

鋼筋混凝土結構

徐百川著

增訂本

龍門聯合書局出版

鋼筋混凝土結構

徐百川著

增訂本

龍門聯合書局出版

鋼筋混凝土結構

徐百川著

★版權所有★

龍門聯合書局出版

上海南京東路61號101室

中國圖書發行公司總經理

1951年6月初版 印數 9001-11000册

1953年5月五版

新定價 36,000

序 言

鋼筋混凝土，具有耐久及耐火的特性；其配製原料，除鋼筋因國內產量較少，需外國協助供應外，水泥國產尚多，質量亦佳，砂及碎石則可就地取材，故造價相對低廉。一切土木、水利及建築工程結構，除過高樓房及跨度較長的橋梁外，均可用鋼筋混凝土建造，並能適合工程上安全、經濟及耐久的原則。尤其是鋼筋混凝土結構各肢桿，連結一起，發揮剛架作用，節省大量材料，堪稱適合時代的最佳建築材料。今後各種建設，大舉興辦，鋼筋混凝土將被普遍採用，毫無疑問。

鋼筋混凝土的用途，至為廣大，從事土木、水利及建築工程者，隨時隨地皆有應用的機會，必須深切瞭解鋼筋混凝土結構學識，始能負起建設的責任。現各大學土木、水利及建築工程各系，均將鋼筋混凝土結構列為三年級基本必修課程，學習各種肢桿的基本理論及其設計方法；另於三四年級必修課程中，設有鋼筋混凝土結構設計(一)和(二)，詳作各種鋼筋混凝土結構的完整設計。著者講授是項課程有年，鑒於缺乏適合大學教程的課本，向採筆記方式進行教學。茲為提高教學效能起見，特編著鋼筋混凝土結構及鋼筋混凝土結構設計二書，以應一般同學的需要。

本書係根據習土木、水利及建築工程者的需要，並為適合大學三年級同學程度及該學程規定學時和內容而編著。講授各種鋼筋混凝土梁、柱及基礎的理論，和設計方法；解析力求詳盡，使初學者易於徹底瞭解。曾在南京大學印發講義，進行教學，成績尚能滿意。

本書所採度量衡單位，係屬英制。因鋼筋混凝土中所需鋼筋，多襲國外成例，英制單位一般尚為我工程界所通用；又以本書附屬圖表較多，為求編著工作進行迅速計，遂未改用公制，深為遺憾。惟望我國工業建設，突飛猛晉，數年後，各項建設所需鋼筋，全能自給，並自訂各項

標準，俾設計者有所遵循。著者亦可得充分時間，從事改制工作，希於本書再版時，付諸實現。茲為補救目前缺憾起見，特編製簡明單位換算表，刊於書後，以利推算。

撰稿時，承丁大鈞魏少蓀二先生，多所協助，至為感激，特此致謝。

本書倉促草成，錯漏之處，在所難免，尚望讀者隨時賜予指教，不勝感幸。

徐百川識於南京大學

1950年10月

增訂版序

根據東北工業部的估計，如果我們積極學習蘇聯的先進技術理論和經驗，採用新的設計標準，在不影響建築物使用效能條件下，可節省百分之十的建築費。這是一件具有重大政治和經濟意義的事情，可為即將到來的大規模經濟建設，創造有利的條件；因此著者強調，我們必須反對過去在技術上的保守思想，積極學習蘇聯的先進技術理論和經驗，俾能提高技術水平，為祖國設計出最經濟、最合用的基本建設工程。

關於鋼筋混凝土結構理論，過去我們一直應用着彈性理論的設計方法；雖然對於混凝土柱和複筋混凝土梁的設計，曾初步考慮到塑性流的影響，但是極其不夠的。蘇聯學者們，對於鋼筋混凝土結構的卓越研究，已獲得了巨大的成就，認為鋼筋混凝土肢桿的設計，必須根據其損壞時的情況計算，就是說應該按照混凝土的極限強度及鋼筋屈服點強度設計；這不僅考慮了彈性作用，且同時考慮到塑性作用和其他物理性質，確是世界上最先進的設計理論和方法。

目前東北工業部已擬訂建築物設計暫行標準，公佈實行，對於鋼筋混凝土結構，係規定按照塑性理論設計。至關於鐵路或公路鋼筋混凝土橋涵設計，根據中央鐵道部及中央交通部目前所訂橋涵設計規程的規定，仍採用彈性理論。因此，著者認為在目前情況下，祇能兼顧不同的要求，即鋼筋混凝土房屋的設計，當根據混凝土極限強度和鋼筋屈服點強度計算；而於橋涵設計，則仍用許用應力的計算方法。

茲為便利讀者學習蘇聯先進的鋼筋混凝土塑性理論起見，於本書第四次重印時，特增加“第十章”一章，專門介紹最新的梁的塑性理論，以應需要。同時為聯繫我國實際情況起見，特根據華東工業部經理處檢驗組所擬訂的混凝土鋼筋（竹節鋼）規範草案，所訂竹節鋼尺寸與屈服點強度（公制的），及東北工業部所規定的鞍鋼出品中“鋼2”及“鋼3”的屈服點強度，編製應用表格多種，以便讀者查用。

徐百川識於南京大學 1952年8月

目 錄

序言	I
第一章 總論	1
1-1 混凝土	1
1-2 鋼筋混凝土	2
1-3 水泥	3
1-4 摻合料	4
1-5 水	6
1-6 鋼筋	6
1-7 鋼筋混凝土的優點	7
1-8 鋼筋混凝土的用途	8
1-9 水灰比原理	9
1-10 混凝土配合比設計	12
1-11 混凝土的彈性	20
1-12 塑性流	22
1-13 體積變化	23
1-14 耐拉及耐彎強度	23
1-15 耐剪強度	23
1-16 滲透性	24
1-17 耐久性	24
1-18 膨脹係數	25
1-19 單位重	25
習題	25
第二章 矩形梁的理論	27
2-1 肢桿種類	27

2-2	普通梁理論的限制	27
2-3	普通梁理論的假定	28
2-4	鋼筋混凝土梁的另加假定	28
2-5	矩形梁	28
2-6	記號	29
2-7	中性軸及抵抗力偶的臂距	30
2-8	抵抗力矩	32
2-9	担負一定彎曲力矩, 求梁的實際單位纖維應力	32
2-10	担負一定彎曲力矩, 求梁的寬度, 有效深度及鋼筋截面積	33
2-11	抵抗係數	34
2-12	變換截面法	34
2-13	許用彎曲應力及安全因數	36
2-14	矩形梁的分析及設計題	37
2-15	用抵抗係數解答例題	41
2-16	用變換截面法解答例題	44
	習題	47
第三章 剪力, 握裹力, 錨着及斜向拉力		54
3-1	普通梁的剪力	54
3-2	鋼筋混凝土梁的剪力	57
3-3	混凝土的許用應剪力	62
3-4	握裹力	63
3-5	握裹應力公式	64
3-6	最大握裹應力的位置	64
3-7	錨着與握裹的區別	65
3-8	錨着	65
3-9	許用握裹應力	69

3-10	普通梁的斜向拉力	69
3-11	鋼筋混凝土梁的斜向拉力	72
3-12	由於斜向拉力的損壞	74
3-13	斜向拉力鋼筋配置法	75
3-14	斜向拉力鋼筋的作用	76
3-15	混凝土與鋼筋分担斜向拉力的比例	77
3-16	垂直鋼箍	78
3-17	斜向鋼箍	81
3-18	彎曲鋼筋	82
3-19	設計應用要點	84
3-20	腰鋼筋的最大間隔	86
3-21	需用腰鋼筋的範圍	87
3-22	求垂直鋼箍間隔的圖解法	89
3-23	水平鋼筋的理論變點	90
3-24	例題及解答	92
	習題	99
第四章 矩形梁設計		106
4-1	設計經濟	106
4-2	縱鋼筋的間隔	109
4-3	防火保護層	110
4-4	防濕保護層	112
4-5	矩形梁設計步驟	112
4-6	簡支矩形梁設計	112
4-7	連續梁的彎曲力矩及剪力	120
4-8	連續矩形梁設計	122
4-9	單向鋼筋混凝土板	133
4-10	單向混凝土板設計	134

習題.....	138
第五章 T形梁理論與設計.....	140
5-1 T形梁.....	140
5-2 T形梁理論 第一法 忽視梁腰所受壓力.....	141
5-3 用混凝土許用纖維應壓力的近似計算法.....	145
5-4 T形梁理論 第二法 不忽視梁腰所受壓力.....	145
5-5 用許用應力的計算法.....	147
5-6 第一法 T形梁應用圖表.....	147
5-7 T形梁的分析及設計題.....	148
5-8 例題及解答.....	149
5-9 用變換截面法分析 T形梁.....	156
5-10 T形梁的耐剪強度.....	157
5-11 T形梁截面尺寸的規定.....	157
5-12 經濟有效深度公式.....	158
5-13 梁肩橫向鋼筋.....	160
5-14 T形梁設計.....	160
習題.....	166
第六章 複式鋼筋矩形梁.....	169
6-1 壓力鋼筋的用途.....	169
6-2 記號.....	169
6-3 中性軸及抵抗力偶的臂距.....	170
6-4 抵抗力矩及實際纖維應力.....	173
6-5 在梁負一定荷重時, 求所需鋼筋數量.....	175
6-6 用變換截面法分析複式鋼筋矩形梁.....	178
6-7 修正設計法.....	181
6-8 應剪力.....	185

6-9	握裹應力	185
6-10	複式鋼筋矩形梁設計	186
6-11	連續 T 形梁設計	194
	習題	196
第七章 柱		199
7-1	種類	199
7-2	鋼筋混凝土柱概論	200
7-3	鋼筋混凝土柱試驗	202
7-4	限定尺寸	203
7-5	置縱鋼筋及鋼箍的混凝土柱	204
7-6	方形鋼箍混凝土柱設計	206
7-7	圓形鋼箍混凝土柱設計	209
7-8	置縱鋼筋及螺旋鋼筋的混凝土柱	211
7-9	螺旋鋼筋混凝土柱設計	212
7-10	組合柱	218
7-11	結合柱	220
	習題	221
第八章 彎曲及直接應力		240
8-1	概述	240
8-2	矩形截面,縱鋼筋兩面對稱 第一種 全部截面皆受壓力	240
8-3	矩形截面,縱鋼筋兩面對稱 第二種 部份截面承受拉力	245
8-4	置對稱縱鋼筋的矩形截面所用圖表	246
8-5	矩形截面,縱鋼筋兩面對稱——例題及解答	247
8-6	矩形截面,僅置拉力鋼筋	249

8-7	矩形截面, 兩面皆置縱鋼筋, 但不對稱	251
8-8	矩形截面, 四週皆置縱鋼筋, 部份截面承受拉力	257
8-9	圓形截面 第一種 全部截面皆受壓力	262
8-10	圓形截面 第二種 部份截面承受拉力	264
8-11	圓形截面——例題及解答	268
8-12	結合的彎曲及直接應力許用數值	271
8-13	負偏心荷重的混凝土柱設計	274
8-14	例題及解答	275
	習題	279
第九章 基礎		287
9-1	概論	287
9-2	牆底腳的分析	289
9-3	單式柱底腳的種類	292
9-4	承托面積	293
9-5	彎曲力矩	293
9-6	鋼筋配置	294
9-7	斜向拉力	294
9-8	握裹應力	296
9-9	斜坡式及踏步式底腳	296
9-10	柱底應力的傳遞	297
9-11	支承圓形混凝土柱的底腳	298
9-12	兩向平板式底腳設計	298
9-13	兩向斜坡式底腳設計	301
9-14	加柱梁式兩向底腳設計	304
9-15	支承於樁上的底腳設計	308
9-16	聯合式底腳的種類	311
9-17	矩形聯合式底腳設計	312

9-18	梯形聯合式底脚設計.....	318
9-19	連接式底脚設計.....	321
9-20	整體基礎.....	325
	習題.....	326
第十章 梁的塑性理論及設計方法.....		328
10-1	前言.....	328
10-2	混凝土的強度.....	329
10-3	鋼筋.....	330
10-4	梁的基本原理.....	342
10-5	鋼筋混凝土梁.....	342
10-6	混凝土梁的彎曲作用.....	344
單筋矩形梁		
10-7	設計原則及記號.....	346
10-8	設計公式.....	348
10-9	單筋矩形梁截面的審核.....	350
10-10	單筋矩形梁截面設計.....	351
10-11	各表的應用.....	353
複筋矩形梁		
10-12	概述.....	357
10-13	複筋矩形梁設計公式.....	358
10-14	複筋矩形梁截面的審核.....	362
10-15	複筋矩形梁截面的設計.....	364
T 形 梁		
10-16	概述.....	368

10-17 T形梁的設計公式	369
10-18 T形梁截面的審核	377
10-19 已知T形梁截面,求所需拉力鋼筋數量	379
10-20 已知所負彎矩,決定T形梁截面尺寸及所需拉力鋼筋 數量	382
附錄 1. 設計圖表	386
附錄 2. 簡明單位換算表	413
索引	414
中英文專門名辭對照表	423

鋼筋混凝土結構

第一章

總論

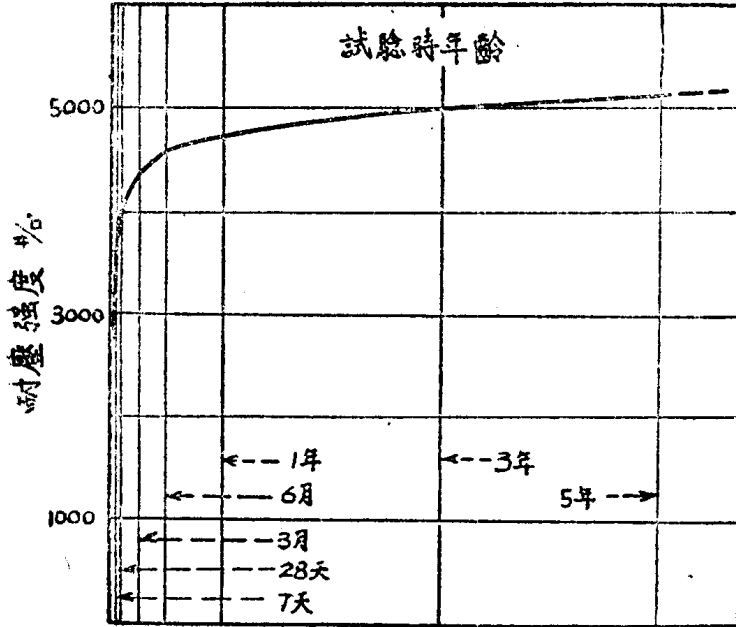
1-1. 混凝土 混凝土是一種人造石，係用砂及碎石，卵石或其他適當的粗摻合料，混合膠結而成。其膠結材料，普通即為卜特蘭水泥（以後簡稱水泥）。水泥是一種極細粉末，由含黏土的及含鈣化物的原料，配合煨燒研碎製成。水泥加水後，即起化學作用而變硬。

混凝土的配合比例，按照容積計算，已有悠久的歷史了。例如 1:2:4 混凝土，即指一份水泥，二份砂，四份碎石，另加適當的水量，配合成爲可塑稠度的混合物，至於水量多少，則無明白規定。近年來，這種方法，因爲不合經濟原則，不復應用於較大規模的混凝土工程。但對於規模較小的混凝土工程，限於試驗設備的困難，仍可沿用上法。進步的混凝土工程家，對於混凝土的配合比例，已採用重量計算。例如 94:184:380+5.6 加侖水，即指 94 磅水泥，184 磅砂，380 磅碎石，再加 5.6 加侖水。此項比例數字，應按照工程實際需要，從實驗中求得之。

按照求得的比例，將水泥，砂，碎石及水混合成爲可塑稠度的混合物後，倒入預製的模型板內，待其結硬後，即成爲所需的結構。模型板的式樣和尺寸，必須切合實際需要，而且堅固，可以負擔混凝土未結硬前的所有重量，而不致於變形。

混凝土製成後，不能立即變硬，也不能立即得到相當大的強度。因爲水泥和水的化學變化，進行得很慢，需要相當長的時間，才能完成。混凝土的初凝時間約爲 45 分鐘到 8 小時；終凝時間約爲 5 小時到 20 小時。終凝以後，混凝土的硬度和強度，就逐漸增加起來，可能經過若

千年後，其硬度和強度，仍在不斷的繼續增加。這種情形，圖(1-1)可示其大概。



圖(1-1) 混凝土耐壓強度與年齡的關係

1-2. 鋼筋混凝土 單純混凝土是脆性的，其耐拉強度是很微弱的，所以單純混凝土祇能適用於構造純抗壓力的粗大肢桿。至於各式結構肢桿，其內部發生的應力，有壓力，同時也有拉力，必須加置鋼筋於混凝土內發生拉力的部份，代替混凝土抵抗其不能抵抗的拉力，發揮混凝土和鋼筋各個的特長，彼此互助，形成一體，負荷載重，這就成為鋼筋混凝土。假若鋼筋在混凝土內的位置不對，不能使鋼筋担起應負的拉力，就不是鋼筋混凝土。如果混凝土僅為保護鋼材而設，也不是鋼筋混凝土。在三種基本結構肢桿中，梁和柱可用鋼筋混凝土建造，拉力桿則不能。混凝土和鋼筋的接觸面上，有相當的黏着力，足以防止鋼筋在混凝土中的任何滑動，就可以保證二種材料，連結一體，互助的起了

負荷載重的作用。鋼筋附近，必須加相當厚度的混凝土保護層，以防鋼筋養化生銹，及大火燒壞。至於保護層的厚度，則視肢桿的形狀，搗合料的性質，暴露的情形，以及大火時間的長短而決定。

1-3. 水泥 取含黏土的和含鈣化物的原料，按適宜份量而配合，煨燒成爲熟料，其主要成份則爲矽酸鈣，再將熟料研成極細粉末，即製成普通的卜特蘭水泥。在煨燒以後，除水和未製過的硫酸鈣外，不得另加他項物質，除非所加他項物質的數量不超過其他原料的百分之一，並從試驗中得到確實證明，對於水泥的性能，是無害的。

爲了特殊的需要，另有幾種特製的水泥。有一種早強水泥，其成份和普通水泥稍有差別，是用選擇過的原料，經過嚴格控制的製造過程，製造成功的。用它配合的混凝土，在製成後第三天和第五天，所得的強度，就可以相當於普通水泥所製混凝土，在製成後第七天和第二十八天的強度。假如某項工程，需要迫切，用早強水泥建造，完工日期就可以提早了。

高鋁水泥是用鐵鋁氧石和石灰石做原料製成的，它的凝結時間，和普通水泥差不多，但凝結以後，其硬度和強度增加得很快，在二十四小時後，就可以得到普通水泥所製混凝土第二十八天強度的百分之七十。因爲化學變化進行很快，就發出相當大的熱量，足以防止冰凍，保證了在寒冷地區所建混凝土工程的性能。這種高鋁水泥混凝土又可以抵抗海水和鹼的侵蝕，因爲用普通水泥製成的混凝土，遇到海水和鹼性物質，是易於損壞的。

低溫水泥配製的混凝土，在凝結後，其硬度和強度，增加得比較慢，所以發出的熱量也少些。這種水泥用於建造大壩，最爲合宜，在大壩建造時，各部份冷卻後的收縮率，可大爲減少，也就減少了裂縫的危險。

水泥和水的化學變化，是加水分解和水化二種合成的。加水分解，就是一種物質，加水後，分解成爲其他物質。水化乃是一種物質，和水直接結合成爲水化物。水泥中有幾種成份，加水後就分解變成其他的