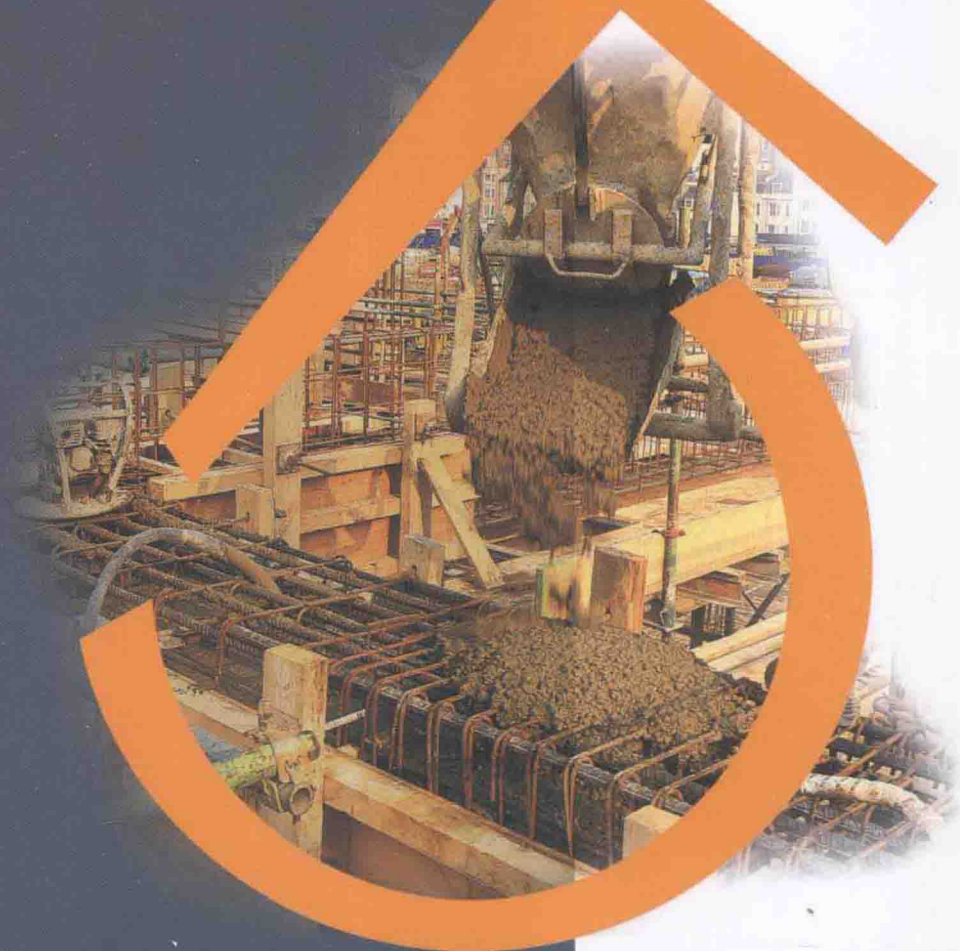


21世纪成人高等教育特色专业教材

水工钢筋混凝土 结构

REINFORCED CONCRETE STRUCTURES
IN HYDRAULIC ENGINEERING
(修订版)

■ 陈礼和 主 编



■ 河海大学出版社

21 世纪成人高等教育特色专业教材

水工钢筋混凝土结构

(修订版)

陈礼和 主 编



河海大学出版社
HOHAI UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书编写主要依据电力系统《水工混凝土结构设计规范》(DL/T5057—2009),同时介绍了水利系统《水工混凝土结构设计规范》(SL191—2008)的基本设计表达式。在结构构件材料选用及配筋构造要求方面,参考了《混凝土结构设计规范》(GB50010—2010)。全书共分10章,内容包括钢筋与混凝土的物理力学性能,设计计算原理,受弯构件、受压构件、受拉构件与受扭构件的承载力计算,钢筋混凝土构件的裂缝和变形验算,结构的耐久性要求,钢筋混凝土肋形结构设计,预应力混凝土构件设计。为方便教学,便于学生自学、自检和自测,各章均设有学习目标、小结、思考题和设计计算等内容。本书系高等学校继续教育水利水电类专业《水工钢筋混凝土结构》课程的教材,也可作为水利水电工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

水工钢筋混凝土结构 / 陈礼和主编. —3 版(修订本). —南京: 河海大学出版社, 2013. 3

ISBN 978-7-5630-3331-7

I. ①水… II. ①陈… III. ①水工结构—钢筋混凝土结构 IV. ①TV332

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 053566 号

书 名 / 水工钢筋混凝土结构(修订版)

书 号 / ISBN 978-7-5630-3331-7/TV·350

作 者 / 陈礼和

责任编辑 / 谢业保

封面设计 / 张世立

出版发行 / 河海大学出版社

地 址 / 南京市西康路 1 号(邮编:210098)

电 话 / (025)83737852(总编室) (025)83737745(发行部)

网 址 / <http://www.hhup.com>

印 刷 / 南京玉河印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 22.5

字 数 / 562 千字

版 次 / 2013 年 3 月第 3 版 2013 年 3 月第 1 次印刷

定 价 / 38.00 元

再版前言

本教材原版本是依据 1997 年颁布的中华人民共和国行业标准《水工混凝土结构设计规范》(SL/T191—96)编写的。目前,新的《水工混凝土结构设计规范》已正式颁布实施。新规范总结了我国十多年来在水工混凝土结构设计领域的研究成果与工程经验,与原规范相比,在设计原理、计算方法及配筋构造等诸方面都作了较大的变动。为了及时反映水工钢筋混凝土学科研究的新进展,我们对本教材重新进行了编写。新版教材除了保持原教材的特点外,还具有以下特点:

1. 由于我国管理体制的不同,目前,同样用于水利水电工程的《水工混凝土结构设计规范》有两个版本:其一是电力系统的《水工混凝土结构设计规范》(DL/T5057—2009);其二是水利系统的《水工混凝土结构设计规范》(SL191—2008)。这两本规范的大部分条文内容基本相同或仅稍有差异,但在实用设计表达式的表达方式上有着较大的不同。本教材编写主要依据 DL/T5057—2009 规范,但在第 2 章“钢筋混凝土结构设计计算原理”中讲清两本规范设计表达式的区别与内在联系。因此通过本教材的学习,不但可掌握水工钢筋混凝土与预应力混凝土结构构件的基本理论,而且可应用 DL/T5057—2009 和 SL191—2008 两本规范进行设计。

2. 在本书编写过程中,新《混凝土结构设计规范》(GB50010—2010)也已颁布实施。在材料选用及配筋构造等方面,本教材参考了该规范的部分内容,以反映我国混凝土结构设计领域的最新研究成果与工程经验。

3. 本书主要应用于高等学校成人继续教育。为此,在每一章开始,我们都介绍了本章的学习目标,指明重点与难点,以便于自学。在每章结尾,均对本章内容进行小结,并附有思考题、设计计算题(习题),以便学生自检、自测。

参加本次新版教材编写的人员为:河海大学文天学院陈礼和(绪论、第 1 章、第 2 章、第 3 章、第 4 章及附录),河海大学文天学院徐中秋(第 5 章、第 6 章、第 7 章),南通大学杏林学院顾春丽(第 8 章、第 9 章、第 10 章)。河海大学文天学院李杰如、练兰英两位老师对本教材的部分插图进行了绘制。全书由陈礼和统稿。

本教材在编写过程中,借鉴了兄弟院校相关教材的部分内容,并得到河海大学土木与交通学院有关老师的大力支持与协助,在此一并表示感谢。

由于我们的水平有限,不妥之处在所难免,欢迎批评指正。

编 者

2013 年 1 月

原版前言

本书系高等学校函授教育水利水电类专业本、专科“水工钢筋混凝土结构”课程的教材。内容主要为钢筋混凝土与预应力混凝土结构构件设计的基本理论及其应用。考虑到成人教育的特点,本书除编写了大量的计算例题外,每章均附有学习指导、思考题及习题。

教材中采用的计算公式、符号及基本数据,主要依据 1997 年颁布的中华人民共和国行业标准《水工混凝土结构设计规范》(SL/T191—96),并参考了我国其他部委的有关规范。但在内容的取舍与观点的论述上不受规范的限制。

本书由河海大学、华北水利水电学院、北京水利电力函授学院三校合编。参加本书编写工作的有:河海大学陈礼和(绪论,第 1 章,第 4 章,附录)、吴胜兴(第 2 章)、巫昌海(第 3 章),华北水利水电学院祝昭荣(第 5 章,第 7 章)、王伟锋(第 6 章)、陈文义(第 10 章),北京水利电力函授学院刘强(第 8 章)、魏涛(第 9 章)。本书由河海大学陈礼和任主编,华北水利水电学院陈文义任副主编。本书由河海大学刘瑞教授主审。

本教材的编写工作较为仓促,可能有不少不当或错误之处,恳请读者批评指正。

编 者
1998 年 8 月

目 录

◆ 绪 论

0.1 钢筋混凝土结构的特点	(1)
0.2 钢筋混凝土结构的发展简史	(3)
0.3 本课程的特点	(4)

◆ 第 1 章 混凝土结构材料的物理力学性能

1.1 钢筋的品种和力学性能	(6)
1.1.1 钢筋的品种	(6)
1.1.2 钢筋的力学性能	(8)
1.1.3 混凝土结构对钢筋性能的要求	(10)
1.2 混凝土的物理力学性能	(10)
1.2.1 混凝土的强度	(10)
1.2.2 混凝土的变形	(14)
1.2.3 混凝土的其他性能	(20)
1.3 钢筋与混凝土的粘结	(20)
1.3.1 钢筋与混凝土之间的粘结力	(20)
1.3.2 钢筋的锚固与接头	(21)
小结	(24)
思考题	(24)

◆ 第 2 章 钢筋混凝土结构设计计算原理

2.1 结构可靠度	(25)
2.1.1 结构上的作用(荷载)、荷载效应及结构抗力	(25)

2.1.2 结构的预定功能及结构可靠度	(26)
2.2 荷载和材料强度	(27)
2.2.1 荷载标准值的确定	(27)
2.2.2 材料强度标准值的确定	(27)
2.3 极限状态设计法	(29)
2.3.1 结构的极限状态	(29)
2.3.2 结构的功能函数与极限状态方程	(30)
2.3.3 结构可靠度的计算	(30)
2.4 《水工混凝土结构设计规范》的实用设计表达式	(33)
2.4.1 DL/T5057—2009 规范	(33)
2.4.2 SL191—2008 规范	(37)
小结	(41)
思考题	(42)
设计计算	(42)

◆ 第3章 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算

3.1 受弯构件的截面形式和构造	(45)
3.1.1 截面形式	(45)
3.1.2 截面尺寸	(46)
3.1.3 混凝土保护层厚度	(47)
3.1.4 梁内钢筋的直径和净距	(47)
3.1.5 板内钢筋的直径与间距	(48)
3.2 受弯构件正截面的受力特性	(48)
3.2.1 梁的应力-应变阶段	(48)
3.2.2 正截面的破坏特征	(50)
3.3 正截面受弯承载力计算原则	(51)
3.3.1 计算方法的基本假定	(51)
3.3.2 适筋和超筋破坏的界限	(52)
3.3.3 最小配筋率	(53)
3.4 单筋矩形截面构件正截面受弯承载力计算	(54)
3.4.1 计算简图	(54)
3.4.2 基本公式	(54)
3.4.3 最大配筋率和最大受弯承载力	(56)
3.4.4 截面设计	(56)
3.4.5 承载力复核	(58)
3.5 双筋矩形截面构件正截面受弯承载力计算	(63)
3.5.1 计算简图和基本公式	(63)

3.5.2	截面设计	(64)
3.5.3	承载力复核	(66)
3.6	T形截面构件正截面受弯承载力计算	(69)
3.6.1	一般说明	(69)
3.6.2	计算简图和基本公式	(71)
3.6.3	截面设计	(72)
3.6.4	承载力复核	(74)
小结		(77)
思考题		(77)
设计计算		(78)

◆ 第 4 章 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算

4.1	受弯构件斜截面受力与破坏分析	(83)
4.1.1	斜截面开裂前的受力分析	(83)
4.1.2	无腹筋梁斜截面受力及破坏分析	(85)
4.1.3	有腹筋梁斜截面受力分析	(87)
4.1.4	受弯构件斜截面破坏形态	(87)
4.1.5	影响受弯构件斜截面受剪承载力的主要因素	(89)
4.2	受弯构件斜截面受剪承载力计算	(91)
4.2.1	基本计算公式	(91)
4.2.2	仅配箍筋梁的斜截面受剪承载力计算	(92)
4.2.3	抗剪弯起钢筋的计算	(93)
4.2.4	在顶面直接作用分布荷载的受弯构件	(93)
4.2.5	梁截面尺寸或混凝土强度等级的下限	(94)
4.2.6	防止腹筋过稀过少	(94)
4.2.7	斜截面抗剪配筋计算步骤	(95)
4.2.8	实心板的斜截面受剪承载力计算	(96)
4.3	钢筋混凝土梁的正截面与斜截面受弯承载力	(101)
4.3.1	问题的提出	(101)
4.3.2	抵抗弯矩图的绘制	(102)
4.3.3	如何保证正截面与斜截面的受弯承载力	(103)
4.4	钢筋骨架的构造	(105)
4.4.1	箍筋构造	(105)
4.4.2	纵向钢筋的构造	(106)
4.5	钢筋混凝土构件施工图	(110)
4.5.1	模板图	(110)
4.5.2	配筋图	(111)

4.5.3 钢筋表	(111)
4.5.4 说明或附注	(111)
4.6 钢筋混凝土伸臂梁设计例题	(113)
小结	(118)
思考题	(119)
设计计算	(120)

◆ 第5章 钢筋混凝土受压构件承载力计算

5.1 受压构件的截面形式和构造	(122)
5.1.1 截面形式和尺寸	(122)
5.1.2 混凝土	(123)
5.1.3 纵向钢筋	(123)
5.1.4 箍筋	(123)
5.2 轴心受压构件正截面承载力计算	(124)
5.2.1 普通箍筋柱的破坏特征	(124)
5.2.2 普通箍筋柱受压承载力计算	(126)
5.3 偏心受压构件正截面承载力计算	(126)
5.3.1 破坏特征	(126)
5.3.2 两类偏心受压破坏的界限	(127)
5.3.3 偏心受压构件纵向弯曲影响	(128)
5.3.4 矩形截面偏心受压构件的计算	(130)
5.3.5 矩形截面偏心受压构件的截面设计及承载力复核	(132)
5.3.6 垂直于弯矩作用平面的承载力复核	(136)
5.4 对称配筋的矩形截面偏心受压构件	(139)
5.5 偏心受压构件截面承载能力 N 与 M 的关系	(143)
5.6 偏心受压构件斜截面受剪承载力计算	(143)
小结	(144)
思考题	(145)
设计计算	(145)

◆ 第6章 钢筋混凝土受拉构件承载力计算

6.1 偏心受拉构件正截面承载力计算	(148)
6.1.1 偏心受拉构件的破坏特征	(148)
6.1.2 偏心受拉构件承载力计算	(148)
6.1.3 矩形截面偏心受拉构件的截面设计及承载力复核	(150)
6.2 偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	(153)

小结	(154)
思考题	(154)
设计计算	(154)

◆ 第 7 章 钢筋混凝土受扭构件承载力计算

7.1 概述	(156)
7.2 钢筋混凝土受扭构件的破坏分析	(157)
7.2.1 矩形截面纯扭构件的受力与破坏分析	(157)
7.2.2 矩形截面构件在弯、剪、扭共同作用下的破坏分析	(158)
7.2.3 矩形截面纯扭构件的开裂扭矩	(159)
7.2.4 带翼缘截面纯扭构件的开裂扭矩	(160)
7.3 钢筋混凝土纯扭构件的承载力计算	(161)
7.3.1 矩形截面纯扭构件的承载力计算	(161)
7.3.2 带翼缘截面纯扭构件的承载力计算	(162)
7.4 钢筋混凝土构件在弯、剪、扭共同作用下的承载力计算	(163)
7.4.1 构件在剪、扭作用下的承载力计算	(163)
7.4.2 构件在弯、扭作用下的承载力计算	(164)
7.4.3 构件在弯、剪、扭作用下的承载力计算	(165)
7.4.4 计算公式的适用条件及构造要求	(166)
小结	(170)
思考题	(171)
设计计算	(171)

◆ 第 8 章 钢筋混凝土构件正常使用极限状态验算

8.1 概述	(172)
8.2 抗裂验算	(173)
8.2.1 轴心受拉构件	(173)
8.2.2 受弯构件	(174)
8.2.3 偏心受拉构件	(176)
8.2.4 偏心受压构件	(177)
8.3 裂缝开展宽度验算	(178)
8.3.1 裂缝成因	(178)
8.3.2 裂缝开展机理及计算理论简介	(179)
8.3.3 水工混凝土结构设计规范裂缝宽度控制验算方法	(183)
8.4 受弯构件变形验算	(190)
8.4.1 钢筋混凝土受弯构件的挠度试验	(190)

8.4.2 受弯构件的短期抗弯刚度 B_s	(191)
8.4.3 受弯构件的抗弯刚度 B	(192)
8.4.4 受弯构件的挠度验算	(193)
8.5 混凝土结构的耐久性要求	(195)
8.5.1 混凝土结构耐久性的概念	(195)
8.5.2 混凝土结构的耐久性要求	(195)
小结	(201)
思考题	(202)
设计计算	(202)

◆ 第9章 钢筋混凝土肋形结构及刚架结构

9.1 概述	(204)
9.2 单向板肋形结构的设计	(206)
9.2.1 结构布置及基本尺寸	(206)
9.2.2 计算简图	(208)
9.2.3 单向板肋形结构按弹性理论的计算	(211)
9.2.4 单向板肋形结构考虑塑性内力重分布的计算	(214)
9.2.5 单向板肋形结构的截面设计和构造要求	(219)
9.2.6 三跨连续梁设计例题	(224)
9.3 双向板肋形结构的设计	(232)
9.3.1 双向板的受力特点	(232)
9.3.2 按弹性方法计算内力	(233)
9.3.3 双向板的截面设计与构造	(234)
9.3.4 双向板支承梁的计算特点	(235)
9.4 钢筋混凝土刚架结构的设计	(235)
9.4.1 刚架结构的设计要点	(235)
9.4.2 刚架结构的构造	(236)
9.5 钢筋混凝土牛腿的设计	(239)
9.5.1 受力特点	(239)
9.5.2 牛腿截面尺寸的确定	(240)
9.5.3 牛腿的配筋计算与构造	(241)
9.6 钢筋混凝土柱下基础的设计	(242)
9.6.1 柱下独立基础的形式	(242)
9.6.2 柱下独立基础的计算	(243)
9.6.3 条形基础	(246)
小结	(247)
思考题	(248)

设计计算	(249)
------------	-------

◆ 第 10 章 预应力混凝土结构

10.1 预应力混凝土的基本概念与分类	(251)
10.2 施加预应力的方法、预应力混凝土的材料与张拉机具	(254)
10.2.1 施加预应力的方法	(254)
10.2.2 预应力混凝土的材料	(255)
10.2.3 锚具与夹具	(257)
10.3 预应力钢筋张拉控制应力及预应力损失	(262)
10.3.1 预应力钢筋张拉控制应力 σ_{con}	(262)
10.3.2 预应力损失	(262)
10.4 预应力混凝土轴心受拉构件的应力分析	(269)
10.4.1 先张法预应力混凝土轴心受拉构件的应力分析	(269)
10.4.2 后张法预应力混凝土轴心受拉构件的工作特点及应力 分析	(273)
10.4.3 预应力构件与非预应力构件的比较及特点	(276)
10.5 预应力混凝土轴心受拉构件设计	(277)
10.5.1 使用阶段承载力计算	(277)
10.5.2 抗裂验算及裂缝宽度验算	(278)
10.5.3 轴心受拉构件施工阶段的验算	(280)
10.6 预应力混凝土受弯构件的应力分析	(286)
10.6.1 先张法受弯构件的应力分析	(286)
10.6.2 后张法受弯构件的应力分析	(290)
10.7 预应力混凝土受弯构件设计	(291)
10.7.1 使用阶段承载力计算	(291)
10.7.2 使用阶段抗裂验算与裂缝宽度验算	(295)
10.7.3 施工阶段验算	(299)
10.8 预应力混凝土构件的一般构造要求	(308)
小结	(310)
思考题	(312)
设计计算	(313)

◆ 附录

附录 1 结构环境类别	(314)
附录 2 材料强度的标准值、设计值及材料弹性模量	(315)
附录 3 钢筋的计算截面面积表	(319)

附录 4	一般构造规定	(322)
附录 5	构件抗裂、裂缝宽度、挠度验算中的有关限值及系数值	(324)
附录 6	均布荷载作用下等跨连续板梁的跨中弯矩、支座弯矩及支座截面剪力的计算系数表	(327)
附录 7	端弯矩作用下等跨连续板梁各截面的弯矩及剪力计算系数表	(330)
附录 8	移动的集中荷载作用下等跨连续梁各截面的弯矩系数及支座截面剪力系数表	(332)
附录 9	承受均布荷载的等跨连续梁各截面最大及最小弯矩(弯矩包络图)的计算系数表	(339)
附录 10	按弹性理论计算在均布荷载作用下矩形双向板的弯矩系数表	(341)
附录 11	各种荷载化成具有相同支座弯矩的等效均布荷载表	(344)

参考文献

绪论

0.1 钢筋混凝土结构的特点

钢筋混凝土结构是由钢筋和混凝土两种材料组成共同受力的结构。

混凝土是一种抗压能力较强而抗拉能力很弱的建筑材料。这就使得素混凝土结构的应用受到很大限制。图 0-1(a) 为一根截面为 $200\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ ，跨长为 2.5 m ，混凝土立方体强度为 22.5 N/mm^2 的素混凝土简支梁，当跨中承受约 13.5 kN 集中力时，就会因混凝土受拉而断裂。这种素混凝土梁不仅承载能力低，而且破坏时是一种突然发生的脆性断裂。此种情形下尽管混凝土的抗压强度比起抗拉强度高几倍或十几倍，但其抗压性能得不到充分利用，因为该试件的破坏与否是由混凝土的抗拉强度控制的。如果在这根梁的受拉区配置 2 根直径 20 mm 、屈服强度为 318.2 N/mm^2 的钢筋[图 0-1(b)]，用钢筋来代替开裂的混凝土承受拉力，再进行同样的荷载试验，则梁能承受的集

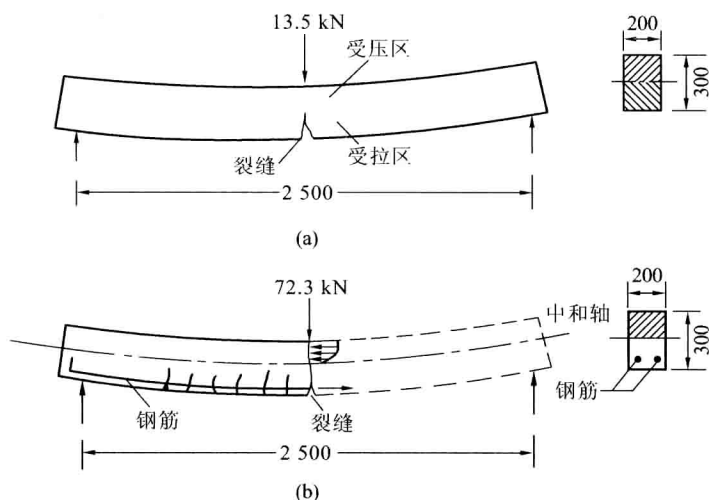


图 0-1 混凝土及钢筋混凝土简支梁的承载力

中力可增加到 72.3 kN。由此说明,同样截面形状、尺寸及混凝土强度的钢筋混凝土梁比素混凝土梁可承受大得多的外荷载。而且钢筋混凝土梁破坏以前将发生较大的变形,破坏不再是脆性的。

一般来说,在钢筋混凝土结构中,混凝土主要承担压力,钢筋主要承担拉力,必要时也可承担压力。因此在钢筋混凝土结构中,两种材料的力学性能都能得到充分利用。

钢筋和混凝土是两种物理、力学性能很不相同的材料,它们可以相互结合共同工作的主要原因是:

(1) 混凝土结硬后,能与钢筋牢固地粘结在一起,相互传递内力。粘结力是这两种性质不同的材料能够共同工作的基础。

(2) 钢筋的线膨胀系数为 $1.2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,混凝土的线膨胀系数为 $1.0 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$,二者数值接近。因此,当温度变化时,这两种材料不致产生相对变形和温度应力而发生粘结破坏。

钢筋混凝土结构除了比素混凝土结构具有较高的承载力和较好的受力性能外,与其他结构相比还具有下列优点:

(1) 就地取材。钢筋混凝土结构中所用的砂、石材料一般可就地或就近取材,因而材料运输费用少,可以显著降低工程造价。

(2) 节约钢材。钢筋混凝土结构合理地发挥了材料各自的优良性能,承载力较高,在某些情况下可以代替钢结构,因而能节约钢材。

(3) 耐久性好。在钢筋混凝土结构中,钢筋因受到混凝土保护而不易锈蚀,且混凝土的强度在较长的时段内随时间增加有所增长,因此钢筋混凝土结构在一般环境下是经久耐用的,不像钢、木结构那样需要经常的保养和维修。

(4) 可模性好。钢筋混凝土可根据设计需要浇制成各种形状和尺寸的结构,尤其适合于建造外形复杂的大体积结构及空间薄壁结构等。这一特点是砖石、钢、木等结构所不能代替的。

(5) 整体性好。目前广泛采用的现浇整体式钢筋混凝土结构,整体性好,有利于抗震及抗爆。

(6) 耐火性好。混凝土是不良导热体,遭火灾时,由传热性较差的混凝土作为钢筋的保护层,在普通的火灾下不致使钢筋达到变态点温度而导致结构的整体破坏。因此,其耐火性比钢、木结构好。

但是,事物总是一分为二的,钢筋混凝土结构也存在下述主要缺点:

(1) 自重大。这对于建造大跨度结构及高层抗震结构是不利的。

(2) 施工比较复杂,工序多,施工时间较长。

(3) 耗费木料较多。浇筑混凝土要用模板,木材耗费量较大,但随着钢模板的广泛应用,木材的耗费量已大为减少。另外采用预制装配式构件也可节约模板。

(4) 抗裂性差。普通钢筋混凝土结构在正常使用时往往带裂缝工作,这对要求不出现裂缝的结构很不利,如水池、贮油罐等。这类结构若出现裂缝会引起漏水,影响正常使用。

(5) 修补和加固工作比较困难。

随着科学技术的不断发展,混凝土结构的缺点正在被逐渐克服,其性能不断改进。如采用轻质、高强混凝土及预应力混凝土,可减小结构自重并提高其抗裂性;采用可重

复使用的钢模板会降低工程造价;采用预制装配式结构,可以改善混凝土结构的制作条件,少受或不受气候条件的影响,并能提高工程质量及加快施工进度等。

由于钢筋混凝土结构具有很多优点,因而在土木、水利水电工程等领域中得到了广泛的应用。

钢筋混凝土结构可作如下分类:

(1) 按结构的构造外形可分为:杆件体系和非杆件体系。杆件体系如梁、板、柱、墙等,非杆件体系如空间薄壁结构、不规则的块体结构等。在杆系结构中,按结构的受力状态可分为:受弯构件、受压构件、受拉构件、受扭构件等。

(2) 按结构的制造方法可分为:整体式、装配式以及装配整体式三种。整体式结构是在现场先架立模板、绑扎钢筋,然后浇捣混凝土而成的结构。它的整体性好,刚度也较大。装配式结构则是在工厂(或预制工场)预先制成各种构件(图 0-2),然后运往工地装配而成。采用装配式结构制造构件不受季节限制,能加速施工进度;可利用工厂较好的施工条件,提高构件质量;有利于模板重复使用,节约木料或钢材。但装配式结构的接头构造较为复杂,整体性较差,对抗渗及抗震不利。装配整体式结构是在结构内有一部分为预制的装配式构件,另一部分为现浇的混凝土。预制装配式部分常可作为现浇部分的模板和支架。它比整体式结构有较高的工业化程度,又比装配式结构有较好的整体性。

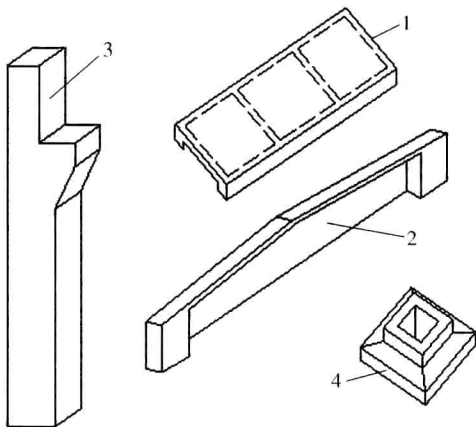


图 0-2 装配式构件

1—屋面板;2—梁;3—柱;4—基础

(3) 按结构的初始应力状态可分为:普通钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构。预应力混凝土结构是在结构承受荷载以前,预先对混凝土施加压力,造成人为的压应力状态,使产生的压应力可全部或部分地抵消荷载引起的拉应力。预应力混凝土结构的主要优点是控制裂缝性能好,能充分利用高强度材料,可以用来建造大跨度的承重结构,但施工较复杂。

0.2 钢筋混凝土结构的发展简史

钢筋混凝土从 19 世纪中叶开始采用以来,至今仅有一百多年的历史,其发展极为

迅速。目前应用该结构的标志性建筑有:德国法兰克福市的飞机库屋盖,它采用预应力轻骨料混凝土建造,结构跨度达 90 m;加拿大的多伦多预应力混凝土电视塔,高达 553 m;马来西亚吉隆坡的双塔大厦,建筑高度达 452 m,它的内筒与外筒是采用钢筋混凝土建造的。

水利工程中的水电站、拦洪坝、引水渡槽、污水管等均采用钢筋混凝土结构。目前世界上最高的重力坝为瑞士的大狄桑坝,高 285 m;其次为俄罗斯的萨杨苏申克坝,高 245 m。在我国,四川二滩水电站拱坝高 242 m;贵州乌江渡拱形重力坝高 165 m;黄河小浪底水利枢纽,主坝高 154 m。我国的三峡水利枢纽,水电站主坝高 185 m,设计装机容量 1 820 万 kW,该枢纽发电量居世界第一。另外,举世瞩目的南水北调大型水利工程,沿线将建造很多预应力混凝土渡槽。

钢筋混凝土结构的计算理论、材料制造及施工技术等方面都已经历了很大的发展,并且还在继续向前发展。

在材料研究方面,主要向高强、高流动性、自密实、轻质、耐久及具备特异性能的混凝土方向发展。目前轻骨料混凝土自重可仅为 $14\sim 18\text{ kN/m}^3$,强度可达 C50;强度为 $100\sim 200\text{ N/mm}^2$ 的高强混凝土已在工程上应用。各种轻质混凝土、绿色混凝土、纤维混凝土、聚合物混凝土、耐腐蚀混凝土、微膨胀混凝土、水下不分散混凝土以及品种繁多的外加剂在工程中的应用和发展,已使大跨度结构、高层建筑、高耸结构和具备某种特殊性能的钢筋混凝土结构的建造成为现实。另外,有专家预计,到本世纪末纤维混凝土的抗拉与抗压强度比可提高到 $1/2$,并具有早强、收缩徐变小等特点,将使混凝土的性能得到极大地改善。

在计算理论方面,钢筋混凝土结构经历了容许应力法、破损阶段法和极限状态法三个阶段。目前国内大多数混凝土结构设计规范已采用基于概率理论和数理统计分析的可靠度理论,它以可靠指标度量结构构件的可靠度,采用分项系数的设计表达式进行设计,使极限状态计算体系在理论上向更完善、更科学的方向发展。

0.3 本课程的特点

钢筋混凝土结构是水利水电工程中最基本的结构形式。本课程也是水利水电类专业中最为重要的技术基础课程。学习本课程的主要目的是:掌握水工钢筋混凝土结构构件设计计算的基本理论和构造知识,为学习有关专业课程和顺利地从事钢筋混凝土建筑物的结构设计打下牢固的基础。学习本课程需要注意以下几个方面的问题:

(1) 从某种意义上来说,钢筋混凝土结构是研究钢筋混凝土的材料力学,它与材料力学有相同之处,又有不同之处,学习时要注意两者之间的异同。材料力学研究线弹性体做成的构件,而钢筋混凝土结构是研究钢筋和混凝土二种材料组成构件。由于混凝土为非弹性材料,且拉应力很小就会开裂,因而材料力学的许多公式不能直接应用于钢筋混凝土构件。但材料力学中分析问题的基本思路,即由材料的物理关系、变形的几何关系和受力的平衡关系建立计算公式的分析方法,同样适用于钢筋混凝土构件。

(2) 钢筋混凝土结构的计算公式是在大量实验基础上经理论分析建立起来的,学习时要重视实验在建立计算公式中的地位与作用,注意每个计算公式的适用范围和条件,