作，國立西南聯合大學土木系助教諸君，時常襄助，而其中著者之門人鄒承曾，袁隨善二君費力特多，且對於本書之內容，偶贊一詞，常見嘉納。至本書附圖之描繪，

底稿之抄寫，先後由龐瑞，張明貴，李紫磨，張仲文四君及李晶女士擔任，本書之校對工作承著者門人金君啓疇擔任，於此一併致謝。

蔡方蔭

昆明國立西南聯合大學工學院

民國二十八年八月

例 言

1. 所有名詞，若係已習見或涵義甚顯者，如「荷重」，「力系」等，一概不註英文。其有不甚習見，或涵義有易發生誤解者，如「縱梁」「矩心」等，均附註英文。但祇以首次用該項名詞之處爲限。

2. 外國人名及地名除習見者如牛頓等，採用已通用之譯名外，其餘皆以一字譯其首音，如 Whipple 譯作費氏，並註明原文，以免全字譯音，佶屈聱牙，讀之不順。同名重見，且於隔已註明原文之處甚遠時，並再註明原文。

3. 長度以公尺計，重量以公噸計，且皆寫作不名數。其有已習用他種單位者，如單位應力以「公斤/平方公厘」計，則仍從之。至長度之較小者以公厘計，重量之較小者則以公斤計，惟均當特別註明，以免含混。

4. 圖中之直角，概以雙圓弧線表之，如 ，此乃德國書中之方法，甚可取也。

5. 凡書中所稱「我國規定」，於鐵路橋梁，係指我國交通部於民國二十七年七月所公佈之鐵路鋼橋規範所規定者而言，於公路橋梁係指我國前全國經濟委員會於民國二十五年九月所訂之公路橋梁涵洞工程設計暫行準則（已由交通部重行公佈）所規定者而言，並於括弧內註明條數。於鐵路橋梁規範用方括弧，

如[413],於公路橋梁準則用圓括弧,如(11),以便參考。

6. 本書之寫成,所參考之西文書籍及期刊甚夥,於特殊之著作,均於註脚中詳細註明,以便讀者可以參考原著。其較普通者,則概不列舉。主要西文參考書之目錄詳見下頁。

主要參考書目次

(以著者姓氏首字母之次序爲次序)

1. Bleich, Fr.—Theorie und Berechnung der eisernen Brücken, 1924, Berlin.
2. Fuller, A. H. and Kerekes, F.—Analysis and Design of Steel Structures, 1936, New York.
3. Grinter, L. E.—Theory of Modern Steel Structures, Vols. I and II, 1936, New York.
4. Hool, G. A. and Kinne, W. S.—Stresses in Framed Structures, 1923, New York.
5. Hool, G. A. and Kinne, W. S.—Movable and Long-Span Steel Bridges, 1923, New York.
6. Johnson, J. B., Bryan, C. W. and Turneaure, F. E.—The Theory and Practice of Modern Framed Structures, Part I, 10th. Ed., 1926, and Part II, 9th. Ed., 1916, New York.
7. Kirchhoff, R.—Die Statik der Bauwerke. Bd. 1, 2. Aufl., 1928, Berlin.
8. Kirkham, J. E.—Highway Bridges, 1932, New York.
9. Kunz, F. C.—Design of Steel Bridges, 1914, New York.
10. Matthews, J. H. and Soneson, P. E.—Analysis of Framed Structures, 1935, New York.
11. Müller-Breslau, H.—Die graphische Statik der Baukonstruktionen. Bd. I, 5. Aufl., 1912, und Bd. II, Abt. I, 5. Aufl., 1922, Stuttgart und Leipzig.
12. Ostenfeld, A.—Teknisk Statik, I., 1913, Copenhagen.
13. Pippard, A. J. S. and Baker, J. F.—The Analysis of Engineering Structures, 1936, London.
14. Salmon, E. H.—Materials and Structures, Vol. II, The Theory and Design of Structures, 1938, London.
15. Scharper, G.—Fest stählerne Brücken. 6. Aufl., 1934, Berlin.
16. Shedd, T. C. and Vawter, J.—Theory of Simple Structures, 1931, New York.
17. Spofford, C. M.—The Theory of Structures, 3rd Ed., 1928, New York.
18. Steinman, D. B.—Suspension Bridges, 2nd Ed., 1929, New York.
19. Steinman, D. B.—The Wichert Truss, 1932, New York.
20. Sutherland, H. and Bowman, H. L.—An Introduction to Structural Theory, and Design—Theory, 2nd Ed., 1935, New York.
21. Swain, G. F.—Structural Engineering—Stresses, Graphical Statics and Masonry, 1927, New York.
22. Timoshenko, S. and Young, D. H.—Engineering Mechanics—Statics, 1937, New York.
23. Urquhart, L. C. and O'Rourke, C. E.—Stresses in Simple Structures, 2nd Ed., 1932, New York.
24. Waddell, J. A. L.—Bridge Engineering, Vols. I and II, 1916, New York.

總 目

上 冊

- 第一章 緒論
- 第二章 靜力學要則
- 第三章 反力,切力及彎矩之通則
- 第四章 桁架應力之通則
- 第五章 屋頂桁架及工廠排架之應力
- 第六章 鉸梁

中 冊

- 第七章 橋梁之反力,切力及彎矩
- 第八章 橋梁桁架之應力
- 第九章 橋梁在側力及縱力下之應力

下 冊

- 第十章 長跨橋梁(一) —— 三鉸拱橋及三鉸加勁懸橋
- 第十一章 長跨橋梁(二) —— 懸臂橋及威氏桁架橋
- 第十二章 結構之變位

上册 目次

第一章 緒論	1
1—1. 結構之定義	1
1—2. 結構之分類	2
1—3. 結構工程之內容	5
1—4. 結構所受之力	6
1—5. 結構之實際與理想情形	8
1—6. 本書之範圍	9
1—7. 本書所用之單位	10
第二章 靜力學要則	13
2—1. 力及力系	13
2—2. 力之合成	16
2—3. 力之分解	21
2—4. 索線多邊形	26
2—5. 用索線多邊形求力矩	33
2—6. 面積之靜矩, 慣性矩, 慣性積及旋動半徑圖解 法	35
2—7. 索線多邊形之透視軸	37
2—8. 經過二定點或三定點之索線多邊形	39
2—9. 力系之平衡	46

2—10.	力系平衡之定理	51
第三章	反力,切力及彎矩之通則	57
3—1.	反力之原素及分力	57
3—2.	靜定之反力	59
3—3.	反力與結構之穩定	61
3—4.	反力之靜定法	66
3—5.	結構支座之實際	72
3—6.	反力之圖解法	78
3—7.	反力之數解法	92
3—8.	用虛功原理求反力	99
3—9.	切力及彎矩之定義	102
3—10.	關於切力及彎矩之理論	105
3—11.	切力圖及彎矩圖	107
3—12.	荷重圖,切力圖及彎矩圖之關係	111
3—13.	切力圖及彎矩圖之圖解法	116
3—14.	橫梁對於切力圖及彎矩圖之影響	125
第四章	桁架應力之通則	129
4—1.	桁架之原素及接合	129
4—2.	桁架之發展	132
4—3.	桁架分析之略史	135
4—4.	桁架之理想情形	136
4—5.	桁架本身之靜定與穩定	141

4—6.	桁架分析法之一(節點之數解法).....	150
4—7.	桁架分析法之二(彎矩之數解法).....	155
4—8.	桁架分析法之三(切力之數解法).....	158
4—9.	桁架分析法之四(節點之圖解法).....	165
4—10.	桁架分析法之五(切力及彎矩之圖解法)....	174
4—11.	桁架分析法之六(圖解隔離法).....	176
4—12.	桁架分析法之七(求反力法).....	177
4—13.	桁架分析法之八(指數應力法).....	180
4—14.	桁架分析法之九(代替法).....	189
4—15.	桁架分析法之十(虛功法).....	194
4—16.	桁架分析法之十一(機動法).....	197
4—17.	多重腹桿桁架之近似分析法.....	200
4—18.	結構靜定與穩定之通則.....	204
第五章 屋頂桁架及工廠排架之應力.....		224
5—1.	屋頂之形式及構造.....	224
5—2.	屋頂桁架及工廠排架之型式.....	225
5—3.	屋頂之呆荷重.....	231
5—4.	屋頂之活荷重.....	234
5—5.	屋頂桁架之支座及反力.....	251
5—6.	工廠排架之接合及反力.....	254
5—7.	屋頂桁架之應力.....	260
5—8.	工廠排架之應力.....	276

5—9.	屋頂桁架及工廠排架之支撐.....	284
5—10.	多柱式及多層式排架之應力.....	295
5—11.	三鉸拱屋頂桁架之應力.....	301

第六章 鉸梁 306

6—1.	鉸梁之用途及其型式.....	306
6—2.	腹鉸.....	309
6—3.	翼緣.....	314
6—4.	蓋鉸之長度.....	322
6—5.	翼緣之鉚接.....	327
6—6.	翼緣之銲接.....	339
6—7.	腹鉸之加勁桿.....	348
6—8.	鉸梁各部之拼接.....	353
6—9.	翼緣傾斜或彎曲之鉸梁.....	372

附錄一	鋼角之要素(德國制).....	376
-----	-----------------	-----

附錄二	鉚釘之值,心距,邊距及鋼角之標準鉚心線.....	377
-----	--------------------------	-----

圖,例題及習題索引.....	378
----------------	-----

普通結構學

上 冊

第一章 緒論

1—1. 結構之定義 廣義言之，凡若干事物，依確定方法，組成互有關係之一體，皆可稱為結構。^① 但於工程中，結構一名詞，乃指在一定力系之下而維持平衡之一部或數部之合體而言，如梁、柱、牆、房屋、橋梁、及堤壩等是。

於工程中，結構乃用以承受荷重於其作用點（point of application）而傳達於適宜之支點。如圖 1—1 示一梁，受一荷重 P 於 a 點而傳達之於兩端之支柱。此梁在其荷重及其支力下，維持平衡，故為一結構。同時二支柱自梁端承受一部份荷重而傳達於地基，並維

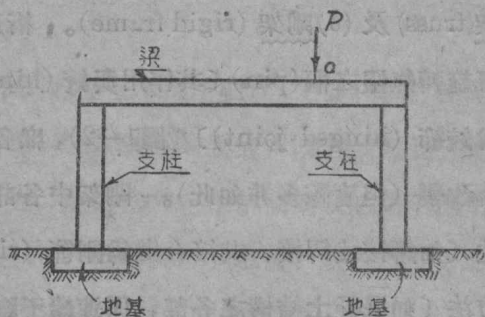


圖 1—1. 梁柱架

① 如社會學家常用「社會結構」，經濟學家常用「經濟結構」，地質學家常用「地質結構」等名詞。