

科學圖書大庫

房 屋 建 築

編譯者 丁觀海

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

房 屋 建 築

編譯者 丁觀海

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信

發行人 陳俊安

科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國七十二年十月十二日八版

房屋建築

基本定價 3.60

編譯者 丁觀海 國立台灣大學教授

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者 東雅印製廠有限公司 台北市西藏路五二八號

9221763
9271575
電話 9271576
9286842

電話 3084886

原 序

本書所討論者爲用於房屋建築各部分之材料及其營造形式，除有關質的方面外並不涉及其結構設計。本書係爲下列讀者所準備：土木工程及建築系二三年級學生；對他種結構具有經驗而欲對房屋營造熟習之結構工程師；電機及機械工程師須對房屋構造備具知識者；及其他與建築及營造業有關之青年在工作經驗中尚未獲得建築材料與營造形式方面足夠之學識者。

在本版中，對近年來以下各方面之發展特別注意：支承地基土壤性能方面之智識；各式基礎；磚空心牆之建造；木桁架，拱，剛構架等之現代結合物及膠合疊層法之應用；鋼之焊接及熔切，特別在鋼拱及鋼架方面之應用；鋼筋混凝土拱及剛構架之建造；及木造建築白蟻之防範。

對房屋之絕緣，熱損失之減低，及音響效果等均提供初步材料。以現代房屋建築言，此等因素的應予重視，故建築師及結構工程師對此等問題應有所瞭解，並知何時須徵詢專家之協助，而保證獲致良好結果。

較新式材料，如合板及纖維板，玻璃塊，結構黏土面磚，結構鋼樁，及瀝青面磚等，均予以介紹。

本書中對房屋建築專門名詞之應用均特予注意。特殊名詞均給以定義及釋例。此書曾徹底修正及重寫以容納過去十年間之新發展。

著者願在此表達下列諸位對本書各方面提供建議及協助之謝意：珂明先生 (Mr. Abert E. Cummings)，派克博士 (Dr. Ralph B. Peck)，及紐馬克博士 (Dr. Nathan M. Nemark)，對土壤及基礎方面；鮑斯先生 (Mr. Arthur J. Boase)，對鋼筋混凝土建築；派金先生 (Mr. N.S. Perkins)，對本結構，華生博士 (Dr. Floyd R. Watson)，對音學；法乃司徒克教授 (Prof. Maurice K. Fahnestock)，對絕熱；麥蒂羅博士 (Dr. Joseph Mattiello)，對油漆；都郎教授 (Prof. James J. Doland) 對本書各部之一般建議；及伊克教授 (Prof. Clarence L. Eckel) 對本書一版中大部之製圖；及希特教授 (Prof. Elmer F. Heater) 對第二版中增添之製圖。

目 錄

原序

第一章 緒論

1. 房屋工業.....	1
2. 建築物的分類和一般規定.....	7
3. 建築物的負荷.....	18

第二章 建築材料

4. 通論.....	23
5. 生鐵，鑄鐵，和熟鐵.....	26
6. 鋼.....	30
7. 非鐵金屬與不含鐵合金.....	35
8. 木.....	40
9. 膠結料和砂漿.....	52
10. 混凝土.....	59
11. 岩石和石塊.....	67
12. 土壤.....	73

第三章 基 礎

13. 定義及通論.....	85
14. 地下探測.....	89
15. 展式基礎的種類.....	92
16. 展式基礎下之土壤壓力.....	100
17. 展式基礎之承載量.....	104
18. 展式基礎之沉陷.....	110
19. 樁的種類和打樁基礎.....	113

節	頁數
20. 打樁基礎的承載量和沉陷·····	123
21. 混凝土墩·····	133
22. 基礎的排水·····	156
23. 防水和防濕·····	158

第四章 圬工構造

24. 定義及通論·····	165
25. 磚圬工·····	181
26. 石圬工·····	197
27. 空心磚和混凝土塊圬工·····	221
28. 琉璃磚·····	229
29. 玻璃塊圬工·····	232
30. 混凝土圬工·····	234

第五章 結構構體

31. 介紹及概論·····	245
32. 柱和其他受壓桿件·····	246
33. 梁和大梁·····	247
34. 桁架·····	250
35. 拱和剛構架·····	255

第六章 木構造

36. 連接鐵器·····	259
37. 構架牆及隔牆·····	264
38. 木柱·····	273
39. 木樑和大樑·····	273
40. 木桁架·····	277
41. 木拱和剛構架·····	286
42. 木框架·····	292

第七章 鋼構造

43. 軋鋼·····	313
-------------	-----

44. 鋼柱·····	316
45. 鋼梁·····	317
46. 鋼桁架·····	321
47. 鋼拱和剛構架·····	323
48. 結構鋼構架·····	332
49. 鋼牆筋分隔牆和波紋板壁·····	365

第八章 鋼筋混凝土構造

50. 鋼筋混凝土柱·····	369
51. 鋼筋混凝土梁和大梁·····	372
52. 鋼筋混凝土板·····	374
53. 鋼筋混凝土拱及剛構架·····	382
54. 鋼筋混凝土構架·····	384

第九章 樓板構造，樓板面及牆面塗料

55. 樓板構造的種類·····	399
56. 底層地面構造·····	403
57. 樓板構造形式的選擇·····	405
58. 木鋪面·····	408
59. 混凝土，磨石子，和菱鎂合成物·····	411
60. 粘土磚，磚，石，和玻璃·····	415
61. 油地氈，軟木，橡膠和瀝青·····	418
62. 夾板，牆板，和其他的板·····	421
63. 樓板磨損面的選擇·····	424

第十章 屋頂構造和屋面材料

64. 屋頂的種類·····	429
65. 屋頂構造·····	432
66. 屋面蓋板·····	436
67. 屋面瓦·····	439
68. 石板屋面·····	441
69. 金屬片屋面料·····	441

節	頁數
70. 波紋鋼，石棉防護金屬，鋅，石棉板，與玻璃	443
71. 組合屋面料和預製屋面料	446
72. 屋面材料的比較和用途	447

第十一章 粉刷與灰墁

73. 定義及概論	453
74. 粉刷和灰墁的底	455
75. 粉刷和灰墁表面	457

第十二章 熱絕緣和音響學

76. 牆，天花板，和屋頂的絕緣	465
77. 音響學	471

第十三章 門和門框

78. 定義及概論	479
79. 木門	485
80. 空心金屬門和外包金屬門	487
81. 包錫門，鋼片門，波紋鋼門，與捲門	489

第十四章 窗

82. 定義及概論	491
83. 木窗	494
84. 實心金屬窗	497
85. 外包金屬窗及空心金屬窗	502
86. 玻璃及裝配玻璃法	503

第十五章 樓梯

87. 定義及概論	509
88. 木樓梯	512
89. 混凝土樓梯	514
90. 鋼製及鑄鐵製樓梯	516
91. 石造及磚造樓梯	518

第十六章 油漆及其他保護覆面料

92. 定義及概論.....	523
93. 乾性油，揮發性稀釋劑，乾燥劑.....	526
94. 着色粉.....	528
95. 清漆，瓷漆，及亮漆.....	533
96. 着色劑和水漆.....	536
97. 混雜漆材料.....	538
98. 拌合和應用.....	539
99. 金屬的其他保護性覆面料.....	543

附錄

附加定義.....	545
索引	547

第一章 緒 論

第一節 房屋工業

在討論房屋的各種形式和它的構成件之前，必須對房屋工業作一整體的考慮。建造工業在這個國家裏通常被認為是第二大工業，僅次於農業。建造工業的主幹則為房屋建造。

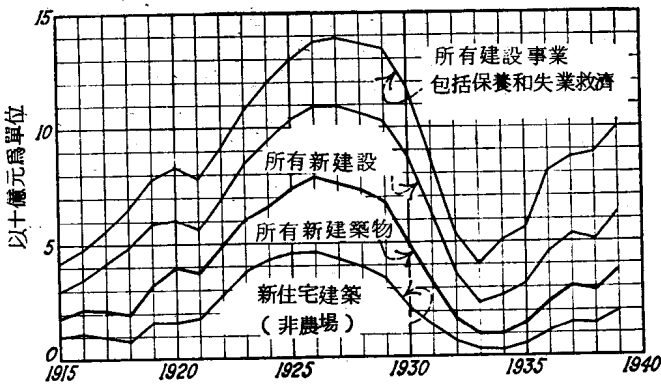


圖 1. 美國建設事業

用於建築物之經費。美國自 1915 至 1939 年的每年建設費用示於圖 1 中，這個圖表是由美國商務部所作的統計得來的^{1,2}在此表中指出了全國每年用於所有建設事業（包括保養和失業救濟），新建造物，各種形式新建建築物，和新住宅建築的經費。

〔文字右上的數字代表章末參考資料的號碼。〕

2 房屋建築

1915至1939年的二十五年中，各種形式的建設及其保養費用最高的一年為1927年，約為140億美元，其中大約110億用於各式新建設，約75億用於新建築物，約42億5千萬用於新住宅建築。據估計，1927年的國家歲收約為740億。所以，那一年的建設費幾乎佔了國家收入的五分之一。國家歲收在1929年達到最高額——約為810億。

當1930年代初期的不景氣期間，建設事業的衰微極其明顯，各式建設及保養的費用最低為1933年，約40億美元。其中約 $23\frac{1}{2}$ 億用於各種形式新建設，略少於10億美元的數目用於新建築物，不到 $3\frac{1}{3}$ 億用於新住宅建築。1933年的國家歲收估計約為420億。如我們所預料，建設費用的減少遠甚於國家收入的減少，1933年的各類建設費用還不到國家收入的十分之一，而1927年為五分之一。自1933年到三十年代結束時，建設費用就穩定的增加了。

圖1指出的25年內，用於新建築物的費用在所有新建設費用中所佔的比例自1922年最高之80%變為1934年最低之37%。如我們在前一段所說明的，國家收入減少時，用於建設的費用也明顯地減少，並且剛才也指出當建設費用減少時，房屋建築所佔全部建設費用之比例亦隨之減少。這兩種關係明顯的表示出國家收入的減少對新房屋建設的影響。這種合併的影響可由比較1927年和1934年這兩個極端的年份之費用而知。在前面的那一年，新建築物的總經費為數目龐大的國家歲收的百分之10，而後面那一年僅為數目很小的國家歲收的百分之二。1929年國家收入達到最高額810億美元。這一年新建築物的花費佔國家收入的百分之8.3。

建築物經費的分配。就建築物經費而言，最重要的建築物型式為供居住者，如住宅，公寓，和旅館。

1926年用在住宅建築上的費用達到最高額——超過45億美元，為所有新建築物費用的58%，並且是所有新建設費用的42%。至於住宅建築費用最低的一年為1934年，只不過略多於2億5千萬美元，僅為最高一年——1926年的百分之6。這筆用於新住宅建築的2億5千萬美元費用佔1934年所有新建築物總費用的百分之27，並為同年新建設費用的百分之10。這些統計以及圖1都指出，在經濟繁榮的年代住宅建築為新建設中最重要的一環，在不景氣的年代這種建築也受損最大。由於這個原因，住宅建築的刺激就被視為對建設工業的復甦有重要的功效，而建設工業又是一個國家經濟生活的重要因子。

自1921年至1935年建築物經費總額分配於各種建築物的比例如下表。

這些統計以五年和十五年爲一期。其中包括戰後年代，1921—1925年，經濟不景氣前的繁榮年代，1926—1930年，和不景氣年代，1931—1935年。這個表也再度顯示出住宅建築的重要性，這種建築的費用佔新建築物總費

新建築物經費分配於各種建築物的比例

建築物類別	1921—1925	1926—1930	1931—1935	1921—1935
住宅類（非農場）	68.3	60.8	51.2	62.9
商業性	15.0	18.9	22.4	17.6
工廠類	8.1	10.1	12.5	9.6
宗教和紀念性	2.5	2.8	3.4	2.7
教育性	1.6	1.9	4.0	2.0
社交和娛樂性	3.2	3.8	4.4	3.6
醫院和公共機構類	1.3	1.7	2.1	1.6
總計	100.0	100.0	100.0	100.0

此表得自美國商務部國內商務局編製之「美國的建設事業，1915—1937年」表1。

用的二分之一至三分之二。住宅建築中最重要的因子爲單戶住宅，接下來便是多戶住宅，過去二十年中由於雙戶住宅不被重視，多戶住宅的重要性已增加。由1922年到1938年的十八年間，隨著都市內新建設發展而來的家庭，約有百分之四十五居住於單戶住宅，百分之十五居住於雙戶住宅，百分之四十居住於多戶住宅內，後二者包括附帶商店的屋子。在這段期間，單戶住宅的比例保持著穩定的常數，但是住在雙戶住宅中的家庭數目比例則因多戶住宅而減少。

每年建築物成本之變動。房屋工業中另外一項重要的因素是每年建築成本的變異。各個機構依不同的方式作出了許多成本指數以顯示成本的變異。可能最爲大家熟知的成本指數爲圖2所示者，由工程新聞週刊製作（Engineering News-Record）⁸。這個指數是以當時結構鋼，木材，和水泥的價錢，及技術工人的工資爲據而作成，每一項都佔有適當的比例。1913年之成本指數視爲100。由圖2可看出從1913到1939年的這段期間建築物成本以1920年爲最高，工程新聞週刊建築成本指數爲207。最低爲1914年之指數值94。從這年以後最低指數值都未曾接近1913年的指數值，其他較低值

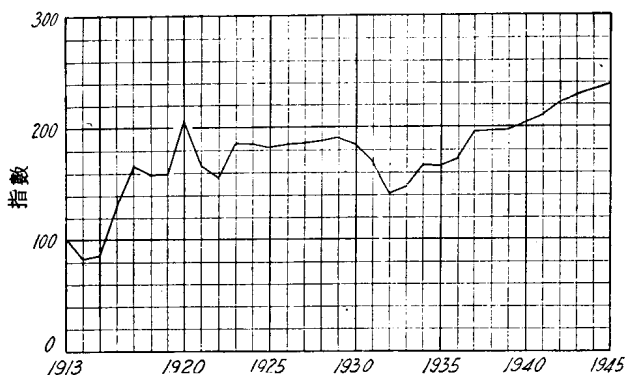


圖 2. 工程新聞週刊建築成本指數

是1922年之155和1932年之140。從1932到1945年，指數穩定地升到240。指數值以1913年的成本為基準，每一年的變化即可得知，有些人認為1913年代表一個正常的年份，我們可以期望成本最後仍然回復到那個標準。但是只要加以認真的研討就知道這是不可能實現的，而且由許多觀點來看，我們也不希望如此。當我們研究隨著圖1顯示的費用而來的房屋容積問題時，也須一併考慮圖2的成本指數曲線指出的成本變異。

房屋建築的有關人員和工資。建築物的設計和建造需建築師，工程師，承包商，熟練的機匠，工人，以及很多其他各類工作人員如繪圖員和監工。除此以外，在礦坑，工作場和工廠中更有許多人受僱於製造原料，工廠製品，以及與房屋建造有關的設備。另有人受僱於將產品運往房屋工地的運輸業。

根據1930年的戶口調查，全國有22,000位建築師，和170,000位建築業者及建築承包商。依這次調查所作的報告，與房屋建築有關的重要技術行業從事者之人數如下：

重要技術行業從事者的數目
(依1930年之戶口調查)

木匠	929,426
油漆匠，玻璃匠	430,105
工人和助手	419,802
電工	280,317

管匠和瓦斯，蒸汽裝置工	237,814
磚和石砌工及鋪瓦工	170,903
粉刷和水泥工	85,480
結構鐵工	28,966
屋面工和鋪石板工	23,636
切石工	22,888
總數	2,657,665

百分之 35 到 40 的建築成本是付給在工地做事的工人。如果把所有在礦坑，工作場，工廠，和運輸界做事的工人加上在工地的工人之工資一併計入則將佔建築成本的更大比例，但是總數並未統計出。

技術工人的工資由每小時 0.7 美元至 2 美元，但也有例外的，由 1 元至 1.7 元。全國平均工資約為每小時 1.45 美元。普通一般工人的工資自每小時 0.4 元至 0.9 元，但搬運工例外，有時可得每小時 1.25 元的工資。據工程新聞週刊的調查，1948 年 9 月技術工人平均工資為每小時 1.48 元，這些工人包括砌磚工人，木匠，和鐵工，普通工人平均工資為 0.71 元。

建築成本。建築物成本的大略估計通常以在相同情況下建造的許多相同建築物成本為計算依據。此種估計最常用的單位是平方呎——用於樓地板面積，和立方呎——用於容積。一棟建築物樓板面積的平方呎數是以包含在外牆外界以內的面積來計算，容積的立方呎數以外牆外表面，屋頂，和地下室地面包圍的空間容積來計算。容積包括了老虎窗包圍的空間，屋頂房間，和其他封閉空間，而不包括庭院或頂端開敞的採光豎井或開敞的門廊。美國建築師協會 (American Institute of Architects) 採用的標準方法登載於其 239 期文獻上 (A.I.A. Document)。亦可見標準局報告 BMS91。

構造方式，技術的優劣，以及許多其他我們不在此處討論的因素都會影響房屋成本，但是這些因素中最重要的是房屋建造地區當時的情況和造價。1913 至 1940 年間的價格波動可由圖 2 的成本指數曲線看出。

1940 年時一棟構造良好，非防火的兩層樓住宅建築成本為每平方呎樓地板面積（包括地下室地板）3 元至 6 元，每立方呎的成本為 0.3 元至 0.6 元。構造良好而防火的學校建築，公寓，辦公樓，旅館，和醫院的成本為每平方呎樓地板面積 6 元至 12 元，每立方呎成本為 0.4 元至 1 元，其中大部分建築物成本跌至每立方呎 0.5 元和 0.65 元。倉庫，車庫，工廠，體育場，和沒有內部裝修，只有少量衛生管道的同類建築物成本為每立方呎 0.2 元至

6 房屋建築

0.3 元。

一棟高層辦公樓大約有三分之二的樓板是可出租的，其他部分為走廊，電梯，廁所設備，機械房等，可出租樓板面積每 1 平方呎須佔有總容積中的 18 立方呎。

最好的成本資料是由建築師和工程師根據他們的經驗和爲了他們自身需要而作出者。其他的資料可由建築和工程刊物得到。投標時不能以這種資料爲憑，必須小心而詳細的估計。

合乎經濟的高度。房屋的高度爲了種種理由受到建築法規的限制，但是在既定情況下，有一種高度將會使對於建築物的投資，和其所佔地在結構物存在的年限內的投資得到最大百分比的年純利潤。以一棟辦公樓或旅館建築來看，它的收入是由出租寫字間或住所而得，爲得到最大百分比的純利潤所需的可租空間量由建地成本而定。假如這是唯一的因素，假如沒有法律和工程上的限制，而且假如所有準備的空間都能出租，則純利潤的百分比將因樓高的增加而提高。不過建築物中許多部分之可租樓地板面積每平方呎的成本因樓高的增加而提高。這種成本的提高只有部分被減低的成本抵消。有些部分的成本與高度無關。下列影響經濟高度的比較重要因素是由克拉克 W.C. Clark 和金斯頓 (J.L.Kingston) 合著之「摩天樓」(The Skyscraper) 一書中摘出：

1. 土地的價值。
2. 地塊的大小和形狀。
3. 法律的限制。
4. 建築設計和計劃的效力。
5. 可能提高成本的建造因子。
結構鋼，電梯，磚工，衛生管道和給水設備，暖氣和通風設備，電燈和動力路綫，所有機械設施，永久內部隔間，窗戶和玻璃。
6. 可能減低成本建造的因子。
屋面料，土方和基礎。
7. 保持一定成本的建造因子。
室內裝修，混凝土樓板，外部裝修。
8. 可租樓板面積藉電梯和其他服務設施合併，因高度增加而增加。
9. 平均構造成本。
10. 各層出租價格的差異。

11. 各層經營費用的差異。

以上面各點為參考，所做對經濟高度研討的結果，可推斷，1930年在紐約價值每平方呎100到300元面積200呎×405呎的土地上所建房屋，最經濟的高度是63層，若地價為每平方呎400元則為75層。由於所得純利潤的比率隨高度的增加而增加，當然在低價土地上的這種比率要較高價土地的為低。

突出的建築物。在1929年期間，世界上最高的建築物是紐約的渥爾渥斯大廈(Woolworth Building)，60層，高792呎；到了1930年70層高927呎的曼哈頓銀行大廈(the Bank of Manhattan Building)，和77層連旗杆在內1046呎的克萊斯萊大廈(Chrysler Building)都超過渥爾渥斯大廈。1931年完工的帝國大廈(the Empire State Building)有85層，高1245呎。它的容積有三千六百萬立方呎，出租面積為兩百萬平方呎。帝國大廈的造價約為35,000,000美元，包括17,500,000元的地價。它約供給了20,000人辦公的空間。芝加哥的商業市場(Merchandise Mart)有超過4,000,000平方呎或93畝的樓板面積。在國內任何建築物中都是最大的樓板面積。國內各建築物中最深的基礎是位於飾緣平面下262呎深的岩石上，用來支持克利夫蘭聯合車站大廈(Cleveland Union Terminal Building)塔的樁。跨度最大的屋頂之一是位於俄亥俄州阿克隆的古得義飛機庫(the Goodyear Hangar, Akron, Ohio)的三鉸拱，跨度為325呎。

美國是摩天樓的發源地，但其他國家也有它們的高建築物。德國建於1377年，完工於1890年的烏耳姆座堂(Ulm Cathedral)有528呎高的塔，建於1300年而完工於1880年的科隆座堂(Cologne Cathedral)也有512呎高的尖塔。1564年完工的羅馬聖彼得教堂圓拱頂上的十字架頂高達435呎。1887年完工的巴黎艾飛爾鐵塔有1000呎高，1935年建在蘇俄莫斯科的一座塔狀建築物——蘇維埃皇宮——將是世界上最高的建築物，它有1375呎高。

第二節 建築的分類和一般規定

建築法規。構造形式，材料的品質，樓板載重，容許應力，以及所有其他有關建築物的要素都包含在建築法規內。每一個城市都有那個城市內建築物所必須遵守的法規。這些法規非常不統一，甚至是沒有要變化的理由。使

得在同一情況下的樓板載重、容許應力、牆壁厚度和其他許多項目都有很大的變化幅度。結果使得那些不僅在一個城市工作的建築師和工程師們，不是浪費材料就是影響安全，並且把他們搞昏了。

很多機構都在從事改善這種情形。商務部的建築法規委員會做出關於這個問題各種情形的報告；太平洋岸官方建築會議(the Pacific Coast Building Officials Conference)出版了一份統一建築法規；國家火險保險業協會(the National Board of Fire Underwriters)出版了一本適當的建築法規；並且美國材料試驗協會⁵也出版了許多材料說明書。這些刊物可作為經常的參考。

建築法規的權限。在實施建築法規時所牽涉到的法律政策由下面這段自商務部建築法規委員會所提出的報告中可得到一個輪廓：

法規的要目依所謂的「統治力」來執行。統治力是政府一種用來保護人民使其在有關安全、健康、道德或類似方面不受到他人傷害的固有權力；所以除非一項法規要求能夠顯示出需要這種保護，否則在法庭上是不會受到支持的。統治力的範圍從不加以限制，以防其失去伸縮性，但是通常它的範圍總是漸漸擴大。它有時能有很多解釋，但通常的結果是當在法庭中提出一件模稜兩可的案子時，它將保護人民使法規敗訴也使建築部門官吏吃驚。統治力的執行是由州委派給市的，統治力的規則也是由州議會制定的，通常要比由地方議會制定的不一致條款要好。

依構造分類。建築法規通常依照建築構造的形式，或依用途和使用性質而將房屋分類。依構造形式分類時最重要的因素是防火性。以這種方式來將房屋分類就必須對牆、柱、樓板、和其他建築構件在遇火情況下的性能加以量度。如國家火險保險業委員會的「建築法規」附錄⁶上所述的：

要做到這點，材料和裝配的防火性就必須依著一種常用的標準來量度和詳細說明，這種標準須以能適用於廣泛的材料，位置和遇火情況的文字來表示。

標準的耐火試驗是將材料或房屋構件的樣品在指定強度的火中試驗，在大多數情況下，當樣品在受熱中再在救火水管的水流下做試驗。性能被定義為在出現第一個作用臨界點前，所經過的標準受火時間，並以小時表示。舉