

TUMU GONGCHENG



应用型本科院校
土木工程专业系列教材

YINGYONGXING BENKE YUANXIAO
TUMU GONGCHENG ZHUANYE XILIE JIAOCAI

第二版

混凝土结构设计原理

HUNNINGTU JIEGOU SHEJI YUANLI

主 编 ■ 刘志钦 张玉新

副主编 ■ 郝 晓 王振武

主 审 ■ 张 川



重庆大学出版社

<http://www.cqup.com.cn>

TUMU
GONGCHENG



应用型本科院校
土木工程专业系列教材

YINGYONGXING BENKE YUANXIAO
TUMU GONGCHENG ZHUANYE XILIE JIAOCAI

第二版

混凝土结构设计原理

HUNNINGTU JIEGOU SHEJI YUANLI

主 编 ■ 刘志钦 张玉新

副主编 ■ 郝 晓 王振武

主 审 ■ 张 川

参 编 ■ 刘晓娟 张春梅 杨竹娟

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书共分 11 章,内容包括:绪论,混凝土结构所用材料的性能,混凝土结构设计的基本原则,轴心受力构件正截面承载力计算,受弯构件正截面承载力计算,受弯构件斜截面承载力计算,受扭构件承载力计算,偏心受力构件承载力计算,混凝土构件的裂缝、挠度和耐久性验算,预应力混凝土构件,混凝土现浇楼盖设计。为方便学生自学、自检和自测,各章设有学习要点、小结、思考题和习题。

本书可作为全国应用型本科院校土木工程专业(建筑工程方向)教材,也可作为相关专业的成人本科教材,还可作为土建工程技术人员参考书。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构设计原理/刘志钦,张玉新主编. —2

版. —重庆:重庆大学出版社,2015.9

应用型本科院校土木工程专业系列教材

ISBN 978-7-5624-9411-9

I. ①混… II. ①刘… ②张… III. ①混凝土结构—
结构设计—高等学校—教材 IV. ①TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 194227 号

应用型本科院校土木工程专业系列教材

混凝土结构设计原理

(第二版)

主 编 刘志钦 张玉新

副主编 郝 晓 王振武

主 审 张 川

责任编辑:刘颖果 版式设计:刘颖果

责任校对:关德强 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023)88617190 88617185(中小学)

传真:(023)88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆川渝彩色印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:543 千

2015 年 8 月第 2 版 2015 年 8 月第 5 次印刷

印数:5 566—9 000

ISBN 978-7-5624-9411-9 定价:43.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

(第二版)

本版教材在第一版的基础上,依据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑结构设计荷载规范》(GB 50009—2012)、《工程结构可靠性设计统一标准》(GB 50153—2008),对第一版的相关内容进行了修改、补充和完善,主要包括以下几个方面:

(1)根据 GB 50010—2010,删除了钢筋牌号 HPB235,增添了新牌号钢筋 HPB300、HRB500 等的强度指标。

(2)补充了钢筋锚固、连接、并筋的相关内容,修改了混凝土抗拉试验、三轴受压试验的相关内容。

(3)根据 GB 50010—2010 和 GB 50153—2008,调整了结构极限状态设计表达式的相关内容。

(4)受弯构件斜截面抗剪的计算公式按 GB 50010—2010 进行了修改。

(5)偏心受压构件正截面计算中关于二阶效应对计算结果的影响按 GB 50010—2010 进行了修改和补充。

(6)挠度计算中刚度 B 的计算公式按 GB 50010—2010 进行了修改。

(7)对第一版教材中不符合 GB 50010—2010 的构造措施、相关表格中的数据进行了修改或补充,如保护层的规定、最小配筋率等。

(8)对不符合新规范 GB 50010—2010 规定的所有例题一律进行了重做。

(9)根据注册结构师考试的内容要求,在大部分章节后补充了一定的工程实例,更突出了应用型本科对教材的要求。

本书由河南城建学院刘志钦(各章节增加的工程实例、按规范 GB 50010—2010 进行的第二版修订)、广西大学张玉新(第1章、第4章、第9章)、河南城建学院郝晓(第5章、第6章)、北华航天工业学院王振武(第7章、第8章)、新疆农业大学刘晓娟(第3章、第11章)、广州大学张春梅(第2章)、海南大学杨竹娟(第10章)共同编写。全书第二版由刘志钦修订定稿,楚亚杰、郭学康参与了部分例题的修改工作,在此表示感谢。

在教材的修订版中,仍然会存在一定的不足和错误,希望读者给予批评指正。

编 者

2015年6月

前 言

(第一版)

为了适应国家对高校应用型人才培养的需要,重庆大学出版社组织编写了“应用型本科院校土木工程专业系列教材”,本系列教材更侧重于应用及动手能力的培养。“混凝土结构设计原理”为土木工程专业的重要专业基础课。

根据高等学校土木工程专业指导委员会制订的该专业培养方案,“混凝土结构设计原理”为该专业的一门专业基础课。参照该专业委员会关于这一门课程的教学大纲要求,在本书中共安排了11章内容,分别是:绪论,混凝土结构所用材料的性能,混凝土结构设计的基本原则,轴心受力构件承载力计算,受弯构件正截面承载力计算,受弯构件斜截面承载力计算,受扭构件承载力计算,偏心受力构件承载力计算,以及混凝土构件的裂缝、挠度和耐久性验算,预应力混凝土构件设计,混凝土现浇楼盖设计。

考虑各高校开办的独立学院土木工程专业主要是建筑工程方向,本教材依据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)编写;鉴于各类工程有关混凝土结构设计原理大同小异,读者在掌握了建筑工程混凝土结构的设计原理之后,通过自学不难掌握公路、桥梁工程的混凝土结构设计原理。

本书是由广西大学张玉新(第1章、第4章、第9章)、河南城建学院刘志钦(第5章、第6章)、北华航天工业学院王振武(第7章、第8章)、新疆农业大学刘晓娟(第3章、第11章)、广州大学张春梅(第2章)、海南大学杨竹鹃(第10章)共同编写,其中张玉新承担了全书的统稿工作。重庆大学张川教授审阅了全部书稿,在此表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中错误在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

2010年6月

目 录

1 绪 论	1
1.1 混凝土结构的基本概念	1
1.2 混凝土结构的发展及其应用概况	4
1.3 本课程的特点及学习方法	5
思考题	6
2 混凝土结构所用材料的性能	7
2.1 钢筋	7
2.2 混凝土	11
2.3 钢筋与混凝土的粘结	26
本章小结	31
思考题	32
3 混凝土结构设计的基本原则	34
3.1 结构的预定功能及结构的可靠度	34
3.2 荷载和材料强度的取值	41
3.3 极限状态设计的基本表达式	45
3.4 工程实例	51
3.5 本章小结	52
思考题	53
习 题	54



4 轴心受力构件正截面承载力计算	55
4.1 概述	55
4.2 钢筋混凝土轴心受拉构件正截面承载力计算	56
4.3 钢筋混凝土轴心受压构件正截面承载力计算	58
4.4 工程实例	64
本章小结	65
思考题	66
习 题	66
5 受弯构件正截面承载力计算	67
5.1 概述	67
5.2 受弯构件的构造要求	68
5.3 受弯构件正截面受弯性能的试验研究分析	72
5.4 单筋矩形截面受弯构件承载力计算	77
5.5 双筋矩形截面受弯构件承载力计算	86
5.6 T形截面受弯构件承载力计算	91
5.7 受弯构件的延性	98
5.8 工程实例	100
本章小结	103
思考题	103
习 题	104
6 受弯构件斜截面承载力计算	108
6.1 概述	108
6.2 受弯构件斜截面受剪承载力计算方法	115
6.3 斜截面构造要求	124
6.4 钢筋的构造要求	128
6.5 连续梁设计实例	131
6.6 工程实例	137
本章小结	140
思考题	141
习 题	141
7 受扭构件承载力计算	143
7.1 概述	143
7.2 纯扭构件的试验研究	145
7.3 纯扭构件承载力计算	147

7.4 弯剪扭构件承载力计算	153
7.5 工程实例	160
本章小结	168
思考题	168
习 题	169
8 偏心受力构件承载力计算	170
8.1 概述	170
8.2 偏心受压构件正截面承载力计算	171
8.3 偏心受拉构件正截面承载力计算	198
8.4 偏心受力构件斜截面承载力计算	202
8.5 构造要求	204
8.6 工程实例	206
本章小结	208
思考题	209
习 题	209
9 混凝土构件的裂缝、挠度和耐久性验算	211
9.1 概述	211
9.2 裂缝宽度验算	212
9.3 受弯构件挠度验算	218
9.4 混凝土结构的耐久性设计	226
本章小结	228
思考题	229
习 题	229
10 预应力混凝土构件	231
10.1 预应力混凝土的基本概念和一般计算规定	232
10.2 预应力混凝土轴心受拉构件应力分析	245
10.3 轴心受拉构件的计算和验算	251
10.4 预应力混凝土受弯构件的设计计算	260
10.5 预应力混凝土构件的构造要求	272
本章小结	275
思考题	276
习 题	277
11 混凝土现浇楼盖设计	278
11.1 概述	278



11.2 单向板肋梁楼盖	282
11.3 双向板肋梁楼盖	313
11.4 井式楼盖	329
11.5 无梁楼盖	330
本章小结	338
思考题	339
习 题	339
附 录	341
附录1 混凝土强度标准值、设计值和弹性模量	341
附录2 钢筋强度标准值、设计值和弹性模量	342
附录3 混凝土保护层厚度	344
附录4 纵向受力钢筋的最小配筋百分率	344
附录5 混凝土构件变形及裂缝限值	345
附录6 受弯构件正截面承载力计算用 ξ 和 γ_s 表	346
附录7 钢筋的锚固长度	349
附录8 截面抵抗矩塑性影响系数 γ_m	349
附录9 等截面等跨度连续梁在常用荷载作用下的内力系数表	349
附录10 双向板计算系数表	356
附录11 钢筋的公称截面面积、计算截面面积及理论质量	359
附录12 各种荷载化成具有相同支座弯矩的等效均布荷载表	362
参考文献	363

1

绪 论

1.1 混凝土结构的基本概念

以混凝土为主要材料制作的结构称为混凝土结构。混凝土结构包含:素混凝土结构(不能作为承重结构)、钢筋混凝土结构、型钢混凝土结构、钢管混凝土结构、预应力混凝土结构及纤维混凝土结构。混凝土结构广泛应用于建筑、桥梁、隧道、水利及港口等工程中。

钢筋混凝土结构是指用圆形钢筋作为配筋的普通混凝土结构。图 1.1 为常见钢筋混凝土结构和构件的配筋实例。其中,图 1.1(a)为钢筋混凝土简支梁的配筋情况,图 1.1(b)为钢筋混凝土简支平板的配筋情况,图 1.1(c)为装配式钢筋混凝土单层工业厂房边柱的配筋情况,图 1.1(d)为钢筋混凝土杯形基础的配筋情况,图 1.1(e)为两层单跨钢筋混凝土框架的配筋情况。由图 1.1 可见,在不同的结构和构件中,钢筋的位置及形式不完全相同。因此,在钢筋混凝土结构和构件中,钢筋和混凝土不是任意结合的,而是根据结构构件的形式和受力特点,选择一定的部位——主要是在其受拉部位布置某种规格和一定数量的钢筋。

型钢混凝土结构及钢管混凝土结构具有承载能力大、抗震性能好等特点,但耗钢量较多、造价较高,一般在高层、大跨或抗震要求较高的工程中采用。

预应力混凝土结构是指在结构构件制作时,在其受拉部位人为地预先施加压应力的混凝土结构,主要应用在大跨度的板和梁构件中。

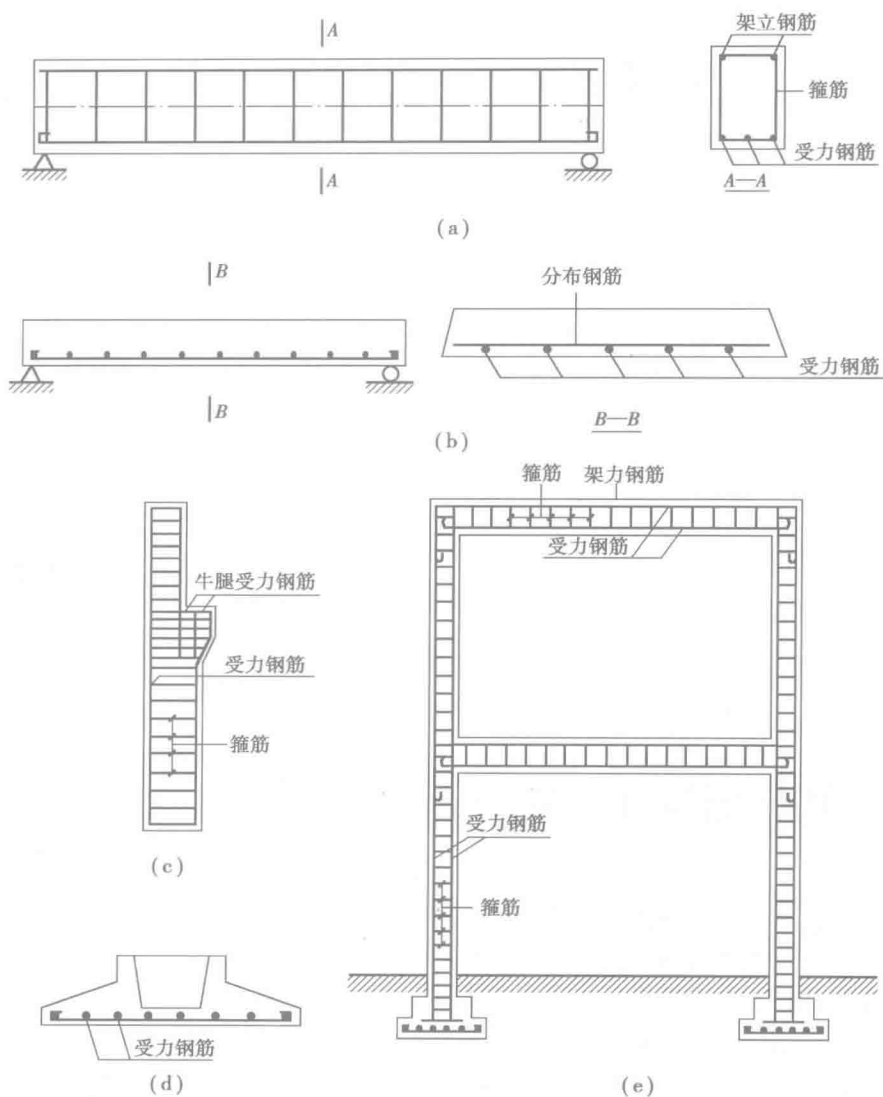


图 1.1 常见钢筋混凝土结构和构件的配筋实例

(a) 钢筋混凝土简支梁的配筋; (b) 钢筋混凝土简支平板的配筋;

(c) 装配式钢筋混凝土单层工业厂房边柱的配筋;

(d) 钢筋混凝土杯形基础的配筋; (e) 两层单跨钢筋混凝土框架的配筋

► 1.1.1 本课程的研究对象

在土木工程中,按应用领域分,结构可分为建筑结构、桥梁结构、水电结构和其他特种结构。

本书主要是依据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010),研究建筑结构中的普通混凝土结构和预应力混凝土结构的材料性能、设计原则,以及各种基本构件的设计计算方法和构造措施。

► 1.1.2 钢筋混凝土结构的基本概念

通过对比简支梁试验进行说明。

试件基本参数:跨度 4 m,截面尺寸 $b \times h = 200 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$,混凝土强度等级 C20。

图 1.2(a)为素混凝土梁,图 1.2(b)为在受拉区布置 3 根直径 16 mm 的 HPB300 级钢筋(记作 $3 \phi 16$),并在受压区布置 2 根直径 10 mm 的架立钢筋和适量的箍筋,试验对比结果列入表 1.1 中。

表 1.1 素混凝土梁与钢筋混凝土梁破坏过程对比

梁的配筋	破坏特征	截面材料强度利用	承受破坏荷载 F/kN
$3 \phi 16$ 纵向受拉筋,配筋率 1%	正截面裂而不坏,梁经历较明显的弯曲变形后,上侧混凝土被压碎	受拉钢筋应力达到屈服,上侧混凝土受压可达到极限压应变	36
无筋	正截面一裂即断,脆性明显	全截面混凝土被拉裂	8

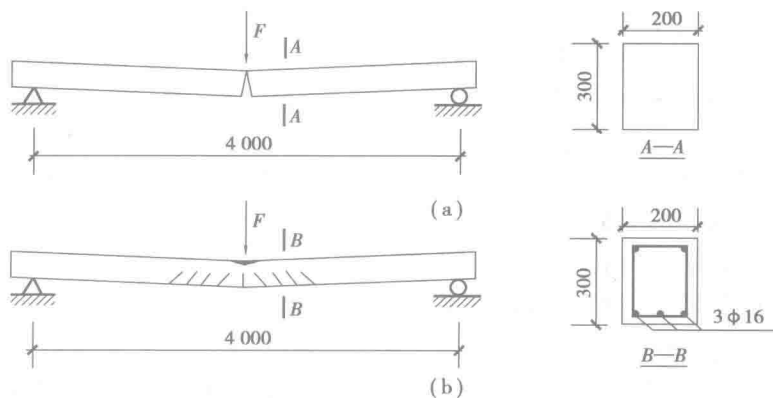


图 1.2 素混凝土梁与钢筋混凝土梁的破坏情况对比

(a) 素混凝土梁破坏;(b) 钢筋混凝土梁破坏

因此,在混凝土结构中配置一定数量的钢筋,可以获得以下效果:

- ①结构的承载能力有很大的提高;
- ②结构的受力性能得到显著的改善。

将两种性能极不相同的材料结合在一起共同工作,使其发挥各自抗拉、抗压强度的特长,可以使梁具有较高的承载能力和较好的经济效益。实践证明,这两种材料能够有效结合在一起共同工作的主要原因基于以下两点:

①混凝土结硬后,能与钢筋牢固地粘结在一起,由于粘结力的存在使二者在荷载的作用下能共同工作,协调变形。

②钢筋和混凝土两种材料的线膨胀系数相近。钢筋为 $1.2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$,混凝土为 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ 。当温度变化时,两种材料不会产生较大的相对变形而使两种材料之间的粘结应力受到破坏。



► 1.1.3 混凝土结构的主要优缺点

钢筋混凝土结构与其他结构相比具有以下优点:

①就地取材。混凝土所用的主材(砂、石)一般可以由建筑工地附近供应。另外,还可以将工业废料(如矿渣、粉煤灰)用于混凝土中。

②整体性好,刚度大。现在的混凝土结构大多采用现浇的施工方法,相对砌体结构而言,钢筋混凝土结构的构件之间节点大多采用混凝土整体浇筑而成,具有较好的整体性。另外,钢筋混凝土结构刚度大,则受力变形小。

③节约钢材。钢筋混凝土结构的承载力较高,大多数情况下可用来代替钢结构,因而节约钢材。

④耐久、耐火。钢筋埋放在混凝土中,受混凝土保护不易发生锈蚀,因而提高了结构的耐久性。混凝土是非燃烧材料,遇火时不像木结构那样易燃烧,也不像钢结构那样很快软化而破坏。

⑤可模性好。钢筋混凝土构件可根据外形需要浇捣成任何形状。

钢筋混凝土结构也具有下述主要缺点:

①结构自重。钢筋混凝土的重度约为 25 kN/m^3 , 比砌体和木材的重度 (19 kN/m^3 , 5 kN/m^3) 大, 尽管钢材的重度 (79 kN/m^3) 大, 但钢材的强度高, 在相同的内力下, 钢筋混凝土结构的截面尺寸比钢结构的截面尺寸大很多, 因而其自重远大于相同跨度或高度的钢结构。

②抗裂性能差。混凝土的抗拉强度很低, 一般构件都存在拉应力, 配置钢筋以后虽然可以提高构件的承载力, 但抗裂能力提高很少, 因此普通钢筋混凝土结构经常带裂缝工作。这对构件的刚度和耐久性都带来不利的影响, 预应力结构可克服这些缺点。

③费工费模。现在混凝土结构大多采用现浇的施工方法, 费工时较多, 且施工受季节气候条件的限制。模板消耗量大, 若采用木模, 则耗费大量的木材。

综上所述, 钢筋混凝土结构的优点远多于缺点。因此, 它已经在房屋建筑、地下结构、桥梁、隧道、水利、港口等工程中得到广泛应用, 而且人们已经研究出许多克服其缺点的有效措施。

1.2 混凝土结构的发展及其应用概况

► 1.2.1 混凝土结构的发展概况及其应用

现代混凝土结构是随着水泥和钢铁工业的发展而发展起来的, 至今已有近 160 年的历史。混凝土作为一种工程材料, 在土木工程各个领域取得了飞速的发展和广泛的应用。

1824 年, 英国人约瑟夫·阿斯普丁 (Joseph Aspin) 发明了波特兰水泥, 在 19 世纪 50 年代, 钢筋混凝土结构开始被用来建造各种简单的楼板、柱、基础等。随着使用的需要, 促进了人们对钢筋混凝土结构的试验研究, 开展计算理论的探讨和施工方法的改进。1890 年, 旧金山建造了一幢两层高、约 95 m 长的钢筋混凝土美术馆。进入 20 世纪, 钢筋混凝土结构有了

较快的发展,许多国家陆续建造了一些建筑、桥梁、码头和堤坝。20世纪30年代,钢筋混凝土开始应用于空间结构,如薄壳、折板,在这期间预应力混凝土结构也得到了广泛的研究与应用。第二次世界大战以后,重建城市的任务十分繁重,必须加快建设速度,于是加速了钢筋混凝土结构工业化施工方法的发展,工厂生产的预制构件也得到了较广泛的应用。由于混凝土和钢筋材料强度不断提高,钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构的应用范围也在不断向大跨和高层发展。1976年建成的美国芝加哥水塔广场大厦达74层,高262 m。我国在1998年建造的上海金茂大厦,主体结构为钢筋混凝土,88层,高382 m。1997年,我国在万州建成主跨位420 m的混凝土拱桥。

在计算理论与设计方法方面,混凝土结构也经历了以下3个发展阶段:

①20世纪50年代前,混凝土结构处于允许应力法阶段;截面设计方法由弹性计算法改进为按破损阶段计算法。

②20世纪50—60年代,混凝土结构采用半经验半概率的极限状态设计法;将数理统计方法用于结构设计中,奠定了现代钢筋混凝土结构的基本计算理论。

③20世纪60年代至今,混凝土结构发展并形成了近似全概率的可靠度极限状态设计法。我国现行的《混凝土设计规范》(GB 50010—2010)即采用这种以概率理论为基础的极限状态设计法。

► 1.2.2 混凝土结构的发展展望

随着人们对混凝土的深入研究,钢筋混凝土结构在土木工程领域将得到更广泛的应用,并向着轻质高强的理想目标不断前进。混凝土的抗拉强度有可能达到200 MPa,而混凝土的拉、压强度比从目前的1/10提高到1/2,并且具有早强、收缩徐变小的特性。重度为14~18 kN/m³轻骨料(陶粒、浮石)混凝土和多孔混凝土得到迅速发展。此外,纤维混凝土等聚合物混凝土也正在研究发展中,有的已在实际工程中开始应用。

美国混凝土协会预言,未来将会建造高度为600~900 m的钢筋混凝土建筑,跨度达500~600 m的钢筋混凝土桥梁,以及钢筋混凝土海上浮动城市、海底城市、地下城市等。

1.3 本课程的特点及学习方法

钢筋混凝土结构设计原理课程主要是对房屋建筑中的混凝土结构构件的受力性能、计算方法和构造要求等问题进行讨论。本课程在内容、研究方法上都与力学课程有很大的不同。这些特点概括起来有两方面:

1) 材料性能的特殊性

材料力学研究的是单一、匀质、连续、弹性材料的构件。本课程研究的是由钢筋和混凝土两种材料组成的构件,而且混凝土是非匀质、非连续、非弹性的材料。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、平衡关系建立基本方程的途径是相同的,在每一种关系的具体内容上需要考虑钢筋混凝土性能的特点。

钢筋混凝土构件是由两种材料组成的复合材料构件,因此就存在着两种材料在数量和强



度上的匹配问题。如果钢筋在截面面积上的比例和材料强度上的匹配超过了一定界限,则会引起构件受力性能的改变,这是单一材料构件所没有的特点。而对于钢筋混凝土构件则是一个既具有基本理论意义,又有工程实际意义的问题,这是学习本课程必须十分注意的问题。

由于混凝土材料力学性能的复杂性和离散性,目前还没有建立起较为完善的强度和变形理论。有关混凝土的强度和变形理论,很大程度上依赖于试验给出的经验公式。在学习本课程时要重视构件的试验研究,掌握通过试验现象观察到的构件受力性能,以及受力分析所采用的基本假定的试验依据,在运用计算公式时要注意其适用条件和先决条件。

2) 设计的综合性

力学课程侧重于构件的应力(或内力)和变形的计算,它们的习题答案往往是唯一的。而混凝土结构解决的不仅是强度和变形计算问题,更主要是构件和结构的设计,包括材料选用、结构方案、构件类型的确定和配筋构造等。结构设计是一个综合性的问题,在进行结构布置、处理构造问题时,不仅要考虑结构受力的合理性,同时还要考虑使用要求、材料、造价、施工等方面的问题,即:要根据安全适用、经济合理、技术先进的原则,对各项指标进行全面地综合分析比较。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。

在学习本课程的过程中要学会运用规范,这是在力学课程中不曾遇到的问题。在熟悉、运用规范时,注意力应不仅限于规范所列具体条文、公式、表格,更主要的是要对规范条文的概念和实质有正确的理解,只有这样才能确切地运用规范,充分发挥设计者的主动性和创造性。

思考题

- 1.1 什么是钢筋混凝土结构?
- 1.2 钢筋混凝土梁与素混凝土梁相比,结构的性能将发生哪些变化?
- 1.3 钢筋混凝土结构有哪些主要优缺点?
- 1.4 钢筋与混凝土共同工作的主要原因是什么?
- 1.5 本课程主要包括哪些内容?学习本课程要注意哪些问题?

2

混凝土结构所用材料的性能

【本章学习要点】

本章主要介绍钢筋和混凝土的强度、变形性能以及两者共同工作的原理。通过本章学习,要求熟悉钢筋的品种、级别以及钢筋的强度及变形性能;掌握混凝土结构对钢筋性能的要求;熟悉混凝土在各种受力状态下的强度及变形性能;掌握混凝土的选用原则;了解钢筋和混凝土共同工作的原理;熟悉保证钢筋和混凝土之间可靠粘结的构造措施。

2.1 钢 筋

► 2.1.1 钢筋的品种、级别与选用

混凝土结构中所使用的钢筋按化学成分,可分为碳素钢和普通低合金钢两大类。按钢筋加工工艺不同,可分为热轧钢筋、消除应力钢丝、螺旋肋钢丝、刻痕钢丝、钢绞线及热处理钢筋6种。用于钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构中的普通钢筋,可采用热轧钢筋;用于预应力混凝土结构中的预应力钢筋,可采用预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋。

热轧钢筋是低碳钢、普通低合金钢或细晶粒钢在高温下轧制而成。热轧钢筋为软钢,其应力-应变曲线有明显的屈服点和流幅,断裂时有“颈缩”现象,伸长率较大。根据力学指标的高低,分为HPB300级(符号 Φ)、HRB335级(符号 Φ)、HRBF335级(符号 Φ^F)、HRB400级(符号 Φ)、HRBF400级(符号 Φ^F)、RRB400级(符号 Φ^R)、HRB500级(符号 Φ)、HRBF500级(符号 Φ^F)。钢筋混凝土结构中的纵向受力钢筋宜优先采用HRB400级钢筋。