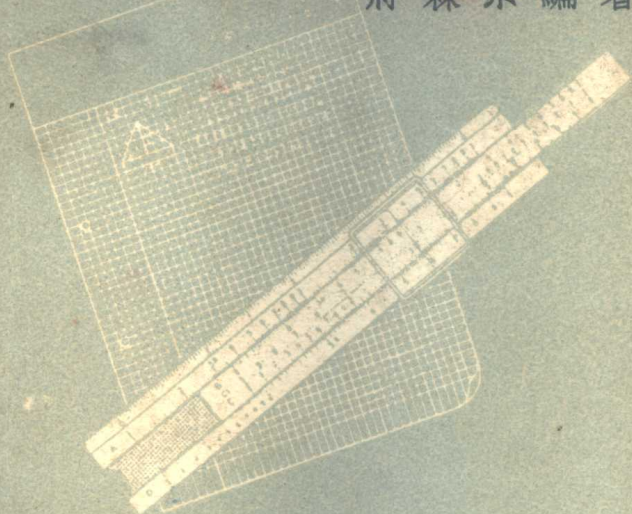


2685

基本结构

蔣森榮編著



初級結構工程自學叢書



鋼筋混凝土結構入門

上海科學技術出版社

初級結構工程自學叢書

鋼筋混凝土結構入門

蔣森榮 編著

上海科學技術出版社

內 容 提 要

本书为“初級結構工程自学丛书”之一,詳解鋼筋混凝土結構設計的基本原理和必要知識。全书共分八章,对鋼筋混凝土受弯构件、軸心和偏心受压构件的构造和計算(按极限状态計算)作有重点和淺显的介紹,章末并附有計算例題和习題供自学練習和参考。

本书适合土木建筑方面有初中文化程度的工作人员自学进修,及訓練初級土建技術人員之用。

初級結構工程自学丛书

鋼 筋 混 凝 土 結 构 入 門

蔣 森 榮 編 著

*

上海科学技术出版社出版

(上海南京西路2004号)

上海市书刊出版业营业許可証出093号

新华书店上海发行所发行 各地新华书店經售

中华书局上海厂印刷

*

开本 787×1092 1/32 印張 7 2/32 插頁 2 字數 154,000

1960年2月第1版 1960年2月第1次印刷

印数 1—21,000

統一書号: 15119·1413

定 价: (十) 0.74 元

前 言

自从党中央提出大搞技术革命和文化革命的号召后，在全国范围内便掀起了学习高潮，从事土木建筑工程的工人同志和技术干部与业务管理干部，特别是青工們，也并不例外，均迫切地要求进一步钻研有关这一方面的基本理论和知識，文化学习更为他們創造了有利条件。在工农业生产大跃进以后，全国农村已普遍成立了人民公社，在农村建設中也需要一些具有初級土建工程学識的干部。

我們出版这一套“初級結構工程自学丛书”的主要目的側重在初学的人自学，同时也可作为有关单位开办技术訓練班时作教材，因此取材較一般中等技术学校的教材更为淺显，而以切合实用，便于无师自通为准则，希望具有初中文化程度并略有三角基本知識的讀者們都可以理解清楚。当然各人的程度不同，可能在学习过程中发生一些困难，但决不是不可克服的困难，主要应有毅力，坚持学习精神，并不断向人請教，一定可以成功的。

这一套丛书初步拟出版下列八种：

- | | |
|------------|--------------|
| 1. 靜力学入門 | 5. 鋼筋混凝土結構入門 |
| 2. 材料力学入門 | 6. 木結構入門 |
| 3. 結構力学入門 | 7. 磚石結構入門 |
| 4. 地基与基础入門 | 8. 鋼結構入門 |

讀者可循序漸进，但前四种属于基本性質，更應該按照次序先讀，后四种的次序可以視需要緩急来酌分先后。

我們出版这一套丛书尚是嘗試性質，如果讀者面很广，要求出版其他方面的土建工程自学丛书，我們还打算进一步考虑。写作这套丛书的同志們虽对于中等技术学校的教学工作积累了很多經驗，但要写成这样淺显便于自学的书，实在也很不容易，因此也免不了是嘗試性質。

这一套丛书的内容一定还存在不少問題和缺点，特別是取材問題，很难恰当，希望讀者們在学习过程中多提意見，以便今后不断改进。

上海科学技术出版社 1959年1月

目 录

第一章 緒 論

§ 1-1 鋼筋混凝土的概念	1
§ 1-2 鋼筋混凝土結構的优缺点	2

第二章 鋼筋混凝土所用的材料

§ 2-1 混凝土	4
§ 2-2 鋼筋	9

第三章 鋼筋混凝土构件按极限状态計算的基本原理

§ 3-1 鋼筋混凝土构件的三种极限状态	17
§ 3-2 按极限状态計算的基本原則	18
§ 3-3 按极限状态計算的特点及优越性	26

第四章 軸心受压构件

§ 4-1 一般說明	29
§ 4-2 柱的构造和計算	31

第五章 受弯构件

§ 5-1 一般說明	39
§ 5-2 矩形单筋受弯截面的計算	44
§ 5-3 矩形双筋受弯截面的計算	55
§ 5-4 T 形受弯截面的計算	61
§ 5-5 受弯构件斜截面的强度計算	76

第六章 偏心受压构件

§ 6-1 一般說明.....	95
§ 6-2 偏心受压构件的截面計算	103

第七章 整体式楼盖

§ 7-1 概述	113
§ 7-2 梁式板肋形楼盖的平面布置	116
§ 7-3 板	118
§ 7-4 次梁	125
§ 7-5 主梁	133

第八章 钢筋混凝土基础

§ 8-1 概述	147
§ 8-2 柱下的单独基础	148
§ 8-3 带形基础	165
§ 8-4 整个建筑物下的整片基础	169

附 录 計算用表

表 1 柔性光面圓鋼筋截面面积及重量表	172
表 2 計算矩形截面軸心受压构件用的 $\frac{N}{\varphi}$ 值.....	175
表 3 計算 T 形截面受弯及偏心受压构件用的 $A_{0\max}$ 及 $\alpha_{\max}$ 值	178
表 4 計算 T 形截面受弯及偏心受压构件用的 A_{0n} 及 α_n 值	180
表 5 計算 T 形截面受弯及偏心受压构件用的 A_{0ce} 及 α_{ce} 值	182
表 6 計算受弯构件鋼箍用的 A 值	184
表 7 計算受弯构件鋼箍用的 B 值	185
表 8 橫向鋼筋的最大間距 $u_{\max}$ 計算表(当混凝土标号为 150 及 200 时)	194

表 9	計算矩形截面对称配筋偏心受压构件用的 n_1 值 ($a=a'=0.05 h$)	196
表 10	計算矩形截面对称配筋偏心受压构件用的 n_1 值 ($a=a'=0.08 h$)	207
表 11	承受集中荷載作用时的連續梁系数表	217

第一章 緒 論

§ 1-1 鋼筋混凝土的概念

天然石是建筑上最原始的建筑材料，早在古代人类就知道利用石料砌筑房舍。石料的最大优点是能够耐受强压，在一般环境中不易受蝕，耐火性亦很好。但是它亦具有很大的缺点，例如无可塑性，加工成形非常困难；在力学性能方面，抗拉及抗弯的能力都很差，因此在建筑上不能随心所欲的将它用到结构物的各种部件上去。自从水泥发明以后（約在 1824 年），就相繼的产生了混凝土。混凝土是由水泥、骨料及水拌制而成的可塑性建筑材料，可以浇筑成各种形式的构件，由于結硬后的力学性能与天然石非常相似，故亦不能单独地用作受拉及受弯的构件。

如所周知，一般构件在受弯时，中和层以上部分是承受压力，中和层以下部分是承受拉力；因此如用混凝土浇筑受弯构件时，可以預先在构件的受拉区中安排适量的耐拉鋼筋，俟混凝土結硬以后，二者就結成整体而共同工作，成为一种坚强的受弯构件，如图 1-1。利用鋼筋承担混凝土构件在受拉区的工作，这是就材料性能取长补短地使用材料的一种做法。此外，鋼筋在受压构件中尚可协助混凝土承担压力，在受扭构件中尚可承担扭力；这些由鋼筋和混凝土联合工作的构件，总称

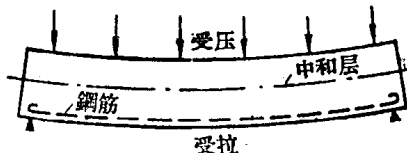


图 1-1

为钢筋混凝土构件。由于钢筋混凝土构件及结构物具有很多内在的优点,因此在近代建筑中几乎居于首要的地位,无论是高楼大厦、隧道桥梁、海港河坝以及牛栏马厩等大小构筑物都能成功地采用钢筋混凝土来建造。

钢筋和混凝土所以能够协同工作的原因,可以说明如下:

1. 混凝土结硬时,将与钢筋很可靠的粘结在一起,使二者之间存在着相当的粘结力,当构件承受外力作用时,钢筋及其相邻的混凝土因而可以获得相等的变形而共同工作。

2. 钢筋与混凝土具有近乎相等的线膨胀系数(混凝土为 $0.000010 \sim 0.0000148$; 钢为 0.000012), 因此当外部温度发生变化时,将不会因膨胀不均而破坏材料的组合,同时混凝土又是一种热的不良导体,能保护钢筋使之不受剧烈的温度变化。

3. 在一般情况下,当混凝土没有出现过大的裂缝时,混凝土能够可靠的保护钢筋使之不受锈蚀,以免影响构件的强度。

§ 1-2 钢筋混凝土结构的优缺点

钢筋混凝土结构具有下列各项优点:

1. 耐久性——在钢筋混凝土结构中,混凝土的强度在若干时日以后,非但不会减小,反而有所增加。同时混凝土在一般自然环境中很难发生风化剥落等现象,故耐久性很大,所需保养费用极小。

2. 耐火性——混凝土为热的不良导体,能保护钢筋在火灾时不致很快的因受到高温而降低其抵抗强度,故纵令钢筋混凝土结构物经过长时间的燃烧,其损伤亦属表面性质。

3. 整体性及刚性——钢筋混凝土结构物具有很好的整体性及刚性,因此在地震区或不良地基上建造此种结构物,均能取

得較好的效果。

4. 可模性——混凝土在初制時，具有良好的塑性，因此可以澆筑成任意形狀的鋼筋混凝土構件及建築上的裝飾零件。

5. 可利用就地材料——鋼筋混凝土所用的材料，除鋼筋及水泥以外，占主要體積和重量的砂和石子，幾乎在任何地區均可就近取得，故建造鋼筋混凝土結構物，一般在材料供應方面沒有多大的困難。

另一方面，鋼筋混凝土結構也存在著一些缺點，例如費工大、需要損耗較多的木材來製造模板、自重大很難建造大跨度的結構物、修補困難、施工要受氣候的影響等等；但是由於人們對鋼筋混凝土技術不斷的改進，例如採用廠制的裝配式構件，即可增加模板的周轉率和減少木材的損耗，同時利用人工養護使施工不受氣候的影響；採用預應力鋼筋混凝土結構，可以減少構件自重而建造大跨度的結構物；利用膨脹水泥製成的砂漿和混凝土修補結構物，可以避免裂縫的形成；因此上述各項缺點，在不同程度上都曾取得很多的改善。

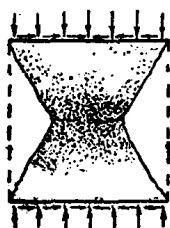
第二章 鋼筋混凝土所用的材料

§ 2-1 混凝土

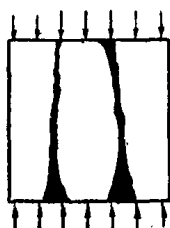
(1) 混凝土的标号(R)

混凝土的质量鉴定是根据它的机械性能采取試驗的方法予以决定,一般采用所謂“立方强度”作为混凝土基本机械性能測定的依据。

立方强度的定义系为混凝土試块(按标准方法制成边长为



(a) 不加油脂



(b) 加油脂

图 2-1

20 厘米的立方体,并經過 28 天的养护)在压力机上試驗(接触面不加油脂时)所得的耐压极限强度,以公斤/平方厘米計,試块压破后的情况如图 2-1-a;如果在試块表面涂以油脂,受压时因易于

橫向擴張,故所表現的极限强度較低,其破損情况亦有不同,如图 2-1-b。

混凝土当其容重等于或大于 1800 公斤/立方米时称为重混凝土,小于 1800 公斤/立方米时称为輕混凝土。

混凝土的标号(R),即系混凝土立方强度的試驗值,为代表混凝土质量等級的标帜,重混凝土的标号分为 9 級——50、75、100、150、200、300、400、500、600;輕混凝土的标号分为 6 級——

35、50、75、100、150、200。如据試驗，某种混凝土的立方强度在上列数值之間时，則应认为属于較低标号的一种，即对立方强度为 164 公斤/平方厘米的混凝土，应作 150 号混凝土来考虑。

在鋼筋混凝土结构中，不允許采用标号低于 100 号的重混凝土，同时对不同类型的构件，其相应的标号值尚应不低于表 2-1 中所示的。

表 2-1 应用重混凝土制造鋼筋混凝土构件
所采用的最低标号

构 件 类 型	混凝土最低标号	附 注
受压构件(按强度計算确定截面尺寸时)	200	在工业厂房中承受重型吊車的柱及多层房屋的下层柱等承重較大的构件，宜采用 300~400 号混凝土制成
受弯构件(按强度計算确定截面尺寸时)	150	
厚度在 40 毫米以內周边不加肋的薄壁结构	200	
普通装配式构件	150	

(2) 混凝土受压时的棱柱强度(R_{np}'')

混凝土的立方强度仅作为混凝土机械性能鉴定的基本依据，在絕大多数情况中混凝土并非处于立方受压状态。根据試驗証明棱柱試件(具有棱边的柱体，如图 2-2)的受压极限强度 R_{np}'' 較立方强度为弱，并且随試件高寬比的增加而减低，这种强度降低的原因，很显然的是因为棱柱体在高寬比增加时其中部易于因橫向擴張引起破損的緣故。表 2-2 示明随棱柱試件高寬比($\frac{h}{b}$)改变时的 $\frac{R_{np}''}{R}$ 值。

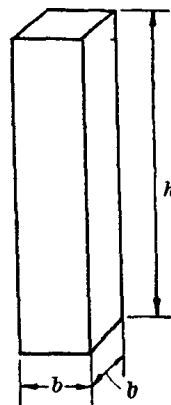


图 2-2

表 2-2 随試件尺寸改变的 $\frac{R''_{np}}{R}$ 值

$\frac{h}{b}$	1	2	3	4	6	7.5
$\frac{R''_{np}}{R}$	1.00	0.89	0.80	0.76	0.70	0.68

棱柱强度的定义为 $\frac{h}{b} > 3$ 时的棱柱体受压极限强度, 根据苏联 A. A. 格沃兹捷夫教授的研究, 該值与立方强度間的关系可以表明如下:

$$R''_{np} = \frac{1300 + R}{1450 + 3R} R \quad (2-1)$$

上述关系式对中低标号混凝土能很好的符合, 而对高标号混凝土則与試驗值稍有出入。

(3) 混凝土弯曲時的受压强度 (R''_u)

根据受弯构件的試驗結果, 混凝土在受压区的强度可按下列經驗公式确定:

$$R''_u = 1.25 R''_{np} \quad (2-2)$$

对 100 号及 100 号以下的混凝土, 其值大致与标号值相符, 对高标号混凝土則低于标号值。

(4) 混凝土的受拉强度 (R''_p)

混凝土的受拉强度远較受压强度为小, 因为混凝土系由几种材料拌合而成, 其内部組成散乱性很大, 故取相同品种的試件作受拉試驗时, 所表現的受拉强度往往相差很多, 据試驗其与立方强度 R 間关系的平均值可用下列公式表出:

$$R''_p = \frac{1}{2} \sqrt[3]{R^2} \quad (2-3)$$

(5) 混凝土的标准强度值

对于檢驗混凝土强度时所規定的强度值称为标准强度，各种标号混凝土的标准强度值如表 2-3 所示：

表 2-3 混凝土的标准强度值(公斤/厘米²)

号次	应力种类	符 号	混 凝 土 的 标 号									
			35	50	75	100	150	200	300	400	500	600
1	軸心受压(棱柱强度)	R_{np}^H	28	40	60	80	115	145	210	280	350	420
2	弯曲时受压	R_b^H	35	50	75	100	140	180	260	350	440	520
3	受拉	R_p^H	5	6	8	10	13	16	21	25	28	30

注：用矾土水泥調制而成的混凝土，受拉时的标准强度按表中数值乘以系数 0.7 采用。

(6) 混凝土的各种特性

混凝土在結硬及受力时具有下列几种特性：

1. 强度与龄期的关系

混凝土在澆筑初期，强度的生长速度甚快，图 2-3 表明混凝土强度与龄期的关系，实綫代表混凝土长期生长于潮湿环境中的情况，虚綫代表混凝土澆筑后最先七天在潮湿环境中养护而以后即处于普通环境中的情况。

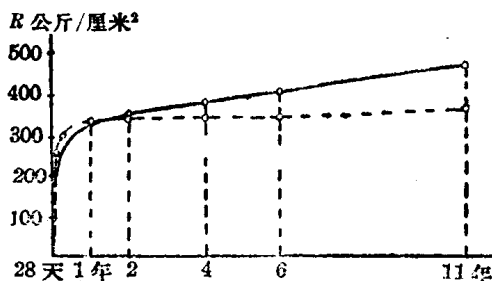


图 2-3 混凝土强度与龄期的关系

由于混凝土的先期生长速度甚快，故对混凝土澆筑以后作短期的养护是非常必要的，如图所示若能使混凝土长期处于潮

湿的环境中,則在十一年后强度的增长尚不停止。

2. 混凝土的收縮及膨胀

混凝土如在空气中結硬时体积将会减小,而在水中結硬时则会增大。这种在不同环境中結硬时的体积变动情况是由于混凝土水泥浆在結硬过程中所发生的化学作用及物理作用共同引起的。尤以收縮現象要比膨胀現象明显得多。

影响于混凝土結硬时体积收縮程度的因素約有下列几种:

1) 混凝土的收縮量,如同强度一样,随着龄期的增加而增加。

2) 高标号水泥制成的混凝土收縮現象比較显著,特别是在結硬的初期。

3) 与骨料的級配及机械性能有关,采用多孔性小顆粒彈性模量小的骨料所配制的混凝土收縮較大。

4) 水泥浆多或水灰比大的混凝土收縮性亦大。

3. 混凝土的徐变

混凝土在长期受力时将与时俱增地产生一种不可恢复的变形,这种現象称为“徐变”。影响徐变性质的因素計有下列各項:

1) 与承载時間的关系——混凝土的徐变量随承载時間的增加而增加,承载初期徐变量增加甚速,以后即漸趋緩慢。

2) 与应力的关系——承受不同荷載的試件,如承载時間相等,則应力大者徐变亦大。

3) 与混凝土龄期的关系——如采用相同标号及不同龄期的混凝土試件,在相等的荷載作用下,則龄期愈小的混凝土徐变愈大。

4) 与水泥品种的关系——应用普通硅酸盐水泥制成的混凝土的徐变量較高級或矾土水泥制成的混凝土的为大。

5) 与骨料品质及级配的关系——骨料质量好、弹性模量大以及级配得愈密实,则可使徐变减少。

6) 与环境的关系——环境愈潮湿,则徐变愈小。

研究徐变现象的目的是在于:计算混凝土构件处于长期荷载作用下所产生的变形,及在预应力钢筋混凝土结构中因徐变引起预应力的损失。

§ 2-2 鋼 筋

(1) 鋼的机械性能

制造普通钢筋混凝土构件所用的鋼筋,一般采用标号为“CT. 0”及“CT. 3”的低碳钢、标号为“CT. 5”的中碳钢及标号为“25 TC”的低合金鋼經热轧或冷加工制成,鋼中含碳量愈多则强度愈高,但性愈脆。

低碳鋼及中碳钢均属軟鋼,受拉伸时的工作情况可分为三个阶段:

第一阶段——当試件内部应力不大时,其相应而生的变形在卸去荷载以后是完全可以恢复的,并且与应力成比例,在这个限度内的最大应力称为比例极限,如图 2-4 中 a 点的应力。

第二阶段——繼續加荷,当应力超过比例极限以后,試件内部产生部分塑性变形,并随应力的增加而增加,此时应力与变形的关系即不再成比例,图中应力应变綫亦逐

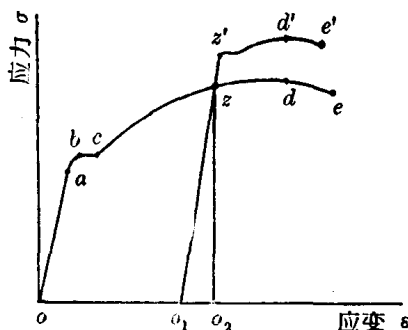


图 2-4

漸轉变为曲綫，当应力达到 b 点以后，材料即进入柔蠕状态，变形的扩展几乎不再需要增加荷载，此时在图上出现水平部分的应变，其数值称为流幅，相应于此时的应力称为流限（或称屈服点）。

第三阶段——通过流幅以后，鋼又重新开始恢复抵抗拉伸的能力，而变形中的塑性现象较以前更为明显，应力达到强度极限 d 点以后，試件开始形成縮頸，至 e 点始告拉断。

在进行拉伸試驗时，如使应力超过流限以后的任意点 z ，然后除去荷载，则在卸荷时应力与应变的关系不再沿原曲綫返回原点，而将沿与 $o-a$ 綫几乎平行的 o_1-z 綫降落，卸荷完毕后試件亦将不能恢复原来的长度，图中距离 o_1-o_2 代表彈性伸长，距离 $o-o_1$ 則代表残余伸长。

卸荷后如立即进行第二次拉伸試驗，則应力与应变的关系即循 $o_1-z-d-e$ 曲綫而增加，其在 z 点以后的关系将与第一次拉伸試驗时相同。若卸荷后試件曾經一段時間的休息然后再进行第二次拉伸，則試件所表现的新流限将比 z 点为高，同时也增加了其极限强度，应力与应变的关系将如曲綫 $o_1-z'-d'-e'$ 所示。这种促使金属硬度、流限及强度改变和提高的作用称为“冷强”，經冷强后因時間的影响使金属强度繼續提高的现象称为“时效”，在常温中，冷拉鋼筋的时效发展約需 20 天； 100°C 时，則經歷 2 小时基本上就发展完毕。为了节约鋼材的用量，目前所提倡使用的冷拉、冷拔、冷轧变形等品种的鋼筋，即利用上述原理采取不同的方式加工制成。

(2) 鋼筋的种类及标准强度

鋼筋的品种依鋼的标号和制造加工方法的不同而分类。目前常用的鋼筋有下列几类：