

高等专科学校
高等职业技术学院

房屋建筑工程专业新编系列教材

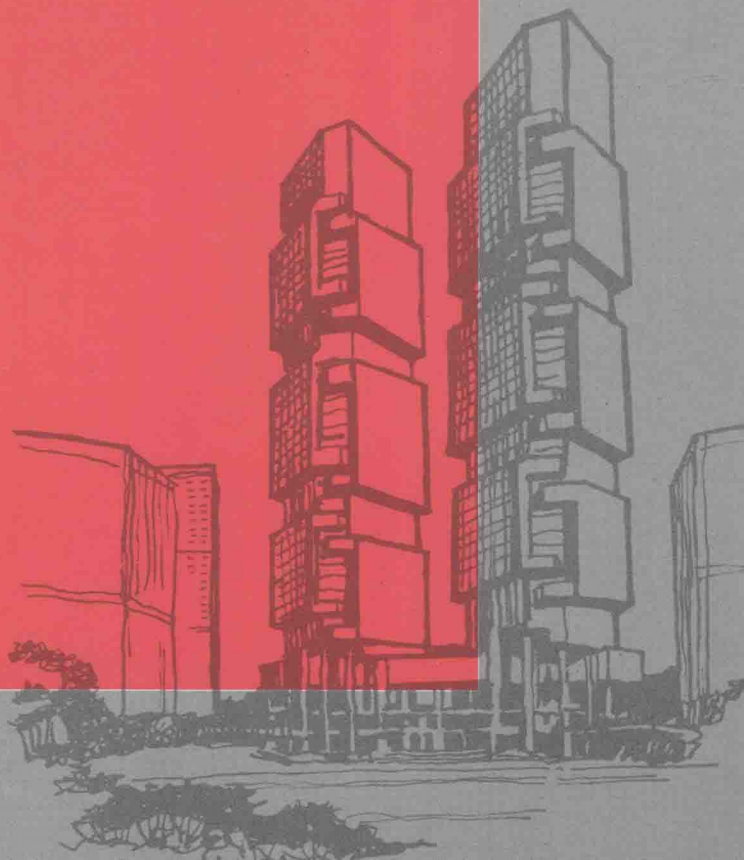
建筑结构

(第3版)



侯治国 周绥平 主编

武汉理工大学出版社



高等专科学校
高等职业技术学院

房屋建筑工程专业新编系列教材

建筑结构

(第3版)

主 编 侯治国 周绥平

副主编 董 毅

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

【内容简介】

本书是根据高等专科学校、高等职业技术学院土建类专业“建筑结构”课程的教学要求编写的教材,通过本教材的学习使毕业生能理解设计意图,更好地指导施工。

全书共四篇 21 章,按我国颁布的最新设计规范编写。第一篇建筑结构特点及其设计原理(第 1~2 章),第二篇为混凝土结构(第 3~11 章),第三篇为砌体结构(第 12~15 章),第四篇为钢结构(第 16~21 章)。

本书除作为高等学校土建类专业教材外,还可作为高等学校土建类专业教学用书,亦可作为土木建筑类函授教育、自学考试和在职人员的培训教材,以及其他技术人员的阅读参考书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑结构/侯治国,周绥平主编. —3 版. —武汉:武汉理工大学出版社,2011. 12
ISBN 978-7-5629-3675-6

I. ① 建… II. ① 侯… ② 周… III. ① 建筑结构-高等职业教育-教材 IV. ① TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 280999 号

项目负责人:蔡德民 刘永坚 田道全 责任编辑:田道全
责任校对:万三宝 装帧设计:杨 涛
出版发行:武汉理工大学出版社(武汉市洪山区珞狮路 122 号)
邮 编:430070
网 址:<http://www.techbook.com.cn>
经 销:各地新华书店
印 刷:荆州市鸿盛印务有限公司
开 本:787×1092 1/16
印 张:27
插 页:3
字 数:700 千字
版 次:2011 年 12 月第 3 版
印 次:2011 年 12 月第 1 次印刷 总第 12 次印刷
印 数:45001~50000 册
定 价:42.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向出版社发行部调换。

本社购书热线电话:027-87394412 87383695 87384729 87397097(传真)

• 版权所有 盗版必究 •

前 言

(第 3 版)

根据我国高等专科学校、高等职业技术学院土建类专业培养应用型人才教学改革的需要,贯彻以应用为主,具有建筑结构设计的基本知识,能够理解设计意图,正确指导现场施工的精神,作者在第 2 版的基础上,对本教材部分内容作了修改。由于国家新的规范不能同时颁发,本教材暂时不能作全面修改。现在最新的《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)刚刚面世,其他规范尚未出台,因此,本次只能针对混凝土结构部分作内容上的修改,对基本理论仍保持有较清晰而简明的阐述,尽量做到理论联系实际,便于学生自学。

本书按照我国新颁布的国家标准和规范编写,共分四篇 21 章,主要内容包括:第一篇建筑结构特点及其计算原理(第 1~2 章);第二篇混凝土结构(第 3~11 章);第三篇砌体材料(第 12~15 章);第四篇钢结构(第 16~21 章)。

本教材第 3 版由长春工程学院侯治国教授主持修订,长春建筑职工业余大学董毅副教授对混凝土结构部分进行了全面修订。吉林建工学院王祥瑞副教授为本书绘图并作校对。

本教材第 2 版由长春工程学院侯治国教授、重庆大学周绥平教授主持修订(2004 年 7 月),参加修订工作的有重庆大学周绥平(第 1、16、17、18、19、20 章,附录 3、4、5、6、7、8、9、10)、湖南大学舒兴平(第 21 章)、吉林建筑装饰学院侯治国(第 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11 章,附录 1、2)、长春建筑职工业余大学董毅(第 12、13、14、15 章)。吉林建筑装饰学院路立娜、陈岩、冯永为本书绘图。

本教材第 1 版由长春工程学院侯治国教授、重庆大学周绥平教授主编(2003 年 5 月),参加编写的有重庆大学周绥平(第 1、18、19、20、21、22 章)、湖南大学舒心平(第 23 章)、长春工程学院侯治国(第 2 章、第二篇各章)、长春建筑职工业余大学董毅(第三篇各章)。安徽理工大学毛喜芳为本书绘图,吉林建筑工程学院王祥瑞为本书校对。

本书主要作为高等专科学校、高等职业技术学院土建类专业的教学用书,还可用于高等函授教育、自学考试以及在职人员专业培训的教材,也可供有关技术人员参考。

由于编者知识有限,对新规范学习理解不够,错误与缺点在所难免,请读者批评指正。

编 者

2011 年 12 月

目 录

第一篇 建筑结构特点及其计算原理

1 总论	(1)
1.1 建筑结构的分类	(1)
1.2 各种建筑结构材料的特点及应用情况	(2)
思考题及习题	(4)
2 建筑结构基本计算原理	(5)
2.1 结构设计的基本要求和极限状态	(5)
2.1.1 结构的功能要求	(5)
2.1.2 结构的极限状态	(5)
2.1.3 建筑结构设计方法	(6)
2.2 结构上的作用、作用效应和结构抗力	(6)
2.2.1 结构上的作用	(6)
2.2.2 作用效应与结构抗力	(9)
2.3 概率极限状态设计法	(10)
2.3.1 功能函数与极限状态方程	(10)
2.3.2 结构可靠度与失效概率	(11)
2.3.3 结构构件的可靠指标 β	(11)
2.3.4 目标可靠指标及安全等级	(12)
2.4 极限状态实用设计表达式	(12)
2.4.1 承载能力极限状态设计表达式	(12)
2.4.2 正常使用极限状态设计表达式	(14)
2.5 耐久性的规定	(15)
习题	(16)

第二篇 混凝土结构

3 钢筋和混凝土材料的力学性能	(17)
3.1 混凝土的强度	(17)
3.1.1 立方体抗压强度 $f_{cu,k}$	(17)
3.1.2 轴心抗压强度 f_c	(18)
3.1.3 轴心抗拉强度 f_t	(18)
3.1.4 复合应力状态下混凝土的强度	(20)
3.2 混凝土的变形	(21)
3.2.1 混凝土在一次短期荷载下的变形	(21)
3.2.2 混凝土在多次重复荷载作用下的变形	(23)

3.2.3	混凝土的弹性模量、变形模量	(24)
3.2.4	混凝土的徐变	(25)
3.2.5	混凝土的收缩与膨胀	(26)
3.3	钢筋	(27)
3.3.1	钢筋的品种与级别	(27)
3.3.2	钢筋的力学性能	(27)
3.4	钢筋与混凝土的粘结	(31)
3.4.1	粘结的作用及产生原因	(31)
3.4.2	粘结强度及影响因素	(32)
3.4.3	保证钢筋和混凝土间粘结的措施	(33)
	思考题	(36)
4	受弯构件正截面承载力计算	(37)
4.1	截面配筋的基本构造要求	(37)
4.1.1	截面形式和尺寸	(38)
4.1.2	受弯构件的钢筋	(39)
4.1.3	钢筋的保护层厚度	(40)
4.1.4	钢筋的间距	(41)
4.1.5	截面的有效高度	(41)
4.2	梁正截面受弯性能的试验分析	(42)
4.2.1	适筋梁的工作阶段	(42)
4.2.2	适筋梁正截面各阶段应力状态	(43)
4.2.3	钢筋混凝土受弯构件正截面的破坏形式	(44)
4.2.4	适筋梁与超筋梁、少筋梁的界限	(46)
4.3	单筋矩形截面的承载力计算	(49)
4.3.1	基本假定	(49)
4.3.2	基本公式及其适用条件	(50)
4.3.3	截面设计	(51)
4.3.4	强度复核	(57)
4.4.1	基本计算公式及其适用条件	(59)
4.4.2	截面设计	(60)
4.4.3	强度复核	(65)
4.5	单筋 T 形截面的承载力计算	(65)
4.5.1	基本公式及其适用条件	(66)
4.5.2	截面设计	(70)
4.5.3	强度复核	(72)
	习题	(74)
5	受弯构件斜截面承载力计算	(77)
5.1	无腹筋梁的受剪性能	(77)
5.1.1	斜裂缝引起梁的受力状态变化	(77)

5.1.2	斜截面的破坏形态	(78)
5.1.3	影响无腹筋梁受剪承载力的因素	(79)
5.1.4	无腹筋梁斜截面受剪承载力计算	(79)
5.2	有腹筋梁斜截面受剪承载力计算	(80)
5.2.1	腹筋的作用	(80)
5.2.2	有腹筋梁的破坏形态	(81)
5.2.3	有腹筋梁斜截面受剪承载力计算公式	(81)
5.2.4	有腹筋梁斜截面受剪承载力计算方法和步骤	(85)
5.3	保证斜截面受弯承载力的构造要求	(92)
5.3.1	抵抗弯矩图	(93)
5.3.2	弯起钢筋的弯起点	(94)
5.3.3	纵向受拉钢筋截断时的延伸长度	(95)
5.3.4	纵向钢筋在支座处的锚固	(96)
5.3.5	箍筋及弯起钢筋的构造	(97)
	习题	(99)
6	受扭构件承载力计算	(101)
6.1	纯扭构件的承载力计算	(101)
6.1.1	无腹筋受扭构件的开裂扭矩	(101)
6.1.2	矩形截面纯扭构件配筋计算	(103)
6.1.3	T形、I形截面纯扭构件	(107)
6.2	弯剪扭构件的承载力计算	(107)
6.2.1	扭矩对受弯、受剪构件承载力的影响	(107)
6.2.2	矩形截面弯剪扭构件承载力计算	(108)
6.2.3	弯剪扭构件简化计算	(109)
	习题	(111)
7	受压构件承载力计算	(112)
7.1	轴心受压构件承载力计算	(113)
7.1.1	纵向钢筋及普通箍筋柱	(113)
7.2	偏心受压构件正截面承载力计算	(118)
7.2.1	偏心受压构件的破坏特征	(118)
7.2.2	附加偏心距	(119)
7.2.3	偏心距增大系数	(119)
7.2.4	矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	(121)
7.2.5	I形截面偏心受压构件正截面承载力计算	(136)
7.2.6	截面承载力 N 与 M 的相关曲线	(139)
	习题	(140)
8	受拉构件承载力计算	(141)
8.1	轴心受拉构件承载力计算	(141)
8.2	偏心受拉构件正截面承载力计算	(141)

8.2.1	计算公式	(141)
8.2.2	截面设计	(142)
	习题	(146)
9	钢筋混凝土受弯构件变形和裂缝宽度验算	(147)
9.1	概述	(147)
9.2	受弯构件的挠度验算	(147)
9.2.1	基本概念	(147)
9.2.2	荷载效应标准组合下受弯构件的短期刚度 B_s	(148)
9.2.4	受弯构件挠度验算	(151)
9.3	裂缝宽度验算	(152)
9.3.1	裂缝间距	(152)
9.3.2	平均裂缝宽度 w_m	(155)
9.3.3	最大裂缝宽度 w_{max}	(155)
	习题	(157)
10	预应力混凝土的基本知识	(158)
10.1	预应力混凝土的基本概念	(158)
10.1.1	概述	(158)
10.1.2	预应力混凝土的基本概念	(158)
10.1.3	预应力混凝土结构的优缺点	(158)
10.1.4	全预应力和部分预应力混凝土	(159)
10.1.5	预应力混凝土结构的应用	(160)
10.2	施加预应力的方法	(160)
10.2.1	先张法	(160)
10.2.2	后张法	(161)
10.3	预应力混凝土材料	(162)
10.3.1	预应力钢筋	(162)
10.3.2	混凝土	(163)
10.4	张拉控制应力和预应力损失	(163)
10.4.1	张拉控制应力 σ_{con}	(163)
10.4.2	预应力损失	(164)
10.4.3	预应力损失值组合	(167)
10.5	预应力混凝土轴心受拉构件	(168)
10.5.1	轴心受拉构件应力分析	(168)
10.5.2	预应力混凝土轴心受拉构件的计算	(172)
10.5.3	设计例题	(174)
	习题	(175)
11	梁板结构	(177)
11.1	概述	(177)
11.2	现浇单向板肋梁楼盖	(178)

11.2.1	单向板与双向板的划分	(178)
11.2.2	楼盖的结构布置	(179)
11.2.3	单向板楼盖的计算简图	(180)
11.2.4	单向板楼盖的内力计算——弹性算法	(182)
11.2.5	单向板楼盖的内力计算——塑性算法	(187)
11.2.6	连续板的截面计算与构造	(189)
11.2.7	次梁计算与构造要求	(191)
11.2.8	主梁的计算与构造要求	(193)
11.2.9	单向板肋形楼盖设计例题	(195)
11.3	双向板肋梁楼盖	(200)
11.3.1	双向板计算	(200)
11.3.2	双向板的配筋构造	(204)
	习题	(207)

第三篇 砌体结构

12	砌体材料及力学性能	(209)
12.1	砌体材料	(209)
12.1.1	块材	(209)
12.1.2	砂浆	(211)
12.1.3	块材和砂浆的选用	(211)
12.2	砌体的力学性能	(212)
12.2.1	砌体的受压性能	(212)
12.2.2	砌体的轴心受拉、受弯和受剪性能	(218)
12.3	砌体的受压弹性模量	(221)
	思考题	(223)
13	无筋砌体构件承载力计算	(224)
13.1	受压构件	(224)
13.1.1	受压构件的应力状态	(224)
13.1.2	受压构件承载力计算	(224)
13.2	局部受压	(234)
13.2.1	砌体截面局部均匀受压承载力计算	(234)
13.2.2	梁端支承处砌体的局部受压	(236)
13.2.3	梁端设有垫块时砌体局部受压承载力计算	(237)
13.2.4	梁端下设有垫梁时砌体局部受压承载力计算	(240)
13.3	轴心受拉、受弯、受剪构件	(240)
13.3.1	轴心受拉构件	(240)
13.3.2	受弯构件	(241)
13.3.3	受剪构件	(241)
	思考题与习题	(242)

14 混合结构房屋墙、柱设计	(244)
14.1 混合结构房屋的结构布置方案	(244)
14.1.1 横墙承重方案	(244)
14.1.2 纵墙承重方案	(245)
14.1.3 纵、横墙承重方案	(245)
14.1.4 内框架承重方案	(245)
14.2 房屋的空间刚度及静力计算方案	(246)
14.2.1 房屋的空间刚度	(246)
14.2.2 混合结构房屋的静力计算方案	(247)
14.3 墙、柱高厚比	(248)
14.3.1 墙(不带壁柱)、柱的高厚比验算	(248)
14.4 墙、柱的构造要求	(254)
14.4.1 一般构造要求	(254)
14.4.2 防止或减轻墙体开裂的主要措施	(256)
14.5 刚性方案房屋墙、柱设计	(257)
14.5.1 计算单元	(257)
14.5.2 竖向荷载作用下的墙体计算	(257)
14.6 弹性与刚弹性方案房屋墙、柱计算	(262)
14.6.1 单层弹性方案房屋	(262)
14.6.2 单层刚弹性方案房屋	(263)
14.6.3 多层刚弹性方案房屋	(265)
思考题与习题	(267)
15 过梁、圈梁	(268)
15.1 过梁	(268)
15.1.1 概述	(268)
15.1.2 过梁上的荷载	(268)
15.1.3 过梁的计算	(268)
15.1.4 过梁的构造要求	(270)
15.2 圈梁	(271)
15.2.1 圈梁的设置	(271)
15.2.2 圈梁的构造要求	(271)
思考题与习题	(272)

第四篇 钢结构

16 建筑钢材	(273)
16.1 建筑钢材的主要机械性能	(273)
16.1.1 强度和塑性	(273)
16.1.2 冷弯试验	(275)
16.1.3 韧性	(275)

16.1.4	可焊性	(276)
16.2	建筑钢材的两种破坏形式	(276)
16.3	影响钢材性能的主要因素	(277)
16.3.1	化学成分的影响	(277)
16.3.2	钢材的冷作硬化与时效硬化	(278)
16.3.3	复杂应力和应力集中的影响	(279)
16.3.4	温度的影响	(280)
16.3.5	钢材的疲劳	(280)
16.4	建筑钢材的种类及规格	(280)
	思考题及习题	(283)
17	钢结构的连接	(284)
17.1	钢结构连接的种类及其特点	(284)
17.2	焊缝连接	(285)
17.2.1	焊接方法	(285)
17.2.2	焊缝连接的形式	(286)
17.2.3	焊缝连接的缺陷、质量检验和焊缝质量级别	(287)
17.2.4	焊缝符号及标注方法	(289)
17.3	对接焊缝连接	(292)
17.4	角焊缝连接	(294)
17.4.1	角焊缝的形式与构造	(294)
17.4.2	角焊缝的强度	(296)
17.4.3	角焊缝连接的计算	(297)
17.5	焊接残余变形和残余应力	(302)
17.6	普通螺栓连接	(304)
17.6.1	普通螺栓连接的构造	(304)
17.6.2	普通螺栓连接的受力性能和计算	(307)
17.7	高强度螺栓连接	(312)
17.7.1	概述	(312)
17.7.2	高强度螺栓摩擦型连接的计算	(314)
	习题	(317)
18	轴心受力构件	(318)
18.1	概述	(318)
18.2	轴心受力构件的强度及刚度	(319)
18.2.1	轴心受力构件的强度	(319)
18.2.2	轴心受力构件的刚度	(320)
18.3	实腹式轴心受压构件的整体稳定	(320)
18.3.1	关于稳定问题的概述	(321)
18.3.2	理想轴心受压构件的受力性能	(322)
18.3.3	实际轴心受压构件的计算方法	(323)

18.4	实腹式轴心受压构件的局部稳定	(328)
18.5	实腹式轴心受压构件的截面设计	(330)
18.6	梁与柱的连接形式和构造	(331)
18.6.1	柱顶支承梁的构造	(331)
18.6.2	柱侧支承梁的构造	(332)
18.7	柱脚的形式和构造	(333)
	习题	(334)
19	梁	(335)
19.1	梁及梁格布置	(335)
19.2	梁的强度和刚度	(337)
19.2.1	梁的强度	(337)
19.2.2	梁的刚度	(340)
19.3	梁的整体稳定	(341)
19.4	型钢梁设计	(345)
19.5	组合梁的局部稳定和腹板加劲肋的布置和构造	(348)
19.5.1	支承加劲肋的构造和计算	(350)
19.6	梁的拼接和连接	(351)
19.6.1	梁的拼接	(351)
19.6.2	次梁与主梁的连接	(352)
	习题	(354)
20	拉弯构件和压弯构件	(355)
20.1	概述	(355)
20.2	拉弯构件和压弯构件的强度和刚度	(356)
20.2.1	拉弯构件和压弯构件的强度	(356)
20.2.2	拉弯构件和压弯构件的刚度	(357)
20.3	实腹式压弯构件的整体稳定	(358)
20.3.1	实腹式压弯构件在弯矩作用平面内的稳定性	(358)
20.3.2	实腹式压弯构件在弯矩作用平面外的稳定性	(361)
20.4	实腹式压弯构件的局部稳定	(362)
20.5	实腹式压弯构件的截面设计	(363)
20.6	框架中梁与柱的连接	(365)
20.7	框架柱的柱脚	(367)
	习题	(368)
21	门式刚架轻型钢结构简介	(369)
21.1	门式刚架轻型钢结构的组成及布置	(369)
21.1.1	结构组成	(369)
21.1.2	结构布置	(370)
21.2	门式刚架的计算简图	(371)
21.3	门式刚架的荷载计算	(372)

21.3.1 永久荷载	(372)
21.3.2 可变荷载	(372)
21.3.3 地震作用	(373)
21.4 门式刚架的内力计算及荷载组合	(374)
21.4.1 刚架的内力计算	(374)
21.4.2 控制截面及最不利内力组合	(374)
21.4.3 刚架的荷载组合	(374)
21.5 门式刚架梁、柱截面验算	(375)
21.6 门式刚架的变形计算	(375)
21.7 连接和节点设计	(379)
21.7.1 焊缝连接	(379)
21.7.3 柱脚节点设计	(382)
附录	(383)
附表 1 均布荷载和集中荷载作用下等跨连续梁的内力系统	(383)
附表 2 按弹性理论计算矩形双向板在均布荷载作用下的弯矩系数表	(389)
附表 3 钢材和连接的强度设计值	(392)
附表 4 轴心受压构件的稳定系数	(395)
附表 5 热轧等边角钢的规格及截面特性	(397)
附表 6 热轧不等边角钢	(401)
附表 7 热轧普通工字钢的规格及截面特性(按 GB 706—88 计算)	(408)
附表 8 热轧普通槽钢的规格及截面特性(按 GB 707—88 计算)	(410)
附表 9 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢的规格及截面特性(按 GB 11263—89 计算)	(412)
附表 10 螺栓的有效面积	(414)
参考文献	(415)

第一篇 建筑结构特点及其计算原理

1 总 论

1.1 建筑结构的分类

土木工程中有许多人工构造物,如房屋、桥梁、涵洞、隧道、挡土墙、电视塔等。一般将这些构造物中的承重骨架称为工程结构,其中用做房屋的承重骨架称为建筑结构。建筑结构按所用的材料不同可分为:

- (1) 混凝土结构 它包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构及预应力钢筋混凝土结构;
- (2) 钢结构 它是指以钢材为主制作的结构;
- (3) 砌体结构 它是指由块材(如普通粘土砖、硅酸盐砖、石材等)通过砂浆砌筑而成的结构。

此外还有钢-混凝土组合结构(如钢管混凝土结构、钢-混凝土组合梁)等。本书将首先讲述建筑结构的计算原理(第一篇),然后分别讲述混凝土结构(第二篇)、砌体结构(第三篇)及钢结构(第四篇)的设计计算方法。

建筑结构按其承重结构的类型又可分为:

(1) 框架结构

这种结构用纵梁、横梁及立柱组成框架,作为承重结构。然后在纵梁、横梁间铺上梁板形成楼盖和屋盖。在框架结构中,墙体是作为填充材料(板材或砌体)设置在立柱之间,因而墙体不是承重结构。

框架结构平面布置灵活,可以按使用要求任意分割空间,且构造简单、施工方便。因此,不论是钢筋混凝土结构的房屋还是钢结构的房屋,框架结构应用都十分广泛。

框架结构比砌体结构强度高,整体性好。但随着高度增加,水平荷载(风力、地震力)起控制作用时,水平力将在柱中产生很大的弯矩和剪力,同时产生很大的侧移,故一般只用在高度不是很大(如 10 层左右)的房屋。

(2) 剪力墙结构

这种结构用纵向及横向的钢筋混凝土墙,以及用做楼盖和屋盖的梁板组成房屋的承重结构,因而称为剪力墙结构。

剪力墙结构由于用整个墙体作为承重结构,因此其抗侧移刚度很大,可以用来建筑高度更大(如 10~30 层)的房屋。但是,由于布置门、窗需要在墙体上开洞口,影响其强度,因此剪力墙结构的缺点是空间划分不够灵活。

(3) 框架-剪力墙结构

这种结构是在框架结构的基础上,沿框架纵、横方向的某些位置,在柱与柱之间设置数道

钢筋混凝土墙体作为剪力墙,因此它是框架和剪力墙的有机结合。它综合了二者的优点:一个布置灵活,一个抗侧移能力高。其建筑高度可以比单一的框架结构或剪力墙的结构要高得多。

(4) 筒体结构

用钢筋混凝土墙组成一个筒体作为房屋的承重结构,这就是筒体结构。筒体也可以由密柱和深梁组成,即将柱子密集排列,并在柱间布置深梁(高度较大的梁)使之形成一个筒体。除采用一个筒体作承重结构外,也可以用多个筒体组成筒中筒结构、束筒结构,还可以将框架和筒体联合起来组成所谓框-筒结构。筒体结构在各个方向的侧移刚度都很大,是目前高层建筑中采用较多的结构形式。

(5) 其他还有壳体结构、网架结构、悬索结构等等,它们多用于大跨度结构中。

1.2 各种建筑结构材料的特点及应用情况

建筑结构由于所采用材料的性质不同,形成不同的特点。根据这些特点,其应用情况也各自不同。

(1) 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土由钢筋和混凝土两种力学性能不同的材料组成。混凝土的抗压强度较高,抗拉强度却很低;钢筋的抗压和抗拉强度都很高。因此将两种材料合理地组合在一起,让混凝土主要承受压力,钢筋主要承受拉力,这样两种材料可以各自发挥其优势,使其具有良好的工作性能。

钢筋和混凝土能够结合在一起有效地共同工作,主要原因是:① 混凝土硬化后,钢筋与混凝土的接触面能牢固地粘在一起,互相间不致滑动而能整体工作;② 钢筋和混凝土两种材料的温度线膨胀系数非常接近,当温度变化时,不致因各自伸缩不同,使其粘结破坏各自分离;③ 钢筋埋入混凝土中,钢筋周围有混凝土形成的保护层,能防止钢筋锈蚀,使钢筋和混凝土能长期可靠地共同工作。

钢筋混凝土结构具有下列优点:

① 耐久性 在钢筋混凝土结构中,混凝土的强度随时间增长而增长,同时钢筋受混凝土保护不易锈蚀,因此其耐久性很好。

② 耐火性 混凝土导热性能不良,火灾时,钢筋因有混凝土包裹而不致很快升温到失去承载力的程度,因此它比钢结构、木结构的耐火性能好。

③ 整体性 钢筋混凝土结构尤其是现浇的钢筋混凝土结构,其整体性能很好,有利于抗震、抗爆。

④ 可模性 混凝土可根据设计需要浇筑成各种形状和尺寸的结构。

钢筋混凝土结构的缺点是自重大、费工、模板用料多、施工周期长,且施工还受气候条件的限制。此外钢筋混凝土结构隔热、隔音的性能较差,加固或拆修也较困难。

早期的混凝土结构由于其材料的强度较低,只能用做小型的梁、板、柱、拱和基础等构件。以后出现了可以提高构件抗裂能力的预应力混凝土结构、装配式钢筋混凝土结构和薄壁空间结构,使混凝土结构有了很大的发展。此后更由于高强度混凝土材料和各种低合金高强度钢筋和钢丝的出现,以及结构设计理论水平的提高,钢筋混凝土结构的应用跨度和高度都在不断增加,使钢筋混凝土结构成为应用最为广泛的结构。

(2) 砌体结构

砌体中由于砌筑用的砂浆强度要比块材强度低,加之灰缝铺砌不均匀,使砌体的抗压强度远低于所用块材的强度。总的来说,砌体结构抗压强度较好,抗拉强度很低。因此在不用钢筋加强时,砌体只适用于作轴心受压或偏心较小的偏心受压构件。

砌体结构的优点是成本低,施工方便,结构的耐久性、耐火性以及保温隔热性能都比较好,其缺点是自重大,强度低,抗震性能差。故多用在中小型房屋建筑中,除此之外,还广泛用于烟囱、水塔、重力式挡土墙中。

实际上在房屋建筑中,砌体结构大多是与钢筋混凝土结构组合起来形成所谓砖-混结构。即房屋的墙体、基础等部分采用砌体制作,而楼盖、屋盖等则采用钢筋混凝土。这类房屋在我国城乡广泛采用。

(3) 钢结构

钢结构有如下优点:

① 强度高、自重小

钢材的重度虽然比钢筋混凝土、砌体及木材大,但因其强度高得更多,因此在承载力相同的条件下,钢结构的自重比其他结构要小。因而能承担更多的外加荷载,或具有更大的跨度。自重小也便于运输和吊装。

② 塑性、韧性好

钢材破坏前要经受很大的塑性变形,能吸收和消耗很大的能量。因此,一般情况下不会因偶然形成局部超载而突然脆性破坏,对动力荷载的适应性强,抗震性能好。

③ 钢材材质均匀,质量稳定,并且钢材各向同性,弹性工作范围大,它的实际工作情况与一般结构力学计算中采用的材料为匀质各向同性体假定较为符合,因此工作可靠性高。

④ 适于机械化加工,工业化生产程度高,施工现场工程量小,因而施工周期也最短。此外钢结构工程主要是干作业,能改善施工环境,有利于文明施工。

⑤ 采用钢结构可大大减少砂、石、灰的用量,减轻对不可再生资源的破坏。钢结构拆除后可回炉再生循环利用,有的还可以搬迁重复作用,可大大减少灰色建筑垃圾。因此采用钢结构有利于保护环境,节约资源,被认为是环保产品。

钢结构的缺点是:① 虽然钢材耐热性能好,但耐火性能差。需要有相应的隔热及防火措施。② 钢材易锈蚀。锈蚀严重时会影响结构的使用寿命,必须采取良好的防锈措施。

钢结构的应用范围与其特点和钢材供应情况密切相关。我国 20 世纪 60~70 年代,钢材供应短缺,节约钢材、少用钢材成为当时的重要任务,致使结构的应用范围受到很大限制。80 年代以来,钢产量逐年提高,钢材品种不断增加,使钢结构应用范围不断扩大。目前我国建筑工程中钢结构大多应用在这些范围:① 承受荷载大的结构,如重型厂房;② 大跨度结构,如大型公共建筑物(体育馆、影剧院、大会堂等)、大型工业厂房、飞机维修库等;③ 高层建筑;④ 轻型钢结构;⑤ 可以拆卸和搬迁的结构等。

上面简单介绍了各类建筑结构的一般情况,在实际做工程规划时,要根据各类结构的特点、当时的供货条件并结合工程的具体情况来确定选用结构的类型,以便使工程建设经济合理。

建筑结构设计是房屋建筑专业的一门主要课程,其任务是通过本课程学习,初步获得建筑设计的基本概念和基本理论知识,主要掌握一般构件及典型结构的布置及构造情况,同时

也了解一些基本构件的设计计算方法,能识读及绘制设计施工图,为今后从事建筑结构施工、制造工作奠定基础。

思考题及习题

1.1 钢筋混凝土结构、砌体结构、钢结构各自有哪些特点,这些特点与它们的应用范围有何关系?

1.2 钢筋与混凝土两种性能不同材料,为何能共同工作?

浏览或阅读最近 5 期《工业建筑》和《钢结构》杂志,根据浏览或阅读内容,在教师指导下完成下列工作:

1.3 针对《工业建筑》和《钢结构》杂志,分别写一份约 500~1000 字的杂志内容简介。

1.4 每位同学各自从上述杂志中,找出一篇介绍某钢筋混凝土结构或钢结构工程的文章,仔细阅读后,写一篇读书报告,对该结构的组成及工程情况作简短介绍。

1.5 全班组织一次学习讨论会,请几位同学宣读上述读书报告,并就报告内容及建筑结构设计课程学习方法进行讨论。