

大專營造用書

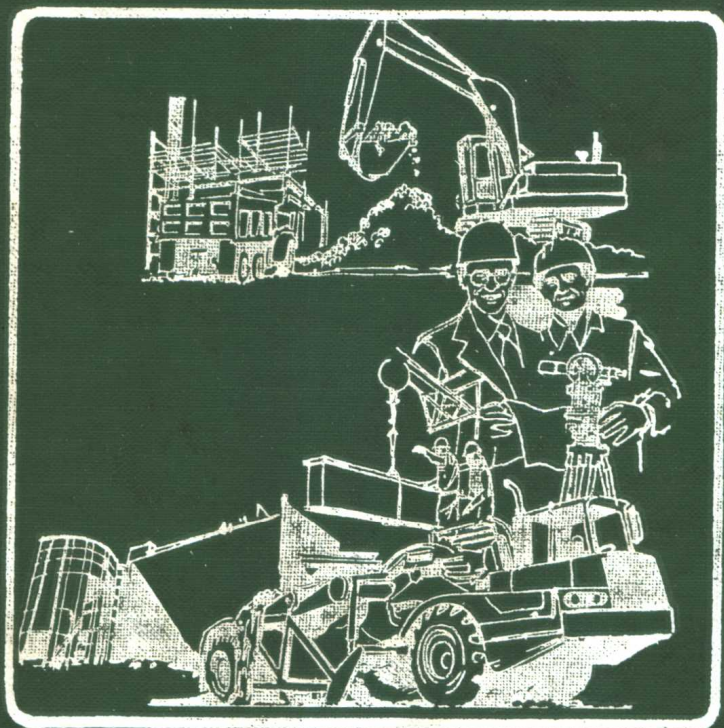
土木材料學

Materials

For

Civil Engineering

周耀燮 黃依典 編 著



科教圖書出版社印行

總經銷 三民書局

大專營造用書

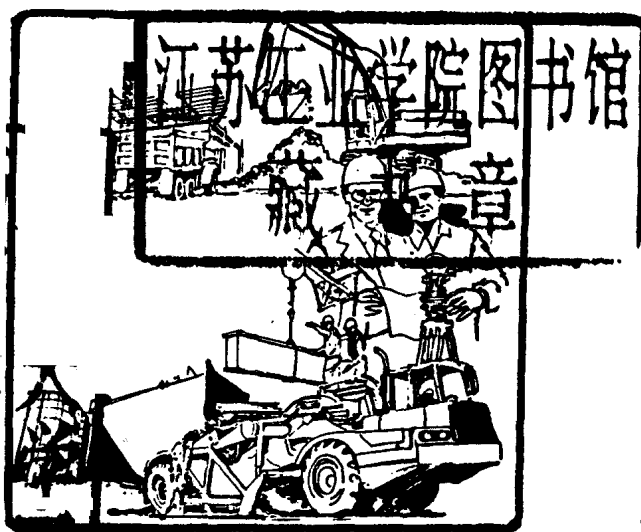
土木材料學

Materials

For

Civil Engineering

周耀鑾 黃依典 編 著

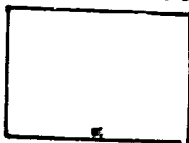


科教圖書出版社印行

總經銷 三民書局

土木材料學

版權所有



翻印必究

編著者：周耀鑾 黃依典

出版者：科教圖書出版社

社址：台北市漢口街1段8號

3樓

電話：314-8982

發行者：周杰之

印刷者：松美彩色印刷廠有限公司

地址：台北市貴陽街2段96巷34號

電話：361-4832

總經銷：三民書局

地址：台北市重慶南路一段61號

特價 200元

中華民國六十八年九月初版

編輯大意

- 1 目前我們生活在一個高度競爭的社會，由於科學技術急速進步，土木新材料的開發日新月異，早已由利用材料時代，邁進革新創造的時代，故從事土木建築業者，不但對已有的土木材料有確知的必要，對於新產的土木材料更應加以認知，本書編輯內容因而酌予加入新土木材料及我國國家標準（C N S）等資料，以啟發學者對新技術、新觀念之體認與運用。
- 2 本書共分十四章，每週授課四小時，足可供從事一學期之教學，或每週授課二小時供一學年之教學，並可供營造業者參考之用。
- 3 本書之編撰係參考中、美、日最新出版之書籍，書中所用中文名詞，原則上以採用國家公布或全國性專門學會公布者為準。
- 4 本書之編撰及校訂，雖力求嚴謹，但疏漏錯誤之處，仍恐難免，尚請教學先進及讀者惠予指正。

周 耀 鑾 謹 識
黃 依 典

土木材料學

目錄

第一章 總 論	1
§ 1—1 土木材料之分類	2
§ 1—2 規格	3
§ 1—3 材料之性質	4
§ 1-3-1 力學性質	4
§ 1-3-2 物理性質	12
§ 1-3-3 化學性質	15
第二章 水 泥	16
§ 2--1 概述	16
§ 2--2 波特蘭水泥	19
§ 2-2-1 製法	21
§ 2-2-2 化學成份與硬化	28
§ 2-2-3 性質與試驗方法	35
§ 2-2-4 波特蘭水泥之種類	44
§ 2—3 混合水泥	47
§ 2—4 特殊水泥	49
§ 2—5 水泥之貯藏與輸送	52

第三章 混凝土

§ 3—1 概述	58
§ 3—2 骨材	61
§ 3-2-1 分類	62
§ 3-2-2 採取與加工	64
§ 3-2-3 篩分析與級配	67
§ 3-2-4 性質與試驗方法	74
§ 3-2-5 貯藏	80
§ 3—3 混合用水	81
§ 3-3-1 水質	82
§ 3-3-2 水量與塌度	82
§ 3-3-3 水灰比與強度	83
§ 3—4 混凝土之性質與其試驗法	85
§ 3-4-1 新拌混凝土之性質與其試驗法	85
§ 3-4-2 硬化混凝土之性質與其試驗法	90
§ 3—5 混凝土之配合	97
§ 3-5-1 配合方法之種類	98
§ 3-5-2 簡便配合法	98
§ 3-5-3 設計配合法	100
§ 3—6 混凝土之附加劑	108
§ 3—7 混凝土之施工	118
§ 3-7-1 材料之計量	118
§ 3-7-2 拌合與輸送	120
§ 3-7-3 搗灌與養生	121
§ 3—8 各種混凝土	125

§ 3-8-1	預拌混凝土	125
§ 3-8-2	水中混凝土	126
§ 3-8-3	輸氣混凝土	127
§ 3-8-4	輕質混凝土	128
§ 3-8-5	重質混凝土	130
§ 3-8-6	預疊混凝土	130
§ 3-8-7	大體積混凝土	132
§ 3-8-8	預力混凝土	132
§ 3-8-9	真空處理混凝土	133
§ 3-9	混凝土製品	134

第四章 石 材137

§ 4-1	概述	137
§ 4-2	石材之分類	137
§ 4-3	石材之性質與其試	143
§ 4-4	土木用各種石材	155
§ 4-5	石材之風化與保護	165
§ 4-6	石材之規格與材積	166

第五章 黏土製品170

§ 5-1	黏土之分類與性質	170
§ 5-2	普通磚	176
§ 5-2-1	製法	176
§ 5-2-2	性質與試驗法	181
§ 5-2-3	形狀與品質	186
§ 5-3	特殊磚	189
§ 5-4	瓦	192

§ 5—5	瓷磚	184
§ 5—6	陶管類	195
§ 5—7	衛生陶器	198

第六章 玻璃199

§ 6—1	概述	199
§ 6—2	分類及化學成分	199
§ 6—3	玻璃之原料	200
§ 6—4	玻璃之製法	201
§ 6—5	玻璃之性質	203
§ 6—6	製品	205

第七章 瀝青材料 209

§ 7—1	概述	209
§ 7—2	石油地瀝青及焦油之製品	209
§ 7—3	地瀝青	211
§ 7-3-1	種類	212
§ 7-3-2	性質	213
§ 7-3-3	規格與試驗法	217
§ 7—4	焦油	224
§ 7—5	瀝青乳劑	226
§ 7—6	油溶地瀝青	229
§ 7—7	用途與製品	233

第八章 木材 235

§ 8—1	概述	235
-------	----------	-----

§ 8—2	木材之分類及組織	236
§ 8—3	木材之性質	238
§ 8-3-1	物理性質與其試驗法	239
§ 8-3-2	力學性質	242
§ 8-3-3	化學性質	246
§ 8—4	製材及乾燥法	251
§ 8-4-1	伐木	251
§ 8-4-2	搬運與貯木	252
§ 8-4-3	製材	253
§ 8-4-4	乾燥法	254
§ 8—5	木材之腐蝕及其保存法	257
§ 8—6	木材之品質	263
§ 8—7	木材之材積計算法	265
§ 8—8	木材之加工品	266
§ 8-8-1	合板	267
§ 8-8-2	其他加工品	269
§ 8—9	國產重要木材	270
§ 8—10	輸入木材	272
§ 8—11	竹材	277

第九章 高分子材料278

§ 9—1	概述	278
§ 9—2	塑膠之種類	278
§ 9—3	塑膠添加物	288
§ 9—4	製造與加工	289
§ 9—5	塑膠之一般特性	290

§ 9—6 土木工程上之應用	296
§ 9-6-1 管類	296
§ 9-6-2 板類	296
§ 9-6-3 玻璃纖維強化塑膠	296
§ 9-6-4 水利上之應用	301
§ 9-6-5 道路及鐵道上之應用	302
§ 9-6-6 接層劑	302
§ 9-6-7 土壤安定劑	303
§ 9—7 橡膠	303

第十章 金屬材料307

§ 10—1 概述	307
§ 10—2 金屬材料之性質	307
§ 10—3 鐵材	314
§ 10-3-1 分類	314
§ 10-3-2 生鐵之製造	316
§ 10-3-3 鋼之製造	318
§ 10-3-4 鋼與鐵之製造成形法	324
§ 10-3-5 鋼與鐵製品之用途與規格	329
§ 10-3-6 鋼之力學性質與其試驗法	341
§ 10-3-7 鑄鐵與鑄鋼	354
§ 10-3-8 合金鋼	360
§ 10—4 非鐵金屬	371
§ 10-4-1 銅及銅合金	371
§ 10-4-2 鋁及鋁合金	378
§ 10-4-3 鋅、鉛、錫及其合金	381

第十一章 塗料	388
§ 11-1 概述	388
§ 11-2 塗料之分類	388
§ 11-3 油漆	390
§ 11-4 特殊塗料	397
§ 11-4-1 防銹塗料	397
§ 11-4-2 耐化學性塗料	397
§ 11-4-3 發光塗料	398
§ 11-4-4 防火塗料	400
§ 11-4-5 防水塗料	400
§ 11-4-6 耐熱塗料	400
§ 11-4-7 其他特殊用途之塗料	400
§ 11-5 假漆	400
§ 11-5-1 油性假漆	401
§ 11-5-2 酒精性假漆	402
§ 11-5-3 合成樹脂漆	402
§ 11-5-4 噴漆	403
§ 11-6 漆	404
§ 11-7 其他塗料	405
§ 11-8 油漆塗刷作業	406

第十二章 火藥類	409
----------------	-----

§ 12-1 概述	409
-----------------	-----

§ 12—2 火藥之種類	409
§ 12—3 火藥類之性能	411
§ 12—4 引發用品	418
§ 12-4-1 導爆線	418
§ 12-4-2 雷管	420
§ 12—5 使用之注意事項	423

第十三章 金屬之防蝕法426

§ 13—1 概述	426
§ 13—2 基本原理	426
§ 13—3 典型反應	427
§ 13—4 腐蝕之型式	429
§ 13—5 抗蝕之方法	434

第十四章 絕熱(保温)、耐火、隔音(吸音)材料439

§ 14—1 絕熱(保温)材料	439
§ 14-1-1 分類	439
§ 14-1-2 基本條件	440
§ 14-1-3 熱傳導係數	441
§ 14-1-4 絕熱材料介紹	441
§ 14-1-5 常用絕熱材料之性能	443
§ 14-1-6 選用絕熱材料應行注意的問題	444
§ 14—2 耐火材料	445
§ 14-2-1 分類	446
§ 14-2-2 常用之耐火材料	446

§ 14-2-3 耐火材料之性質	448
§ 14-2-4 耐火材料之試驗	450
§ 14-3 隔音(吸音)材料	450
§ 14-3-1 聲音之物理性質	451
§ 14-3-2 吸音係數	452
§ 14-3-3 隔音材料的型式	454
§ 14-3-4 隔音處理	454
§ 14-3-5 噪音之減低	456
§ 14-3-6 隔音材料介紹	457
附錄 I 中國國家標準目錄(CNS)	461
附錄 II 單位換算表	481

第一章 總 論

土木材料之範圍甚廣，凡與土木工程有關之材料，無論是臨時搭架的材料或者直接應用於工程本身的材料，皆謂之土木材料。簡言之，凡土木結構物使用之材料均稱之為土木材料。住宅、學校、庭院圍牆、橋樑、水壩，以及各種設施工程等，其所使用之水泥、石材、木材、粘土、砂、磚、瓦、塗料、玻璃等皆為土木材料。

對於構造物之設計及施工，有關材料之知識極為重要，若非熟知其基本性質，難以達成合理之設計。於施工中，必須隨時取樣試驗或判斷使用材料所需之強度，並顧及耐久性之保持。

有關土木材料之基本性質者；係涉及物理學、化學、生物學或地質學，如材料之比重、比熱、強度、及耐久性等性質即是。材料之優劣與其性質有密切之關係，所以採購時不得不慎。而通常材料之製造廠家，對其產品之性質（如比重、強度、耐久性等）及它的規格，均有資料參考。對於沒有現成或可靠資料參考之材料最好要先經過試驗，判斷其性質才加以使用。

工程與材料，彼此相互為依，新之材料才能產生新之工程，如無鋼筋混凝土決不能有能數十層摩天大廈；輕合金若不問世，航空亦不會有今日之進步。工程所涉及之範圍甚廣，如構思、施工，以及其他。但材料之性質及加工務須充分瞭解，以期使材料適得其所，而能發揮物盡其用。

土木材料之種類甚多。古代主要使用天然資源，如石材、木材及粘土等，隨著文明發達與科學進步，構造物種類及施工法漸趨複雜，材料亦因工業之發展逐漸遍及各行業，造成多種人造材料，同時亦改良了天然材料之性質。因此為能因材適所，對於材料性質應有明確之

認識，且吾人應瞭解，目前已進入材料改良以及人造新材料之時代矣。

§ 1—1 土木材料之分類

土木材料可依各種條件加以分類。茲依其構造物主體、出產及化學成份之類別分述如下：

一、構造物主體

a. 構造物主體材料：強度乃是形成構造物主體之主要性能。其材料包括石材、木材、混凝土、水泥、金屬材料及粘土製品等。

b. 非主體材料：主要為達到保存、裝飾及緩衝之目的而添加於主體結構物謂之。

二、出產類別

a. 天然材料：石材、砂料、木材、粘土及金屬材料等。

b. 人造材料：磚、水泥、合金鋼材、瀝青材料、石油、玻璃、陶管等。

三、化學成份

a. 有機材料：含碳量之材料，如木材、瀝青及塑膠類等。

b. 無機材料：不含碳量之材料，可再詳分如下：

金屬材料——鐵金屬、非鐵金屬。

非金屬材料——粘土製品、石材、水泥及混凝土塗料等。

在以上分類中，構造物主體材料並非一定的，乃視情況局定；如在木構造中以木材為主體，在磚構造中以磚為主體，而在鋼骨構造中則以鋼骨為主體，同理非主體材料（副材料）也並非絕對。

目前對於上述各種材料在單位時間內之使用量，並未有確實的估計量，尤其各種新興材料更難預計，茲將最近約略估計值列如下：

建設工程所使用之材料數量

木材 (包括一般用材)	30,000,000 m ³
水泥	30,000,000 t
卵石、碎石	190,000,000 t
瀝青 { 原溜 (Straight)	655,000 t
吹製 (Blown)	150,000 t
普通鋼材	3,400,000 t
塑膠 (總量)	920,000 t

§ 1—2 規格

使用於工礦業製品，若其品質、尺寸及形狀等若多種多樣時，則將在生產上及販賣使用上，造成材料、勞力及時間上的浪費，使經濟上蒙受損失。因此爲了促使產品生產、流通及消費方便，有必要全國性或國際性地統一其形狀、尺寸、品質、使用方法及試驗方法，如此不但產品得以改善，而且生產者及消費者均受利。在我國工業規格標準化之先驅是爲水泥，首先是對於彼德蘭水泥 (Portland Cement) 試驗方法之統一，然後設立工業品規格統一規劃委員會及促進國家規格調查審查等事業。至今已制定規範計有：

中國國家標準 China National Standard (CNS)

美國混凝土學會 American Concrete Institute (A.C.I. Standard)

美國土木工程學會記錄 Proceedings of The American Society of Civil Engineering (ASCE Proceedings)

美國公路官員協會 The American Association of State Highway Officials (AASHO Standard)

國際硬木委員會 National Hard Wood lumber Association

日本工業標準 Japanese Industry Standard (JIS)

英國BS

德國DIN

美國波特蘭水泥協會 Portland Cement Association (PCA)

§ 1—3 材料之性質

一般土木材料之使用，不但要合於工程材料性質外，仍需達到經濟條件，則工程方達最佳效益。

所謂經濟條件乃指：

(1) 材料供給豐富。

(2) 材料價格低廉。

(3) 材料處理容易。

以上三條件中，其中少一則經濟條件降低。

土木材料之選用，雖然經濟條件未必為絕對條件，倒是其工程材料性質之考慮是必要的。而其性質之著眼點在其耐久性。為方便起見，將土木材料性質之考驗以力學性質、物理性質及化學性質分述如下：

§ 1-3-1 力學性質

力學性質主要有彈性、塑性、流性、延性、展性、脆性、剛性、強度、疲勞、韌性及硬度等。

一、彈性、塑性及流性 (Elasticity、Plasticity & Fluidity)

當外力施於物體後，產生變形；除去外力後，物體之變形可以復原之性質，稱為彈性，雖取去外力，但其變形依舊，不能復原之性質，稱為塑性。凡材料受力後，顯出緩慢的流動，此特性稱為流性。

沒有材料具有完全彈性或完全塑性，通常都具有兩方面之性質，應力到某種程度時大部呈彈性變形，而超過此程度時漸次成塑性變形

二、剛性、延性、展性、韌性、脆性 (Rigidity、Ductility、Ma-