



全国高等教育自学考试指定教材 房屋建筑工程专业(专科)

混凝土及砌体结构

附：混凝土及砌体结构自学考试大纲

课程代码
2396
[2004年版]

组编/全国高等教育自学考试指导委员会
主编/程文灏

武汉大学出版社

图样设计(GB)标准

全国高等教育自学考试指定教材

教育部审定 全国高等教育自学考试指定教材

房屋建筑工程专业(专科)

(自学考试) 房屋建筑工程专业(专科)

混凝土及砌体结构

(附:混凝土及砌体结构自学考试大纲)

(2004年版)

全国高等教育自学考试指导委员会 组编

主编 程文瀾



前 支: 特寄

元玖夏 玖夏 元玖夏

元玖夏: 附编并表

武汉出版社

(地址: 武汉市武昌区) 电话: 027-87711111

印刷: 武汉市武昌区

开本: 787×1092 1/16 1092×1092 1/16

版次: 2000年10月第1版

印次: 2003年10月第1次

印数: 600千

ISBN 978-7-302-04371-0 定价: 24.00元

武汉大学出版社

地址: 武汉市武昌区 电话: 027-87711111

印刷: 武汉市武昌区

图书在版编目(CIP)数据

混凝土及砌体结构:2004年版/全国高等教育自学考试指导委员会组编;程文灏主编. —2版. —武汉:武汉大学出版社,2005.1

全国高等教育自学考试指定教材 房屋建筑工程专业(专科)

ISBN 978-7-307-04377-0

I. 混… II. ①全… ②程… III. ①混凝土结构—高等学校—教材
②砌体结构—高等学校—教材 IV. TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 110858 号

责任编辑:夏炽元 责任校对:王 建 版式设计:支 笛

出版:武汉大学出版社(430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:北京市荣盛彩色印刷有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:26.75

版次:2000年10月第1版 2005年1月第2版

2013年6月第14次印刷

字数:660千字

ISBN 978-7-307-04377-0/TU·53 定价:34.00元

版权所有,不得翻印;所购教材,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地教材供应部门联系调换。

目 录

第一章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 学习要求	1
1.1 钢筋混凝土结构的一般概念	1
1.1.1 配筋的作用	1
1.1.2 配筋的基本要求	2
1.2 钢筋混凝土结构的主要优缺点	3
1.3 钢筋混凝土结构的发展简况	3
1.4 砌体结构的一般概念	4
1.4.1 砌体结构的主要特点	4
1.4.2 砌体结构的主要优缺点	4
1.4.3 砌体结构的发展简况和用途	5
小结	5
复习思考题	5
第二章 混凝土及砌体结构设计方法概述	6
2.1 引言	6
2.2 学习要求	6
2.1 结构上的作用	6
2.1.1 作用的定义	6
2.1.2 作用的分类	6
2.2 两类极限状态	7
2.2.1 建筑结构的性能	7
2.2.2 设计使用年限	7
2.2.3 建筑结构的可靠等级	7
2.2.4 两类极限状态	8
2.3 荷载效应与结构抗力	8
2.3.1 荷载效应	8
2.3.2 结构抗力	9
2.4 两类极限状态的设计表达式	9
2.4.1 荷载分项系数、材料分项系数、结构重要性系数	9
2.4.2 结构构件承载能力极限状态设计表达式	10

2.4.3 结构构件正常使用极限状态的验算表达式	11
小结	11
复习思考题	13
习题	13
目 录	
第三章 混凝土结构材料的物理力学性能	14
引言	14
学习要求	14
3.1 钢筋	14
3.1.1 钢筋的种类	14
3.1.2 钢筋的力学性能	15
3.1.3 混凝土结构对钢筋性能的要求	16
3.2 混凝土	17
3.2.1 混凝土的强度	17
3.2.2 混凝土的变形	19
3.3 钢筋与混凝土的粘结	22
3.3.1 粘结力的组成	23
3.3.2 保证可靠粘结的构造措施	23
小结	25
复习思考题	26
习题	27
第四章 受弯构件的正截面受弯承载力	28
引言	28
学习要求	28
4.1 梁、板的一般构造	28
4.1.1 截面形式与尺寸	29
4.1.2 材料选择与一般构造	29
4.2 梁的正截面受弯承载力试验结果	31
4.2.1 适筋梁正截面受弯的三个受力阶段	31
4.2.2 纵向受拉钢筋配筋百分率对正截面受弯破坏形态和受力性能的影响	36
4.3 正截面承载力计算的基本假定和受压区混凝土应力的计算图形	38
4.3.1 正截面承载力计算的基本假定	38
4.3.2 受压区混凝土的应力计算图形	39
4.3.3 相对界限受压区高度 ξ_b	41
4.3.4 界限配筋率 ρ_b 、最小配筋率 $\rho_{\min}$	42
4.4 单筋矩形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算	43
4.4.1 基本计算公式	44
4.4.2 基本计算公式的适用条件	45

4.4.3	截面抵抗矩系数 α_s 和内力矩臂系数 γ_s	45
4.4.4	正截面受弯承载力计算的两类问题	49
4.5	双筋矩形截面受弯构件正截面受弯承载力的计算	51
4.5.1	双筋截面的受力特点	52
4.5.2	双筋矩形截面受弯构件正截面受弯承载力的基本计算公式	52
4.5.3	双筋梁的正截面设计	54
4.6	T形截面受弯构件的正截面受弯承载力计算	58
4.6.1	T形截面翼缘的计算宽度 b'_f	59
4.6.2	T形截面受弯构件正截面受弯承载力基本计算公式	61
	小结	65
	复习思考题	68
	习题	69
第五章 受弯构件的斜截面承载力 71		
	引言	71
	学习要求	71
5.1	受弯构件斜截面承载力的一般概念	71
5.1.1	斜裂缝的出现与开展	71
5.1.2	斜截面受弯承载力和斜截面受剪承载力	73
5.2	剪跨比及梁沿斜截面受剪的主要破坏形态	73
5.2.1	剪跨比的概念	73
5.2.2	梁沿斜截面受剪的三种主要破坏形态	73
5.2.3	保证斜截面受剪承载力的方法	76
5.3	影响斜截面受剪承载力的主要因素	76
5.4	斜截面受剪承载力的计算公式和适用范围	77
5.4.1	基本假设	77
5.4.2	混凝土及箍筋的受剪承载力设计值	78
5.4.3	弯起钢筋的受剪承载力设计值	80
5.4.4	斜截面受剪承载力计算公式	80
5.4.5	计算公式的适用范围	81
5.5	斜截面受剪承载力的计算方法	81
5.5.1	计算截面	81
5.5.2	计算步骤	81
5.6	保证斜截面受弯承载力的构造措施	89
5.6.1	抵抗弯矩图(M_u 图)	89
5.6.2	纵筋的弯起	91
5.6.3	纵筋的锚固	92
5.6.4	纵筋的截断	93
5.6.5	箍筋的间距	94

5.7 梁、板内钢筋的其他构造要求	95
5.7.1 纵向受力钢筋	95
5.7.2 弯起钢筋	96
5.7.3 箍筋	96
5.7.4 架立钢筋及纵向构造钢筋	97
小结	97
复习思考题	99
习题	100
第六章 受扭构件扭曲截面的受扭承载力	102
引言	102
学习要求	102
6.1 纯扭构件的试验结果	102
6.2 矩形截面纯扭构件扭曲截面的受扭承载力计算	105
6.2.1 开裂扭矩的计算	105
6.2.2 矩形截面纯扭构件受扭承载力计算	106
6.3 矩形截面弯扭、剪扭和弯剪扭构件的计算	109
6.3.1 矩形截面剪扭构件的受剪、受扭承载力计算	109
6.3.2 弯剪扭构件的配筋计算	109
6.4 受扭构件的构造要求	110
小结	115
复习思考题	116
习题	116
第七章 受压构件的截面承载力	117
引言	117
学习要求	117
7.1 受压构件的构造要求	117
7.1.1 材料的强度等级	117
7.1.2 截面型式及尺寸	118
7.1.3 纵向钢筋	118
7.1.4 箍筋	119
7.2 轴心受压构件正截面受压承载力计算	120
7.2.1 配有纵向钢筋和普通箍筋的轴心受压柱	120
7.2.2 轴心受压螺旋筋柱的正截面受压承载力计算	124
7.3 偏心受压构件正截面的破坏形态	127
7.3.1 偏心受压柱的材料破坏和失稳破坏	127
7.3.2 偏心受压短柱的正截面破坏形态	128
7.4 矩形截面偏心受压构件正截面受压承载力的计算公式	130

7.4.1	两种破坏形态的界限及其截面应力计算图形	130
7.4.2	附加偏心距 e_a 、初始偏心距 e_i 、偏心距增大系数 η	130
7.4.3	矩形截面偏心受压构件正截面承载力的计算公式及适用条件	132
7.5	对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面承载力的计算	135
7.5.1	大、小偏心受压破坏的判别条件	136
7.5.2	截面设计	136
7.5.3	截面复核	136
7.6	偏心受压构件正截面承载力 N_u 与 M_u 的关系	141
7.7	偏心受压构件斜截面受剪承载力的计算	142
小结		143
复习思考题		144
习题		145
第八章	受拉构件承载力的计算	147
引言		147
学习要求		147
8.1	轴心受拉构件正截面受拉承载力的计算	147
8.1.1	轴心受拉构件正截面的破坏形态	147
8.1.2	轴心受拉构件正截面受拉承载力计算公式	147
8.1.3	有关构造要求	147
8.2	矩形截面偏心受拉构件正截面受拉承载力的计算	148
8.2.1	大、小偏心受拉构件的概念及判别	148
8.2.2	矩形截面大偏心受拉构件正截面受拉承载力计算	148
8.2.3	矩形截面小偏心受拉构件正截面受拉承载力计算	149
8.2.4	受拉构件正截面承载力计算的两类问题	149
8.3	矩形截面偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	151
小结		152
复习思考题		153
习题		153
第九章	变形、裂缝与耐久性	154
引言		154
学习要求		154
9.1	截面弯曲刚度的定义和基本表达式	154
9.1.1	截面弯曲刚度的定义和基本表达式	154
9.1.2	荷载效应标准组合下的截面弯曲刚度 B_s	156
9.1.3	受弯构件的截面弯曲刚度 B	159
9.1.4	受弯构件的挠度验算	159
9.2	钢筋混凝土构件裂缝宽度验算	162

9.2.1 平均裂缝间距	162
9.2.2 裂缝宽度	164
9.3 混凝土结构的耐久性	166
9.3.1 耐久性的概念	166
9.3.2 混凝土的碳化	166
9.3.3 钢筋的锈蚀	167
9.3.4 保证耐久性的技术措施	168
小结	169
复习思考题	170
习题	171
第十章 预应力混凝土构件	172
引言	172
学习要求	172
10.1 概述	172
10.1.1 预应力混凝土的基本概念	172
10.1.2 预应力的方法	173
10.1.3 预应力混凝土构件对材料的要求	175
10.1.4 张拉控制应力 σ_{con}	175
10.2 预应力损失	177
10.2.1 预应力直线钢筋由于锚具变形和钢筋内缩引起的预应力损失 σ_{l1}	177
10.2.2 预应力筋与孔道壁间的摩擦引起的预应力损失 σ_{l2}	177
10.2.3 混凝土加热养护时受张拉的预应力钢筋与承受拉力的设备之间温差引起的 预应力损失 σ_{l3}	178
10.2.4 预应力筋松弛引起的预应力损失 σ_{l4}	179
10.2.5 混凝土收缩和徐变引起的预应力损失 σ_{l5} 、 σ'_{l5}	179
10.2.6 用螺旋式预应力钢筋作配筋的环形构件,由于预应力钢筋对混凝土的挤压引起的 预应力损失 σ_{l6}	180
10.2.7 预应力损失值的组合	180
10.3 后张法预应力混凝土轴心受拉构件	181
10.3.1 后张法轴心受拉构件在施工阶段的应力变化	181
10.3.2 后张法轴心受拉构件在使用阶段的应力变化	183
10.4 后张法预应力混凝土轴心受拉构件在使用阶段的计算	185
10.4.1 构件截面的承载力计算	185
10.4.2 构件的抗裂验算	185
10.5 后张法预应力混凝土轴心受拉构件的施工阶段验算	186
10.5.1 张拉预应力筋时构件的承载力验算	186
10.5.2 后张法构件端部的局部受压承载力验算	187
10.6 后张法预应力混凝土轴心受拉构件的构造要求	190

10.7 预应力混凝土轴心受拉构件计算例题	191
小结	194
复习思考题	195
习题	195

第十一章 现浇钢筋混凝土单向板肋梁楼盖

引言	197
学习要求	197
11.1 概述	197
11.1.1 钢筋混凝土梁板结构楼盖的主要结构型式	197
11.1.2 单向板与双向板	198
11.1.3 单向板肋梁楼盖的结构平面布置	199
11.2 单向板肋梁楼盖按弹性理论的计算	200
11.2.1 计算简图	200
11.2.2 荷载	201
11.2.3 活荷载的最不利组合	201
11.2.4 内力包络图	204
11.2.5 折算荷载和弯矩、剪力的计算值	206
11.3 连续板、梁考虑内力塑性重分布的基本原理	207
11.3.1 钢筋混凝土受弯构件的塑性铰	208
11.3.2 钢筋混凝土超静定结构的内力重分布	209
11.4 等跨连续梁、板按调幅法的内力计算	210
11.4.1 调幅法的概念和原则	210
11.4.2 用调幅法计算等跨连续梁、板	211
11.4.3 几点说明	214
11.5 单向板肋梁楼盖的截面计算和构造要求	215
11.5.1 板的计算和构造	215
11.5.2 次梁的计算和构造	219
11.5.3 主梁的计算和构造	219
11.6 单向板肋梁楼盖设计例题	222
小结	233
复习思考题	234

第十二章 砌体材料及其力学性能

引言	235
学习要求	235
12.1 块体与砂浆的种类及强度等级	235
12.1.1 块体	235
12.1.2 砂浆	237

12.1.3 块体和砂浆的强度等级	237
12.2 砌体的种类	238
12.2.1 无筋砌体	238
12.2.2 配筋砌体	239
12.2.3 预应力砌体	240
12.3 砌体的计算指标	240
12.3.1 砌体的抗压强度	240
12.3.2 砌体轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度	243
12.3.3 砌体强度设计值的调整	245
12.3.4 砌体的变形模量、线膨胀系数和摩擦系数	246
小结	248
复习思考题	248
第十三章 无筋砌体构件的承载力	249
引言	249
学习要求	249
13.1 受压构件承载力计算	249
13.1.1 受压构件截面上应力的变化	249
13.1.2 短柱的承载力计算	249
13.1.3 长柱的受压承载力计算	251
13.1.4 受压构件的承载力计算	253
13.2 砌体局部受压承载力	257
13.2.1 砌体局部受压的破坏形态	257
13.2.2 砌体局部均匀受压	258
13.2.3 梁端支承处砌体的局部受压	259
13.2.4 梁端垫块下砌体的局部受压	262
13.2.5 垫梁下的砌体局部受压	264
13.3 轴心受拉、受弯和受剪构件的承载力	268
13.3.1 轴心受拉构件	268
13.3.2 受弯构件	269
13.3.3 受剪构件	271
小结	272
复习思考题	273
习题	273
第十四章 多层混合结构房屋设计	275
引言	275
学习要求	275
14.1 概述	275

14.2 铺板式钢筋混凝土楼盖	276
14.2.1 预制板和梁的形式	276
14.2.2 预制板的布置	276
14.2.3 铺板式楼盖的连接	277
14.3 多层混合结构房屋墙、柱的设计	279
14.3.1 房屋墙体的承重体系及布置方案	279
14.3.2 房屋的静力计算方案	282
14.3.3 墙、柱的高厚比验算	286
14.3.4 刚性方案房屋墙、柱的计算	292
14.3.5 墙体的构造措施	299
14.4 多层混合结构房屋中常用结构构件的设计	305
14.4.1 现浇钢筋混凝土板式楼梯	305
14.4.2 钢筋混凝土雨篷	313
14.4.3 过梁	319
14.4.4 挑梁	325
14.5 多层混合结构房屋的抗震构造措施	329
14.5.1 地震对混合结构房屋的作用及震害破坏的特点	329
14.5.2 建筑体型和结构布置的一般原则	331
14.5.3 多层砖房的抗震构造措施	333
小结	335
复习思考题	336
习题	337

附表

附表 1 混凝土强度标准值(N/mm^2)	340
附表 2 混凝土强度设计值(N/mm^2)	340
附表 3 混凝土弹性模量 E_c ($\times 10^4 \text{N}/\text{mm}^2$)	340
附表 4 普通钢筋强度标准值(N/mm^2)	341
附表 5 普通钢筋强度设计值(N/mm^2)	341
附表 6 预应力钢筋强度标准值(N/mm^2)	341
附表 7 预应力钢筋强度设计值(N/mm^2)	342
附表 8 钢筋弹性模量 E_s (N/mm^2)	342
附表 9 钢筋的计算截面面积及理论质量	343
附表 10 钢筋混凝土板每 m 宽的钢筋面积表(mm^2)	344
附表 11 钢绞线的公称直径、截面面积及理论质量	345
附表 12 钢丝公称直径、截面面积及理论质量	345
附表 13 混凝土结构的环境类别	345
附表 14 纵向受力钢筋的混凝土保护层最小厚度(mm)	346
附表 15 钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的最小配筋百分率(%)	346

附表 16 受弯构件的挠度限值	346
附表 17 结构构件的裂缝控制等级及最大裂缝宽度限值	347
附表 18 民用建筑楼面活荷载标准值及其组合值、频遇值和准永久值系数	347
附表 19 等截面等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	349
附表 20 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗压强度设计值(N/mm^2)	356
附表 21 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体的抗压强度设计值(N/mm^2)	356
附表 22 单排孔混凝土和轻集料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值(N/mm^2)	356
附表 23 沿砌体灰缝截面破坏时砌体的轴心抗拉强度设计值、弯曲抗拉强度设计值 和抗剪强度设计值(N/mm^2)	357
附表 24 砌体的弹性模量(N/mm^2)	358
附表 25 砌体的线膨胀系数和收缩率	358
附录 混凝土及砌体结构自学考试大纲	359

第一章 绪论	1
1.1 绪论	1
1.1.1 混凝土及砌体结构的定义	1
1.1.2 混凝土及砌体结构的分类	1
1.1.3 混凝土及砌体结构的组成	1
1.1.4 混凝土及砌体结构的性能	1
1.1.5 混凝土及砌体结构的施工	1
1.1.6 混凝土及砌体结构的维护	1
1.1.7 混凝土及砌体结构的检测	1
1.1.8 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.9 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.10 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.11 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.12 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.13 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.14 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.15 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.16 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.17 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.18 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.19 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.20 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.21 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.22 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.23 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.24 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.25 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.26 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.27 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.28 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.29 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.30 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.31 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.32 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.33 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.34 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.35 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.36 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.37 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.38 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.39 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.40 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.41 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.42 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.43 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.44 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.45 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.46 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.47 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.48 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.49 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.50 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.51 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.52 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.53 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.54 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.55 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.56 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.57 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.58 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.59 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.60 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.61 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.62 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.63 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.64 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.65 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.66 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.67 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.68 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.69 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.70 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.71 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.72 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.73 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.74 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.75 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.76 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.77 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.78 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.79 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.80 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.81 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.82 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.83 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.84 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.85 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.86 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.87 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.88 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.89 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.90 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.91 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.92 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.93 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.94 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.95 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.96 混凝土及砌体结构的加固	1
1.1.97 混凝土及砌体结构的修复	1
1.1.98 混凝土及砌体结构的拆除	1
1.1.99 混凝土及砌体结构的改造	1
1.1.100 混凝土及砌体结构的加固	1

第一章 绪 论

引 言

本章讲述钢筋混凝土结构与砌体结构的一般概念。这些概念能启发以后的学习,而学过以后各章再重新学习本章的话,将会对这些概念有进一步的认识。

学 习 要 求

1. 理解配筋的主要作用及对配筋的基本要求。
2. 了解结构或构件脆性破坏类型和延性破坏类型的定义。
3. 了解钢筋混凝土结构的主要优缺点及其发展简况。
4. 了解砌体结构的主要特点及其发展简况和用途。

1.1 钢筋混凝土结构的一般概念

以混凝土为主制作的结构,称为混凝土结构。它包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等。素混凝土结构是由无筋或不配置受力钢筋的混凝土制成的结构。钢筋混凝土结构是由配置受力的普通钢筋、钢筋网或钢筋骨架的混凝土制成的结构。预应力混凝土结构是由配置受力的预应力钢筋通过张拉或其他方法建立预加应力的结构。

本教材不讲述素混凝土结构,预应力混凝土结构将在第十章中讲述,这里先讲述钢筋混凝土结构的一般概念。

1.1.1 配筋的作用

图 1-1(a)示出了一根素混凝土简支梁,在跨度三分点处各作用一个外加的竖向集中力。在梁自身重力及两个竖向集中力的作用下,梁截面承受正弯矩,使得梁截面的下部受拉,上部受压。混凝土的抗拉性能很差,极限拉应变值只有 $(0.10 \sim 0.15) \times 10^{-3}$, 因此当正弯矩最大的跨度中点附近的垂直于梁轴线的正截面下边缘纤维的拉应变达到混凝土的极限拉应变值时,混凝土开裂,截面高度缩小,梁立即突然破坏。这时外加的竖向集中力还很小,记作 F_{cr} (角标表示开裂 cracking)。另外,素混凝土梁的破坏是在梁的挠度很小,没有明显预兆的情况下突然发生的,属脆性破坏类型,很危险,是工程上不希望发生的。

为了改变这种情况,在素混凝土梁的受拉区底部配置适量的纵向受拉钢筋,构成钢筋混凝土梁,如图 1-1(b)所示。当竖向集中力达到稍大于 F_{cr} 时,梁底混凝土也开裂,但是开裂以后

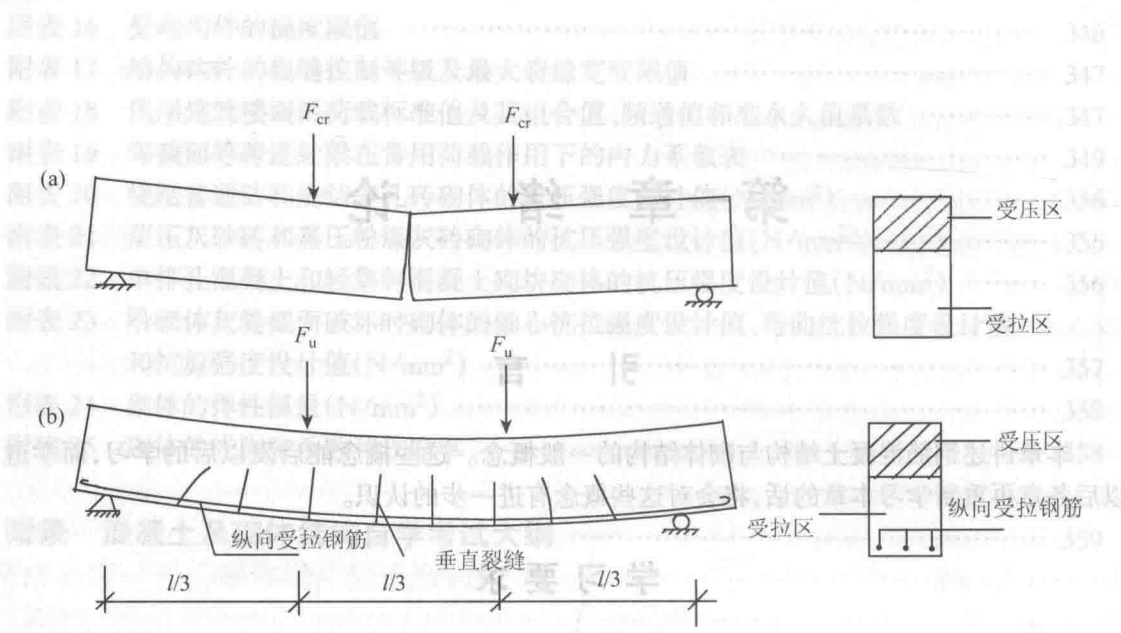


图 1-1 素混凝土梁与钢筋混凝土梁
(a) 素混凝土梁 (b) 钢筋混凝土梁

的情况就根本不同了。混凝土开裂后不能再承担拉力,拉力几乎全部由钢筋承担。由于钢筋的抗拉强度相当高,混凝土的抗压能力也比较高,所以混凝土开裂后,钢筋混凝土梁还能继续承受相当大的荷载,直到受拉钢筋屈服以后,受压区边缘的混凝土最后被压碎,梁才破坏。破坏时,外加的竖向集中力记作 F_u (角标 u 表示梁破坏时的极限荷载 ultimate), F_u 比 F_{cr} 大得多;并且破坏时梁的挠度比较大,有明显的预兆,属延性破坏类型,是工程上所希望的。

可见,在素混凝土梁内配置纵向受拉钢筋构成钢筋混凝土梁以后,其承载能力和变形能力都有很大的提高。

通常在轴心受压构件中也要配置受力钢筋,以提高其承载能力和变形能力,这是因为钢筋的抗压强度毕竟比混凝土的强度高得多,配筋后还能改善轴心受压构件破坏时的脆性,并且钢筋还可承受各种原因产生的拉应力。

此外,温度变化、混凝土的收缩和徐变等也会在结构或构件的某些部位产生拉应力,所以在这些部位往往也要适当地配置一些钢筋。

总之,混凝土内配置受力钢筋的主要作用是提高结构或构件的承载能力和变形能力。

一般说来,在钢筋混凝土结构中,钢筋主要承担拉力,混凝土主要承担压力,充分发挥了这两种材料各自的长处。同时,混凝土包裹着钢筋,对防止钢筋锈蚀也有一定的作用,从而使得钢筋混凝土结构成为一种比较经济、取材容易、安全可靠且耐久的结构类型。

1.1.2 配筋的基本要求

要使配筋后能发挥上述作用,就要求:①钢筋与混凝土两者变形一致,共同受力;②钢筋的位置和数量等也必须正确。

满足第一个要求是可能的,钢筋的温度线膨胀系数是 1.2×10^{-5} ,混凝土的温度线膨胀系

数是 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5}$,两者接近,当温度变化时,钢筋与混凝土之间不会出现较大的相对变形。

这只是满足了先决条件,为了使钢筋与混凝土变形一致共同受力,还应在设计和施工中切实地使钢筋与混凝土可靠地粘结在一起,并且在钢筋的端部要有足够的锚固长度,采用光面钢筋时还要做弯钩,以防止钢筋受力后被拔出或产生过大的滑移。

钢筋的位置和数量等应根据计算和构造要求来确定。如果把图 1-1(b)中的纵向钢筋改放在梁截面的受压区,那就起不到配筋的作用,如果纵向受拉钢筋的数量过少或过多也是不允许的,详见第四章。

综上可知,在钢筋混凝土结构的设计和施工中应该做到在正确的部位放置数量正确的钢筋,并保证钢筋与混凝土之间有可靠的粘结,钢筋端部在混凝土中有可靠的锚固。

1.2 钢筋混凝土结构的主要优缺点

主要优点:

合理用材 钢筋混凝土结构合理地利用了钢筋与混凝土的受力性能,节约了钢材。

耐久性较好 混凝土包裹在钢筋外面,使钢筋不易被锈蚀,故钢筋混凝土结构的耐久性是比较好的。

耐火性好 钢筋被混凝土包裹,火灾时使钢筋不致很快达到软化温度而导致结构的整体破坏,故钢筋混凝土结构的耐火性比钢结构、木结构都好。

整体性好 整浇的或装配整体式钢筋混凝土结构具有很好的整体性。

取材容易 混凝土所用的砂、石一般可就地取材,还可把工业废料(如矿渣、粉煤灰等)制成人造骨料用于混凝土中。

可模性好 可根据需要把钢筋混凝土结构浇筑成各种形状和尺寸。

钢筋混凝土结构的主要缺点:

自重大 混凝土的重力密度为 $(23 \sim 24) \text{ kN/m}^3$,钢筋混凝土的为 25 kN/m^3 。

抗裂性差 混凝土的抗拉性能很差,配置钢筋后虽然可以提高其承载能力和变形能力,但对其抗裂性能却提高不多,所以钢筋混凝土结构在正常使用条件下往往是带裂缝工作的。

费模费工 现浇的钢筋混凝土结构费工时较多,且施工易受季节气候条件的限制。若采用木模,则木材的耗损较大。

1.3 钢筋混凝土结构的发展简况

钢筋混凝土结构至今只有 150 多年的历史。与钢、木和砌体结构相比,虽然它的历史最短,但它在土木工程各个领域中的发展速度是最快的,应用也是最广泛的。

设计计算方法 开始时是按弹性理论的容许应力法计算的;20 世纪 30 年代起过渡到考虑材料塑性的按破损阶段设计法;后来又出现了极限状态设计法;20 世纪 70 年代以来,以数理统计为基础的结构可靠度理论已逐步进入工程实用阶段,许多国家已采用了以近似概率理论为基础的极限状态设计法,使设计计算方法向更完善、更科学的方向发展。我国在 2002 年发布的现行《混凝土结构设计规范》(GB50010—2002),以下简称《混凝土结构设计规范》,就是

采用这种方法进行设计的,将在第二章中简要介绍。

材料方面 钢筋强度正在向高强度方向发展,并趋向于在预应力混凝土结构中采用高强度、大直径和低松弛的钢材。混凝土正在向高强度、高性能混凝土方向发展,这种混凝土不但强度高(在工程上已可配制出强度等级为 C80~C100 的混凝土),而且有很好的工作性能。各种轻质混凝土以及在混凝土中加入各种掺合料构成的改性混凝土等的研究和应用也日益发展。

工程应用方面 已在建筑工程、桥隧工程、水利工程、地下工程等领域广泛地应用。由于抗震对整体性的要求,现时我国建筑工程中比较普遍采用现浇混凝土结构。目前,我国的多高层建筑大多采用混凝土结构。此外,在大跨度公共建筑和工业建筑中以及在电视塔、水塔、水池、冷却塔、烟囱、贮罐、筒仓等特殊构筑物中也普遍采用钢筋混凝土和预应力混凝土结构。上海电视塔(东方明珠)高 460m,其高度为亚洲第一。

1.4 砌体结构的一般概念

由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物主要受力构件的结构,称为砌体结构。它是砖砌体、砌块砌体和石砌体结构的统称。

1.4.1 砌体结构的主要特点

一、主要用于受压构件

砌体结构的抗压能力高而抗拉能力很低,因此主要用于轴心受压构件或偏心距比较小的偏心受压构件,如墙、柱等。

二、砌体结构的尺寸应与块体尺寸相匹配

例如,用标准砖砌筑而成的砖墙厚度一般是 240mm(1 砖),370mm(1 砖半)和 490mm(2 砖)等。

三、块体与砂浆的选择

在选择块体和砂浆时,除了要满足承载力的要求以外,还要满足耐久性的要求。

四、砌体结构受力性能的离散性比较大

这主要是由块体形状和尺寸的不规则以及砌筑质量的分散性所造成的,因而在施工时应多注意材料的选择和砌筑的质量。

五、砌体结构的整体性比较差

砌体结构不宜用于振动比较大的结构。在地震区,应按抗震构造要求设置构造柱和圈梁等来加强砌体结构的整体性。

1.4.2 砌体结构的主要优缺点

主要优点:

耐火性好,保温、隔热和隔音性能也比较好。

就地取材,比较经济。

砌筑不要模板和特殊设备,施工也方便。

主要缺点: