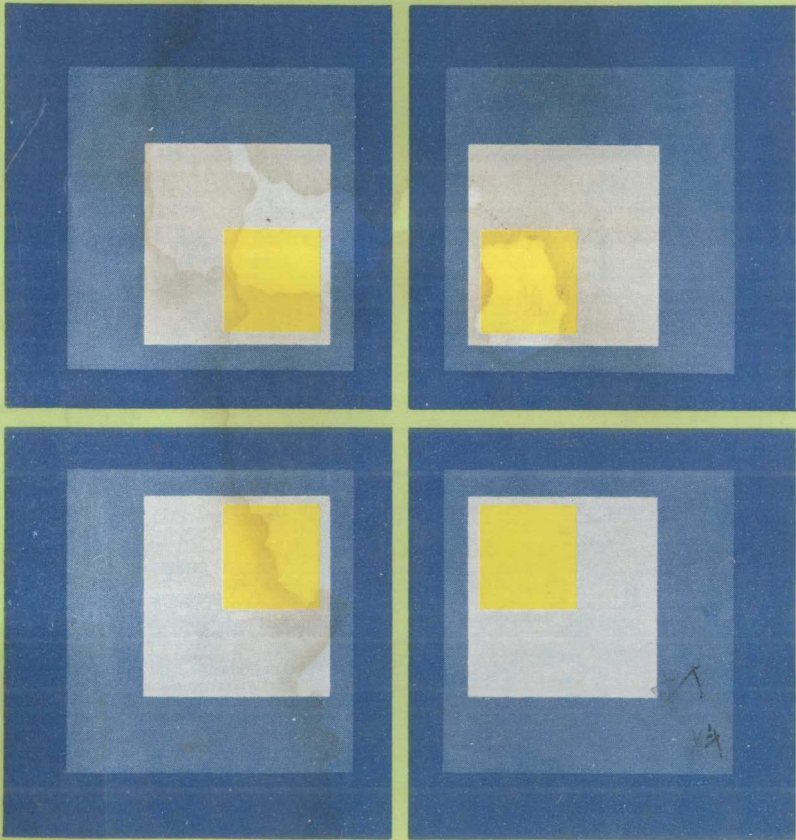


# 鋼筋混凝土

蘇 懇 憲 著



# 鋼筋混凝土

蘇 懇 憲 著

學歷：國立成功大學土木系畢業

美國威斯康辛大學土木研究所畢業

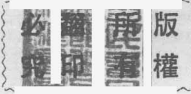
現職：國立成功大學土木系副教授

三民書局印行

TU37  
S812

行政院新聞局登記證 局臺業字第〇〇二號

中華民國六十七年七月初版



版權

# 鋼筋混凝土

基本定價貳元貳角伍分

著者 蘇 懇

發行人 劉 振

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

憲 强

臺北市重慶南路一段六十一號  
郵政劃撥九九九八號

## 編輯大意

- 一、本書係遵照教育部民國六十三年二月頒行之高級工業職業學校建築科建築學鋼筋混凝土課程標準編著。
- 二、本書全一冊，足敷高級工業職業學校，第三學年、第二學期每週四小時，一學期教學之用，並可供初學鋼筋混凝土者自習之用。
- 三、本書所用之中文名詞均以教育部公佈之土木工程名詞為準。其未公佈者，則依工程界所常用之名詞，或編者自行擬定。各名詞均附有英文原名，以資對照。
- 四、目前國內土木建築界尚採用「工作應力設計法」為鋼筋混凝土設計之依據，但1971年美國混凝土學會 (ACI) 全盤改變了幾十年來習用之工作應力設計法，而採用「強度設計法」。為了配合讀者應付國內工程界之工作，以及符合將來之需要，本書乃以兩種設計法同時並提介

紹。

- 五、 本書各章重要公式之應用，及規範之規定，皆附例題，另附習題，以供學者練習而貫通。
- 六、 本書計算題全部採用公制演算，以符合教育部之規定，並使讀者將來在工程界工作之便利。
- 七、 編者由於教學工作較忙，疏漏之處，尚祈學界先進，不啻指正。

編者 謹識

國立成功大學土木系

# 鋼筋混凝土 目錄

## 第一章 總 論

1-1 引言.....	1
1-2 鋼筋混凝土之發展過程.....	2
1-3 鋼筋混凝土之用途.....	3
1-4 鋼筋混凝土之優點.....	3
1-5 鋼筋混凝土之缺點.....	4

## 第二章 材 料

2-1 水泥.....	7
2-2 骨料.....	11
2-3 拌合水.....	13
2-4 混凝土.....	13
2-5 鋼筋.....	17
2-6 彈性模數.....	20

## 第三章 矩形梁之工作應力設計法

3-1 引言.....	25
-------------	----

3-2	梁之種類	26
3-3	符號	27
3-4	梁理論之基本假設	29
3-5	中立軸	29
3-6	平衡條件	32
3-7	單鋼筋矩形梁之斷面應力分析	33
3-8	鋼筋不足、理想和鋼筋過量之斷面	35
3-9	單鋼筋矩形梁之斷面設計	40
3-10	複鋼筋矩形梁之斷面應力分析	45
3-11	複鋼筋矩形梁之斷面設計	51

## 第四章 矩形梁之極限強度設計法

4-1	引言	57
4-2	應力與應變之關係	57
4-3	超載因數與減強因數	59
4-4	理想斷面之鋼筋比	61
4-5	單鋼筋矩形梁之斷面應力分析	62
4-6	單鋼筋矩形梁之斷面設計	65
4-7	複鋼筋矩形梁之斷面應力分析	71
4-8	抗壓鋼筋屈服之準則	78
4-9	複鋼筋矩形梁之斷面設計	79

## 第五章 剪力、斜張力、握裹力及錨定

5-1	引言	83
-----	----	----



5-2 斜張力	85
5-3 剪應力	87
5-4 腰鋼筋	90
5-5 混凝土之容許剪應力	91
5-6 腰鋼筋之抗剪強度	93
5-7 剪力設計之規範	94
5-8 鋼筋混凝土梁之剪應力圖	96
5-9 腰鋼筋之設計例題	98
5-10 握裹力與錨定	103
5-11 彎鈎	108
5-12 鋼筋之伸展長度	109
5-13 鋼筋之續接	111

## 第六章 丁形梁

6-1 丁形梁之原理	115
6-2 丁形梁之中立軸	116
6-3 梁翼之有效寬度	117
6-4 單鋼筋丁形梁之斷面應力分析——工作應力設計法	119
6-5 單鋼筋丁形梁之斷面設計——工作應力設計法	124
6-6 單鋼筋丁形梁之斷面應力分析——極限強度設計法	129
6-7 單鋼筋丁形梁之斷面設計——極限強度設計法	135

## 第七章 單向版

7-1 版之種類	143
----------	-----



7-2 版之一般規定	144
7-3 版設計	149
7-4 欄柵版之概論	155
7-5 欄柵版之設計	156

## 第八章 雙向版

8-1 引言	159
8-2 雙向版之力矩係數	160
8-3 力矩係數	162
8-4 雙向版之厚度	163
8-5 支承梁之荷重	166
8-6 雙向版之設計	169
8-7 平版之概論	176

## 第九章 柱

9-1 引言	179
9-2 柱之種類	181
9-3 側向鋼箍	182
9-4 螺旋鋼箍	183
9-5 軸載重	185
9-6 平衡狀態	188
9-7 軸載重與彎矩之相互作用	191
9-8 柱設計	196

## 第十章 基 礎

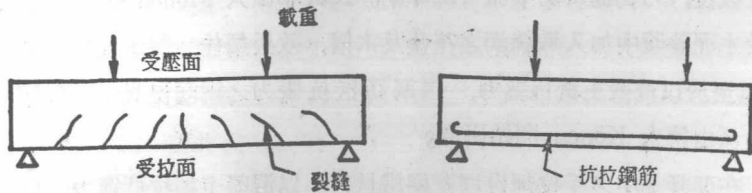
10-1 引言.....	197
10-2 基脚之種類.....	197
10-3 土壤容許承载力.....	199
10-4 牆基脚之設計.....	200
10-5 單柱基脚之設計.....	205
10-6 聯合基脚.....	215

# 第一章 總論

## 1-1 引言

鋼筋混凝土之英文名稱為 Reinforced Concrete，一般工程界人士均取英文單字之首字而以 R.C 稱之。

本世紀開始，混凝土 (concrete) 已在土木工程材料中佔有極重要之地位，因其易於塑成各種需要之形狀，且有甚高之抗壓強度 (compressive strength)。混凝土可稱為一種人造石，係用水泥、砂、石子 (礫石或碎石) 加水拌合而成，唯純混凝土 (plain concrete) 具有極高之抗壓強度，但其抗拉強度 (tensile strength) 甚弱，約為抗壓強度之  $1/10 \sim 1/8$  左右。所以純混凝土祇適用於結構物中承受純壓力之肢桿 (member)，事實上，結構物中大部份肢桿其內部發生之應力不只壓應力，同時也有拉應力，因混凝土對於拉應力不能勝任，致肢桿之拉應力部份產生裂縫 (crack)。因此必須加置鋼筋於混凝土內，令其承擔肢桿內所生之拉應力。充分利用混凝土和鋼筋兩大材料之特性，而構成鋼筋混凝土。即肢桿內所生之壓應力完全由混凝土承擔，同時所生之拉應力完全由鋼筋承擔。



## 1-2 鋼筋混凝土之發展過程

1756年英人 John Smeaton 曾以石灰石與黏土之混合料燒煉磨碎後，可在水中凝結，具有強力之膠結性能，當時稱爲水硬石灰 (hydraulic lime)。

1760年英人 James Parker 因燒含有黏土之石灰石，而得水硬性之粉末稱爲派克水泥 (Parker cement)，又稱羅馬水泥 (Roman cement)，此爲天然水泥之起源。

1824年，有水泥之父之稱的英人 Joseph Aspdin 以人工混合石灰與黏土，加以煨燒製成水泥，稱爲波特蘭水泥 (Portland cement)。

此後，在製造方面經無數的研究改進，得有今日之品質優良，產量龐大之水泥。

二十世紀初，水泥工業已迅速發展，各地所產水泥品質相差懸殊，故 1904 年美國材料試驗學會 (American Society of Testing Materials) 簡稱 ASTM，乃將水泥品質製訂詳細之規格。舉凡水泥之化學成份、細度、凝結時間、抗壓強度、抗拉強度、砂漿空氣含量、比重等均有詳細之規定。

混凝土之使用，雖已爲時甚久，然直至19世紀初葉，混凝土之使用仍僅限於抗壓材料。1850年法人 Lambot 以混凝土製成小舟，經多次失敗後，乃在混凝土中加入鐵絲網。1867年法人 Monier 乃研究製成於水泥砂漿中加入鐵絲網之花盆及水槽，效果頗佳，得有製造專利權。至於以混凝土抵抗壓力，以鋼筋抵抗張力之鋼筋混凝土梁版理論，係由德人 Könen 開始研究。

在混凝土中之受拉部份埋置鋼鐵材料，以混凝土抵抗壓應力，以鋼鐵抵抗拉應力，此即爲鋼筋混凝土之基本原理。

### 1-3 鋼筋混凝土之用途

鋼筋混凝土之用途範圍甚廣，凡須具有耐火性、耐久性及高應力的構造物皆用之。茲分類說明如下：

建築工程：十層至十二層以下的房屋，全部可用鋼筋混凝土建造。較高房屋，可改用鋼骨鋼筋混凝土、或鋼骨混凝土。

交通工程：路面、橋梁、隧道、涵洞、護堤、擋土牆、枕木。

水利工程：攔水壩、引水道、護堤、渡槽、渠道。

港灣工程：碼頭、防波堤、沉箱。

給水及污水工程：水池、水塔、水管、排水溝。

軍事工程：機場跑道、掩體、防空壕、防禦工事。

其他如電桿、基礎樁、船體等均可用鋼筋混凝土建造。

如上所述，鋼筋混凝土乃為一理想之構築材料，既能適合工程上之安全，且符合經濟及耐久之原則。

### 1-4 鋼筋混凝土之優點

- A. 强度高：混凝土為優良之抗壓材料，鋼筋為優良之抗拉材料，取用兩者之長處，構成之肢桿可承擔高應力。
- B. 材料價廉：在鋼筋混凝土內使用量最多之砂石係為天然產料，取材方便易得。工程用之鋼筋為鋼料中最廉價之材料。雖然水泥略為昂貴，但用量不多，在混凝土內之使用量約10~15%左右。
- C. 配合經濟：混凝土之配合比及鋼筋之使用量，可按各肢桿所承擔之應力高低而給予調整，不浪費任何材料，即可構造安全又經濟之肢桿。

- D. 造型容易：不受材料之市場尺寸及形狀之限制，即可製造任意形狀之構造物，又各肢桿之接頭並無明顯界限。
- E. 耐久：混凝土不易受風化作用，至於內部所置鋼筋，因有適當厚度的混凝土為之保護，年久不致生銹。鋼筋混凝土構造物不需任何養護，即能維持久遠。
- F. 耐火：混凝土是熱的不良導體，受急劇溫度變化不致爆裂破碎。其內部所有鋼筋皆有相當厚度的混凝土為之保護，亦不致有很大影響。
- G. 耐震：鋼筋混凝土構造物，因其抗撓曲強度大及各肢桿均能連成一體關係，抵抗震動之能力亦甚強。
- H. 施工容易：施工時不需特別熟練之工人。

### 1-5 鋼筋混凝土之缺點

- A. 靜重較大：鋼筋混凝土之重量為  $2400\text{kg/m}^3$  ( $150\text{\#/ft}^3$ )。由於靜重過大，高層建築及長跨徑之肢桿往往受到限制。如何降低混凝土之重量，已有輕質混凝土之研究。預力混凝土之出現，仍改進鋼筋混凝土靜重過大之缺點。但自重大對重力堰堤及重力擁壁等乃為優點。
- B. 品質之控制不易：影響混凝土品質之因素甚多，很難精確控制，尤其在工地拌合混凝土，其品質更難控制。例如，骨料之石質、細率、級配、顆粒形狀等對混凝土之強度均有影響。又拌合方法、拌合時間、搗固程度、養護方法亦影響混凝土強度，其中拌合水量之多寡影響混凝土之品質最鉅。
- C. 施工繁雜：鋼筋混凝土結構之施工、自搭建臨時工程、地下水之處理、基礎挖填土、材料之準備、模板、紮鋼筋、搭

架、混凝土之拌合、輸送、搗固、養護、表面整修等、工作繁雜、工期較長、監工不易。

- D. 改修及拆除困難：鋼筋混凝土結構具整體性，各肢桿約結合成爲一體。施工後若發現有錯誤，欲改修或拆除均極爲困難。
- E. 模板費用大：混凝土結構之形狀、大小及位置全由模板所控制。每次澆置混凝土均需用模板，施工完畢模板拆除。故釘設與拆除均化費相當多之工資，同時模板本身之損耗率亦高。

### 習 題

1. 試述鋼筋混凝土之基本原理。<sup>1</sup>
2. 美國材料試驗學會 (ASTM) 對於水泥品質，訂有那些規格？
3. 簡述鋼筋混凝土之用途。
4. 鋼筋混凝土構造物何故耐火？
5. 鋼筋混凝土構造物之耐震性甚佳，其理由爲何？
6. 試述鋼筋混凝土之缺點。



THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
LIBRARY

## 第二章 材 料

### 2-1 水 泥

1. 水泥之製法：水泥由英人 Aspdin 發明以來，經多年之研究改進及旋窯之發明，今已成為物豐價廉之工程材料。水泥之主要原料為含有石灰、二氧化矽、氧化鋁及少量氧化鐵成份之原料，依適當之比例混合，送進旋窯以  $1400\sim 1500^{\circ}\text{C}$  之高溫煨燒而成水泥燒塊 (cement clinker)，並加入適量之凝結遲滯劑（如石膏）磨粉而成。製法分為乾式法 (dry process) 及濕式法 (wet process) 兩種。將原料石灰石、粘土等粉碎後送入旋窯中煨燒者，稱為乾式法。原料粉碎後加水使成半流體，送入旋窯中煨燒者，稱為濕式法。

2. 水泥之種類：水泥種類很多，各國所生產之混凝土用水泥主要者有下列數種：

#### A. 波特蘭水泥

- a) 普通波特蘭水泥 (normal portland cement)
- b) 早強波特蘭水泥 (high-early-strength portland cement)
- c) 中庸熱波特蘭水泥 (modified portland cement)
- d) 白色波特蘭水泥 (white portland cement)

#### B. 混合水泥

- a) 高爐水泥 (blast-furnace cement)
- b) 矽灰水泥 (pozzolan cement)