

混凝土施工

常正之 著

科學技術叢書／三民書局印行



混 凝 土 施 工

常 正 之 著

學歷：國立成功大學土木工程研究所畢業

經歷：臺北市政府工務技佐

彰化建國工專講師

現職：任教國立成功大學土木工程系

三 民 書 局 印 行

三民書局



教育部 教科圖書 發售 具審定執照

茲據 三民書局 呈送 修正之編

五年制二專 泥工 施工 (合) 冊經本部審

定合於 五年制二專 之用其有效期

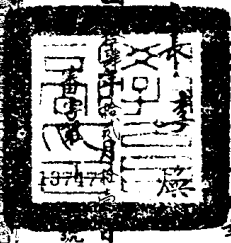
限叁年自 柒拾伍年 玖月

日起至 柒拾捌年 捌月 日止

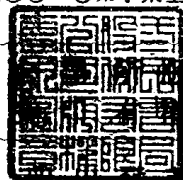
合行發給執照

存給 三民書局 收執

中華民國



號〇〇二〇第字業臺版局證記登局聞新院政行



中華民國七十五年一月初版

◎ 混 凝 土 施 工

基本定價柒元伍角陸分

著者 常 正 之

發行人 劉 振 強

出版者 三民書局股份有限公司

印刷所 三民書局股份有限公司

臺北市重慶南路一段六十一號
郵撥：〇〇〇九九八十五號

編 輯 大 意

- 一、本書係遵照教育部七十二年一月頒布之五年制工業專科學校土木工程科「混凝土施工」課程標準編輯而成。
- 二、本書全一冊，共分九章，供五年制工業專科學校土木工程科第四學年上學期教學之用。
- 三、本書每一章節之內容，均力求學理與實務並重，授課教師可視學生程度及授課時數，作通盤的講授，或擇要為之（本書中加註*之章節，可視情況不於課堂講授，而由教師指定學生閱讀或逕行省略）。本書中涉及規範部份，除參考經濟部中央標準局頒定之中國國家標準 CNS；美國材料試驗學會 ASTM 及 ACI 有關之規定外，並列舉英國、加拿大、西德等國有關之規定，提供讀者參考。
- 四、本書編輯、校對雖力求完善，惟疏漏之處，在所難免，懇請方家先進惠予指正。

混凝土施工 目次

編輯大意

第一章 概 述

一、混凝土之構成	1
*二、鋼筋混凝土	3
*三、預力混凝土	7
I. 沿革	7
II. 原理	13
III. 種類	19
IV. 預力混凝土與鋼筋混凝土之比較	24
參考文獻	29
習 題	29

第二章 混凝土之重要性質及其相關因素

一、強度	31
I. 影響強度之因素	31
II. 各種強度間之關係	36
二、工作性	38
I. 工作性之意義	38
II. 影響混凝土工作性之因素	39
III. 粒料析離及溢水現象	44
*IV. 工作性的量度	47

2 混凝土施工

三、耐久性	57
I. 耐久性的意義及影響因素	59
II. 水灰比對耐久性的影響	59
III. 化學性侵蝕	60
IV. 物理性侵蝕	71
V. 混凝土的龜裂	73
四、水密性	73
I. 混凝土之透水性	74
II. 影響水密性的因素	76
五、體積穩定性	77
I. 彈性應變	78
II. 彈性模數的決定	78
III. 收縮	86
IV. 混凝土的潛變	100
六、經濟性	116
I. 混凝土配合設計方面	116
II. 材料來源及價格	116
III. 預拌混凝土與場拌混凝土之選擇	117
IV. 拌合機具及施工機具的選擇	118
V. 工程管理	118
參考文獻	119
習題	119

第三章 混凝土之拌合材料及附加劑

一、結合材料	121
I. 天然水泥	121

II. 波特蘭水泥·····	122
III. 改良波特蘭水泥·····	164
*IV. 非波特蘭系列之無機水泥·····	180
V. 發展中的結合材料·····	185
二、骨材·····	188
I. 骨材在混凝土中之重要性·····	188
II. 骨材性質對混凝土性質之影響·····	189
三、混凝土混合劑·····	243
I. 定義及分類·····	243
II. 混合劑的應用·····	244
III. 輸氣混合劑·····	247
IV. 化學類混合劑·····	260
V. 礦物類混合劑·····	275
*VI. 其它混合劑·····	279
VII. 結 語·····	281
四、水·····	281
I. 水中所含的不純物質·····	282
II. 拌合水檢驗的方法·····	285
參考文獻·····	287
習 題·····	287

第四章 混凝土之配比、拌合與輸送

一、拌合前之準備工作·····	289
*I. 配合設計時的基本考慮·····	289
*II. 配合設計基本諸元·····	291
III. ACI 配合設計法·····	294

4 混凝土施工

IV. 小數量的混凝土配合	303
V. 配合設計實例	305
二、材料秤量	308
三、混凝土之拌合	309
I. 拌合設備	309
II. 骨材的操作、處理	311
III. 拌 合	313
四、混凝土之輸送	321
I. 泵浦輸送	329
參考文獻	337
習 題	337

第五章 混凝土之灌置及搗實

一、灌置前之準備工作	339
I. 基礎處理	339
II. 硬化混凝土表面之處理	339
III. 鋼筋及模板之檢查	341
二、混凝土灌置作業	342
I. 一般要求	342
II. 基礎及已硬化之混凝土表面砂漿的灌置	343
III. 牆及柱(深且模板間距狹窄之構造物)之灌置	343
IV. 梁之灌置	346
V. 版(水平面)之灌置	346
VI. 斜坡混凝土之灌置	347
VII. 塊石混凝土之灌置	347
VIII. 逆打式接合之灌置	348

IX. 滑動模板混凝土之灌置	350
X. 預疊混凝土之灌置	353
XI. 噴凝土之灌置	354
XII. 水中混凝土之灌置	356
XIII. 混凝土之灌置接縫	358
三、混凝土之搗實	359
I. 手工夯實	360
II. 振動器振實	362
參考文獻	373
習 題	373

第六章 混凝土之表面粉飾與養生

一、混凝土之表面粉飾	375
I. 表面修補	375
II. 刮 飾	377
III. 浮板修飾	377
IV. 鏝 飾	380
V. 刷 飾	380
VI. 磨 飾	381
VII. 表面硬度的加強處理	382
VIII. 鑿 飾	382
IX. 整體修飾	383
二、混凝土之養生	383
I. 養生所需之時間	384
II. 養生所採用之方法	385
III. 濕治及護膜養生之溫度	394

6 混凝土施工

IV. 冷天時應注意之事項	396
V. 熱天時應注意之事項	397
參考文獻	399
習題	399

第七章 模 板

一、概 述	401
二、模板設計	404
I. 模板系統選擇	405
*II. 模板設計之基本公式	407
三、材 料	416
I. 木製模板	416
II. 金屬模板	421
III. 玻璃纖維模板	424
四、板材	426
五、繫結材	426
六、支撐	432
七、隔件	437
八、工作縫	438
九、模板塗料	440
I. 塗料種類	440
II. 模板塗料之施工方法	441
十、模板之拆除	442
I. 混凝土可安全拆模之最低強度	444
II. 安全拆模之最短時限	445
參考文獻	449

習 題	449
-----	-----

第八章 混凝土之品管

一、概述	451
*二、工地試驗	452
I. 試驗設備	452
II. 混凝土工地試驗法	457
三、試驗結果分析	487
I. 變異性的決定	488
II. 在混凝土方面的應用	490
III. ACI對混凝土變異性所採因應之道	492
IV. 需要設定之平均強度之選擇	496
V. 試樣數量的決定	497
VI. 品質管制圖	498
VII. 品管後強度低於規定值之應變措施	501
VIII. 構造物之安全性	502
參考文獻	505
習 題	505

第九章 混凝土之龜裂與表面瑕疵

一、龜裂產生的原因	507
二、龜裂之控制	509
三、混凝土的表面瑕疵	513
參考文獻	516
習 題	516

中英名詞對照索引

第一章 概 述

一、混凝土之構成

混凝土爲一種材料，一種構築材料；當今的社會，幾乎可說是由混凝土所造成的，而我們的日常生活，也直接或間接的與混凝土，有著極爲密切的關係。大凡我們居住、工作、求學、遊憩、交通等等，均離不開以混凝土所構築的構造物，因此，生而爲現代的人類，尤其是土木工程師，更不能不對混凝土，有相當的瞭解。

一般所指的混凝土，係指由水泥、粗細骨材及水拌合而成的；常用的粗骨材，爲卵石或碎石，細骨材爲砂或其他材料。組成混凝土的各項材料，經適當配合並充分拌合後，形成一種塑性體，可澆鑄成各種形狀，當水泥與水發生水化作用後，混凝土逐漸凝結、硬化、產生強度，足以承受荷重，抵抗外力，隔絕部份的溫度、濕度，提供人類溫暖舒適的生活環境，及工作場所，滿足人類食、衣、住、行、育、樂等多方面的需要，甚至，我們說混凝土爲構成人類現代文明的根本亦不爲過。

混凝土亦可視爲一種結合材與骨材之混合物⁽¹⁻¹⁾，在古埃及，人們利用泥漿將磚、石結合成一整體，巴比倫人及亞述人，利用天然產的瀝青，來結合磚石⁽¹⁻²⁾，我國則曾經利用糯米漿、洋菜等作爲骨材的膠結劑；而目前，混凝土所使用的結合材，則包含了瀝青類與非瀝青類兩大類，其中瀝青類，包括了瀝青材料 (Asphalt) 與焦油 (Tar)

兩種，瀝青材料又可分成瀝青及柏油兩種（參見表 1-1），以瀝青材料製成的混凝土，稱為瀝青混凝土。

表 1-1 瀝青材料之分類 (1-3)

瀝 青 材 料	瀝	天然瀝青	湖瀝青——產於湖底 岩瀝青——含於石質之中 山瀝青——產於山石孔縫之中	
		石 油 瀝 青	直餾瀝青（之瀝青膏）——以針入度分等級。	
			直餾瀝青	油溶瀝青——瀝青膏摻以精煉油。 乳化瀝青——瀝青膏摻以水及乳化劑。
	青	吹製瀝青——以針入度分等級。		
		柏 油	直餾柏油——以煤為原料，經乾餾、蒸餾而得。 油溶柏油——以等級較高之柏油加入煤焦油溶劑而得。	

非瀝青類之結合材料 (1-1)，包括天然水泥 (Natural Cement)、波特蘭水泥 (Portland Cement)、高鋁水泥 (High Alumina Cement)、矽灰水泥 (Pozzolan Cement)、及目前正處於研究發展階段的水溶性及油溶性樹脂 (1-4) 等。一般所指稱的混凝土，即係以普通波特蘭水泥所製造成的混凝土。

普通混凝土中，各項材料所佔的比例，大約如下所示 (1-5)：

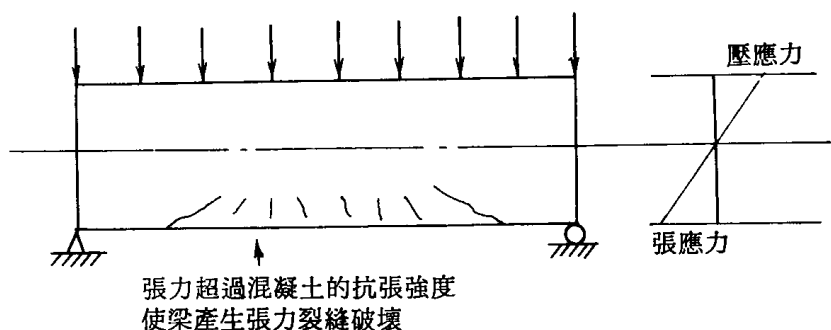
材 料 名 稱	絕 對 體 積
水	15~20%
水 泥	7~14%
骨 材	78~66%

水、水泥、骨材三者所佔之體積，分別為 15%、7%、78% 時，謂之少漿拌合 (Lean mix)，其稠度硬，所用之骨材亦粗；如果其配合比例，分別為 20%、14%、66% 時，則謂之多漿拌合 (Rich mix)，其稠度軟，所用之骨材亦細。

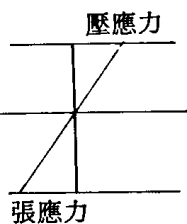
*二、鋼筋混凝土⁽¹⁻⁶⁾

由於混凝土的抗壓強度甚高，抗張強度甚低，僅約為抗壓強度的十分之一，而混凝土構造物，除了承受壓力荷重外，彎矩、地震力、偏心載重、風力、溫度變化、施工應力、收縮及潛變應力等，均能使混凝土受到或多或少的張力，爲了防止由於張力超過混凝土抗張強度所產生的破壞，我們在混凝土中，安置抗張強度甚高的鋼筋，以彌補混凝土抗張能力的不足，使得鋼筋與混凝土的結合體，能够承受更大的外加荷重，達到服務人類的目的；此種鋼筋與混凝土的結合體，便稱作鋼筋混凝土，鋼筋對於抗張能力的改善，我們以圖 1-1，說明如下：

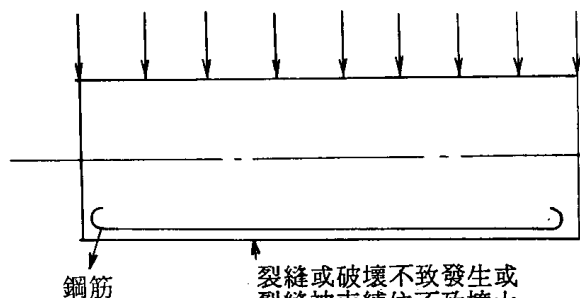
4 混凝土施工



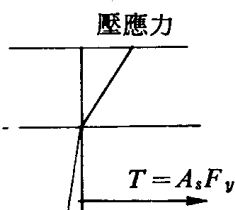
(a) 承受外力作用的混凝土梁



(b) 應力圖



(c) 承受相同外力作
用的鋼筋混凝土梁

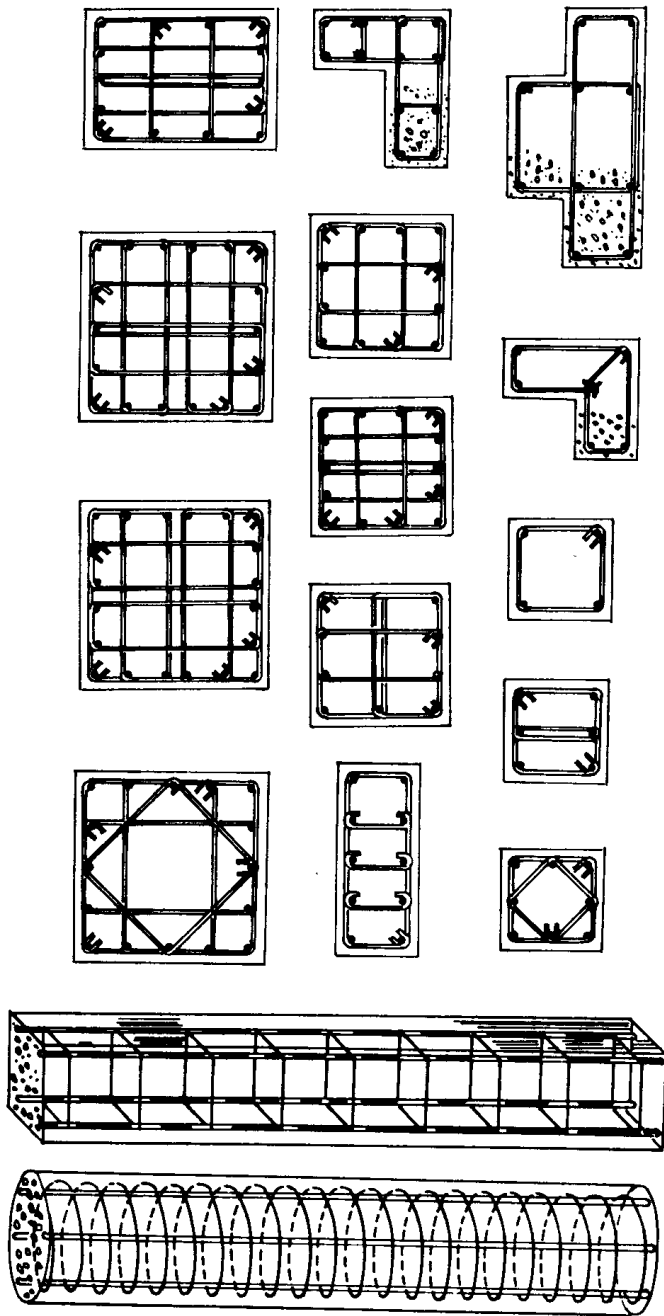


張力由鋼筋承受絕大部份，
使混凝土所受的張應力小
於抗張強度；即使張應力
大於混凝土的抗張強度而
使混凝土龜裂，由於鋼筋
的束縛，可使裂縫不致擴
大至整個斷面

(d) 應力圖

圖 1-1 鋼筋增強混凝土對於張力的抵抗

鋼筋除了用來增強構造物的抗張能力外，亦可以使用於承壓構材，或抵抗剪力與垂直荷重合成之斜張力的作用，或增強構材的抗壓強度，分別如圖 1-2、1-3、1-4 之說明⁽¹⁻⁷⁾。



(a) 螺旋箍筋柱 (b) 橫箍筋柱

(c) 柱箍筋配置的方式

圖 1-2 承壓構材以鋼筋補強

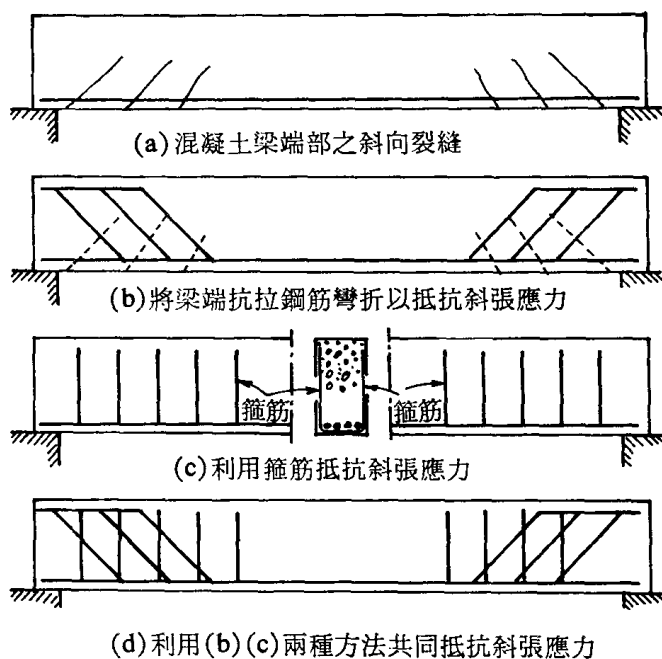


圖 1-3 以鋼筋抵抗剪力（斜張力）的作用

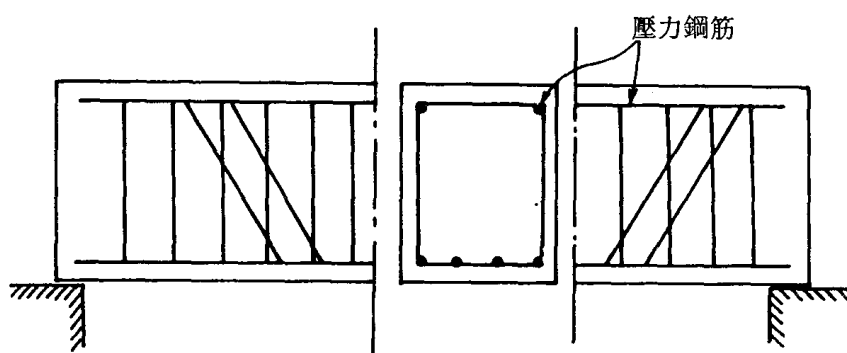


圖 1-4 以鋼筋增強構材的抗壓能力