



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等学校水利学科专业规范核心课程配套教材

水工钢筋混凝土结构 学习辅导及习题

河海大学 陈礼和 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等学校水利学科专业规范核心课程配套教材

水工钢筋混凝土结构 学习辅导及习题

河海大学 陈礼和 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材、高等学校水利学科专业规范核心课程教材《水工钢筋混凝土结构学》(第4版)的配套用书,主要内容分为学习指导、综合练习与设计计算三个部分,其中综合练习附有参考答案。前12章的章节编排与教材一致,内容与教材对应;第13章介绍了我国《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)、美国混凝土结构设计规范(ACI 318M—05)与我国《水工混凝土结构设计规范》的主要区别;第14章为水工钢筋混凝土结构课程设计资料及设计任务书。

本书除可作为学习水工钢筋混凝土结构课程的辅助用书外,也可供该课程的任课老师参考,同时还可作为硕士、博士研究生入学考试的复习用书。

图书在版编目(CIP)数据

水工钢筋混凝土结构学习辅导及习题 / 陈礼和主编

— 北京:中国水利水电出版社,2009

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高等学校水利学科专业规范核心课程配套教材

ISBN 978-7-5084-6802-0

I. ①水… II. ①陈… III. ①水工结构:钢筋混凝土结构—高等学校—教学参考资料 IV. ①TV332

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第152445号

书 名	普通高等教育“十一五”国家级规划教材 高等学校水利学科专业规范核心课程配套教材 水工钢筋混凝土结构学习辅导及习题
作 者	河海大学 陈礼和 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 13.5印张 320千字
版 次	2009年8月第1版 2009年8月第1次印刷
印 数	0001—4000册
定 价	24.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编者说明

由河海大学主编的《水工钢筋混凝土结构学》曾分别获原国家教委全国高校优秀教材奖和原水电部优秀教材一等奖，长期以来都作为高等学校水利类专业的统编教材。

目前，与土木建工类专业的钢筋混凝土结构教材配套的各类参考书已出版了许多，但与水工钢筋混凝土结构教材配套的教学参考书几乎没有。考虑到实行新的教学计划后，课内学时进一步压缩，同学们在课后非常需要一本能帮助他们复习、巩固、提高的参考书。另外，新修订的《水工混凝土结构设计规范》已颁布实施，与这本规范相适应的新的《水工钢筋混凝土结构学》（第4版）作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材也将同时出版发行。与原教材相比较，新版教材在设计原则及设计表达式方面作了较大的改动。为培养同学们的自学能力，也为了配合新教材的学习，我们编写了这本《水工钢筋混凝土结构学习辅导及习题》。

本书具有如下一些特色：

(1) 本书的章节编排与统编教材《水工钢筋混凝土结构学》（第4版）完全一致，书后附有《水工钢筋混凝土结构学》课程教学大纲，这样学习时目标明确，针对性强。

(2) 每一章分为学习指导、综合练习、设计计算三个单元。

在“学习指导”单元中，列有“本章主要内容及学习要求”、“本章的难点及学习时应注意的问题”等几个部分。其中“本章主要内容及学习要求”按照教学大纲要求，介绍了教材的基本内容以及针对不同内容的不同教学要求。对基本概念及计算理论分别给出了“了解”、“理解”及“深刻理解”等三个层面的要求，对结构构件的具体设计方法和配筋构造细节则分别给出“了解”、“掌握”及“熟练掌握”等三个不同层面的要求，以便于同学们在学习时抓住重点。在“本章的难点及学习时应注意的问题”中，对学习时可能感到不易理解的部分作了深入浅出的分析，使同学们在学习时更易掌握问题的实质，从而收到事半功倍的效果。同时对钢筋混凝土结构设计方法的发展现状以及教材中未能及时反映的情况适当作出提示，以便同学们在今后参加实际工程设计时加以注意。

在“综合练习”单元中，附有大量的练习题，分别给出填充题、选择题、问答题等几种题型。其中填充题的答案基本上可在教材中直接找到，是用来帮助同学们复习所学过的主要内容，是最基本的要求；选择题则需作一些思考，经判别后才能给出正确答案；而问答题是为了考查同学们分析问题及解决问题的能力。对于有一定难度的选择题及问答题，以“△”号表示，此外还列有部分相当于研究生入学考试水平的题目，用“☆”号表示，以适应不同类型同学的需求。同学们可以根据答题的情况，判断自己掌握本门课程的程度。

所有的填充题、选择题及问答题在书中均附有参考答案。

各章最后所附的设计计算题用于课后习题练习。我们有针对性地选择了不同题目，其中大部分选自工程实例，有些带“☆”号的题目则有一定难度，可供考研同学用作复习参考。教师可根据教学要求，从中选取部分题目作为课后的作业。

(3) 钢筋混凝土结构教材与其他教材有很大的不同，即有规范性。《水工钢筋混凝土结构学》教材是依据水工混凝土结构设计规范编写的。适用于工业与民用建筑的国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)与水工混凝土结构设计规范相比较有许多相同的地方，也有一些不一致的地方。同时，代表国际混凝土研究领域发展水平的美国混凝土结构设计规范也于2005年推出了最新版本(ACI 318M—05)。作为当代大学生，有必要了解钢筋混凝土研究领域的最新发展动态，为此，在本书中专门列出一章介绍了这两本规范的特点，并着重从实用设计表达式、受弯构件正截面及斜截面承载力计算、偏心受压构件正截面承载力计算及正常使用极限状态的验算等几个方面，分析了这两本规范与我国水工混凝土结构设计规范的不同之处。这对同学们来说，既可开拓眼界，扩大知识面，也可为今后的进一步发展或从事不同领域的工作打下良好的基础。

需要说明的是，由于体制的原因，目前我国水利水电工程中，水利系统与电力系统分别有各自的《水工混凝土结构设计规范》。这两本规范的设计理论基本相同，但设计表达式却完全不同，构造规定也略有差异。《水工钢筋混凝土结构学》(第4版)教材是以水利系统的《水工混凝土结构设计规范》(SL 191—2008)为主线、电力系统的《水工混凝土结构设计规范》(DL/T 5057—2009)为辅线编写的，所以本书各章节内容除特别说明外，也均以SL 191—2008规范为主展开讨论。

(4) 钢筋混凝土结构课程还有一大特点是它的实践性。对于水利类专业

而言，学完《水工钢筋混凝土结构学》后往往要作1.5~2周的课程设计。为此我们从工程实例中挑选了一部分素材，分别编写了“钢筋混凝土肋形楼盖设计”、“水工钢筋混凝土水闸工作桥设计”等课程设计资料，附在本书中。使用时可根据不同专业、不同学时要求自由选取，以适应增强实践性教学环节的需要。

参加本书编写的有康清梁教授、汪基伟教授、陈礼和副教授、丁晓唐副教授。全书由陈礼和主编，周氏教授主审。

在本书编写过程中，参考了已出版的相关的多种教学参考用书，从中吸收了他们的编写经验，在此谨表谢意。

限于水平，本书必然存在不少缺点和错误，恳请读者及时指正。

编者

2009年6月

目 录

编者说明

第 1 章 混凝土结构材料的物理力学性能	1
1.1 学习指导	1
1.2 综合练习	3
第 2 章 钢筋混凝土结构设计计算原理	9
2.1 学习指导	9
2.2 综合练习	13
2.3 设计计算	16
第 3 章 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算	18
3.1 学习指导	18
3.2 综合练习	21
3.3 设计计算	29
第 4 章 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算	36
4.1 学习指导	36
4.2 综合练习	39
4.3 设计计算	44
第 5 章 钢筋混凝土受压构件承载力计算	47
5.1 学习指导	47
5.2 综合练习	51
5.3 设计计算	58
第 6 章 钢筋混凝土受拉构件承载力计算	61
6.1 学习指导	61
6.2 综合练习	62
6.3 设计计算	64
第 7 章 钢筋混凝土受扭构件承载力计算	66
7.1 学习指导	66
7.2 综合练习	68
7.3 设计计算	71
第 8 章 钢筋混凝土构件正常使用极限状态验算	72
8.1 学习指导	72

8.2 综合练习	75
8.3 设计计算	79
第9章 钢筋混凝土肋形结构及刚架结构	81
9.1 学习指导	81
9.2 综合练习	85
9.3 设计计算	93
第10章 预应力混凝土结构	96
10.1 学习指导	96
10.2 综合练习	100
10.3 设计计算	108
第11章 钢筋混凝土构件的抗震设计	110
11.1 学习指导	110
11.2 综合练习	111
第12章 水工大体积混凝土结构设计中的若干问题	114
12.1 学习指导	114
12.2 综合练习	116
第13章 我国《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002) 及美国混凝土结构设计规范(ACI 318M—05)简介	118
13.1 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)简介	118
13.2 美国混凝土结构设计规范(ACI 318M—05)简介	124
第14章 水工钢筋混凝土结构课程设计	128
14.1 肋形楼盖设计参考资料	128
14.2 水闸工作桥设计参考资料	132
14.3 钢筋混凝土单向板整浇肋形楼盖课程设计任务书	146
14.4 水闸工作桥设计任务书	148
《水工钢筋混凝土结构学》课程教学大纲	151
参考答案	155
参考文献	206

第 1 章 混凝土结构材料的物理力学性能

1.1 学习指导

1.1.1 本章主要内容及学习要求

本章讨论了钢筋和混凝土这两种材料的物理和力学性能以及两者之间的粘结作用。通过本章学习应着重理解这两种材料的特点、它们在混凝土结构中的作用以及混凝土结构对这两种材料性能的相应要求。本章是学习后续各章的基础。

读者在学习本章时可参阅“工程材料”课程的有关内容。

本章主要内容及学习要求叙述如下。

1.1.1.1 钢筋的品种和力学性能

1. 钢筋的种类和级别

钢筋混凝土结构中的钢筋以及预应力混凝土结构中的非预应力钢筋常用 HRB400 (Φ) 和 HRB335 (Φ) 钢筋,也可采用 HPB235 (Φ) 和 RRB400 (Φ^R) 钢筋。按化学成分区分,HPB235 钢筋为碳素钢中的低碳钢,HRB400、HRB335 和 RRB400 钢筋均为普通低合金钢。按表面形状分,HPB235 钢筋为光圆钢筋,HRB400、HRB335 和 RRB400 钢筋均为带肋钢筋(变形钢筋)。

预应力混凝土结构中的预应力钢筋主要有钢绞线和高强钢丝,也有采用螺纹钢筋和钢棒的,详见第 10 章。

以上内容需要熟练掌握。

2. 钢筋的力学性能

钢筋按其力学性能可分为软钢和硬钢。钢筋经冷拉后其抗拉屈服强度能得到一定提高,但冷拉后流幅缩短,伸长率也大幅度减小,材性变脆,这将大大降低钢筋的综合性能,所以目前冷拉钢筋已很少采用。

钢筋混凝土结构中常用的热轧 HRB400、HRB335 及 HPB235 钢筋均为软钢,它们从开始加载到拉断,有弹性阶段、屈服阶段、强化阶段和破坏阶段四个阶段。钢筋应力达到屈服强度后钢筋会出现很大的变形,当配置在钢筋混凝土中,将导致混凝土裂缝开展过宽,工程上不允许,所以软钢的受拉强度限值以屈服强度为准,钢筋的强化阶段只作为一种安全储备。软钢有良好的塑性变形性能,伸长率较大,焊接性能也较好。

预应力混凝土结构中常用的钢绞线、高强钢丝以及螺纹钢筋和钢棒均为硬钢。它们强度很高,但塑性较差,从加载到拉断没有屈服阶段,在计算中以协定流限作为强度标准。

在学习时需着重掌握常用的热轧钢筋(软钢)的力学性能,也应掌握预应力混凝土中常用钢绞线、钢丝等硬钢的力学性能。

3. 钢筋混凝土结构对钢筋性能的要求

对普通钢筋混凝土结构，要求钢筋具有较高的强度，但又不宜太高，受力钢筋以 HRB400 和 HRB335 钢筋为宜；同时要求钢筋具有良好的塑性、良好的焊接和加工性能以及与混凝土有良好的粘结。

HPB235 钢筋因为强度较低又是光圆钢筋，与混凝土的粘结力差，对控制裂缝不利，国外已基本不用。在我国主要用于受力不大的薄板或用作为箍筋、架立筋、分布筋及吊环等，今后宜尽量不用。

RRB400 钢筋强度与 HRB400 钢筋一样，但塑性及可焊性较差，也较少应用。

要深刻认识为什么对钢筋性能有这样一些要求。

对预应力混凝土结构中钢筋性能的要求见第 10 章。

1.1.1.2 混凝土的物理力学性能

混凝土是由水泥、骨料及水按一定配合比组成的人造石材，其内部结构复杂，因此力学性能也极为复杂。

混凝土的力学性能主要包括两部分，一部分是混凝土的强度，另一部分是混凝土的变形。

1. 混凝土的强度

这部分内容包括：混凝土立方体抗压强度及强度等级；混凝土的轴心抗压强度和轴心抗拉强度及其与立方体抗压强度的关系；混凝土在复合应力下的强度；影响混凝土强度的因素；钢筋混凝土结构对混凝土强度等级的要求。

2. 混凝土的变形

这部分内容包括：混凝土在一次短期加载时的应力应变曲线；混凝土在重复荷载作用下的应力应变曲线；混凝土的弹性模量和极限变形；混凝土在长期荷载作用下的变形——徐变；混凝土的温度变形和干湿变形。

这两部分内容比较多，应分清主次。

在混凝土的强度指标中，立方体抗压强度是混凝土的基本强度指标，并根据它来确定混凝土强度等级，要弄清它的定义、影响因素及与其他强度指标的关系。对于复合应力下混凝土的强度，主要掌握二向应力状态时的强度和三向受压状态对混凝土强度及变形的影响。

对于混凝土的变形，重点掌握混凝土在一次短期加载时的应力应变关系。混凝土徐变和干缩等对大体积水工混凝土建筑物有重大影响，要弄清它们产生的原因、影响因素以及徐变对工程的影响等。

1.1.1.3 钢筋与混凝土之间的粘结

这部分内容包括：钢筋与混凝土之间粘结的重要性；钢筋与混凝土之间粘结力的构成及影响因素；钢筋的锚固与接头。

要清楚理解钢筋与混凝土的粘结是两者能共同作用的基础。掌握粘结力的构成和影响因素及保证钢筋可靠锚固的措施。

1.1.2 本章的难点及学习时应注意的问题

(1) 本章所学习的材料中，混凝土性质复杂，它的强度与试件的形状、大小，试件端

面是否涂油，试验时的加载速度，养护条件等都有关系，要弄清其中的道理。混凝土应力应变关系是非线性的，要注意它的影响因素以及在实用上如何对材料的应力应变关系加以适当简化。

(2) 对于普通钢筋混凝土结构中的钢筋，既要求它强度比较高，但又不宜太高。钢筋强度高，可以节约钢材，降低造价，但若强度太高，用作受拉钢筋时，在正常使用时会使裂缝过宽；用作受压钢筋时，又受混凝土极限压应变的限制，破坏时不能充分利用其强度。要深刻弄清这个道理。

(3) 混凝土在复合应力下的强度对理解混凝土结构的性能有重大作用，例如为什么混凝土立方体抗压强度大于混凝土轴心抗压强度，为什么螺旋箍筋柱的抗压能力大于普通箍筋柱的抗压能力等。学习时要努力运用这方面的知识去说明有关现象。

(4) 混凝土的徐变是本章又一个难点。要理解它的产生原因和影响因素，着重掌握它在工程中的影响。

本章学习中还有几个问题需要注意。

(1) 在普通钢筋混凝土结构中我国以前主要采用热轧Ⅰ级钢筋和热轧Ⅱ级钢筋（分别相当于HPB235和HRB335钢筋），近年来又大力提倡采用HRB400钢筋。要看到我国以前所用热轧Ⅰ、Ⅱ级钢筋强度低于世界一般水平（如美国一般采用屈服强度为 $420\text{N}/\text{mm}^2$ 的钢筋，英国采用屈服强度为 $460\text{N}/\text{mm}^2$ 的钢筋），而在容许范围内采用强度尽可能高的钢筋是节约钢筋、降低造价的一个有效措施。在一些相关教材中目前有些提法已不合适，如说Ⅲ级钢用于普通钢筋混凝土结构会使裂缝开展很宽，因此常经过冷拉后用作预应力钢筋等。有些教材对冷拉钢筋的提法也不够合适，冷拉钢筋虽能提高强度，但却大大增加了脆性，使总的材性变坏，目前工程上已很少采用。又如冷轧带肋钢筋主要是因为过去没有细直径的热轧钢筋生产而不得已采用的，目前细直径热轧钢筋已大量生产，故冷轧带肋钢筋已不再常用。这些在学习时应予注意。

(2) 软钢的强度主要有屈服强度和极限强度。在钢筋混凝土结构设计时以屈服强度作为软钢抗拉强度的限值。相应的硬钢则以“协定流限” $\sigma_{0.2}$ 作为强度取值标准。

钢筋的受拉、受压性能基本相同，但在钢筋混凝土结构中，钢筋受压时的强度还受到混凝土极限压应变的限制，此点应予注意。

(3) 钢筋和混凝土之间的粘结是保证两者共同受力的基础。要理解影响两者粘结的主要因素，并逐步掌握保证钢筋可靠锚固的各种构造措施。

(4) 钢筋的连接也是一个重要问题。钢筋的连接有三种：绑扎搭接、焊接和机械连接。钢筋接头处既要保证足够的强度，又要保证足够的刚度和良好的恢复性能。从这三个方面综合考虑，钢筋接头处的性能总比不上非接头处。因此在工程上钢筋接头施工质量要十分重视，并且接头应适当分散。

1.2 综合练习

1. 填空题

(1) 在我国，混凝土结构中所采用的钢筋有_____、_____、_____及_____。

_____等。热轧钢筋主要用作_____，而_____、_____、_____及_____主要用作_____钢筋。

(2) 按化学成分的不同，钢筋和钢丝可分为_____和_____两大类。

(3) 含碳量增加，能使钢材强度_____，性质变_____，但也将使钢材的_____和_____降低，_____也会变差。

(4) 热轧钢筋按其外形分为热轧_____和热轧_____两类。热轧_____亦称变形钢筋。

(5) 钢筋混凝土结构用钢筋要求具有较高的_____、一定的_____、良好的_____性能以及与混凝土之间必须有足够的_____。

(6) 热轧钢筋是低碳钢或普通低合金钢在_____轧制而成。按照其强度的高低，分为_____、_____、_____等几种，在图纸与计算书中分别用符号_____、_____及_____表示，其中_____钢筋为光圆钢筋，其余的为带肋钢筋。

(7) 钢筋按力学的基本性能来分，可分为两种类型：①_____、②_____。

(8) 软钢从开始加载到拉断，有_____个阶段，即_____阶段、_____阶段、_____阶段与_____阶段。

(9) _____是软钢的主要强度指标。软钢钢筋的受_____强度限值以它为准。

(10) 钢筋拉断时的应变称为_____，它标志钢筋的_____。

(11) 硬钢_____高，但_____差，_____大。从加载到拉断，不像软钢那样有明显的阶段，基本上不存在_____。设计中一般以_____作为强度标准。

(12) 我国混凝土结构设计规范规定以边长为_____的立方体，在温度为_____、相对湿度不小于_____的条件下养护_____天，用标准试验方法测得的具有_____保证率的立方体抗压强度_____ $f_{cu,k}$ 作为混凝土强度等级，以符号_____表示，单位为_____。

(13) 水利水电工程中，钢筋混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于_____；当采用 HRB335 钢筋时，混凝土强度等级不_____低于 C20；当采用 HRB400 和 RRB400 钢筋或承受重复荷载时，混凝土强度等级不_____低于 C20。预应力混凝土结构构件的混凝土强度等级不应低于_____；当采用钢绞线、钢丝作预应力钢筋时，混凝土强度等级不宜低于_____。

(14) f_c 与 f_{cu} 大致成_____，两者比值 f_c/f_{cu} 的平均值为_____。考虑到实际结构构件与试件的制作及养护条件的差异、尺寸效应以及加荷速度等因素的影响，实际结构中混凝土轴心抗压强度与立方体抗压强度的关系为 $f_c =$ _____ f_{cu} 。

(15) 混凝土轴心抗拉强度 f_t 远低于立方体抗压强度 f_{cu} ， f_t 仅相当于 f_{cu} 的_____。

(16) 混凝土双向受压时，一向抗压强度随另一向压应力的增加而_____。双向受拉时的混凝土抗拉强度与单向受拉强度_____。一向受拉一向受压时，混凝土的抗压强度随另一向的拉应力的增加而_____。

(17) 混凝土的变形有两类：一类是由外荷载作用而产生的_____；一类是由温度和干湿变化引起的_____。

(18) 影响混凝土应力应变曲线形状的因素很多。混凝土强度越高，下降段越_____，材料的延性越_____。

- (19) 快速加载时, 混凝土的弹性模量和强度均会_____。
- (20) 混凝土均匀受压时的极限压应变一般可取为_____, 受弯或偏心受压时的极限压应变大多在_____范围内。混凝土受拉极限应变计算时一般取为_____。
- (21) 混凝土在荷载长期持续作用下, 应力不变, _____也会随着时间而增长, 这种现象称为混凝土的_____。
- (22) 试验指出, 中小结构混凝土的最终徐变可达瞬时应变的_____倍。
- (23) 徐变与加载龄期有关, 加载时混凝土龄期越长, 徐变越_____。
- (24) 混凝土的干缩是由于混凝土中_____的散失或_____降低所引起。此外, 水泥用量越_____, 水灰比越_____, 干缩也越大。
- (25) _____是钢筋和混凝土两种材料能组成复合构件共同受力的基本前提。
- (26) 钢筋与混凝土之间的粘结力主要由以下三部分组成: ①水泥凝胶体与钢筋表面之间的_____; ②混凝土收缩, 将钢筋紧紧握固而产生的_____; ③钢筋表面不平整与混凝土之间产生的_____。
- (27) 影响粘结强度的因素除了钢筋的表面形状以外, 还有混凝土的_____强度、浇筑混凝土时钢筋的_____、钢筋周围的混凝土_____等。
- (28) 钢筋在混凝土中的锚固长度 l_a 可根据钢筋应力达到_____强度 f_y 时, 钢筋才被拔动的条件确定。
- (29) 钢筋强度越_____, 直径越_____, 混凝土强度越_____, 则锚固长度要求越长。
- (30) 为了保证光圆钢筋的粘结强度的可靠性, 规范规定绑扎骨架中的受拉光圆钢筋应在末端做成_____。
- (31) 接长钢筋有三种办法: _____、_____、_____。
- (32) 机械连接接头可分为_____接头和_____接头两大类。

2. 单项选择题

- (1) 水工钢筋混凝土结构中常用受力钢筋是 ()。
- A. HRB400 和 HRB335 钢筋 B. HPB235 和 RRB400 钢筋
C. HRB335 和 HPB235 钢筋 D. HRB400 和 RRB400 钢筋
- (2) 热轧钢筋的含碳量越高, 则 ()。
- A. 屈服台阶越长, 伸长率越大, 塑性越好, 强度越高
B. 屈服台阶越短, 伸长率越小, 塑性越差, 强度越低
C. 屈服台阶越短, 伸长率越小, 塑性越差, 强度越高
D. 屈服台阶越长, 伸长率越大, 塑性越好, 强度越低
- (3) 硬钢的协定流限是指 ()。
- A. 钢筋应变为 0.2% 时的应力
B. 由此应力卸载到钢筋应力为零时的残余应变为 0.2%
C. 钢筋弹性应变为 0.2% 时的应力
- (4) 设计中软钢的抗拉强度取值标准为 ()。
- A. 协定流限 B. 屈服强度 C. 极限强度
- (5) 混凝土的强度等级是根据混凝土的 () 确定的。

- A. 立方体抗压强度设计值 B. 立方体抗压强度标准值
 C. 立方体抗压强度平均值 D. 具有 90% 保证率的立方体抗压强度

△(6) 混凝土强度等级相同的两试件在图 1-1 所示受力条件下, 破坏时抗拉强度 f_{t1} 和 f_{t2} 的关系是 ()。

- A. $f_{t1} > f_{t2}$ B. $f_{t1} = f_{t2}$ C. $f_{t1} < f_{t2}$

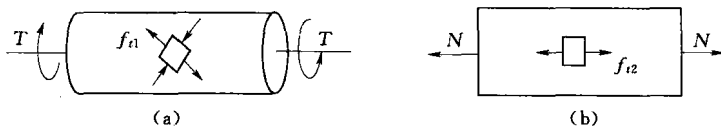


图 1-1 两组试件受力条件

(a) 薄壁空心混凝土管受扭; (b) 混凝土试件轴心受拉

△(7) 图 1-2 所示受力条件下的三个混凝土强度等级相同的单元体, 破坏时 σ_1 , σ_2 , σ_3 绝对值的大小顺序为 ()。

- A. $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ B. $\sigma_1 > \sigma_3 > \sigma_2$ C. $\sigma_2 > \sigma_1 > \sigma_3$ D. $\sigma_2 > \sigma_3 > \sigma_1$

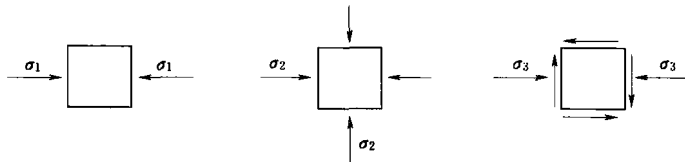


图 1-2 单元体受力条件

△(8) 柱受轴向压力的同时又受有水平剪力, 此时混凝土的抗压强度 ()。

- A. 随水平剪力的增大而增大 B. 随水平剪力的增大而减小
 C. 不随水平剪力的变动而变化

(9) 混凝土强度等级越高, 则其 $\sigma-\epsilon$ 曲线的下降段 ()。

- A. 越陡峭 B. 越平缓 C. 无明显变化

(10) 混凝土极限压应变值 ϵ_{cu} 随混凝土强度等级的提高而 ()。

- A. 减小 B. 提高 C. 不变

(11) 混凝土的水灰比越大, 水泥用量越多, 则徐变及收缩值 ()。

- A. 越大 B. 越小 C. 基本不变

△(12) 钢筋混凝土轴心受压构件中混凝土的徐变将使 ()。

- A. 钢筋的应力减小, 混凝土的应力增大
 B. 钢筋的应力增大, 混凝土的应力减小
 C. 钢筋与混凝土两者应力不变化

△(13) 在室外预制一块钢筋混凝土板, 养护过程中发现其表面出现微细裂缝, 其原因应该是 ()。

- A. 混凝土与钢筋热胀冷缩变形不一致
 B. 混凝土徐变变形

C. 混凝土干缩变形

- (14) 受拉钢筋锚固长度 l_a 和受拉钢筋绑扎搭接长度 l_l 的关系是 ()。
- A. $l_a > l_l$ B. $l_a = l_l$ C. $l_a < l_l$
- (15) 为了保证钢筋的粘结强度的可靠性, 规范规定 ()。
- A. 所有钢筋末端必须做成半圆弯钩
B. 所有光圆钢筋末端必须做成半圆弯钩
C. 绑扎骨架中的受拉光圆钢筋应在末端做成 180° 弯钩
- (16) 受压钢筋的锚固长度比受拉钢筋的锚固长度 ()。
- A. 大 B. 小 C. 相同
- (17) 当混凝土强度等级由 C20 变为 C30 时, 受拉钢筋的最小锚固长度 l_a ()。
- A. 增大 B. 减小 C. 不变
- (18) 当钢筋级别由 HRB335 变为 HRB400 时, 受拉钢筋的最小锚固长度 l_a ()。
- A. 增大 B. 减小 C. 不变
- (19) 钢筋强度越高, 直径越粗, 混凝土强度越低, 则锚固长度要求 ()。
- A. 越长 B. 越短 C. 不变

3. 问答题

(1) 水工钢筋混凝土结构中常用钢筋有哪几种? 各用什么符号表示? 按表面形状它们如何划分?

(2) 常用钢筋是否都有明显的屈服极限? 设计时它们取什么强度作为设计的依据? 为什么?

△(3) 钢筋混凝土结构对所用的钢筋有哪些要求? 为什么?

(4) 带肋钢筋与光圆钢筋相比, 主要有什么优点? 为什么?

△(5) 在普通钢筋混凝土结构中, 采用高强度钢筋是否合理? 为什么?

(6) 什么是钢筋的塑性? 钢筋的塑性能是由哪些指标反映的?

(7) 试画出软钢和硬钢的应力应变曲线, 说明其特征点, 并说明设计时分别采用什么强度指标作为它们的设计强度。

(8) 混凝土强度指标主要有几种? 哪一种是基本的? 各用什么符号表示? 它们之间有何数量关系?

△(9) 为什么 f_c 小于 f_{cu} ?

△(10) 画出混凝土一次短期加载的受压应力应变曲线。标明几个特征点, 并给出简要说明。

(11) 分别画出混凝土在最大应力较小的重复荷载作用时和最大应力较大的重复荷载作用时的 $\sigma-\epsilon$ 曲线, 并说明什么是混凝土的疲劳强度 f_c^f 。

△(12) 混凝土应力应变曲线中的下降段对钢筋混凝土结构有什么作用?

☆(13) 混凝土处于三向受压状态时, 其强度和变形能力有何变化? 举例说明工程中是如何利用这种变化的。

(14) 什么是混凝土的徐变? 混凝土为什么会发生徐变?

(15) 混凝土的徐变主要与哪些因素有关? 如何减小混凝土的徐变?

(16) 什么是线性徐变? 什么是非线性徐变?

(17) 轴心受压构件中混凝土徐变将使钢筋应力及混凝土应力发生什么变化?

(18) 徐变对钢筋混凝土结构有什么有利和不利的影响?

☆(19) 试分别分析混凝土干缩和徐变对钢筋混凝土轴心受压构件和轴心受拉构件应力重分布的影响。

☆(20) 钢筋混凝土梁如图 1-3 所示。试分析当混凝土产生干缩和徐变时梁中钢筋和混凝土的应力变化情况。

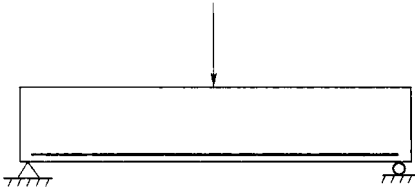


图 1-3 钢筋混凝土梁

△(21) 大体积混凝土结构中, 能否用钢筋来防止温度裂缝或干缩裂缝的出现? 为什么?

(22) 带肋钢筋和光圆钢筋粘结力组成有何异同?

△(23) 影响钢筋与混凝土之间粘结强度的主要因素是什么? 如何保证钢筋与混凝土之间的可靠锚固?

第2章 钢筋混凝土结构设计计算原理

2.1 学习指导

2.1.1 本章主要内容及学习要求

本章主要讨论工程结构设计的基本原则，为以后各基本构件的设计计算奠定有关结构可靠（安全）性方面的基础。

本章的内容有四个方面：

- (1) 钢筋混凝土结构构件设计的极限状态理论。
- (2) 结构构件按近似概率法设计的基本概念。
- (3) 荷载及材料强度的取值。
- (4) 《水工混凝土结构设计规范》的实用设计表达式及分项系数或安全系数的确定。

上述内容的学习要求各有不同。

1. 极限状态设计理论

这一部分的内容不多，也比较容易理解。但必须做到：

(1) 把传统的设计方法（也就是材料力学课程中学习到的匀质弹性体的容许应力法）与极限状态设计理论之间本质上有哪些不同弄清楚。

(2) 把承载能力极限状态与正常使用极限状态两者的不同点区别清楚。

(3) 还应明白，保证结构构件在运用期间不出现承载能力极限状态是结构安全与否的前提，因此对任何结构构件都必须进行承载能力极限状态的计算，它所要求的可靠度水平相对要高一些。而正常使用极限状态则是在满足承载力条件前提下的附加验算，即使满足不了，也只是影响结构的正常使用及影响结构的耐久性能，而不致危及结构的安全，所以它所要求的可靠度水平当然可低一些。

(4) 还应清楚，某些水工建筑，由于稳定性和使用上的要求，构件的截面尺寸一般用得比较大，很容易满足变形的要求，因此在实际设计中并不需要对所有构件都进行变形验算。对于承受水压的水工混凝土结构，裂缝的存在将影响其正常使用及耐久性，所以必须根据不同的使用条件，进行抗裂（不允许裂缝发生）或限制裂缝宽度的验算。

2. 近似概率设计法

这部分内容是本章中最为复杂和难懂的部分。同学们在学习时应着重了解下列几点：

(1) 传统的工程设计方法（如容许应力法或破损阶段法）常采用一个安全系数 K 来表示结构的安全度。这个“单一的安全系数”俗称为“大老 K ”，它是以传统经验为基础确定的。同时还把一些影响结构安全的因素（如荷载、材料强度等）都看成为“定值”（确定的值）处理，这是一种定值设计概念。

(2) 实际上影响结构安全的诸多因素并不是定值而是随机变量。当将荷载效应 S 和