

部譯學術著作

科學新知 / 技術先導

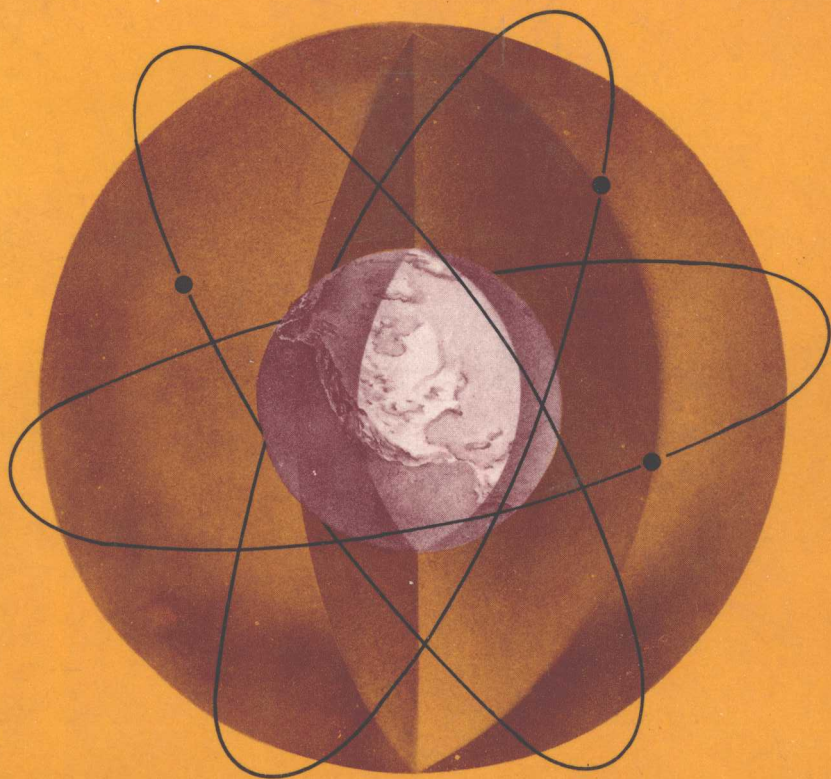
基礎分析與設計

Joseph E. Bowles 原著

唐山 譯

國立編譯館 主編

五南圖書出版公司 印行



科學新知 / 技術先導

基礎分析與設計

FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN

省立桃園農工職業學校校長 唐 山 譯

國立編譯館 主編
五南圖書出版公司 印行

基礎分析與設計

目 次

第一章 緒 論	1
1-1 基礎	1
1-2 基礎分類	2
1-3 基礎建址及系統經濟學	3
1-4 基礎的一般要求	5
1-5 基礎選擇	6
1-6 國際單位制及公制單位	6
1-7 計算的準確度	9
第二章 基礎工程的土壤力學	11
2-1 前言	11
2-2 基礎材料	13
2-3 土壤體積和密度的關係	14
2-4 阿德伯格極限（阿氏極限）	20
2-5 比重	21
2-6 單位重量（單位重）	21
2-7 含水量	22
2-8 相對密度	22

2 目 次

2-9	粒徑·····	24
2-10	土壤分類名詞·····	25
2-11	基礎工程的土壤分類·····	33
2-12	抗剪強度·····	34
2-13	土壤的彈性性質·····	47
2-14	各向同性及各向異性土體·····	54
2-15	原地應力和 K_0 條件 ·····	58
2-16	壓密特性·····	61
2-17	敏感度及復原性·····	73
2-18	土壤水力學·····	74
2-19	孔隙壓力及其參數·····	82
2-20	應力路線法·····	84
 第三章 探測、採樣與原地土壤量測·····		97
3-1	所需資料·····	97
3-2	探查方法（探測方法）·····	98
3-3	設計計畫·····	99
3-4	土壤鑽探·····	102
3-5	土壤採樣·····	108
3-6	標準貫入試驗·····	114
3-7	其他貫入方法·····	121
3-8	岩心採樣·····	122
3-9	地下水位位置之決定·····	125
3-10	鑽探深度及數量·····	129
3-11	資料的提出·····	129

3-12	工地載重試驗	131
3-13	工地十字片鑽土壤試驗	137
3-14	原地應力及 K_0 條件(狀況)的量測	140
3-15	靜態貫入試驗—荷蘭圓錐貫入試驗	146
3-16	鑽孔剪力試驗	148
3-17	地震探測法	149
第四章	淺基脚承載力	157
4-1	前言	157
4-2	承載力方程式	158
4-3	一般承載力方程式	163
4-4	對承載力計算的一般評論	169
4-5	有偏心或傾斜載重的基脚	171
4-6	地下水位對承載力的影響	174
4-7	成層土壤上基脚的承載力	176
4-8	在斜坡上基脚的承載力	180
4-9	由貫入試驗求承載力	184
4-10	有上舉或拉力的基礎之承載力	189
4-11	以建築法規為準的承載力	192
4-12	基礎設計的安全因數	194
4-13	岩石的承載力	197
第五章	基礎沉陷	203
5-1	沉陷問題	203
5-2	土體因基脚壓力引起的應力	204

4 目 次

5-3	決定土壓力的包氏法·····	205
5-4	求土壓力的瓦士脫法·····	213
5-5	瞬間（彈性）沉陷計算——理論·····	218
5-6	瞬間沉陷——應用·····	222
5-7	計算彈性沉陷的其他方法·····	231
5-8	成層及各向異性土壤的應力和移位·····	235
5-9	壓密沉箱·····	236
5-10	沉陷計算的可靠性·····	241
5-11	對已知沉陷或相等沉陷量分配基脚·····	242
5-12	填土上的結構·····	246
5-13	結構對沉陷及較差沉陷的耐力·····	247
第六章 改善基礎建址土壤·····		255
6-1	前言·····	255
6-2	壓實·····	255
6-3	預壓（前期壓縮）改良建址土壤·····	258
6-4	用砂床和溝排水·····	260
6-5	增大土壤密度的震動法·····	262
6-6	基礎灌漿及化學穩定法·····	265
6-7	改變地下水條件（狀況）·····	267
第七章 基礎設計發展的因素·····		269
7-1	基礎深度·····	269
7-2	取代土壤的效應·····	274
7-3	淨壓力和總壓力—設計土壓力·····	275

7-4	結構隣近流水的沖蝕問題·····	277
7-5	防腐法·····	278
7-6	地下水位波動·····	278
7-7	砂沉積中的基礎·····	278
7-8	黃土上的基礎·····	279
7-9	膨脹土壤上的基礎·····	282
7-10	黏土上基礎·····	284
7-11	垃圾填地建址上的基礎·····	286
7-12	凍結深度及永凍層上的基礎·····	288
7-13	環境顧慮·····	289
第八章 展式基脚設計·····		293
8-1	基(底)脚分類·····	293
8-2	設計展式基脚時採用的假定·····	294
8-3	鋼筋混凝土設計·····	295
8-4	展式基脚的結構設計·····	302
8-5	金屬柱的墊板·····	313
8-6	柱脚·····	318
8-7	矩形基脚·····	322
8-8	牆脚及住宅結構的基脚·····	327
8-9	有傾覆力矩的展式基脚·····	330
第九章 聯合基脚彈性基礎上的梁·····		337
9-1	前言·····	337
9-2	矩形聯合基脚·····	337

6 目 次

9-3	梯形腳設計	348
9-4	連梁或懸臂基腳設計	355
9-5	偏心重載剛性基腳	358
9-6	不對稱基腳	369
9-7	基土反力的模數	374
9-8	彈性基礎上梁的古典解法	381
9-9	彈性基礎上梁的有限元素解法	387
9-10	橋墩	400
9-11	環形基礎	402
9-12	有限元素法的一般說明	407

第十章 席式基礎 413

10-1	前言	413
10-2	席式基礎的型式	414
10-3	席式基礎的承載力	415
10-4	席式基礎沉陷	416
10-5	席式基礎設計(近似法)	419
10-6	底板的有限差分分析法	426
10-7	求解席式基礎的有限元素法	429
10-8	底板—上層結構交互作用	445
10-9	圓形底板	446

第十一章 側向土壓力 451

11-1	傾向土壓力問題	451
11-2	庫氏土壓力理論	456

11-3	藍金土壓力	465
11-4	用塑性理論求解主動及被動土壓力	470
11-5	牆上土壓力、土壤—張力效應	473
11-6	傾向土壓力的可靠性	479
11-7	土壤性質和側向土壓力	480
11-8	擋土牆問題中的土壓理論	482
11-9	側向土壓力的圖解和計算機解法	486
11-10	由彈性理論求加載的側向壓力	499
11-11	側向壓力的其他致因	507
11-12	倉、穀倉和煤倉的壓力	508
第十二章 擋土牆		521
12-1	前言	521
12-2	擋土牆的共同特性	524
12-3	擋土牆用的土壤特性	527
12-4	牆的穩定性	530
12-5	擋土牆的力	533
12-6	容許承载力	542
12-7	沉陷	543
12-8	傾斜	544
12-9	重力和半重力牆的設計	548
12-10	牆接縫(牆接合、結合、接頭)	552
12-11	排水	553
12-12	變動高度的橋台翼牆及擋土牆	554
12-13	懸臂擋土牆的設計	556

8 目 次

12-14 扶壁擋土牆的設計·····	564
12-15 底層或基礎牆·住宅結構的牆·····	566
12-16 加強土的擋土結構·····	567
第十三章 板樁牆—懸臂式及錨繫 ·····	573
13-1 前言·····	573
13-2 板樁牆的土壤性質·····	574
13-3 板樁種類·····	576
13-4 板樁牆的安全因數·····	580
13-5 懸臂板樁·····	581
13-6 錨繫板樁：自由土承法·····	592
13-7 應用於自由土承法的羅氏力矩校正（歸算）·····	600
13-8 板樁牆的有限元素分析·····	605
13-9 有錨板樁的水平加固板和錨座·····	614
第十四章 開挖的加固式圍堰 ·····	627
14-1 施工開挖·····	627
14-2 加固板柵或圍堰上的土壓力·····	631
14-3 單牆（加固）圍堰的一般設計·····	635
14-4 開挖四周土壤損失的估計·····	641
14-5 加固開挖的有限元素分析法·····	644
14-6 因開挖隆起的不穩定性·····	652
14-7 圍堰不穩定性的其他原因·····	656
14-8 施工除水·····	657
14-9 淤泥井牆（或溝）施工法·····	662

第十五章 分格圍堰 667

15-1 分格圍堰：型式和用途 667

15-2 分格填土 672

15-3 分格圍堰的穩定性 673

15-4 分格圍堰設計的實際顧慮 687

15-5 隔板圍堰分格的設計 689

15-6 圓形圍堰設計 693

15-7 四葉形圍堰設計 701

第十六章 單樁—靜承载力並包括側向載重；

樁 / 桿屈曲 703

16-1 前言 703

16-2 木樁 704

16-3 混凝土樁 707

16-4 鋼樁 719

16-5 鋼樁的腐蝕 722

16-6 樁承基礎的土壤性質 723

16-7 黏性土壤的樁承载力 724

16-8 無黏性土中的樁 733

16-9 端點支承樁（點承樁） 746

16-10 鑽孔樁或場鑄樁 747

16-11 用載重轉換載重試驗資料求靜樁承载力 748

16-12 拉力樁—抵抗上舉力的樁 751

16-13 側向負載的單樁 752

16-14 完全及部分埋入樁的屈曲 762

第十七章 單樁—動力分析 771

17-1 動力分析.....	771
17-2 打樁.....	771
17-3 合理的樁公式.....	777
17-4 其他動力公式及一般顧慮.....	782
17-5 動力打樁公式的可靠性.....	789
17-6 波動方程式.....	792
17-7 樁載重試驗.....	800
17-8 打樁應力.....	801
17-9 打樁的一般說明.....	805

第十八章 樁承基礎—羣 809

18-1 單樁和樁羣.....	809
18-2 樁羣顧慮.....	809
18-3 樁羣的效率.....	812
18-4 下層土壤上的應力.....	815
18-5 樁羣的沉陷.....	824
18-6 樁帽.....	830
18-7 傾斜樁.....	833
18-8 負表面磨擦（力）.....	833
18-9 樁羣的矩陣分析.....	838

第十九章 包括鑽墩的沉箱 849

19-1 沉箱的種類.....	849
-----------------	-----

19-2	開口沉箱·····	850
19-3	閉口或箱式沉箱·····	856
19-4	壓氣沉箱·····	861
19-5	鑽孔沉箱·····	864
19-6	鑽孔沉箱的承載量和沉陷·····	868
19-7	鑽孔沉箱的設計·····	873
19-8	側向負載沉箱·····	879
19-9	鑽孔沉箱之檢查·····	880
第二十章 震動控制的基礎設計·····		883
20-1	前言·····	883
20-2	基本震動·····	884
20-3	總合化質量的強迫振動·····	891
20-4	振動基礎的近似解——彈性半空間理論·····	898
20-5	振動基礎的總合化質量解法·····	905
20-6	土壤性質—彈性常數·····	914
20-7	耦合振動·····	917
20-8	樁對減小基礎振動的效果·····	918
20-9	機器基礎的其他顧慮·····	921
附錄 A：普通樁—鏈及樁資料表·····		923
附錄 B：選擇的計算機程式·····		932

第一章

緒 論

1-1 基礎 (*Foundation*) —— 定義和目的

凡建在地上的所有工程構造物，包括填土 (*earth fills*) 、壩 (*dams*) (土壩和混凝土壩) 、房屋和橋樑，都是由兩個部分即上層或上部結構 (*superstructure*) 及下層或基礎構成的。基礎是介於上部結構與下層土壤或岩層之間的中間元體 (*element* ，部頒名詞譯為項目，本書暫改譯為元體，表示結構上的一個單元或成分。) 在填土和土壩方面，上部結構與基礎之間沒有明顯的界域 (*line of demarcation*) 。

基礎工程是將工程判斷和土壤力學原理應用於求解共同問題的技術和科學。同時亦致力於由若干型式的結構元體諸如擋土牆 (*retaining walls*) 及板樁 (*sheet piles*) 等阻擋土體問題的解決方法。

基礎工程也是一門應用工程判斷和土壤力學原理預測土體對形體及載重條件改變時的響應的技術和科學。

2 基礎分析與設計

應該注意基礎工程被定義為「應用工程判斷及土壤力學原理的技術和科學」。土壤力學在過去五十年來已有急劇進步。不過，由於土壤的天然可變性及試驗問題，基礎設計仍然以工程判斷的「技術」或應用為主要。

本書涉及的土壤力學原理，特別是可應用於設計中間元體和擋土結構以及估計土壤對載重或形體改變時的響應。

這裡使用的土壤力學隱涵着包含土壤行為的知識，其主要部分是工程地質學的各項考慮及其他工程科學如材料力學、水力學、結構及結構振動和彈性理論等的副產品。

1-2 基礎分類 (*Foundation classifications*)

結構如橋樑和建築物（房屋），由最小的公寓至高層建築物，其基礎在將建築物載重傳至深在下面的支承土壤，這些建築物通常有極高的應力（stress）強度〔在鋼柱方面或許是每平方吋 20,000 磅（1,400 kg/cm²）〕。應力可經由

- 1 淺基礎〔基脚（footings）或展式基脚（擴展基脚 spread footings）， $D < B$ ，見第 4 章〕。
- 2 深基礎〔樁基礎（pile foundation）或沉箱基礎 caisson foundations）， $D > B$ ，見第 16 - 19 章〕傳遞。

除了在重力影響下自然發生者外，保持土壤或其他在形狀上類似的土體的任何結構稱為擋土結構（retaining structure）。不包括在上列的任何基礎者稱為特殊基礎。

通常，淺基礎和深基礎係埋入或在上部結構下面，其方式是在上

部結構一部分或全部已「就位」後發展的任何問題，都不容易進入處理。基於這個理由，通常對這些元體進行設計時，在實務上都採保守態度。

標準的基礎型式是：

- 1 建築物（房屋等）的基礎（淺或深）
- 2 烟夕、無線電及電視發射塔、橋墩（bridge piers）等的基礎（淺或深）
- 3 港口或海中結構的基礎（淺或深，廣泛使用擋土結構）
- 4 機器、輪機、發電機等的基礎（淺或深）
- 5 支持開口開挖（cuts）或保持土體或橋墩的基礎元體（擋土結構）

已建的建築物基礎在數量上較其他結構的基礎數量要大得多。

1-3 基礎建址及系統經濟學

（*Foundation site and system economics*）

顯然，若建築物要執行令人滿意而又安全的功能，則建築物的基礎應該是適當的。其他的基礎也是這樣。不過，房屋在安全和性能方面較其他結構有較嚴格的標準——例外的如核子工廠設備、動力發電廠的輪機、及某些無線電天線設備等要求更為嚴格。

如有足夠的資金可以利用，幾乎任何合理結構都可以建造而且安全支承。可惜，在實際的情況中這是罕有的，對於不理想的條件，基礎工程師要作的決定，真是困難的選擇。同時，即使他的誤選可能被遺忘，而證據却不能消掉，不久或若干年後，誤選造成的結果便顯露出來。

4 基礎分析與設計

設計師永遠面對如何才能構成經濟設計的問題。建址可能有差別甚大的土壤，尤其今天可能有一部分是人為的問題諸如舊的填土、垃圾堆集成的土地，特別是都市中心區，設計變成了主觀的。不可忽略的可能性是施工活動可能改變基礎的最初分析和設計使用的那些土壤性質。這種設計是主觀的而且不容易對兩家設計公司用完全不同的設計而能同樣滿意執行予以判斷。不過，費用是差別極大的。這個問題和差別甚大的解決方法依下列決定：

- 1 構成滿意而且可以忍受的沉陷是什麼；需要花費多少額外費用才能減小例如 2—1.5 cm 的沉陷量？
- 2 土壤剖面（soil profile）變化如何，當事人認可作適當探查（測）計畫否？
- 3 建築物可否由展式基腳（費用最少）、蓆式基礎（mats）（費用中等）、樁（費用較展式基腳多若干倍）上的土壤支承？
- 4 基礎如不適當執行時有何訴訟可能性？
- 5 施工的基礎部分有無足夠經費？基礎費用太高必須放棄另選業主可以負擔一說，並非前所未聞。
- 6 地方施工或建築能力如何？如果設計精巧的基礎而沒有人能做，或設計的差異甚大，而引起各項問題，這樣在經濟上是不值得做的。
- 7 基礎工程師的工程才能如何？雖然這一項列在最後，但在經濟設計上並非最不重要。當然，應該了解，人的才能因人而異，和其他各行各業如律師、醫生、教師、木匠、機械人員一樣，有優秀的、中才的和不良的，工程師也是如此。