

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



HUNNINGTU JIEGOU YUANLI
YU SHEJI XITIJI JI TIJIE

混凝土结构原理 与设计习题集及题解

王 威 薛建阳 主编



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

普通高等教育“十一五”规划教材
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUIHUA JIAOCAI



要 要 容 内

本书是《混凝土结构设计》课程教材“十一五”普通高等教育规划教材
《混凝土结构设计》共分两册，分别为《混凝土结构设计》和《混凝土结构设计
习题集及题解》。本书为第二册，内容为第10章至第14章，主要介绍混凝土
结构设计中的各种构造要求。本书可作为高等院校土木工程专业及相关专业的
教材，也可供从事混凝土结构设计的工程技术人员参考。

HUNNINGTU JIEGOU YUANLI

YU SHEJI XITIJI JI TIJIE

混凝土结构原理 与设计习题集及题解

主编 王 威 薛建阳
编写 门进杰



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为普通高等教育“十一五”规划教材《混凝土结构设计原理》和《混凝土结构设计》的教学参考书。全书分为四部分,第一部分为《混凝土结构设计原理》习题集及参考答案,包括10章内容;第二部分为《混凝土结构设计》习题集及参考答案,包括4章内容;第三部分为模拟考试试题及参考答案;第四部分为西安建筑科技大学招收攻读硕士学位研究生入学考试试题及参考答案。书中试题类型分为填空题、选择题、判断题、问答题和计算题,分别考核不同的知识结构和能力。所有题目均给出了相应的参考答案,便于学生学习和理解,适合自学。6套模拟试题涉及了比较经典的考试题型,常见考点,重点、难点一目了然。为便于考研学生的需要,本书专门选编了最近6年来西安建筑科技大学结构工程、防灾减灾工程及防护工程等专业方向招收攻读硕士学位研究生的混凝土结构复试试题。

本书可作为普通高等院校土木工程及工程管理类专业的辅助教材,尤其适合混凝土结构课程初学者、应试者及报考研究生的人员使用,也可供上述专业的成人教育、函授教育、网络教育、自考学生以及专业技术人员学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构原理与设计习题集及题解/王威,薛建阳主编. —北京:中国电力出版社,2010.8

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5123-0634-9

I. ①混… II. ①王…②薛… III. ①混凝土结构-高等学校-解题 IV. ①TU37-44

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第126285号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 http://jc.cepp.com.cn)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010年9月第一版 2010年9月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 14.75印张 357千字

定价 24.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

为贯彻落实教育部《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》和《教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》的精神,加强教材建设,确保教材质量,中国电力教育协会组织制订了普通高等教育“十一五”教材规划。该规划强调适应不同层次、不同类型院校,满足学科发展和人才培养的需求,坚持专业基础课教材与教学急需的专业教材并重、新编与修订相结合。本书为新编教学辅导书。

混凝土结构原理与设计课程的学习、考试及实际应用环环相扣,前后铺垫,紧密相连但又有所不同。编者在讲授该课程的过程中,从学生的平时学习到期末考试、考研,对这一点体会颇深。学生的课前预习及课堂学习很重要,课后复习及课后作业,也是非常必要的。课堂学习与课后作业是知识的积累,并不能代表在考试中能够取得好的成绩,更谈不上实际应用。总有一些学生,平时学习很刻苦,但在考试中成绩不理想,让人扼腕叹息。仔细分析原因,主要是该课程知识点很多。由各知识单元组成的知识结构体系复杂,学生在学习过程中,投入精力不够,对难点、重点掌握不透,理解不深,对考点判断偏差,要点把握不足,学习方法不得力,学习效果不佳而造成这种局面。既然这门专业课程如此重要,那么有针对性地做一些典型题目,提前发现不足,则在期末考试和考研中就能够取得较理想的成绩。因此,编者结合多年来一线的教学经验,编写此书,为混凝土结构的学习者答疑解惑。

本书是结合现行国家标准《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)及相关规范和规程编写而成的。全书分为四大部分,第一部分为《混凝土结构设计原理》习题集及参考答案,第二部分为《混凝土结构设计》习题集及参考答案,第三部分为模拟考试试题及参考答案,第四部分为西安建筑科技大学招收攻读硕士学位研究生入学考试试题及参考答案。

学生在学习混凝土结构课程时普遍感到“内容多、概念多、构造规定多”,复习时往往抓不住要领,因此本书编写注重条理性的梳理和重点、难点的命题,对教材中很容易查到的概念、问题,尽量少费笔墨,而对于一些重要的难点、学生容易混淆的问题,则尽可能突出,使本书起到指点迷津的作用。本书的模拟考试题,基本涉及了重点内容及经典考题。选编的研究生入学考试复试试题,也能反映出近年来考研试题的命题走向。

本书可作为高等院校土木工程专业《混凝土结构设计原理》、《混凝土结构设计》课程的教学参考书,也可作为结构工程等专业的考研学生入学考试前的复习参考。

本书由西安建筑科技大学土木工程学院的部分教师编写。其中王威编写第1、2、3、11、12、13、14章及6套模拟考试试题,门进杰编写第4、5、6、7、8、9、10章,薛建阳编写最近6年来的硕士研究生入学考试复试试题及参考答案。全书由王威、薛建阳统稿并担任主编。

西安建筑科技大学资深教授童岳生先生审阅了全书并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢!

限于编者水平,书中不当乃至错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

2010年6月

目 录

前言

第一部分 《混凝土结构设计原理》习题集及参考答案

第1章 绪论	2
第2章 钢筋和混凝土材料的基本性能	5
第3章 结构设计的基本原理	10
第4章 受弯构件正截面承载力计算	18
第5章 受弯构件斜截面承载力计算	32
第6章 受压构件截面承载力计算	45
第7章 受拉构件截面承载力计算	56
第8章 受扭构件截面承载力计算	59
第9章 混凝土结构的使用性能和耐久性设计	66
第10章 预应力混凝土构件	73

第二部分 《混凝土结构设计》习题集及参考答案

第11章 梁板结构设计	82
第12章 单层厂房结构	106
第13章 框架结构	122
第14章 高层建筑结构设计概论	138

第三部分 模拟考试试题及参考答案

模拟考试试题(一)	148
模拟考试试题(二)	155
模拟考试试题(三)	161
模拟考试试题(四)	169
模拟考试试题(五)	174
模拟考试试题(六)	180

第四部分 西安建筑科技大学招收攻读硕士学位研究生入学考试试题及参考答案

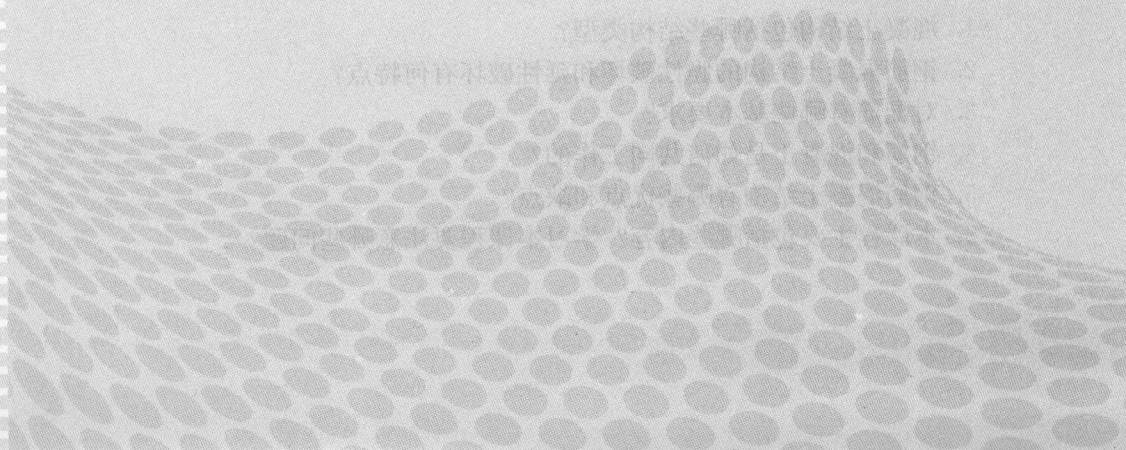
2005年硕士学位研究生入学考试复试笔试试题	186
2006年硕士学位研究生入学考试复试笔试试题	193
2007年硕士学位研究生入学考试复试笔试试题	200
2008年硕士学位研究生入学考试复试笔试试题	207
2009年硕士学位研究生入学考试复试笔试试题	215
2010年硕士学位研究生入学考试复试笔试试题	221

参考文献	228
------	-----

第一部分

《混凝土结构设计原理》

习题集及参考答案



第1章 绪 论

内容提要



1. 混凝土结构是以混凝土为主要材料制成的结构。在混凝土中配置适量钢筋,使混凝土主要承受压力,钢筋承担拉力,就可使构件的承载力大大提高,受力性能也得到显著改善。混凝土结构有许多优点,但也存在一定缺点。

2. 钢筋和混凝土两种材料能够有效地结合在一起共同工作,主要有三方面原因:钢筋与混凝土之间存在粘结力;两种材料的温度线膨胀系数很接近;混凝土对钢筋提供保护作用。

3. 混凝土结构从出现到现在已有 150 多年的历史,它在建筑、道桥、隧道、矿井、水利和港口等各种工程中得到了广泛应用。学习混凝土结构设计原理课程时,应注意理论和实际相结合。

习 题



(一) 填空题

1. 在混凝土中配置受力钢筋的主要作用是提高结构或构件的_____和_____。
2. 结构或构件的破坏类型有_____与_____。

(二) 选择题

1. 与素混凝土梁相比,钢筋混凝土梁承载能力()。
A. 相同 B. 提高许多 C. 有所提高
2. 与素混凝土梁相比,钢筋混凝土梁抵抗开裂的能力()。
A. 提高不多 B. 提高许多 C. 完全相同
3. 钢筋混凝土梁在正常使用荷载下()。
A. 通常是带裂缝工作的
B. 一旦出现裂缝,裂缝贯通全截面
C. 一旦出现裂缝,沿全长混凝土与钢筋间的粘结力丧失

(三) 问答题

1. 混凝土结构包括哪些结构类型?
2. 钢筋混凝土结构的脆性破坏和延性破坏有何特点?
3. 对配筋有哪些基本要求?
4. 钢筋和混凝土是如何共同工作的?
5. 钢筋混凝土结构有哪些优点和缺点?
6. 本课程主要包括哪些内容?学习本课程要注意哪些问题?

参考答案



(一) 填空题

1. 承载力, 变形能力
2. 延性破坏, 脆性破坏

(二) 选择题

1. B; 2. A; 3. A

(三) 问答题

1. 混凝土结构是指以混凝土为主制作的结构, 包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等, 其应用范围极广, 是目前土木建筑工程中应用最多的一种结构形式。素混凝土用于主要承受压力的结构, 如基础、挡土墙、支墩、地坪等。钢筋混凝土适用于承受压力、拉力、弯矩、剪力和扭矩等各种受力形式的结构或构件, 如各种桁架、梁、板、柱、墙、拱、壳、地面等。预应力混凝土结构的应用范围与钢筋混凝土结构相似, 但由于它具有抗裂性好、刚度大和强度高等特点, 特别适用于制作跨度大、荷载重以及有抗裂抗渗要求的结构。

2. 凡破坏时没有明显预兆, 突然破坏的属于脆性破坏类型, 脆性破坏很危险, 工程上不允许或不希望发生。凡破坏时有明显预兆, 不是突然破坏的属于延性破坏类型, 工程上可容许。

3. 配置受力钢筋要满足两个条件: 必要条件是变形一致, 共同受力; 充分条件是钢筋位置和数量正确。

4. 钢筋和混凝土的温度线膨胀系数接近; 钢筋和混凝土有可靠的粘结; 钢筋端部有足够的锚固长度。

5. 优点是: 就地取材, 施工方便, 设计计算理论成熟, 应用广泛, 强度高, 可模性好, 耐火, 耐久性好等; 缺点是: 自重大, 施工周期长等。

6. 主要学习混凝土结构基本构件及结构设计方面的内容。应注意以下七方面问题:

(1) 钢筋混凝土构件是由钢筋和混凝土两种材料组成, 且混凝土是非均匀、非连续和非弹性材料, 因此材料力学公式一般不能直接应用。

(2) 钢筋和混凝土构件中的两种材料, 在强度和数量上存在一个合理的配比范围。

(3) 钢筋混凝土构件的计算方法是建立在试验研究基础上的。

(4) 本课程有较强的实践性, 有利于学生工程实践能力的培养。一方面要通过课堂学习、习题和作业来掌握混凝土结构设计的基本理论和方法, 通过课程设计和毕业设计等实践性教学环节, 学习工程计算、设计说明书的整理和编写、施工图纸的绘制等基本技能, 逐步熟悉和正确运用这些知识进行结构设计和解决工程中的技术问题; 另一方面, 要通过到现场参观, 了解实际工程的结构布置、配筋构造、施工技术, 积累感性认识, 增加工程设计经验, 加强对基础理论知识的理解, 培养学生综合运用理论知识解决实际工程的能力。

(5) 结构设计是一项综合性很强的工作, 有利于学生设计工作能力的培养。在形成结构方案、构件选型、材料选用、确定结构计算简图和分析方法以及配筋构造和施工方案等过程中, 除遵循安全适用和经济合理耐久经用保证质量的设计原则外, 尚应综合考虑各方面的因

素。同一工程设计有多种方案和设计数据,不同的设计人员会有不同的选择,因此设计的结构不是唯一的。设计时应综合考虑使用功能、材料供应、施工条件、造价等各项指标,通过对各种方案的分析比较,选择最佳的设计方案。

(6) 结构设计工作是一项创造性的工作,有利于学生创新精神的培养。结构设计时,需按照我国现行《混凝土结构设计规范》以及其他相关规范和标准进行设计;由于混凝土结构是一门发展很快的学科,其设计理论在不断更新,结构设计工作不应完全被规范所束缚,这就要求在深刻理解规范设计理论的基础上,充分发挥设计者的主动性和创造性,采取先进的结构设计理论和技术。

(7) 结构方案和布置以及构造措施在结构设计中应给予足够的重视。结构设计由结构方案和布置、结构计算、构造措施三部分组成。其中,结构方案和布置的确定是结构设计是否合理的关键;混凝土结构设计固然离不开计算,但现行的实用计算方法一般只考虑了结构的荷载效应,其他因素影响,如混凝土收缩、徐变、温度影响及地基不均匀沉降等,难以用计算来考虑。我国现行《混凝土结构设计规范》根据长期的工程实践经验,总结出了一些考虑这些影响的构造措施,同时在计算中的某些条件必须有相应的构造措施来保证,所以在设计时应检查各项构造措施是否得到满足。

本课程是主修建筑工程课群组的土木工程专业学生的主干专业课。为了使能够较好地掌握知识结构体系,宜有相应的课程设计、毕业设计或作业与之相配合。

第2章 钢筋和混凝土材料的基本性能

内容提要



1. 我国主要的钢筋种类有热轧钢筋 (HPB235, HRB335, HRB400 和 RRB400 级)、钢绞线、消除应力钢丝和热处理钢筋等。其中热轧钢筋常用于普通钢筋混凝土结构, 钢绞线、消除应力钢丝和热处理钢筋主要用于预应力混凝土结构。
2. 钢筋按其受拉时应力-应变关系曲线的特点不同, 可分为有明显流幅和无明显流幅的钢筋。对有明显流幅钢筋取屈服强度作为强度取值的依据, 对于无明显流幅的钢筋, 则取条件屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 作为强度取值的依据。
3. 混凝土单向受力时的强度有立方体抗压强度、轴心抗压强度和轴心抗拉强度, 其中立方体抗压强度为混凝土材料性能的基本代表值, 以其强度标准值来划分混凝土的强度等级。混凝土在双轴受压和三轴受压时强度提高, 一向受拉而另一向受压时强度降低, 双向受拉时抗拉强度基本不变。
4. 混凝土在不变的应力长期作用下, 其变形随时间徐徐增长的现象称为混凝土的徐变。影响混凝土徐变的因素很多, 主要有应力大小、材料组成和外部环境, 混凝土在空气中结硬时体积缩小的现象称为收缩。当混凝土的收缩受到限制时, 将在混凝土中产生拉应力, 导致混凝土中产生收缩裂缝。
5. 钢筋与混凝土之间存在的粘结力是二者共同工作的基础。粘结力包括三部分, 即化学胶着力、摩擦力和机械咬合力。影响钢筋与混凝土粘结强度的因素很多, 主要有混凝土强度、混凝土保护层的厚度及钢筋净距、钢筋外形、横向钢筋、侧向压应力和受力状态等。
6. 钢筋的锚固和搭接是混凝土结构设计的重要内容, 其实质是粘结问题, 在实际工程中, 应通过计算确定钢筋的锚固长度和搭接长度, 并满足相应的构造要求。

习 题



(一) 填空题

1. 钢筋和混凝土两种材料组合在一起, 之所以能有效地共同工作, 是由于_____、_____以及混凝土对钢筋的保护作用。
2. 混凝土强度等级为 C30, 即_____为 30N/mm^2 , 它具有_____的保证率。
3. 一般情况下, 混凝土的强度提高时, 延性_____。
4. 混凝土在长期不变荷载作用下将产生_____变形, 混凝土随水分的蒸发将产生_____变形。
5. 钢筋的塑性变形性能通常用_____和_____两个指标来衡量。
6. 混凝土的线性徐变是指徐变变形与_____成正比。

7. 热轧钢筋的强度标准值系根据_____确定, 预应力钢绞线、钢丝和热处理钢筋的强度标准值系根据_____确定。

8. 钢筋与混凝土之间的粘结力由化学胶结力、_____和_____组成。

9. 钢筋的连接可分为_____、_____和焊接。

10. 混凝土一个方向受拉, 另一个方向受压时, 强度会_____。

(二) 选择题

1. 混凝土强度等级按照 () 确定。

- A. 立方体抗压强度标准值
- B. 立方体抗压强度平均值
- C. 轴心抗压强度标准值
- D. 轴心抗压强度设计值

2. 下列说法正确的是 ()。

- A. 加载速度越快, 测得的混凝土立方体抗压强度越低
- B. 棱柱体试件的高宽比越大, 测得的抗压强度越高
- C. 混凝土立方体试件比棱柱体试件能更好地反映混凝土的实际受压情况
- D. 混凝土试件与压力机垫板间的摩擦力使得混凝土的抗压强度提高

3. 同一强度等级的混凝土, 各种强度之间的关系是 ()。

- A. $f_{ck} > f_{cuk} > f_{tk}$
- B. $f_{cuk} > f_{ck} > f_{tk}$
- C. $f_{cuk} > f_{tk} > f_{ck}$
- D. $f_{ck} > f_{tk} > f_{cuk}$

4. 混凝土立方体抗压强度标准值按 () 确定。

- A. $\mu f_{cu,m}$
- B. $\mu f_{cu,m} - 1.645\sigma f_{cu,m}$
- C. $\mu f_{cu,m} - 2\sigma f_{cu,m}$
- D. $\mu f_{cu,m} + 1.645\sigma f_{cu,m}$

5. 在轴向压力和剪力的共同作用下, 混凝土的抗剪强度 ()。

- A. 随压应力的增大而增大
- B. 随压应力的增大而减小
- C. 随压应力的增大而增大, 但压应力超过一定值后, 抗剪强度反而减小
- D. 与压应力无关

6. 在保持不变的长期荷载作用下, 钢筋混凝土轴心受压构件中 ()。

- A. 徐变使混凝土压应力减小
- B. 混凝土及钢筋的压应力均不变
- C. 徐变使混凝土压应力减小, 钢筋压应力增大
- D. 徐变使混凝土压应力增大, 钢筋压应力减小

7. 热轧钢筋冷拉后 ()。

- A. 可提高抗拉强度和抗压强度
- B. 只能提高抗拉强度
- C. 可提高塑性, 强度提高不多
- D. 只能提高抗压强度

8. 下列哪一项说法不正确 ()。

- A. 消除应力钢丝和热处理钢筋可以用作预应力钢筋
- B. 《混凝土结构设计规范》(GB 50010) 不允许采用冷加工钢筋作为混凝土结构用筋
- C. HPB235 级钢筋不宜用作预应力钢筋
- D. 钢筋混凝土结构中的纵向受力钢筋宜优先采用 HRB400 级钢筋

9. 无明显流幅钢筋的强度设计值是按 () 确定的。

- A. 材料强度标准值 $\times$ 材料分项系数
- B. 材料强度标准值/材料分项系数
- C. $0.85 \times$ 材料强度标准值/材料分项系数
- D. 材料强度标准值/ $(0.85 \times$ 材料分项系数)

(三) 判断题 (对于错误的, 需写出正确答案)

- 1. 钢筋混凝土结构的混凝土强度等级不应低于 C15。
- 2. 混凝土各项强度指标的基本代表值是轴心抗压强度标准值。
- 3. 混凝土在三向受压应力状态下, 抗压强度提高较多, 延性略有降低。
- 4. 混凝土的弹性模量不小于变形模量。
- 5. 单向受压的混凝土试件, 在达到极限压应变时应力同时达到最大。
- 6. 立方体试件尺寸越大, 抗压强度越高。
- 7. 一般来说, 钢材含碳量越高, 其强度越高, 伸长率也越大。
- 8. 热处理钢筋属于有明显流幅的钢筋。
- 9. 轴心受拉构件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接接头。

(四) 问答题

- 1. 试述混凝土棱柱体试件在单向受压短期加载时应力-应变曲线的特点。在结构计算中, 峰值应力对应应变 ϵ_0 和极限压应变 ϵ_u 各在什么时候采用?
- 2. 什么是混凝土的徐变? 影响混凝土徐变的主要因素有哪些? 徐变会对结构造成哪些影响?
- 3. 画出软钢和硬钢的受拉应力-应变曲线? 并说明两种钢材应力-应变发展阶段和各自特点。
- 4. 混凝土结构对钢筋的性能有哪些要求?

参考答案



(一) 填空题

- 1. 钢筋和混凝土之间有良好的粘结力, 二者温度线膨胀系数接近
- 2. 立方体抗压强度标准值, 95%
- 3. 降低
- 4. 徐变, 收缩
- 5. 伸长率, 冷弯性能
- 6. 应力
- 7. 屈服强度, 极限抗拉强度
- 8. 摩阻力, 机械咬合力
- 9. 绑扎搭接, 机械连接
- 10. 降低

(二) 选择题

- 1. A; 2. D; 3. B; 4. B; 5. C; 6. C; 7. B; 8. B; 9. C

(三) 判断题

1. $\checkmark$
2. $\times$: 立方体抗压强度标准值 (混凝土强度等级)。
3. $\times$: 抗压强度提高较多, 延性也相应提高。
4. $\checkmark$
5. $\times$: 峰值应力对应应变时, 应力达到最大。
6. $\times$: 越低。
7. $\times$: 其强度越高, 但伸长率降低。
8. $\times$: 无明显流幅的钢筋。
9. $\checkmark$

(四) 问答题

1. 图 I-1 是一次短期加载下混凝土的应力应变曲线。oa 段, σ - ϵ 关系接近直线, 主要是

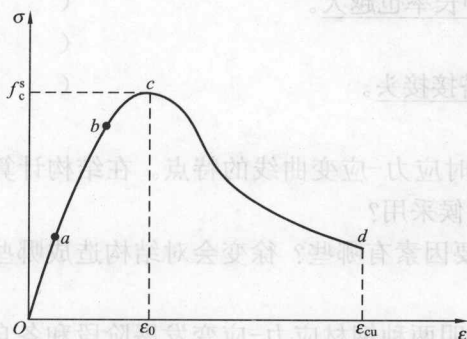


图 I-1 混凝土受压时的应力-应变曲线

是骨料结晶体受力产生的弹性变形。ab 段, 应力大约在 $(0.3 \sim 0.8) f_c^s$ 之间, 混凝土呈现明显的塑性, 应变增长快于应力的增长。bc 段, 应变增长更快, 直到峰值应力 f_c^s , 应力此时达到最大值——棱柱体抗压强度 f_c^s , 对应的应变为 ϵ_0 。cd 段, 混凝土压应力逐渐下降, 当应变达到 ϵ_{cu} 时, 应力下降趋缓, 逐渐稳定。

峰值应力对应应变 ϵ_0 , 是均匀受压构件承载力计算的应变依据, 一般为 0.002 左右。

极限压应变 ϵ_{cu} , 是混凝土非均匀受压时承载力计算的应变依据, 一般取 0.0033 左右。

2. 在不变的应力长期持续作用下, 混凝土的变形随时间的增加而徐徐增长的现象称为徐变。

徐变主要与应力大小、内部组成和环境几个因素有关。所施加的应力越大, 徐变越大; 水泥用量越多, 水灰比越大, 则徐变越大; 骨料越坚硬, 徐变越小; 振捣条件好, 养护及工作环境湿度大, 养护时间长, 则徐变小。

徐变会使构件变形增加, 使构件的应力发生重分布。在预应力混凝土结构中徐变会造成预应力损失。在混凝土超静定结构中, 徐变会引起内力重分布。

3. 图 I-2 是软钢 (有明显流幅的钢筋) 的应力-应变曲线。在 a 点 (比例极限) 之前, 应力与应变成比例变化; 过 a 点后, 应变较应力增长为快, 到达 b 点 (屈服上限) 钢筋开始塑流; b (屈服下限) 之后, 钢筋进入流幅, 应力基本不增加, 而应变剧增, 应力-应变成水平线; 过 c 点以后, 应力又继续上升, 到达 d 点 (极限强度); 过 d 点后钢筋出现颈缩, 应变迅速增加, 应力随之下降, 在 e 点钢筋被拉断。

图 I-3 是硬钢 (无明显流幅的钢筋) 的应力-应变曲线。钢筋应力在大约 0.65 倍的极限抗拉强度之前, 应力-应变按直线变化, 之后, 应力-应变呈曲线发展, 但直到钢筋应力达到极限抗拉强度, 没有明显的屈服点和流幅。超过极限抗拉强度后, 由于颈缩出现下降段, 最后被拉断。

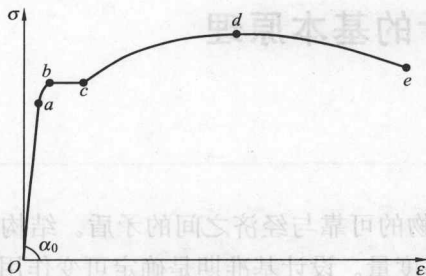


图 I-2 软钢的应力-应变曲线

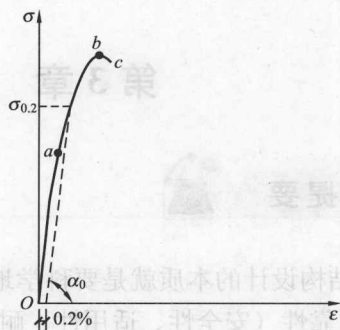


图 I-3 硬钢的应力-应变曲线

4. (1) 要求钢筋强度高, 可以节省钢材;
- (2) 要求钢筋的塑性好, 使结构在破坏之前有明显的预兆;
- (3) 要求钢筋的可焊性好, 使钢筋焊接后不产生裂纹及过大的变形;
- (4) 要求钢筋与混凝土的粘结锚固性能好, 使钢筋与混凝土能有效地共同工作。

第3章 结构设计的基本原理

内容提要



1. 结构设计的本质就是要科学地解决好结构物的可靠与经济之间的矛盾。结构可靠度是结构可靠性（安全性、适用性、耐久性）的概率度量。设计基准期是确定可变作用及与时间有关材料性能等取值而选用的时间参数，设计使用年限是表示结构在规定的条件下所应达到的使用年限。

2. 作用于结构上的荷载可以分为永久荷载、可变荷载和偶然荷载。永久荷载采用标准值作为代表值，可变荷载采用标准值、组合值、频遇值和准永久值作为代表值。其中标准值是基本代表值，其他代表值都可在标准值的基础上乘以相应的系数后得到。

3. 在极限状态设计法中，以结构的失效概率或可靠指标来度量结构的可靠度，并且建立结构可靠度与结构极限状态之间的数学关系，这就是概率极限状态设计法。我国目前采用以概率理论为基础的极限状态设计表达式来进行工程设计。

4. 承载能力极限状态的荷载效应组合应采用基本组合或偶然组合。对正常使用极限状态的荷载效应组合，按荷载的持久性和不同的设计要求采用三种组合，即标准组合、频遇组合和准永久组合。

5. 钢筋和混凝土强度的概率分布基本符合正态分布，其强度设计值是用各自材料强度的标准值除以大于1的材料分项系数而得到。

习 题



(一) 填空题

1. 结构的可靠性包括_____、_____、_____。
2. 建筑结构的极限状态有_____和_____。
3. 结构上的作用按其随时间的变异可分为_____、_____、_____。
4. 永久荷载的分项系数是这样取的：当其效应对结构不利时，由可变荷载控制的效应组合取_____，由永久荷载控制的效应组合取_____；对结构有利时，一般取_____，对结构的倾覆、滑移或漂流验算可以取_____。
5. 结构上的作用是指施加在结构上的_____或_____，以及引起结构外加变形或约束变形的原因。
6. 极限状态是区分结构_____与_____的界限。
7. 结构能完成预定功能的概率称为_____，不能完成预定功能的概率称为_____，两者相加的总和为_____。
8. 我国《建筑结构可靠度设计统一标准》规定，对于一般工业与民用建筑构件，在延性破坏时可靠度指标 β 取_____，脆性破坏时 β 取_____。

(二) 选择题

1. 若用 S 表示结构或构件截面上的荷载效应, 用 R 表示结构或构件截面的抗力, 结构或构件截面处于极限状态时, 对应于 () 式。
A. $R > S$ B. $R = S$ C. $R < S$ D. $R \leq S$
2. 设计基准期是为确定可变荷载及与时间有关的材料性能取值而选用的时间参数, 《建筑结构可靠度设计统一标准》所考虑的荷载统计参数, 都是按设计基准期为 () 年确定的。
A. 25 B. 50 C. 100 D. 75
3. 下列 () 状态应按正常使用极限状态验算。
A. 结构作为刚体失去平衡 B. 影响耐久性能的局部损坏
C. 因过度的塑性变形而不适于继续承载 D. 构件失去稳定。
4. 荷载代表值有荷载的标准值、组合值、频遇值和准永久值, 其中 () 为荷载的基本代表值。
A. 组合值 B. 准永久值 C. 频遇值 D. 标准值
5. 对所有钢筋混凝土结构构件都应进行 ()。
A. 抗裂度验算 B. 裂缝宽度验算 C. 变形验算 D. 承载能力计算
6. 下列 () 项属于超出正常使用极限状态。
A. 在荷载设计值作用下轴心受拉构件的钢筋已达到屈服强度
B. 在荷载标准值作用下梁中裂缝宽度超出《混凝土结构设计规范》限值
C. 吊车梁垫板下混凝土局部受压, 承载力不足
D. 构件失去稳定
7. 承载能力极限状态设计时, 应进行荷载效应的 ()。
A. 基本组合和偶然组合 B. 基本组合和标准组合
C. 偶然组合和标准组合 D. 标准组合和准永久组合
8. 正常使用极限状态设计时, 应进行荷载效应的 ()。
A. 标准组合、频遇组合和准永久组合 B. 基本组合、偶然组合和准永久组合
C. 标准组合、基本组合和准永久组合 D. 频遇组合、偶然组合和准永久组合
9. 某批混凝土经抽样, 强度等级为 C30, 意味着该混凝土 ()。
A. 立方体抗压强度达到 30N/mm^2 的保证率为 95%
B. 立方体抗压强度的平均值达到 30N/mm^2
C. 立方体抗压强度达到 30N/mm^2 的保证率为 5%
D. 立方体抗压强度设计值达到 30N/mm^2 的保证率为 95%
10. 工程结构的可靠指标 β 与失效概率 p_f 之间存在下列 () 关系。
A. β 愈大, p_f 愈大
B. β 与 p_f 呈反比关系
C. β 与 p_f 呈正比关系
D. β 与 p_f 存在一一对应关系, β 愈大, p_f 愈小
11. 安全等级为二级的建筑结构的混凝土梁, 当进行斜截面受剪承载力计算时, 要求目标可靠指标 β 达到 ()。

- A. $\beta=2.7$ B. $\beta=3.2$ C. $\beta=3.7$ D. $\beta=4.2$

12. 设功能函数 $Z=R-S$, 结构抗力 R 和作用效应 S 均服从正态分布, 平均值 $\mu_R=120\text{ kN}$, $\mu_S=60\text{ kN}$, 变异系数 $\delta_R=0.12$, $\delta_S=0.15$, 则 ()。

- A. $\beta=2.56$ B. $\beta=3.53$ C. $\beta=10.6$ D. $\beta=12.4$

(三) 判断题

1. 结构可靠度定义中的“规定时间”是指结构的设计基准期。 ()
2. 结构上的永久作用的值在使用期间内不随时间变化。 ()
3. 结构上的荷载效应和结构抗力都是随机变量。 ()
4. 我国现行《混凝土结构设计规范》采用的是以概率理论为基础的极限状态设计法。 ()
5. 荷载标准值是建筑结构按极限状态设计所采用的荷载基本代表值。 ()
6. 结构的可靠指标越大, 其失效概率就越小, 结构使用的时间达到设计使用年限以后, 失效概率会增大。 ()
7. 偶然作用发生的概率很小, 持续的时间很短, 但对结构造成的危害可能很大。 ()
8. 结构的承载能力极限状态和正常使用极限状态是同等重要的, 在任何情况下都应该计算。 ()
9. 结构的承载能力极限状态和正常使用极限状态计算中, 都采用荷载设计值, 因为这样偏于安全。 ()
10. 材料强度标准值是材料强度概率分布中具有一定保证率的偏低的材料强度值。 ()
11. 荷载的组合值系数是当结构上作用有几个可变荷载时, 由于可变荷载的最大值同时出现的概率较小, 为避免造成组合时结构可靠度不一致, 对可变荷载设计值采取调整系数。 ()

(四) 问答题

1. 何谓结构上的作用、作用效应及结构的抗力?
2. 荷载和作用有什么区别?
3. 何谓结构的功能要求, 它包括哪些内容? 可靠度和可靠性的关系是什么?
4. 我国不同类型建筑结构的设计使用年限是如何划分的?
5. 结构的设计基准期和设计使用年限有何不同?
6. 《混凝土结构设计规范》如何划分结构的安全等级?
7. 何谓结构的极限状态? 它包括哪两方面内容?
8. 结构的功能函数和极限状态方程如何表达?
9. 何谓结构的失效概率 p_f ? 何谓结构的可靠指标 β ? 二者有何关系?
10. 什么是荷载的标准值, 它是怎样确定的?
11. 什么是材料强度的标准值和设计值?
12. 写出承载能力极限状态基本表达式并解释各符号的含义?
13. 写出正常使用极限状态设计表达式并解释各符号的含义?
14. 为什么要引入荷载的分项系数?