



中央广播电视大学教材

混凝土结构及砌体结构

上册

HUNNINGTU JIEGOU
JI QITI JIGOU

滕智明 编
张惠英



中央广播电视大学出版社

混凝土结构及砌体结构

滕智明 张惠英 编

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构及砌体结构 / 滕智明, 张惠英编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 1995.10

1995.10

ISBN 7-304-01100-6

Ⅰ. 混… Ⅱ. 滕… Ⅲ. ①混凝土结构—教材 ②砌体结构—教材 Ⅳ. ①TU3

TV3

中国版本图书馆CIP

混凝土结构及砌体结构

滕智明 张惠英 编

滕智明 张惠英 编

中央广播电视大学出版社出版

地址: 北京市复兴门内大街160号 邮编: 100031

北京印刷三厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本: 787×1092 1/16 印张: 21 千字: 109

1995年10月第1版 1995年10月第3次印刷

7-304-01100-6

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构及砌体结构 上册/滕智明 张惠英编. —北京:中央广播电视大学出版社,
1995.10

ISBN 7-304-01169-6

I. 混… II. 滕… III. ①混凝土结构-电视大学-教材②砌块结构-电视大学-教材 IV.
TV3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 20865 号

混凝土结构及砌体结构

上册

滕智明 张惠英 编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京市复兴门内大街 160 号 邮编 100031

北京印刷二厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 21 千字 484

1995 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第 2 次印刷

印数 10001~17000

定价: 22.80 元

ISBN 7-304-01169-6/TU·42

前 言

本书是根据 1991 年审定的中央广播电视大学“混凝土结构及砌体结构”课程教学大纲编写的。本课程的任务是使学生掌握混凝土结构及砌体结构的基本概念、基本理论,初步具有从事一般工业与民用建筑结构设计的能力,并为适应今后科学技术发展的需要继续学习打下理论基础。

全书分上下两册。上册为混凝土结构基本结构。包括材料的力学性能,结构设计方法,结构各类构件(拉、压、弯、剪、扭)的受力性能,设计计算及配筋构造,钢筋混凝土构件的变形和裂缝验算,钢筋混凝土梁板结构,以及预应力混凝土的基本知识,共十章。下册为结构设计。包括单层厂房结构、多层房屋结构及砌体结构,共三章。

本书是按照我国近年来颁布的现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)、《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)及《建筑结构荷载规范》(GBJ9—87)编写的。

根据中央广播电视大学培养应用型高等专门人才的要求,本书对基础理论的讲述以应用为目的,教学内容则以必需够用为度,编写时力求概念清楚,便于自学。为了引导读者对基本概念、基本内容以及设计方法的深入思考,巩固提高,每章末均附有一定数量的复习思考题和习题。

本套书上册由滕智明执笔,下册由张惠英执笔,全书经滕智明修改定稿。本教材由江见鲸(主审)、庄崖屏、邢秋顺审定。

本书存在的不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

1994. 3

目 录

绪论	(1)
0.1 混凝土结构的概念和特点	(1)
0.2 混凝土结构的发展概况	(3)
0.3 本课程的内容、任务	(4)
0.4 本课程在学习方法上的特点	(6)
第一章 混凝土和钢筋的力学性能	(8)
1.1 混凝土	(8)
1.1.1 混凝土的抗压强度	(8)
1.1.2 混凝土的抗拉强度	(12)
1.1.3 混凝土的复合受力强度	(13)
1.1.4 混凝土在短期荷载下的变形	(15)
1.1.5 混凝土的收缩和徐变	(17)
1.2 钢筋	(20)
1.2.1 钢筋的应力应变曲线	(20)
1.2.2 热轧钢筋的等级、品种	(20)
1.2.3 钢筋的冷加工	(22)
1.3 钢筋与混凝土的粘结	(23)
1.3.1 粘结的作用	(23)
1.3.2 粘结强度	(24)
1.4 小结——轴心受力构件的受力分析	(28)
1.4.1 轴心受拉构件的受力分析	(28)
1.4.2 轴心受压构件的应力分析	(30)
1.4.3 收缩应力	(32)
第二章 结构设计方法	(35)
2.1 结构设计的基本原理	(35)
2.1.1 结构的功能要求	(35)
2.1.2 结构的两种极限状态	(35)
2.1.3 极限状态方程、作用效应 S 和结构抗力 R	(36)
2.1.4 结构功能函数	(36)
2.1.5 荷载效应与结构抗力的非确定性	(37)
2.2 概率统计的一些基本概念	(38)
2.2.1 随机变量、统计参数	(38)

2.2.2	正态分布曲线	(39)
2.3	概率极限状态设计法	(41)
2.3.1	失效概率、可靠指标	(41)
2.3.2	目标可靠指标、安全等级	(43)
2.4	实用设计表达式	(44)
2.4.1	基本变量的标准值	(44)
2.4.2	分项系数	(45)
2.4.3	承载力极限状态设计表达式	(47)
2.4.4	正常使用极限状态设计表达式	(49)
第三章	受弯构件正截面承载力计算	(53)
3.1	梁受弯性能的试验研究、分析	(53)
3.1.1	梁的受力阶段	(53)
3.1.2	截面应力状态	(54)
3.1.3	适筋梁的破坏特征	(56)
3.1.4	配筋率对破坏特征的影响	(56)
3.2	极限弯矩计算方法	(57)
3.2.1	基本假定	(57)
3.2.2	等效矩形应力图	(59)
3.2.3	相对界限受压区高度	(59)
3.2.4	极限弯矩 M_u 及钢筋应力计算公式	(60)
3.3	单筋矩形截面	(62)
3.3.1	截面配筋构造要求	(62)
3.3.2	基本公式	(63)
3.3.3	基本公式的应用	(64)
3.4	双筋矩形截面	(68)
3.4.1	受压钢筋强度充分利用的条件	(68)
3.4.2	基本公式	(69)
3.4.3	基本公式的应用	(70)
3.5	T形截面	(74)
3.5.1	基本公式	(75)
3.5.2	基本公式的应用	(77)
3.6	小 结	(81)
3.6.1	破坏特征与配筋率的界限	(81)
3.6.2	截面受弯承载力的组合	(82)
第四章	受弯构件斜截面承载力计算	(85)
4.1	概说	(85)
4.2	无腹筋梁的受剪性能	(86)
4.2.1	斜裂缝引起的梁受力状态的变化	(86)

4.2.2	破坏形态	(87)
4.2.3	影响无腹筋梁受剪承载力的因素	(88)
4.2.4	无腹筋梁受剪承载力计算公式	(89)
4.3	有腹筋梁的受剪承载力计算	(90)
4.3.1	箍筋的作用	(90)
4.3.2	有腹筋梁的破坏形态	(91)
4.3.3	仅配箍筋梁的受剪承载力计算公式	(91)
4.3.4	仅配箍筋梁的受剪承载力计算步骤	(93)
4.3.5	弯起钢筋	(96)
4.4	受弯构件的钢筋布置	(98)
4.4.1	抵抗弯矩图	(99)
4.4.2	弯起钢筋的构造要求	(100)
4.4.3	截断钢筋的延伸长度 l_d	(101)
4.4.4	纵向钢筋在支座处的锚固	(103)
4.4.5	纵向受力钢筋的搭接	(105)
4.4.6	梁中箍筋及弯起钢筋的构造	(106)
4.4.7	梁中其它构造钢筋	(107)
4.4.8	板的配筋	(107)
4.4.9	钢筋细部尺寸	(108)
4.5	设计例题	(109)
第五章	受压构件承载力计算	(118)
5.1	概说	(118)
5.2	轴心受压构件	(119)
5.2.1	纵向钢筋及普通箍筋柱	(119)
5.2.2	纵筋及螺旋箍筋柱	(124)
5.3	矩形截面偏心受压构件	(126)
5.3.1	偏心受压构件的破坏特征	(126)
5.3.2	偏心受压构件的基本公式	(128)
5.3.3	轴力—弯矩相关曲线	(130)
5.3.4	偏心距增大系数 η	(132)
5.3.5	截面配筋计算	(134)
5.3.6	截面承载力复核	(141)
5.3.7	对称配筋矩形截面	(145)
5.4	工形截面偏心受压构件	(148)
5.4.1	非对称配筋截面	(149)
5.4.2	对称配筋截面	(150)
5.5	偏心受压柱的构造要求	(152)
5.6	偏心受压柱的斜截面受剪承载力计算	(153)

第六章 受拉构件承载力计算	(156)
6.1 轴心受拉构件	(156)
6.2 矩形截面偏心受拉构件	(156)
6.2.1 小偏心受拉构件	(157)
6.2.2 大偏心受拉构件	(159)
6.3 偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	(161)
第七章 受扭构件承载力计算	(163)
7.1 概说	(163)
7.2 开裂扭矩的计算	(164)
7.2.1 矩形截面纯扭构件的开裂扭矩	(164)
7.2.2 T形截面的受扭塑性抵抗矩	(165)
7.3 纯扭构件的承载力计算	(166)
7.3.1 纯扭构件的受力性能	(166)
7.3.2 极限扭矩的计算——变角空间桁架模型	(167)
7.3.3 受扭承载力的计算公式	(168)
7.3.4 T形截面受扭承载力的计算	(171)
7.4 复合受扭构件的承载力计算	(173)
7.4.1 扭矩对受弯、受剪构件承载力的影响	(173)
7.4.2 弯剪扭构件的配筋计算及构造要求	(173)
7.4.3 计算流程及例题	(175)
第八章 钢筋混凝土构件的变形和裂缝宽度计算	(184)
8.1 概 说	(184)
8.2 受弯构件的刚度计算	(184)
8.2.1 裂缝出现以后梁的应变分布	(184)
8.2.2 受弯构件的短期刚度计算公式	(186)
8.2.3 参数 η 、 ζ 和 ψ 的确定	(188)
8.2.4 长期荷载作用下的受弯构件刚度	(189)
8.3 受弯构件的挠度计算	(191)
8.4 受弯构件不需作挠度计算的最大跨高比	(195)
8.5 裂缝控制的目的是要求	(196)
8.6 裂缝宽度计算公式	(197)
8.6.1 裂缝间距	(197)
8.6.2 裂缝宽度	(199)
8.6.3 钢筋混凝土构件不需作裂缝宽度验算的最大钢筋直径	(201)
第九章 钢筋混凝土梁板结构	(205)
9.1 楼盖结构的型式	(206)
9.2 肋形楼盖的梁格布置及受力体系	(207)

9.2.1	肋形楼盖的梁格布置	(207)
9.2.2	肋形楼盖的受力体系	(208)
9.3	钢筋混凝土连续梁的内力计算	(211)
9.3.1	弹性理论计算方法	(211)
9.3.2	考虑塑性内力重分布的计算方法	(215)
9.4	单向板肋形楼盖设计	(222)
9.4.1	单向板的计算和配筋	(222)
9.4.2	次梁的计算和配筋	(225)
9.4.3	主梁的计算和配筋	(228)
9.4.4	单向板肋形楼盖设计例题	(230)
9.5	双向板肋形楼盖设计	(242)
9.5.1	双向板按弹性理论的计算方法	(242)
9.5.2	双向板按塑性理论的计算方法	(243)
9.5.3	双向板的配筋构造	(250)
9.5.4	双向板支承梁的计算	(251)
9.5.5	双向板肋形楼盖设计例题	(252)
9.6	装配式楼盖	(259)
9.6.1	预制梁、板的型式、尺寸及计算要点	(259)
9.6.2	预制楼盖的布置与联结	(261)
9.7	楼梯	(263)
第十章 预应力混凝土的基本知识		(271)
10.1	预应力混凝土的基本概念	(271)
10.1.1	钢筋混凝土结构的固有缺欠	(271)
10.1.2	预应力混凝土的概念	(272)
10.1.3	预应力混凝土构件的受力特点	(273)
10.2	预应力混凝土的分类及裂缝控制等级	(276)
10.2.1	预应力混凝土的分类	(276)
10.2.2	《规范》的裂缝控制等级	(277)
10.3	施加预应力的方法	(279)
10.3.1	先张法	(279)
10.3.2	后张法	(280)
10.3.3	先张法与后张法的比较	(282)
10.4	预应力混凝土的材料及锚夹具	(282)
10.4.1	预应力钢筋	(282)
10.4.2	混凝土	(284)
10.4.3	锚具、夹具	(284)
10.5	控制应力和应力损失	(286)
10.5.1	张拉控制应力 σ_{con}	(286)

(107)	10.5.2 预应力损失	(287)
(108)	10.5.3 预应力损失的组合	(290)
(111)	10.5.4 预应力损失计算例题	(291)
(11)	10.6 轴心受拉构件的应力分析	(292)
(118)	10.6.1 先张法构件	(292)
(122)	10.6.2 后张法构件	(295)
(123)	10.7 预应力混凝土轴心受拉构件的设计	(298)
(123)	10.7.1 使用阶段的承载力计算及抗裂验算	(298)
(123)	10.7.2 施工阶段的验算	(298)
	附表	(306)
	参考书目	(323)
(142)	.....	1.2.2
(143)	.....	2.2.2
(150)	.....	3.2.3
(151)	.....	4.2.4
(152)	.....	5.2.5
(153)	.....	6.2.6
(154)	.....	7.2.7
(155)	.....	8.2.8
(156)	.....	9.2.9
(157)	.....	10.2.10
(158)	.....	11.2.11
(159)	.....	12.2.12
(160)	.....	13.2.13
(161)	.....	14.2.14
(162)	.....	15.2.15
(163)	.....	16.2.16
(164)	.....	17.2.17
(165)	.....	18.2.18
(166)	.....	19.2.19
(167)	.....	20.2.20
(168)	.....	21.2.21
(169)	.....	22.2.22
(170)	.....	23.2.23
(171)	.....	24.2.24
(172)	.....	25.2.25
(173)	.....	26.2.26
(174)	.....	27.2.27
(175)	.....	28.2.28
(176)	.....	29.2.29
(177)	.....	30.2.30
(178)	.....	31.2.31
(179)	.....	32.2.32
(180)	.....	33.2.33
(181)	.....	34.2.34
(182)	.....	35.2.35
(183)	.....	36.2.36
(184)	.....	37.2.37
(185)	.....	38.2.38
(186)	.....	39.2.39
(187)	.....	40.2.40
(188)	.....	41.2.41
(189)	.....	42.2.42
(190)	.....	43.2.43
(191)	.....	44.2.44
(192)	.....	45.2.45
(193)	.....	46.2.46
(194)	.....	47.2.47
(195)	.....	48.2.48
(196)	.....	49.2.49
(197)	.....	50.2.50
(198)	.....	51.2.51
(199)	.....	52.2.52
(200)	.....	53.2.53
(201)	.....	54.2.54
(202)	.....	55.2.55
(203)	.....	56.2.56
(204)	.....	57.2.57
(205)	.....	58.2.58
(206)	.....	59.2.59
(207)	.....	60.2.60
(208)	.....	61.2.61
(209)	.....	62.2.62
(210)	.....	63.2.63
(211)	.....	64.2.64
(212)	.....	65.2.65
(213)	.....	66.2.66
(214)	.....	67.2.67
(215)	.....	68.2.68
(216)	.....	69.2.69
(217)	.....	70.2.70
(218)	.....	71.2.71
(219)	.....	72.2.72
(220)	.....	73.2.73
(221)	.....	74.2.74
(222)	.....	75.2.75
(223)	.....	76.2.76
(224)	.....	77.2.77
(225)	.....	78.2.78
(226)	.....	79.2.79
(227)	.....	80.2.80
(228)	.....	81.2.81
(229)	.....	82.2.82
(230)	.....	83.2.83
(231)	.....	84.2.84
(232)	.....	85.2.85
(233)	.....	86.2.86
(234)	.....	87.2.87
(235)	.....	88.2.88
(236)	.....	89.2.89
(237)	.....	90.2.90
(238)	.....	91.2.91
(239)	.....	92.2.92
(240)	.....	93.2.93
(241)	.....	94.2.94
(242)	.....	95.2.95
(243)	.....	96.2.96
(244)	.....	97.2.97
(245)	.....	98.2.98
(246)	.....	99.2.99
(247)	.....	100.2.100

绪 论

0.1 混凝土结构的概念和特点*

混凝土结构包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构及预应力混凝土结构。

混凝土是由水泥、水、细骨料(砂)、粗骨料(卵石或碎石)和掺和剂(减水剂或增塑剂),经搅拌、浇筑、成型后制成的人工石材,它是土木、建筑工程中应用极为广泛的一种建筑材料。混凝土的抗压强度较高,而抗拉强度很低。因此,不配置钢筋的素混凝土构件的应用范围极为有限,只适用于以受压为主的构件,如柱墩、基础墙等。如果将它用作受弯构件,如图 0-1(a)所示混凝土梁,梁的承载力将取决于混凝土的抗拉强度,在相对较低的荷载下,梁将由于受拉区混凝土断裂而破坏。梁的开裂荷载 $P_{cr}=14\text{kN}$,即为其破坏荷载 $P_u=14\text{kN}$,这时受压区混凝土的抗压强度却远远没有得到利用。如果在梁的底部受拉区配置一定数量的钢筋,构成钢筋混凝土梁,虽然当荷载 $P_{cr}\approx 14\text{kN}$ 时,受拉区混凝土仍将开裂,但钢筋的存在可以代替开裂的混凝土承受拉力,因而梁可以继续加载,直到钢筋到达其屈服强度,梁才到达破坏荷载 $P_u=69.4\text{kN}$ (图 0-(b))。钢筋混凝土梁的承载力比素混凝土梁有很大提高。破坏时,钢筋的抗拉强度和混凝土的抗压强度均得到了充分的利用。但值得注意的是,钢筋混凝土梁的开裂荷载与素混凝土梁的几乎相同,钢筋混凝土梁的过早开裂(相对于其破坏荷载而言),使梁在使用荷载下的裂缝已有一定的开展,且刚度降低。如在梁受荷以前,人为地使梁中存在一种预压应力状态(例如在梁中预备孔道,穿入钢筋,一端固定,另一端用千斤顶张拉钢筋,张拉到一定拉力后,将钢筋锚固在梁上,利用钢筋的回弹使混凝土建立起预压应力,如图 0-1(c)),形成预应力混凝土梁。这种预应力混凝土梁受荷以后,外荷首先要抵消混凝土梁中的预压应力,才能使之产生拉应力,因而预应力混凝土梁的开裂荷载($P_{cr}=62\text{kN}$)比钢筋混凝土梁有很大的提高,从而防止了梁的过早开裂。破坏时($P_u=75.9\text{kN}$),预应力钢筋和混凝土两种材料的强度都得到了利用。

钢筋和混凝土这两种力学性能很不相同的材料之所以能结合在一起有效地共同工作,主要是由于:(1)钢筋与混凝土的接触面上存在有粘结强度,能够传递两者间的相互作用力,使之共同受力;(2)钢筋与混凝土的温度线膨胀系数很接近,钢筋为 $1.2\times 10^{-5}/\text{C}$;混凝土为 $1.0\times 10^{-5}\sim 1.5\times 10^{-5}/\text{C}$ 。当温度变化时,两者间不会因产生较大的相对变形而破坏它们之间的结合;(3)钢筋至构件边缘之间的混凝土保护层,起着防止钢筋锈蚀的作用。当混凝土保护层具有足够的密实性和厚度时,能够保证结构的耐久性,使钢筋与混凝土长期可靠地共同工作。

钢筋混凝土结构的主要优点是:

* 注:砌体结构的特点和发展将在第十三章中阐述。

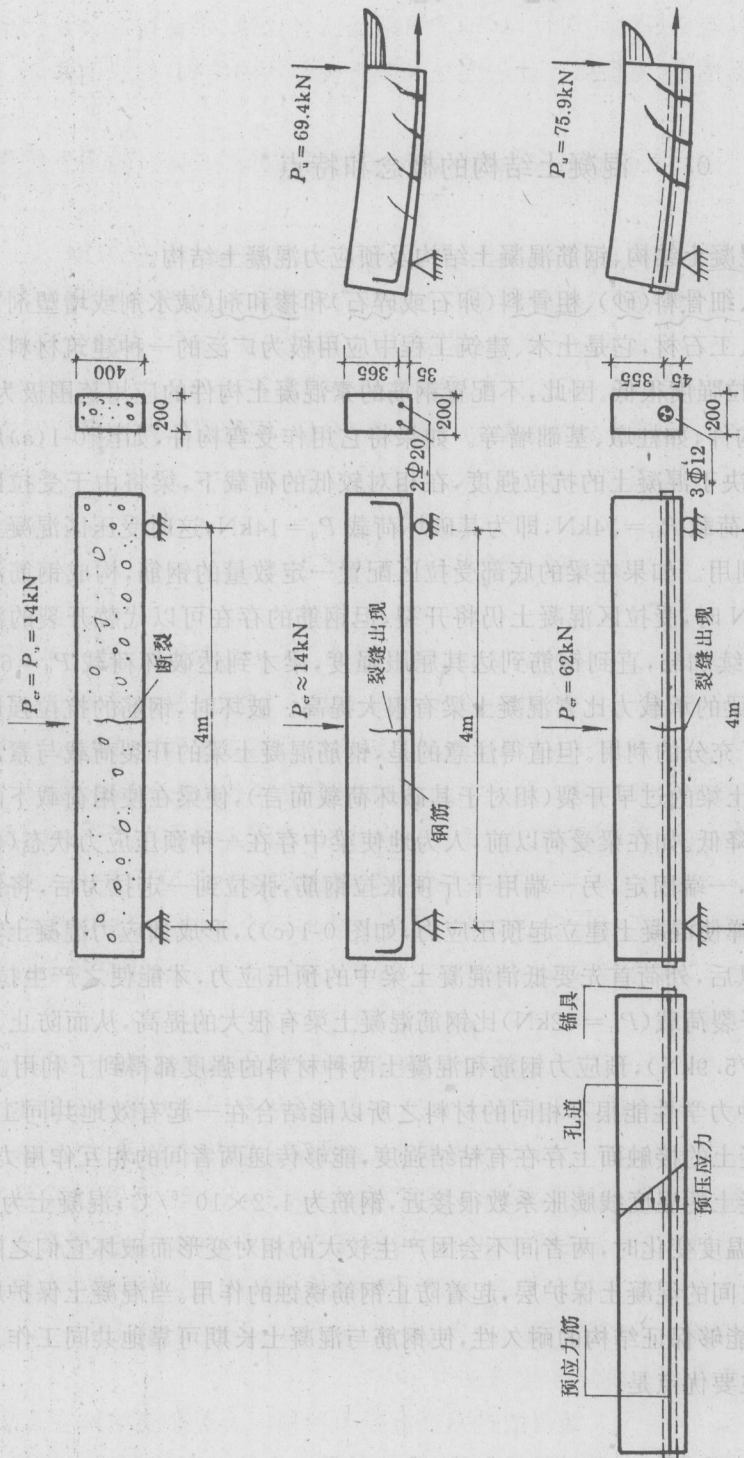


图 0-1 (a) 素混凝土梁; (b) 钢筋混凝土梁; (c) 预应力混凝土梁

(1)混凝土中占比例较大的砂、石等材料,便于就地取材。由于钢筋混凝土结构构件合理地利用了钢筋和混凝土这两种材料的受力特点,在一定条件下可用来代替钢结构,因而能节约钢材,降低造价;

(2)钢筋混凝土结构具有良好的耐久性,维护费用很低。且比钢、木结构有较好的耐火性;

(3)钢筋混凝土的可模性好,可根据设计需要浇筑成各种形状的结构,如双曲薄壳、环形及箱形截面构件等;

(4)现浇及装配整体式钢筋混凝土结构的整体性好,又具备较好的延性,适用于抗震结构;同时抗冲击性和防辐射性能也较好,适用于防护结构。

混凝土结构也存在着一些缺点:如自重过大;施工复杂,浇筑混凝土需要模板、支撑;户外施工受到季节条件的限制;补强修复比较困难等。采用预制的装配式构件可以节约模板和支撑,加快施工速度,使工程不受气候条件的影响;采用轻质、高强混凝土可以有效地减轻结构自重,这些措施使混凝土结构的缺点在一定程度上得到了克服和改善。

由于钢筋混凝土和预应力混凝土结构具有很多优点。所以,混凝土结构在房屋建筑、地下结构、桥梁隧道、水工海港等土木工程中得到了广泛的应用。

0.2 混凝土结构的发展概况

混凝土结构出现至今只有约 150 年的历史,与砖石结构、钢木结构相比,是一种比较年轻的结构类型,但发展很快。早期混凝土结构所用的混凝土强度和钢筋强度都很低,主要用作小型钢筋混凝土梁、板、柱、拱、基础等构件。且钢筋混凝土结构的计算方法尚未成熟,内力及截面配筋计算均沿用基于弹性理论的容许应力设计方法。本世纪 20 年代以后,出现了预应力混凝土结构、装配式钢筋混凝土结构,和钢筋混凝土薄壁空间结构,混凝土结构有了很大的发展。40 年代末,钢筋混凝土结构构件开始采用考虑混凝土塑性性能的破损阶段设计方法。50 年代中期又采用了更为合理的极限状态设计方法。此后,混凝土结构无论在材料、结构形式、应用领域、施工制造及计算理论等方面都得到了迅速的发展,目前已成为工程建设中应用最为广泛的一种结构。

在材料方面,现在国内一般钢筋混凝土结构采用的混凝土抗压强度为 $20\sim 40\text{N/mm}^2$;预应力混凝土结构采用的混凝土抗压强度已达 $60\sim 80\text{N/mm}^2$ 。近年来国内外采用在混凝土中参加减水剂的方法已制造出强度为 100N/mm^2 的混凝土,为混凝土结构在超高层建筑、大跨度桥梁、海上采油平台等方面的应用创造了条件。钢筋混凝土结构采用的钢筋屈服强度已达 420N/mm^2 ;而用于预应力混凝土的高强钢丝的抗拉强度高达 1800N/mm^2 。采用高强混凝土和高强度钢筋是当前混凝土结构的发展趋势之一。为了减轻结构自重,国内外都在发展轻质混凝土,如陶粒混凝土、浮石混凝土等,其自重一般为 $14\sim 18\text{kN/m}^3$,强度可达 50N/mm^2 ,采用轻质高强混凝土可比普通钢筋混凝土使结构自重减少 30%。

在混凝土结构应用方面,当前令人瞩目的是钢筋混凝土和预应力混凝土结构在高层建筑、大跨桥梁、高耸结构中的应用有着日新月异的发展。目前世界上最高的钢筋混凝土高层建筑为

美国芝加哥的德赖夫大楼,65层总高度为296m,我国目前最高的钢筋混凝土高层建筑为广州国际贸易中心大楼,63层总高达200m。预应力混凝土箱形截面斜拉桥已成为当前大跨桥梁的一种主要结构型式。我国于1993年10月建成通车的上海杨浦大桥是目前世界跨度最大的斜拉桥,全长1172m,主跨602m,“A”字形桥塔高220m,采用256根斜拉索。这是继南浦大桥、永定河公路桥、红水河铁路桥等桥之后我国建成的又一座大跨度预应力混凝土斜拉桥。目前世界最高的预应力混凝土电视塔为加拿大多伦多电视塔,高553m,其次是莫斯科电视塔,我国最近建成的上海电视塔居第三位,塔高454m,其造型独特,采用三根内径10m的预应力混凝土柱支承着三个球形仓(小球直径7m,标高337m;二个大球直径50m,标高分别为265m及80m)。此外,已建成的北京中央电视塔、天津电视塔高度均达400m。

在计算理论方面,目前在建筑结构中已采用以概率理论为基础的可靠度理论,使极限状态设计方法更趋完善。考虑混凝土塑性变形内力重分布的计算方法有了很大的进展,在连续板、梁及框架结构的设计中已得到应用。随着对混凝土本构关系的深入研究、现代化测试技术的发展、有限元分析方法和计算机的应用,对钢筋混凝土结构构件已能进行从加载开始直到破坏的全过程分析。考虑结构整体空间工作及结构与地基共同工作的分析方法也在不断地发展,使得钢筋混凝土结构的计算理论和设计方法已日趋完善,向更高阶段发展。

0.3 本课程的内容、任务

本课程包括“混凝土结构”和“砌体结构”两部分,其基本任务是使学生初步掌握混凝土结构及砌体结构的基本概念、基础理论,能进行一般的工业与民用建筑结构的设计。

总的来看,房屋建筑或构筑物都是由各种构件或部件(构件的组合物,如屋盖、楼盖、楼梯等)所组成的。如图0-2a所示框架结构,组成楼盖的板、次梁和主梁(框架梁)均为承受弯矩及剪力作用的受弯构件;柱是以承受轴向压力为主,并同时受到弯矩及剪力作用的受压构件;框架边梁、挑檐梁与承受弯矩、剪力和扭矩共同作用的受扭构件(图0-2b)。又如屋架或拱的拉杆属受拉构件;混合结构中的承重墙也是以承受轴向压力为主的受压构件。这些构件的截面尺寸、材料强度和配筋是由起控制作用的截面(如跨中及支座截面)的内力所决定的。而钢筋混凝土和预应力混凝土构件是由混凝土和钢筋两种材料组成的,因此,构件的截面应力分布、承载力以及变形和裂缝都与混凝土和钢筋这两种材料的应力—应变关系及其相互作用密切相关(图0-2d)。

为了便于说明钢筋混凝土的基本概念,使读者逐步了解构件的性能、分析及设计,本课程的讲述次序恰好是图0-2的逆过程。首先讨论钢筋和混凝土材料的力学性能(强度和变形的变化规律);其次讨论设计方法、各种类型构件的受力性能、承载力和配筋计算,及钢筋布置;然后是钢筋混凝土楼盖的计算和配筋构造;最后将逐次讨论工业与民用建筑中最常用的三种典型结构:单层厂房结构、多层房屋结构和混合结构的结构布置、受力体系、计算方法和配筋构造。

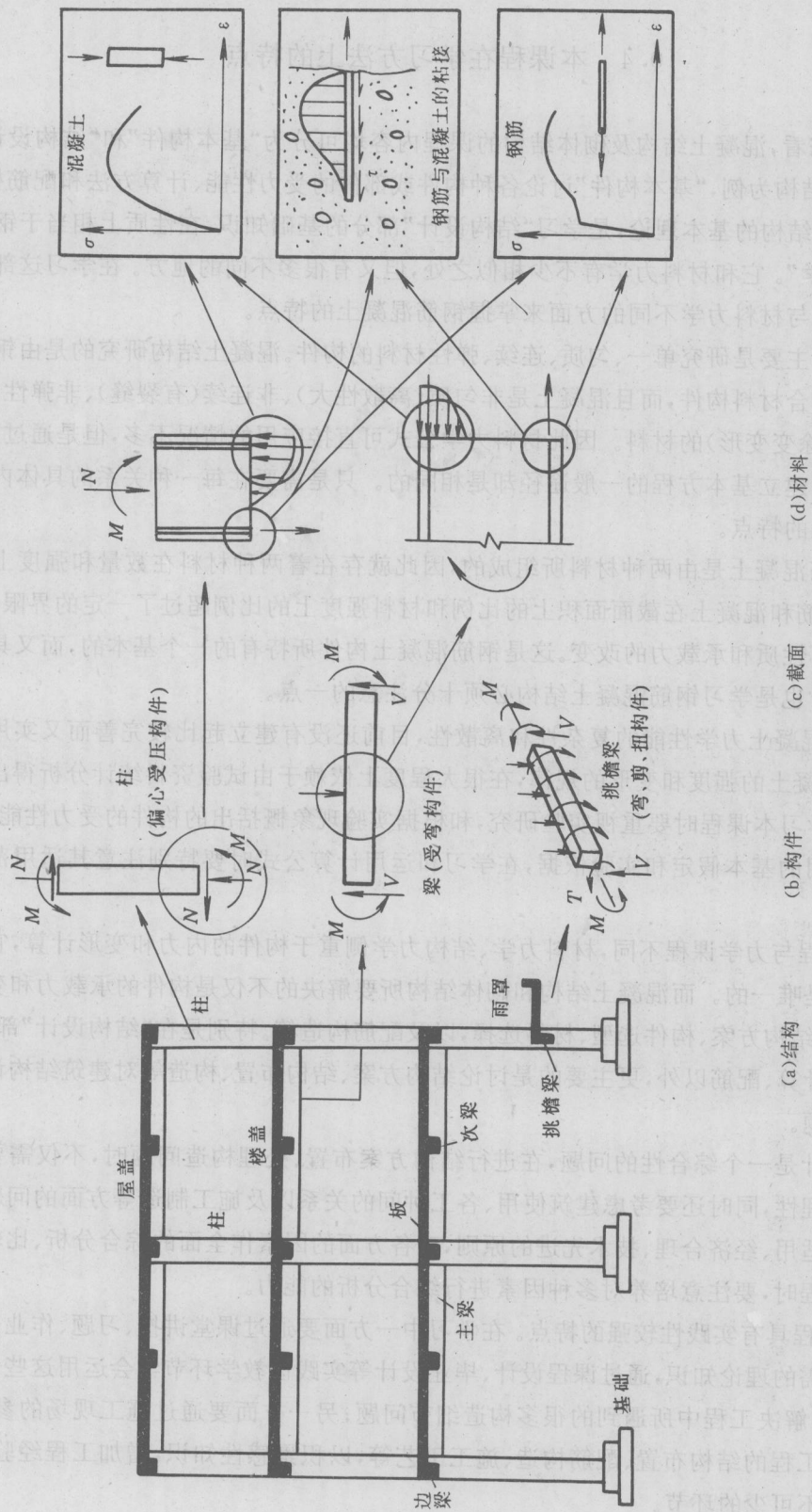


图 0-2 结构 → 构件 → 截面 → 材料

0.4 本课程在学习方法上的特点

1. 总体来看,混凝土结构及砌体结构的课程内容均可分为“基本构件”和“结构设计”两部分。以混凝土结构为例,“基本构件”讨论各种构件或部件的受力性能、计算方法和配筋构造。它是钢筋混凝土结构的基本理论,是学习“结构设计”部分的基础知识,在性质上相当于钢筋混凝土的“材料力学”。它和材料力学有不少相似之处,但又有很多不同的地方。在学习这部分内容时应着重从它与材料力学不同的方面来掌握钢筋混凝土的特点。

材料力学主要是研究单一、匀质、连续、弹性材料的构件。混凝土结构研究的是由钢筋和混凝土组成的复合材料构件,而且混凝土是非匀质(离散性大)、非连续(有裂缝)、非弹性(有塑性变形、收缩及徐变变形)的材料。因此材料力学公式可直接应用的情况不多,但是通过几何、物理和平衡关系建立基本方程的一般途径却是相同的。只是需要在每一种关系的具体内容中反映钢筋混凝土的特点。

由于钢筋混凝土是由两种材料所组成的,因此就存在着两种材料在数量和强度上的配比问题。如果钢筋和混凝土在截面面积上的比例和材料强度上的比例超过了一定的界限,则会引起构件的破坏性质和承载力的改变。这是钢筋混凝土构件所特有的一个基本的,而又具有实际意义的问题。也是学习钢筋混凝土结构必须十分注意的一点。

2. 由于混凝土力学性能的复杂性和离散性,目前还没有建立起比较完善而又实用的强度理论。有关混凝土的强度和变形的规律,在很大程度上依赖于由试验资料统计分析得出的经验公式。故在学习本课程时要重视实验研究,和根据实验现象概括出的构件的受力性能,掌握计算模型所采用的基本假定和实验依据,在学习和运用计算公式时要特别注意其适用范围和限制条件。

3. 本课程与力学课程不同,材料力学、结构力学侧重于构件的内力和变形计算,它们的问题解答往往是唯一的。而混凝土结构和砌体结构所要解决的不仅是构件的承载力和变形计算问题,还包括结构方案、构件选型、材料选择,以及配筋构造等。特别是在“结构设计”部分,除了结构构件的计算、配筋以外,更主要的是讨论结构方案、结构布置、构造等对建筑设计具有全局性的问题。

结构设计是一个综合性的问题,在进行结构方案布置、处理构造问题时,不仅需要考虑到结构受力的合理性,同时还要考虑建筑使用、各工种间的关系以及施工制造等方面的问题。亦即,要根据安全适用、经济合理、技术先进的原则,对各方面的因素作全面的综合分析、比较。因此,在学习本课程时,要注意培养对多种因素进行综合分析的能力。

4. 本课程具有实践性较强的特点。在学习中的一方面要通过课堂讲授、习题、作业来掌握结构设计所必需的理论知识,通过课程设计、毕业设计等实践性教学环节学会运用这些知识进行结构设计,和解决工程中所遇到的很多构造细节问题;另一方面要通过施工现场的参观、实习来了解实际工程的结构布置、配筋构造、施工工艺等,以积累感性知识,增加工程经验,这是学好本课程必不可少的环节。

5. 在学习本课程时要学会运用设计规范,如《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)、《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)及《建筑结构荷载规范》(GBJ9—87),这是在力学课中不曾遇到的新问题。设计规范是国家颁布的关于结构设计计算和构造要求的技术规定和标准,是具有约束性和立法性的文件。其目的是贯彻国家的技术经济政策,保证设计质量,和设计方法的必要的统一。结构设计规范是设计、校核、审批工程设计的依据。因此,设计规范是工程设计人员必须遵守的规定。我国近年来新修订的设计规范反映了我国30多年来在结构工程方面的科学技术水平和工程经验的总结,并吸收了近年来有关国际标准的先进成果。在学习过程中读者要熟悉它、运用它。由于科学技术水平和生产实践经验是不断发展的,设计规范也必然需要不断地进行修订和增补,才能适应指导设计工作的需要。一般说来,各国混凝土结构设计规范大体上每隔7~10年全面修订一次。因此,要用发展的观点来看待设计规范。在学习本课程时,注意力应不仅限于规范所列条文、公式、表格,而要侧重于掌握结构构件的受力性能。只有对设计规范条文的概念和实质有正确的理解,才能确切地应用规范的条文及其相应的计算公式、构造要求,充分发挥设计者的主动性、创造性,并能适应设计规范的发展,不断地提高设计工作的水平。

土 结 构 1.1

混凝土结构设计规范 1.1.1

混凝土结构设计规范(GBJ10—89)是依据《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)和《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)的有关规定,结合我国的具体情况,参照国外先进经验,经过广泛征求意见,反复修改,并经国家有关部门审批,于1989年12月1日正式颁布实施。该规范共分10章,主要内容包括:总则、术语和符号、基本规定、荷载和荷载效应组合、混凝土结构设计的一般规定、钢筋混凝土受弯构件、钢筋混凝土受压构件、钢筋混凝土轴心受拉和偏心受拉构件、钢筋混凝土受扭构件、钢筋混凝土受冲切构件、钢筋混凝土双向板、钢筋混凝土楼盖和屋盖、钢筋混凝土楼梯、钢筋混凝土梁板式楼盖、钢筋混凝土剪力墙、钢筋混凝土筒中筒、钢筋混凝土框架、钢筋混凝土排架、钢筋混凝土桁架、钢筋混凝土拱、钢筋混凝土壳、钢筋混凝土水池、钢筋混凝土管、钢筋混凝土杆件、钢筋混凝土预埋件、钢筋混凝土构造要求、钢筋混凝土工程材料、钢筋混凝土工程试验、钢筋混凝土工程验收、钢筋混凝土工程的质量控制、钢筋混凝土工程的安全、钢筋混凝土工程的防火、钢筋混凝土工程的防腐、钢筋混凝土工程的防辐射、钢筋混凝土工程的防电磁干扰、钢筋混凝土工程的防噪声、钢筋混凝土工程的防振动、钢筋混凝土工程的防污染、钢筋混凝土工程的防有害气体、钢筋混凝土工程的防放射性、钢筋混凝土工程的防核辐射、钢筋混凝土工程的防生物灾害、钢筋混凝土工程的防其他灾害。