

混凝土结构设计原理

(上册)

· 工民建系列教材之二

朱伯龙 主编 颜德姮 张 誉 董振祥 屠成松 余安东 编著

· 同济大学出版社

· TONGJI
DAXUE
CHUBANSHE

混凝土结构设计原理

上 册

朱伯龙 主 编

颜德姮 张 誉 董振祥

屠成松 余安东 等编著

同济大学出版社

(沪)204号

责任编辑 方 芳

封面设计 陈益平

混凝土结构设计原理(上册)

朱伯龙 主编

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

上虞科技外文印刷厂排版印刷

开本 787×1092 1/16 印张 20.25 字数: 510千字

1992年3月第3版 1992年3月第1次印刷

印数: 1—4000 定价: 5.80元

ISBN 7-5608-0918-9/TU·111

前 言

混凝土结构包括钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。本书名为《混凝土结构设计原理》，内容是以混凝土结构设计理论和混凝土结构设计方法为主。

本书共分十三章：

第一章为绪论；

第二章讨论钢筋和混凝土材料的基本物理力学性能；

第三章为钢筋混凝土构件在简单受力(拉、压、弯、扭等)状态下的试验研究结果；

第四章为钢筋混凝土构件在复杂受力(压弯、弯剪、压弯剪、压弯扭等)状态下的试验研究结果；

第五章讨论预应力混凝土构件的试验研究结果；

第六章讨论混凝土构件的刚度和裂缝的试验结果及计算方法；

第七章为按现行规范编写的钢筋混凝土构件的设计方法；

第八章为按现行规范编写的预应力混凝土构件的设计方法；

第九章为混凝土结构的选型及设计原则；

第十章为梁板结构设计；

第十一章为排架结构设计；

第十二章为框架剪力墙结构设计；

第十三章为混凝土结构加固设计原理。

本书不同于过去的统编教材，具有以下的特点：

1. 第一章～第六章和前置课材料力学相衔接，讨论了考虑材料非线性本构关系的混凝土力学问题；内容由材料到构件，受力由简单到复杂，混凝土由非预应力到预应力，试验由强度到变形。

2. 第七、八两章按现行规范编写，在试验研究的基础上考虑设计安全度和构造措施，使读者掌握混凝土结构的具体设计方法。

3. 第十章～第十二章按现行规范编写三类主要的混凝土房屋结构，第十三章是传统教科书所没有的新编章节。

4. 原理部分不受规范限制，而有关规范的内容相对集中，便于设计时应用。

5. 在作为教材使用时，可将第一章～第六章与第七、八章平行讲授，前者可安排为“正课”，后者可安排为“习题课”或“构件设计课”，相互配合。书中小字部分作为课程加深内容。

本书分上、下册，上册为第一章～第八章。其中，第一、二章由颜德姮编写；第三、四章由张誉编写，第五、六章由董振祥编写；第七、八章由屠成松编写。下册为第九章～第十三章。其中，第九章由屠成松编写；第十章～十二章由余安东编写；第十三章由朱伯龙编写。

由于编者知识限制，书中可能有错误之处，敬请读者指正。

朱伯龙

1991 年

主 要 符 号

- A ——构件截面面积；
 A_0 ——构件换算截面面积； A_b ——局部受压计算时的计算底面积；
 A_{cor} ——构件的核芯截面面积；
 A_l ——混凝土局部受压面积；
 A_{ln} ——混凝土局部受压净面积，即在混凝土局部受压面积中扣除孔道、凹槽部分的面积；
 A_n ——构件净截面面积；
 A_p ——受拉区纵向预应力钢筋的截面面积；
 A'_p ——受压区纵向预应力钢筋的截面面积；
 A_s ——受拉区纵向普通钢筋的截面面积；
 A'_s ——受压区纵向普通钢筋的截面面积；
 A_{sb} ——同一弯起平面内的非预应力弯起钢筋的截面面积；
 $A_{ss,0}$ ——间接钢筋的换算截面面积；
 $A_{ss,1}$ ——单根箍筋的截面面积；
 $A_{st,1}$ ——受扭计算中沿截面周边所配置箍筋的单肢截面面积；
 $A_{st,11}$ ——受扭计算中取对称布置的全部纵向钢筋的截面面积；
 A_{sv} ——配置在同一截面内、受剪承载力所需的各肢箍筋的全部截面面积；
 A_{te} ——有效受拉混凝土截面面积；
 B_l ——受弯构件的长期刚度；
 B_s ——荷载短期效应组合作用下受弯构件的短期刚度；
 C_G ——永久荷载的效应系数；
 C_{Q_1} ——第一个可变荷载的荷载效应系数；
 C_{Q_i} ——第 i 个可变荷载的荷载效应系数；
 E_c ——混凝土的弹性模量；
 E_s ——钢筋的弹性模量；
 G_k ——永久荷载的标准值；
 H ——柱的净高；
 I ——截面惯性矩；
 I_0 ——换算截面惯性矩；
 I_{or} ——开裂断面惯性矩；
 I_g ——混凝土毛截面惯性矩；
 I_n ——混凝土净断面惯性矩；
 K_{or} ——系数，先张法为 2.0，后张法为 1.6；

M ——弯矩设计值；
 M_i ——按荷载长期效应组合计算的弯矩值；
 M_u ——钢筋混凝土受弯构件承载力；
 N ——轴向力设计值；
 N_{cr} ——计算开裂荷载；
 N_{cu} ——轴心受压构件承载力；
 N_p ——后张法构件的预应力及非预应力钢筋的合力；
 N_{p0} ——先张法构件的预应力及非预应力钢筋的合力；
 N_u ——极限荷载；
 P_f ——结构构件的失效概率；
 Q_{1k} ——第一个可变荷载的标准值；
 Q_{ik} ——第 i 个可变荷载的标准值；
 R ——结构构件的承载力设计值；
 S ——结构构件的内力组合设计值，可分别表示为轴向力设计值 N 、弯矩设计值 M 、剪力设计值 V 及扭矩设计值 T 等；
 S_0 ——所考虑的点一侧的截面积对换算截面形心轴的面积矩；
 T ——扭矩设计值；
 T_{cr} ——纯扭构件截面开裂扭矩；
 T_u ——纯扭构件能承担的抵抗扭矩；
 V ——剪力设计值；
 V_c ——混凝土承担的剪力；
 V_{cs} ——斜截面上受压区混凝土和箍筋抗剪强度；
 V_p ——因施加预应力后所提高的抗剪强度；
 V_s ——钢筋承担的剪力；
 V_u ——构件截面的抗剪承载力；
 W ——截面受拉边缘的弹性抵抗矩；
 W_0 ——换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩；
 W_n ——净截面受拉边缘的弹性抵抗矩；
 W_t ——受扭构件的截面受扭塑性抵抗矩；
 a ——第一个集中荷载作用点至支座之间的距离，称为“剪跨”；或纵向受拉钢筋合力点至截面近边的距离；
 a' ——纵向受压钢筋合力点至截面近边的距离；
 a_p ——受拉区纵向预应力钢筋合力点至截面近边的距离；
 a'_p ——受压区纵向预应力钢筋合力点到截面近边的距离；
 a_s ——纵向非预应力受拉钢筋合力点到截面近边的距离；
 a'_s ——纵向非预应力受压钢筋合力点到截面近边的距离；
 b ——矩形截面的宽度，T形或工字形截面腹板宽度；
 b_{cor} ——核芯截面的短边尺寸；
 b'_f ——T形截面受压区的翼缘计算宽度；

c ——最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离；
 d ——钢筋直径或圆形截面的直径或梁的高度；
 d_{cor} ——构件的核芯直径；
 e ——轴向力作用点至纵向受拉钢筋合力点的距离；
 e' ——轴向力作用点至纵向受压钢筋合力点的距离；
 e_0 ——轴向力对截面重心的偏心距；
 e'_0 ——考虑二阶效应的增大的偏心距；
 e_a ——附加偏心距；
 e_i ——初始偏心距；
 e_{ps} ——换算截面重心至预应力及非预应力钢筋合力点的距离；
 e_{rn} ——净截面重心至预应力及非预应力钢筋合力点的距离；
 f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；
 f'_c ——与各施工阶段混凝土立方体抗压强度 f'_{cu} 相应的抗压强度设计值；
 f_{cm} ——混凝土弯曲抗压强度设计值；
 f'_{cu} ——施加预应力时混凝土立方强度；
 f_t ——混凝土的轴心抗拉强度设计值；
 f'_{tk} ——与各施工阶段混凝土立方体抗压强度 f'_{cu} 相应的抗拉强度标准值；
 f_y ——普通钢筋的抗拉强度设计值；
 f'_y ——普通钢筋的抗压强度设计值；
 f_{yk} ——箍筋的抗拉强度设计值；
 h ——截面高度，在受扭计算中取矩形截面的长边尺寸；
 h_0 ——截面的有效高度；
 h_{cor} ——核芯截面的长边尺寸；
 h'_f ——T形截面受压区的翼缘计算厚度；
 h_w ——截面的腹板高度；
 i ——截面的最小回转半径；
 l_0 ——受压构件计算长度；
 $l_{cr,min}$ ——最小裂缝间距；
 q ——截面上的剪力流；
 r_o ——曲率半径；
 s ——箍筋的间距或受拉钢筋横截面总周长；
 u_{cor} ——构件截面核芯部分的周长；
 w_{or} ——平均裂缝宽度；
 w_{max} ——受弯构件的最大裂缝宽度；
 x ——钢筋混凝土受弯构件受压区高度；
 x_u ——钢筋混凝土受弯构件的中和轴高度；
 y ——折算截面重心至计算应力纤维处距离；
 y_0 ——换算截面重心至所计算纤维的距离；
 y_n ——净截面重心至所计算纤维的距离；

α ——混凝土斜压力与构件纵轴的夹角；或斜截面上非预应力弯起钢筋与构件纵向轴线间的夹角；
 α_B ——钢筋与混凝土弹性模量比值；
 β ——结构构件的可靠指标；或挠度系数；
 β_{cor} ——配置间接钢筋的局部受压承载力提高系数；
 β_t ——剪扭构件混凝土受扭承载力降低系数；
 γ ——受拉区混凝土塑性影响系数；
 γ_s ——结构构件的重要性系数；
 γ_G ——永久荷载分项系数；
 γ_{Q1} ——第一个可变荷载分项系数；
 γ_{Qi} ——第 i 个可变荷载分项系数；
 ϵ_0 ——混凝土典型受压应力应变曲线上的峰值应变；
 $\bar{\epsilon}_c$ ——混凝土平均拉应变；
 ϵ_{cu} ——混凝土典型受压应力应变曲线上的极限应变；
 ϵ_s ——钢筋的应变；
 $\bar{\epsilon}_s$ ——受拉钢筋平均拉应变；
 ξ ——受扭构件纵向钢筋与箍筋的配筋强度比值；
 ξ_1 ——偏心受压构件的截面曲率修正系数；
 ξ_2 ——考虑构件长细比对截面曲率的影响系数；
 η ——偏心受压构件考虑挠曲影响的轴向力的偏心距增大系数；
 θ ——考虑荷载长期效应组合对挠度增大的影响系数；
 κ ——管道局部偏差(以每米长度计算)；
 λ ——计算截面的剪跨比；
 μ ——管道与钢筋间的摩擦系数；
 μ_e ——截面延性系数；
 ν ——纵向受拉钢筋表面特征系数；
 ξ ——截面相对受压区高度；
 ξ_b ——界限破坏的截面相对受压区高度；
 ρ ——纵向受拉钢筋配筋率；
 ρ' ——纵向受压钢筋配筋率；
 ρ_{max} ——纵向受力钢筋最大配筋率；
 ρ_{min} ——纵向受力钢筋最小配筋率；
 ρ_{sv} ——箍筋配筋率；
 ρ_{te} ——按有效受拉混凝土面积计算的纵筋配筋率；
 ρ_{ti} ——受扭构件纵向钢筋的配筋率；
 σ_0 ——混凝土典型受压应力应变曲线上的应力峰值；
 σ_c ——混凝土的压应力；
 σ_{co} ——相应施工阶段计算截面边缘纤维的混凝土压应力；

$\sigma_{\sigma t}$ ——放松钢筋时,在钢筋水平高度处混凝土应力;
 σ_{con} ——张拉端预应力钢筋应力或称控制应力;
 σ_{op} ——主压应力;
 σ_{os} ——预应力作用后,全部静荷载作用下在预应力钢筋高度处混凝土应力;
 σ_{ot} ——相应施工阶段计算截面边缘纤维的混凝土拉应力;
 σ_l ——受拉区预应力钢筋的预应力损失总和, $\sigma_l = \sigma_{lI} + \sigma_{lII}$;
 σ'_l ——受压区预应力钢筋的预应力损失总和;
 σ_p ——正截面承载力计算中预应力钢筋的应力;
 σ_{p0} ——预应力钢筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力钢筋应力;
 σ_{p0} ——受拉区预应力钢筋在各自合力点处混凝土法向压应力;
 σ'_{p0} ——受压区预应力钢筋在各自合力点处混凝土法向压应力;
 σ_{pe} ——预应力钢筋的有效预应力;
 σ_s ——纵向受拉钢筋的应力;
 σ_{s1} ——在荷载短期效应组合下构件纵向受拉钢筋应力或等效应力;
 σ_{tp} ——主拉应力;
 ϕ ——钢筋混凝土构件的稳定系数;
 ϕ_u ——极限状态的截面曲率;
 ψ ——考虑是否采用超张拉的系数,采用时取 $\psi = 0.9$,不采用时取 $\psi = 1.0$;或裂缝间受拉钢筋应变不均匀系数;或简化设计表达式中采用的荷载组合系数;
 ψ_{si} ——第 i 个可变荷载的组合系数;
 ω ——受压区混凝土应力图形丰满系数;
 Δ ——构件挠度值;
 Δ_l ——长期荷载引起的挠度;
 Δ_s ——短期荷载引起的挠度。

目 录

前 言

目 录

主要符号

第一章 绪 论(1)

1.1 概述.....(1)

1.2 钢筋混凝土及预应力混凝土材料.....(1)

1.2.1 钢筋的形式和品种.....(1)

1.2.2 混凝土组成材料和品种.....(3)

1.2.3 钢筋和混凝土共同工作的基础.....(3)

1.3 钢筋混凝土结构的优缺点及其在土建工程中的应用.....(3)

1.4 钢筋混凝土结构抗御自然及人为灾害的能力.....(5)

1.5 钢筋混凝土结构发展简史及展望.....(6)

第二章 钢筋混凝土材料的物理力学性能(8)

2.1 钢筋的强度和变形.....(8)

2.1.1 短期荷载下钢筋的应力应变曲线.....(8)

2.1.2 钢筋的冷加工和热处理(10)

2.1.3 钢筋的徐变和松弛(11)

2.1.4 钢筋的包兴格 (Bauschinger) 效应(11)

2.1.5 钢筋的疲劳(12)

2.1.6 钢筋混凝土结构对钢筋性能的要求(13)

2.2 混凝土的强度和变形(13)

2.2.1 简单受力状态下混凝土的强度(13)

2.2.2 复杂受力状态下混凝土的强度(19)

2.2.3 局部受压强度.....(22)

2.2.4 混凝土的疲劳强度(23)

2.2.5 荷载作用下混凝土的变形(24)

2.2.6 混凝土的弹性模量、泊松比及剪变模量.....(28)

2.2.7 混凝土的徐变和收缩(30)

2.3 钢筋与混凝土的粘结(32)

2.3.1 粘结的性质(32)

2.3.2 粘结的试验方法(36)

第三章 简单受力状态下的钢筋混凝土构件.....(39)

3.1 轴心受拉状态	(39)
3.1.1 实验研究	(40)
3.1.2 正截面受力状态的分析	(40)
3.1.3 轴心受拉截面开裂时拉力和极限承载力	(43)
3.2 轴心受压状态	(45)
3.2.1 实验研究	(45)
3.2.2 正截面受力状态的分析	(47)
3.2.3 影响轴心受压构件受力性能的因素	(50)
3.2.4 轴心受压构件的极限承载力	(53)
3.3 纯弯受力状态	(56)
3.3.1 实验研究	(56)
3.3.2 正截面分析的基本假定	(60)
3.3.3 单筋矩形截面受弯破坏时的截面分析及其极限承载力	(61)
3.3.4 正截面受力的简化分析	(62)
3.3.5 界限破坏时截面相对受压区高度 ξ_b 和最大配筋率 ρ_{max}	(63)
3.3.6 双筋截面的分析及其极限承载力	(64)
3.3.7 T形截面的分析及其极限承载力	(66)
3.4 纯扭受力状态	(71)
3.4.1 实验研究	(71)
3.4.2 构件开裂前截面受力分析	(73)
3.4.3 构件开裂后截面受力分析	(75)
3.4.4 矩形截面纯扭构件扭曲截面承载力实用计算方法	(77)

第四章 复杂受力状态下的钢筋混凝土构件.....(80)

4.1 轴向力与弯矩的共同作用	(80)
4.1.1 概述	(80)
4.1.2 单向偏心受压构件的实验研究	(81)
4.1.3 偏心距增大系数	(83)
4.1.4 偏心距增大系数 η 的计算	(84)
4.1.5 单向偏心受压截面的分析	(85)
4.1.6 单向偏心受压截面受力的简化分析	(87)
4.1.7 双向偏心受压构件的实验研究及其截面分析	(91)
4.1.8 偏心受拉构件截面的分析	(95)
4.2 剪力与弯矩的共同作用	(96)
4.2.1 实验研究	(96)
4.2.2 无腹筋梁的抗剪性能	(98)
4.2.3 影响无腹筋梁抗剪强度的因素	(100)

4.2.4	无腹筋梁斜截面的分析	(102)
4.2.5	有腹筋梁的抗剪性能	(104)
4.2.6	有腹筋梁剪弯截面的分析	(105)
4.2.7	有腹筋梁剪弯截面承载力实用计算公式	(107)
4.2.8	剪弯强度的相关关系	(110)
4.3	轴向力、剪力和弯矩的共同作用	(114)
4.3.1	实验研究	(114)
4.3.2	影响压弯剪构件破坏形态和抗剪强度的因素	(115)
4.3.3	轴向力、剪力和弯矩共同作用的截面的承载力计算	(117)
4.3.4	轴向力、剪力和弯矩的相关关系	(119)
4.4	弯矩、剪力和扭矩的共同作用	(120)
4.4.1	实验研究	(120)
4.4.2	剪力与扭矩共同作用下的截面强度实用计算公式	(123)

第五章 预应力混凝土构件 (126)

5.1	概述	(126)
5.1.1	预应力混凝土特点	(126)
5.1.2	先张法及后张法	(127)
5.1.3	有粘结及无粘结	(128)
5.1.4	全预应力及部分预应力	(128)
5.2	施加预应力的方法、夹具及锚具	(129)
5.2.1	施加预应力的方法	(129)
5.2.2	夹具及锚具	(130)
5.3	预应力损失值	(133)
5.3.1	损失值种类	(133)
5.3.2	管道摩擦损失	(133)
5.3.3	锚具变形和钢筋回缩损失	(135)
5.3.4	温差应力损失	(137)
5.3.5	应力松弛损失	(138)
5.3.6	收缩、徐变损失	(139)
5.3.7	各阶段预应力损失值的组合	(140)
5.4	预应力传递长度和端部局部承压	(140)
5.4.1	预应力传递长度	(140)
5.4.2	端部局部承压	(141)
5.5	轴心受拉构件	(144)
5.5.1	受力特征	(144)
5.5.2	各阶段应力状态	(145)
5.5.3	构件计算	(148)
5.6	受弯构件	(149)

5.6.1 受力特征	(149)
5.6.2 应力状态	(150)
5.6.3 构件计算	(153)
第六章 钢筋混凝土及预应力混凝土构件的裂缝和刚度	(158)
6.1 裂缝间距计算	(158)
6.1.1 开展机制	(158)
6.1.2 间距计算	(159)
6.2 裂缝宽度计算	(160)
6.2.1 平均裂缝宽度	(160)
6.2.2 影响裂缝宽度的主要因素	(162)
6.2.3 最大裂缝宽度计算	(163)
6.3 短期刚度及变形计算	(165)
6.3.1 不开裂构件刚度	(165)
6.3.2 开裂构件刚度	(166)
6.4 长期刚度及变形计算	(171)
6.4.1 解析法	(171)
6.4.2 系数法	(174)
第七章 按规范设计钢筋混凝土构件	(175)
7.1 按现行规范的构件设计准则	(175)
7.1.1 设计准则及极限状态	(176)
7.1.2 结构构件按极限状态的设计方法	(176)
7.1.3 荷载效应及构件抗力设计值的表达式	(177)
7.1.4 荷载分项系数、组合系数与结构构件抗力分项系数	(178)
7.1.5 材料的强度标准值和材料强度设计值	(179)
7.2 简单受力状态下的钢筋混凝土构件的截面承载力计算	(180)
7.2.1 轴心受拉构件的正截面受拉承载力计算	(180)
7.2.2 轴心受压构件的正截面受压承载力计算	(180)
7.2.3 受弯构件的正截面受弯承载力计算	(186)
7.2.4 受扭构件的扭曲截面受扭承载力计算	(203)
7.3 复杂受力状态下的钢筋混凝土构件的截面承载力计算	(207)
7.3.1 轴向力和弯矩共同作用下构件的正截面承载力计算	(207)
7.3.2 剪力作用下的受弯构件斜截面受剪承载力计算	(233)
7.3.3 轴向力和剪力作用下的受弯构件斜截面受剪承载力计算	(245)
7.3.4 剪扭构件扭曲截面的承载力计算	(247)
7.4 钢筋混凝土构件的变形和裂缝宽度的验算	(250)
7.4.1 受弯构件的变形验算	(250)
7.4.2 受弯构件的裂缝宽度验算	(255)

7.4.3 轴心受拉构件的裂缝宽度验算	(256)
---------------------	-------

第八章 按规范设计预应力混凝土构件	(258)
--------------------------	--------------

8.1 预应力混凝土构件所用的材料	(258)
8.1.1 钢材	(258)
8.1.2 混凝土	(259)
8.2 张拉控制应力 σ_{con} 的确定	(259)
8.3 预应力损失	(260)
8.4 预应力混凝土轴心受拉构件正截面受拉承载力计算	(264)
8.4.1 施工阶段时的混凝土应力	(264)
8.4.2 使用阶段时的承载力计算	(264)
8.4.3 施工阶段时的承载力验算	(265)
8.5 预应力混凝土轴心受拉构件的抗裂、裂缝宽度验算	(267)
8.5.1 抗裂验算	(267)
8.5.2 裂缝宽度的验算	(268)
8.6 预应力混凝土受弯构件的承载力计算	(269)
8.6.1 使用阶段时的正截面受弯承载力计算	(269)
8.6.2 使用阶段时的斜截面受剪承载力计算	(271)
8.6.3 施工阶段时的承载力验算	(272)
8.7 预应力混凝土受弯构件的抗裂、裂缝宽度和变形的验算	(274)
8.7.1 抗裂的验算	(274)
8.7.2 裂缝宽度验算	(276)
8.7.3 变形的验算	(278)
8.8 预应力混凝土构件的构造	(279)
8.8.1 预应力混凝土轴心受拉构件的构造要求	(279)
8.8.2 预应力混凝土受弯构件的构造要求	(280)
附录 7-1 混凝土的强度标准值	(296)
附录 7-2 混凝土的强度设计值	(296)
附录 7-3 混凝土的弹性模量	(297)
附录 7-4 热轧钢筋、冷拉钢筋及热处理钢筋的强度标准值	(297)
附录 7-5 碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线及冷拔低碳钢丝的强度标准值	(298)
附录 7-6 热轧钢筋、冷拉钢筋及热处理钢筋的强度设计值	(298)
附录 7-7 碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线及冷拔低碳钢丝的强度设计值	(299)
附录 7-8 钢筋的弹性模量	(300)
附录 7-9 受弯构件的允许挠度值	(300)
附录 7-10 裂缝控制等级、混凝土拉应力限制系数及最大裂缝宽度允许值	(301)
附录 7-11 受弯构件的最大配筋率	(302)
附录 7-12 混凝土构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率 (%)	(302)
附录 7-13 钢筋混凝土矩形截面受弯构件正截面抗弯承载力计算用系	

	数 γ_s 、 α_s	(303)
附录 7-14	钢筋的计算截面面积及公称质量表	(304)
附录 7-15	每米板宽内各种钢筋间距时的钢筋截面面积	(305)
附录 7-16	截面抵抗塑性系数 γ_m	(306)

第一章 绪 论

1.1 概 述

钢筋混凝土是由钢筋和混凝土两种物理力学性能不相同的材料所组成。混凝土的抗压能力较强,抗拉能力却很低,而钢筋的抗拉能力则很强。为了提高构件的承载能力,把钢筋和混凝土结合在一起协同工作,就能充分发挥材料各自的特长,以满足工程结构的不同使用要求。

在“材料力学”课程中所运用的解决问题的基本方法,如利用平衡条件、几何关系和物理关系建立基本方程的方法,一般对钢筋混凝土也是适用的。但混凝土是非匀质、非弹性的材料,而且钢筋混凝土又是由两种力学性能不相同的材料所组成,运用时必须注意结合钢筋混凝土受力和变形性能的特点。此外,由于混凝土受力性能的复杂性,目前很多问题还不能不依赖于试验研究,因此在学习本课程时,应十分重视对试验结果的观察和分析,着重了解受力过程和破坏机理,通过了解世界,揭示事物发展的内在客观规律,从而达到认识世界的目的。

读者还应认识到,钢筋混凝土学科的水平 and 生产实践经验是不断发展的,学习本课程时,除要求掌握基本原理外,要善于用发展的观点去理解和思考问题,以便于更好地解决工程实际问题。

1.2 钢筋混凝土及预应力混凝土材料

1.2.1 钢筋的形式和品种

钢筋的力学性能主要取决于它的化学成分。其主要成分是铁元素,此外还含有少量的碳、锰、硅、磷、硫等元素。增加含碳量可提高钢材的强度,但塑性和可焊性降低。根据钢材中含碳量的多少,通常可分为低碳钢(含碳量少于0.25%)和高碳钢(含碳量在0.6~1.4%范围内)。锰、硅元素可提高钢材强度,并保持一定塑性;磷、硫是有害元素,其含量超过一定限度时,钢材塑性明显降低,磷使钢材冷脆,硫使钢材热脆,且焊接质量也不易保证。

除上述元素外,再加入少量合金元素,如锰、硅、钒、钛等即制成低合金钢。低合金钢能显著改善钢筋的综合性能,根据其所加元素的不同,可分为锰系,硅钒系等多种。

目前我国钢筋混凝土及预应力混凝土结构中采用的钢筋和钢丝有热轧钢筋、冷拉钢筋、钢丝和热处理钢筋四大类。其中热轧钢筋和冷拉钢筋属于有明显物理流限的钢筋;钢丝和热处理钢筋属于无明显物理流限的钢筋。

热轧钢筋按其强度由低到高分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ四级，每一级又包括一种或几种化学成分不同的钢号，其中Ⅰ级钢筋(3号钢)为低碳钢，Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ级钢筋均为低合金钢。Ⅰ级钢筋的外形为光面圆钢筋，称为光圆钢筋；其余3级均在表面上轧有肋纹，称为变形钢筋(图1-1)。过去通用的肋纹有螺纹和人字纹，近年来为了改进生产工艺并改善使用性能，Ⅱ级钢筋的肋纹形式已逐步向月牙纹过渡。

冷拉钢筋是通过对各等级热轧钢筋进行冷拉加工(见本书2.1.2)而成，通过冷拉可提高钢筋的屈服强度

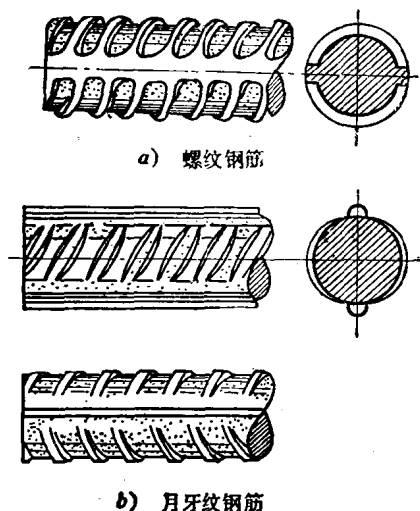


图 1-1 变形钢筋的外形

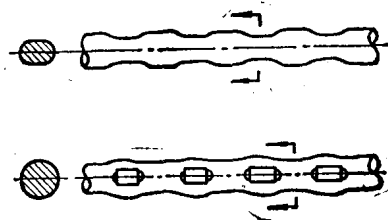


图 1-2 刻痕钢丝

钢丝分碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线和冷拔低碳钢丝等四种。碳素钢丝也称高强钢丝，是用高碳光圆盘条钢筋经冷拔(见本书2.1.2)和矫直回火制成。如将碳素钢丝的表面经过机械刻痕即成刻痕钢丝(图1-2)。钢绞线则是由7根高强钢丝用绞盘绞成一股而形成。冷拔低碳钢丝一般是在现场将小直径的低碳光圆钢筋用拔丝机经数次冷拔而得到。

热处理钢筋(图1-3)是一种理想的预应力钢筋，它是由强度相当于Ⅳ级钢筋的一些特定钢号的热轧钢筋，经过淬火和回火处理而制成的(见本书2.1.2)。

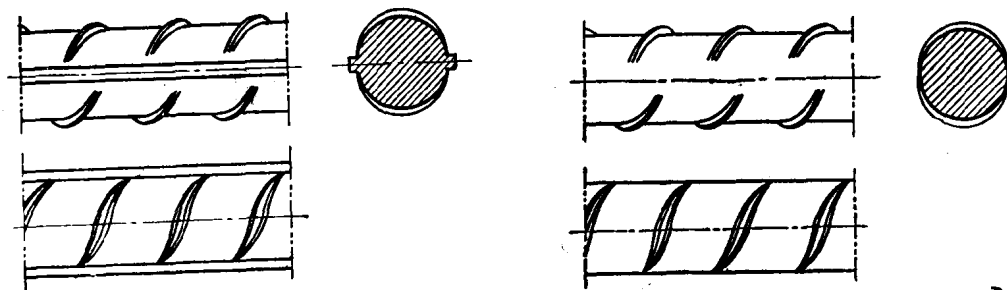


图 1-3 热处理钢筋的外形

我国《混凝土结构设计规范》(GBJ10-89，以下简称《规范》)规定：上述热轧钢筋的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级钢筋和乙级冷拔低碳钢丝用作非预应力钢筋；碳素钢丝、刻痕钢丝、钢绞线和热处理钢