

新编

混凝土结构设计原理 学习指导

丁小军 杨霞林 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

新编混凝土结构设计原理 学 习 指 导

丁小军 杨霞林 主编

机械工业出版社



机械工业出版社

本书为高等院校土木工程专业《混凝土结构设计原理》课程的学习指导书,本书新编版根据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)编写,各章均由主要内容、习题及参考答案三部分组成,并在书的最后附有两套模拟题以供自测。本书主要内容包括:混凝土结构材料的力学性能,混凝土结构的设计方法,受弯构件正截面、斜截面的承载力计算,受压、受拉及受扭构件的承载力计算,裂缝宽度及变形验算,容许应力法,预应力混凝土结构等。

本书可作为高等院校土木工程类、工程管理类等建筑类专业学生的学习指导书,也可作为上述专业的成人教育、函授教育、网络教育及专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

新编混凝土结构设计原理学习指导/丁小军,杨霞林主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 11
ISBN 978-7-111-40295-4

I. ①新… II. ①丁…②杨… III. ①混凝土结构—结构设计—高等学校—教学参考资料 IV. ①TU370.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 260387 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:马宏 版式设计:霍永明 责任校对:张媛
封面设计:路恩中 责任印制:乔宇
北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)
2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
169mm×239mm·12.75 印张·244 千字
标准书号:ISBN 978-7-111-40295-4
定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

《混凝土结构设计原理》是土木工程专业一门实践性很强且与规范密切相关的专业基础课程,为了使學生全面而又重点地掌握基本概念、原理和方法,提高学生分析问题与解决问题的能力,特编写了此学习指导书。

學生在《混凝土结构设计原理》课程的学习过程中,普遍感到“内容多、公式多、概念多、规范条文多”,部分學生出现概念不清、公式理解不透、计算步骤掌握不好的情况。针对这些问题,本书根据教学大纲的要求,以及各类考试和实际运用的需要,将本课程要求掌握的知识点通过各章主要内容、习题及参考答案的形式编写成书,以便于大家通过学习和练习,达到提高学习效果的目的。

为了满足土木工程专业的教学需要,以及配合新版教材《混凝土结构设计原理》的使用,本书各章与新版教材的内容编排相对应,且按各行业现行规范编写,第一~八章主要按照《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)编写,第九章主要按照《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》(TB 10002.3—2005)编写,第十章主要按照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)编写。

本书由丁小军、杨霞林主编,参加编写的有丁小军(第二、七、八章及模拟题二),郭健(绪论、第一、三、六章),林丽霞(第四、五章及附录),杨霞林(第九、十章及模拟题一)。全书由赵建昌教授主审。

由于编者水平有限以及时间仓促,书中仍难免有不妥之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	二、习题	100
绪论	三、参考答案	102
一、主要内容	第七章 受扭构件	105
二、习题	一、主要内容	105
三、参考答案	二、习题	109
第一章 钢筋和混凝土的力学性能	三、参考答案	111
一、主要内容	第八章 裂缝宽度和变形验算	119
二、习题	一、主要内容	119
三、参考答案	二、习题	124
第二章 混凝土结构的基本计算原则	三、参考答案	128
一、主要内容	第九章 容许应力法	131
二、习题	一、主要内容	131
三、参考答案	二、习题	132
第三章 受弯构件正截面承载力计算	三、参考答案	136
一、主要内容	第十章 预应力混凝土结构	140
二、习题	一、主要内容	140
三、参考答案	二、习题	152
第四章 受弯构件斜截面承载力计算	三、参考答案	161
一、主要内容	模拟试题及题解	171
二、习题	模拟题(一)	171
三、参考答案	模拟题(一)题解	173
第五章 受压构件	模拟题(二)	178
一、主要内容	模拟题(二)题解	180
二、习题	附录	185
三、参考答案	附录 A 《混凝土结构设计规范》	
第六章 受拉构件	(GB 50010—2010)附表	185
一、主要内容	附录 B 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》	
	(JTG D62—2004)附表	192
	参考文献	197

绪 论

一、主要内容

(一) 混凝土结构的定义与分类

以混凝土为主要材料制成的结构称为混凝土结构，混凝土结构包括钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构和素混凝土结构等。钢筋混凝土结构是指配置有受力的普通钢筋、钢筋网或钢骨架的混凝土结构；预应力混凝土结构是指配置有预应力钢筋，再经过张拉或其他方法建立预加应力的混凝土结构；素混凝土结构是指无钢筋或不配置受力钢筋的混凝土结构。

(二) 钢筋和混凝土协同工作的机理

(1) 钢筋和混凝土之间有良好的粘结力。

(2) 钢筋和混凝土的线胀系数接近。钢筋的线胀系数为 $1.2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ，混凝土的线胀系数为 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 。

(3) 钢筋被混凝土所包裹，且混凝土具有弱碱性，从而防止了钢筋锈蚀，保证了结构的耐久性。

(三) 钢筋混凝土结构的优点

钢筋混凝土除了如上所述能合理地利用两种材料的性能外，还有可就地取材、耐久性好、耐火性好、整体性强、可塑性好等优点。

(四) 钢筋混凝土结构的缺点

① 自重；② 抗裂性能差，易产生裂缝；③ 费工、费木料。此外，钢筋混凝土结构的补强加固及改建比较困难，混凝土的保温隔热和隔声性能也较差。

二、习题

(一) 填空题

1. 混凝土结构，包括_____、_____和_____等。
2. 钢筋和混凝土能共同工作的机理是：_____、_____、_____。

(二) 判断题

1. 钢筋和混凝土能共同工作是因为钢筋和混凝土具有相同的力学性质。()
2. 钢筋和混凝土具有相同的抗压强度。()
3. 在其他条件相同时，与素混凝土相比钢筋混凝土梁抵抗裂缝的能力有很大提

高。 ()

4. 与素混凝土结构相比,钢筋混凝土结构的突出优点是可以实现大跨度。()

5. 与素混凝土梁相比,配筋适量的钢筋混凝土梁的承载力和抵抗开裂的能力都得到明显提高。()

(三) 选择题

1. 在其他条件相同时,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 D. 降低

2. 在其他条件相同时,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 D. 没有提高

3. 在其他条件相同时,与素混凝土梁相比,配筋适量的钢筋混凝土梁的承载力和抵抗开裂的能力 ()。

A. 均提高很多

B. 承载力提高很多,抵抗开裂提高不多

C. 抵抗开裂提高很多,承载力提高不多

D. 均提高不多

4. 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,沿梁全长混凝土与钢筋间的粘结力丧失

D. 一旦出现裂缝,钢筋混凝土梁就失去承载力

5. 钢筋与混凝土能共同工作的基本前提是 ()。

A. 防火、防锈

B. 混凝土对钢筋的握裹及保护

C. 二者之间有可靠的粘结力

D. 混凝土和钢筋的力学性能相同

(四) 简答题

1. 什么是混凝土结构?

2. 以简支梁为例,说明素混凝土梁与配筋适量的钢筋混凝土梁受力性能的差异。

3. 钢筋与混凝土共同工作的基础条件是什么?

三、参考答案

(一) 填空题

1. 钢筋混凝土结构 预应力混凝土结构 素混凝土结构

2. 钢筋与混凝土之间有良好的粘结力 钢筋和混凝土的线胀系数接近 混凝土对钢筋有一定的保护作用

(二) 判断题

1. × 2. × 3. × 4. × 5. ×

(三) 选择题

1. B 2. A 3. B 4. A 5. C

(四) 简答题

1. 【答】：混凝土结构是以混凝土材料为主，并根据需要配置钢筋、钢管、和各种纤维而形成的结构，主要包括素混凝土结构、钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构等。

2. 【答】：素混凝土简支梁，梁跨中截面下缘受拉，拉应力在荷载较小的情况下就达到混凝土的抗拉强度，梁被拉断而破坏，是无明显预兆的脆性破坏。

配筋适量的钢筋混凝土简支梁，梁的受拉区也会在荷载较小的情况下开裂，但出现裂缝后，拉力由钢筋承担，直至钢筋屈服，随后受压区混凝土压碎，构件破坏。

素混凝土简支梁的受力特点是承受荷载较小，并且是脆性破坏。钢筋混凝土简支梁的极限荷载明显提高，变形能力明显改善，并且是延性破坏。

3. 【答】：混凝土和钢筋共同工作的条件是：

(1) 钢筋与混凝土之间有良好的粘结力，使两者结合为整体。

(2) 钢筋与混凝土两者之间线胀系数几乎相同，两者之间不会发生相对的温度变形使粘结力遭到破坏。

(3) 钢筋被混凝土所包裹，且混凝土具有弱碱性，从而防止了钢筋锈蚀，保证了结构的耐久性。



第一章 钢筋和混凝土的力学性能

一、主要内容

(一) 钢筋

1. 钢筋的品种

混凝土结构中所采用的钢材，按材料的化学成分分类，可分为碳素钢和普通低合金钢两大类；按照钢材生产加工工艺和力学性能的不同，用于混凝土结构中的钢筋分为热轧钢筋、钢丝、热处理钢筋以及冷拉钢筋等。其中热轧钢筋和冷拉钢筋属于有明显屈服点的钢筋，钢丝和热处理钢筋则属于无明显屈服点的钢筋。

2. 钢筋的强度与变形

钢筋混凝土及预应力混凝土结构中所用的钢筋可分为两类：有明显屈服点的钢筋和无明显屈服点的钢筋，习惯上分别称它们为软钢和硬钢。

(1) 钢筋的应力-应变曲线 有明显屈服点钢筋的典型拉伸应力-应变曲线，如图 1-1 所示大致可分为弹性阶段、屈服阶段、强化阶段和颈缩阶段。

无明显屈服点钢筋的典型拉伸应力-应变曲线如图 1-2 所示。这类钢筋的极限强度一般很高，但变形很小，也没有明显的屈服点，通常取相应于加载后卸载时材料的残余应变为 0.2% 时的应力作为名义屈服点，称为条件屈服强度。

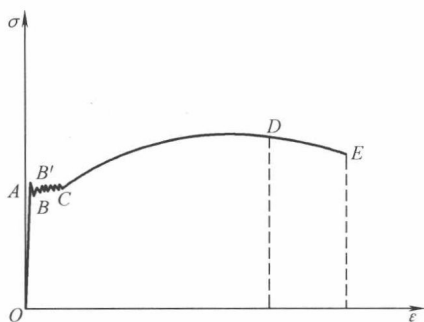


图 1-1 有明显流幅钢筋的应力-应变曲线

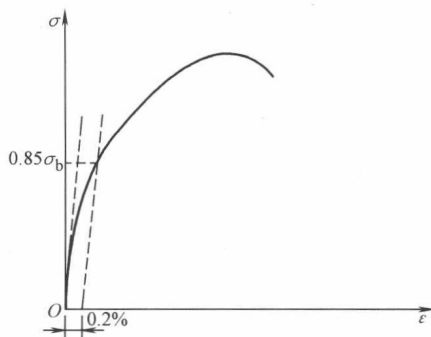


图 1-2 无明显流幅钢筋的应力-应变曲线

(2) 钢筋的性能指标 屈服强度、极限强度、伸长率和冷弯性能是对有明显屈服点的钢筋进行质量检验的四项主要指标，而对无明显屈服点的钢筋则只测定后三项。

对于有明显屈服点的钢筋，当结构构件中某一截面钢筋屈服后将产生很大的塑

性变形,且卸载后塑性变形不可恢复,这会使钢筋混凝土构件产生很大的变形和不可闭合的裂缝。因此,钢筋的屈服强度是钢筋关键性的强度指标。因为钢筋屈服上限不稳定,一般取屈服下限作为屈服强度。此外,钢筋的强屈比为钢筋极限强度与屈服强度的比值,反映了钢筋的强度储备。如对按一、二级抗震等级设计的框架结构,考虑受拉钢筋可能进入强化阶段,要求纵向受力钢筋的强屈比不应小于1.25。因此,钢筋的极限强度也是检验钢筋质量的一项主要指标。

对于无明显屈服点的钢筋,由于其条件屈服点不容易测定,故这类钢筋的质量检验以极限强度作为其主要强度指标。

反映钢筋变形性能的基本指标是伸长率和冷弯性能。伸长率是钢筋试件拉断后的伸长值与原长的比率。伸长率大的钢筋塑性性能好,拉断前有明显的预兆;伸长率小的钢筋塑性性能差,其破坏突然发生,呈脆性特征。具有明显屈服点的钢筋有较大的伸长率,而无明显屈服点的钢筋伸长率很小。对应于试件拉伸前测量标距的长度取为 $5d$ 或 $10d$,伸长率分别有 δ_5 和 δ_{10} 两种测定值。

另一个反映钢筋塑性性能的指标是冷弯性能。钢筋还应满足冷弯性能要求。冷弯是将钢筋绕某一规定直径 D 的钢辊弯折一定的角度 α 时,不能有裂纹或断裂来反映钢筋的塑性性能。钢辊直径 D 越小,弯折角度 α 越大,则钢筋的塑性性能越好。冷弯性能可间接地反映钢筋的塑性性能及内在质量。

3. 钢筋应力-应变关系的数学模型

在钢筋混凝土结构的设计与理论分析中,为简化起见,通常将钢筋的应力-应变曲线理想化,对不同性能的钢筋建立不同的应力-应变曲线模型。常用的钢筋应力-应变曲线模型有以下几种:

(1) 双直线——完全弹塑性模型 该模型不计屈服强度的上限和由于硬化而增加的应力,适用于流幅较长的低强度钢材。

(2) 三折线——完全弹塑性加硬化模型 该模型适用于流幅较短的软钢,可以描述屈服后立即发生应变硬化的钢材,正确地估计高出屈服应变后的应力。

(3) 双斜线——弹塑性模型 该模型适用于没有明显流幅的高强钢筋或钢丝。

4. 混凝土结构对钢筋性能的要求

综合而言,混凝土结构对钢筋性能的要求包括以下几个方面:

(1) 强度 强度系指钢筋的屈服强度和极限强度。钢筋的屈服强度是混凝土结构构件计算的主要依据之一。对无明显屈服点的钢筋,取其条件屈服强度。

(2) 塑性 要求钢筋在断裂前有足够的变形,具有破坏预兆,因此应保证钢筋的伸长率和冷弯性能合格。

(3) 焊接性 在很多情况下,钢筋的接长和钢筋之间的连接需通过焊接,因此要求在一定的工艺条件下钢筋焊接后不产生裂纹及过大的变形,保证焊接后的接头性能良好。

(4) 粘结力 为了保证钢筋与混凝土共同工作,两者之间应有足够的粘结力。钢筋的表面形状是影响粘结力的重要因素。

(二) 混凝土

1. 混凝土的强度

(1) 混凝土立方体抗压强度 f_{cu} 立方体标准试件, 在标准条件下养护后, 按照规定的标准试验方法所测得的极限抗压强度称为立方体抗压强度 f_{cu} 。我国通常采用 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 立方体试件作为标准试件, 在相对湿度不小于 90% 及温度为 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 的条件下养护 28d, 按标准的试验方法所测得的具有 95% 保证率的立方体抗压强度作为混凝土的立方体抗压强度的标准值, 单位为 MPa。

混凝土的强度等级是按立方体抗压强度标准值来划分的。《混凝土结构设计规范》规定的混凝土强度等级, 从 C15 ~ C80 共划分为 14 个强度等级, 级差为 5MPa。其中, C50 ~ C80 属高强混凝土范畴。

试验表明, 试件尺寸、试件养护条件及试验方法等因素对混凝土的立方体抗压强度有较大影响。

(2) 混凝土轴心抗压强度 f_c 混凝土的抗压强度与试件的形状和尺寸有关。在实际结构中, 受压构件中的混凝土并非立方体而是棱柱体, 因此采用棱柱体试件比立方体试件能更好地反映混凝土的实际抗压能力。采用 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 300\text{mm}$ 的棱柱体试件测得的抗压强度称为轴心抗压强度 f_c 。

轴心抗压强度 f_c 是结构混凝土最基本的强度指标, 但在工程中很少直接测量 f_c , 而是根据测定的立方体抗压强度 f_{cu} 进行换算。

(3) 混凝土抗拉强度 f_t 抗拉强度是混凝土的基本力学指标之一。混凝土的抗拉强度远小于其抗压强度, 一般只有抗压强度的 $1/9 \sim 1/18$ 。

测定混凝土抗拉强度的方法分为两类: 一类为直接测试方法, 即对两端预埋钢筋 (钢筋位于试件轴线上) 的棱柱体试件施加拉力, 试件破坏时的平均拉应力即为混凝土的抗拉强度。由于混凝土内部的不均匀性, 以及安装试件的偏差等原因, 准确测定抗拉强度是很困难的。另一类为间接测试方法, 如劈裂试验、弯折试验等。对圆柱体或立方体试件施加线荷载。试件破坏时, 在破裂面上产生与该面垂直且基本均匀分布的拉应力。用这种方法可以间接测试混凝土的抗拉强度 f_t 。

2. 混凝土的变形

混凝土受压时的应力-应变关系反映了受荷各个阶段混凝土内部结构的变化及其破坏的机理, 是研究混凝土结构极限理论的重要依据。

(1) 混凝土一次短期受压时的应力-应变曲线 混凝土棱柱体一次短期受压时的应力-应变曲线由上升段 OC 和下降段 CE 两部分组成, 如图 1-3 所示。

1) 上升段 OC: 在曲线的开始部分 OA 段, 应力-应变关系接近于直线, 混凝土表现出理想的弹性性质, 其变形主要是骨料和水泥结晶体受压后的弹性变形。随着应力的升高, 由于水泥凝胶体的粘性流动以及混凝土中微裂缝的扩展、新的微裂缝产生, 混凝土表现出越来越明显的非弹性性质, 应变的增长速度超过应力的增长速度, 如曲线 AB 段。微裂缝随荷载的增加而发展, 混凝土塑性变形亦逐渐增加, 如曲

线的 BC 段。当应力接近轴心抗压强度时, 在高应力作用下, 混凝土内部贯通的微裂缝转变为明显的纵向裂缝, 试件开始破坏, 此时混凝土应力达到最大值, 即混凝土轴心抗压强度。

2) 下降段 CE : 当试件加荷接近最大应力时, 若试验机的刚度大, 使试验机所释放的能量不至于立即将试件破坏, 则在应力到达峰值点后缓慢卸荷时, 应力逐渐减小, 试件还能承受一定的荷载。此后, 应变持续增长, 应力-应变曲线在 D 点出现拐点, 试件从宏观上已充分破碎。拐点以后曲线上表示的低受荷能力, 是由试件破碎后各块体间残存的咬合力或摩擦力提供的。

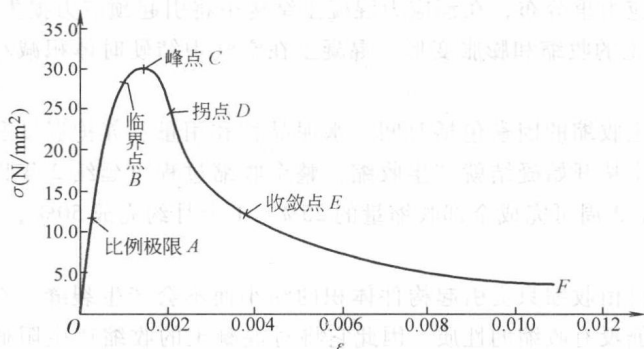


图 1-3 混凝土一次短期受压时的应力-应变曲线

混凝土的极限压应变包括弹性应变和塑性应变两部分。塑性应变部分越长, 表明变形能力越大, 延性越好。强度等级低的混凝土受荷时的延性比强度等级高的好。

(2) 混凝土单轴受压应力-应变曲线的数学模型

1) 美国 E. Hognestad 建立的模型: 模型的上升段为二次抛物线, 下降段为斜直线。

2) 德国 Rüschi 建立的模型: 模型的上升段采用二次抛物线, 下降段则采用水平直线。

(3) 混凝土受压时纵向应变与横向应变的关系 混凝土在一次短期加压时, 纵向产生压缩应变, 同时横向产生拉应变, 混凝土横向应变与纵向应变之比称为横向变形系数, 即泊松比, 符号为 ν 。当压应力较小时, 混凝土的泊松比约为 0.15 ~ 0.18; 接近破坏时, 可达 0.5 以上。

(4) 混凝土在复合应力下的应力-应变关系 如果混凝土试件横向处于约束状态, 除可以提高它的抗压强度外, 还可以大大提高它的延性。

(5) 混凝土的变形模量 弹性模量反映了材料受力后的相对变形性质。与弹性材料不同, 混凝土受压应力-应变关系是一条曲线, 在不同的应力阶段, 应力与应变之比是一个变数, 混凝土的受压变形模量有以下三种表示方法: ① 混凝土的原点弹性模量; ② 混凝土的变形模量; ③ 混凝土的切变模量。

混凝土受拉弹性模量与受压弹性模量相近, 计算时可取与受压弹性模量相同的

数值。

(6) 混凝土在多次重复荷载下的变形 (疲劳变形)

(7) 混凝土的徐变 混凝土棱柱体试件受压后, 除产生瞬时应变外, 在维持其外力不变的条件下经过若干时间, 其应变还将继续增长。这种在荷载长期作用, 即应力不变的情形下, 应变随时间而增长的现象即为混凝土的徐变。

影响混凝土徐变的因素包括时间、应力条件、混凝土的组成成分和配合比, 以及养护和使用条件下的温度和湿度、构件体表比等。

混凝土的徐变对混凝土构件的受力性能有重要影响, 它将使构件的变形增加; 在截面中引起应力重分布; 在预应力混凝土结构中 will 引起预应力损失。

(8) 混凝土的收缩和膨胀变形 混凝土在空气中结硬时体积减小的现象称为混凝土的收缩。

影响混凝土收缩的因素包括时间、水泥品种和用量、养护温度和湿度、构件体表比等。混凝土从开始凝结就产生收缩, 整个收缩过程可延续 2 年以上。初期收缩变形发展较快, 2 周可完成全部收缩量的 25%, 1 个月约完成 50%, 3 个月后增长缓慢。

混凝土的自由收缩只会引起构件体积的缩小而不会产生裂缝。在钢筋混凝土构件中, 由于钢筋没有收缩的性质, 因此它将对混凝土的收缩产生阻碍作用, 从而使混凝土受到强制拉应力, 钢筋则受到强制压应力, 混凝土将因收缩受到限制而产生拉应力, 甚至开裂; 在预应力混凝土结构中 will 引起预应力损失。

(三) 钢筋与混凝土的共同工作

钢筋和混凝土能共同工作的先决条件: 钢筋和混凝土之间有可靠的粘结力; 钢筋和混凝土具有相近的线胀系数; 混凝土对钢筋具有良好的保护作用。这些条件是钢筋与混凝土本身的固有特性所形成的, 但还必须采取人为措施予以保证和加强。

粘结是钢筋和混凝土这两种性质不同的材料能够形成整体、共同工作的基础。在钢筋和混凝土之间有足够的粘结强度, 才能承受相对的滑动, 它们之间依靠粘结来传递应力、协调变形, 否则, 它们就不可能共同工作。

1. 钢筋与混凝土之间的粘结

钢筋与混凝土之间的粘结作用是保证两者共同工作的基本前提。粘结的形成包含了三部分因素, 即: 水泥砂浆的胶结作用; 混凝土对钢筋的握裹作用; 钢筋表面凹凸不平与混凝土之间产生的机械咬合作用, 后者往往较大。光面钢筋和变形钢筋粘结机理的主要差别在于: 光面钢筋的粘结力主要来自于胶结作用和握裹作用, 而变形钢筋的粘结力主要来自于机械咬合作用。

根据在结构中引起粘结应力的原因不同, 可把粘结应力分为弯曲粘结应力和局部粘结应力两类。

试验表明, 粘结强度与混凝土强度等级、混凝土浇筑位置、钢筋表面粗糙程度、保护层厚度、钢筋间距及粘结应力作用范围内横向钢筋的配置情况等因素有关。

我国《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)采用不进行粘结计算,用构造措施来保证混凝土与钢筋粘结的方法。

保证粘结的构造措施有如下几个方面:

- 1) 对不同等级混凝土和钢筋,要保证最小搭接长度和锚固长度。
- 2) 为了保证混凝土和钢筋之间有足够的粘结,必须满足钢筋最小间距和混凝土保护层最小厚度的要求。
- 3) 在钢筋的搭接接头范围内须加密箍筋。
- 4) 在受力的光面钢筋端部要设置弯钩。

此外,在浇筑大深度混凝土时,为防止在钢筋底面出现泌水下沉和气泡逸出而形成疏松空隙层,削弱粘结,对高度较大混凝土构件应分层浇筑或二次浇灌。

钢筋表面粗糙程度影响摩擦力,从而影响粘结强度。轻度锈蚀的钢筋,其粘结强度比新轧制的无锈钢筋要高,比除锈处理的钢筋更高。所以,一般除重锈钢筋外,可不必除锈。

2. 混凝土对钢筋的保护作用

混凝土对钢筋的保护作用,正是由于在混凝土中初始碱度较高(硅酸盐水泥混凝土中,pH值达12.5~13.5),在钢筋表面生成致密的氧化膜,使钢筋表面形成连续完整的钝化层,有效地抑制电化学反应而防止钢筋的锈蚀。

但是混凝土的碱度会由于碳化而遭到破坏,上述保护作用将消失。只要钢筋的混凝土保护层具有一定的厚度,构件裂缝不要过宽,就可使钢筋在结构的正常使用年限内免遭锈蚀。在施工中应注意保证混凝土的密实性,提高抗渗能力,减缓碳化速度,以保证结构的耐久性。为了保证所设计的结构具有《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)要求的耐久性,各类结构设计规范对混凝土保护层厚度均有明确规定。

二、习题

(一) 填空题

1. 钢筋混凝土及预应力混凝土中所用的钢筋可分为两类:有明显屈服点的钢筋和无明显屈服点的钢筋,通常分别称它们为_____和_____。
2. 钢筋按其外形可分为_____和_____两大类。
3. 对有明显屈服点的钢筋,通常取相应于残余应变为_____时的应力为名义屈服点,称为_____。
4. 我国目前常用的钢筋用碳素结构钢及普通低合金钢制造。碳素结构钢可分为_____,_____和_____.随着含碳量的增加,钢筋的强度_____,塑性_____.在低碳钢中加入少量锰、硅、钛、铬等合金元素,使之成为_____。

5. 钢筋混凝土结构对钢筋性能的要求主要在以下方面：_____、_____、_____和_____。
6. 钢筋与混凝土的粘结力由_____、_____、_____三个部分组成。
7. 钢筋在混凝土中应有足够的锚固长度。钢筋的强度愈_____，直径愈_____，混凝土的强度愈_____，则钢筋的锚固长度就愈长。
8. 混凝土的延性随强度等级的提高而_____。同一强度等级的混凝土随着加荷速度的减小，延性有所_____。最大压应力值随加荷速度的减小而_____。
9. 对钢筋混凝土轴心受压构件，由于混凝土收缩，钢筋的压应力_____，混凝土的压应力_____。
10. 对钢筋混凝土轴心受压构件，由于混凝土徐变，钢筋的压应力_____，混凝土的压应力_____。
11. 对钢筋混凝土轴心受拉构件，由于混凝土收缩，钢筋的拉应力_____，混凝土的拉应力_____。
12. 用边长为 100mm 和 200mm 混凝土立方体试件所得到的抗压强度值要分别乘以_____和_____才能换算为标准立方体抗压强度。
13. 当混凝土双向受压时其强度_____，当一拉一压时其强度_____。
14. 钢筋与混凝土之间的粘结强度与混凝土_____强度成正比，在一定长度范围内与钢筋埋入混凝土里的长度成_____比。
15. 有明显屈服点钢筋的典型拉伸应力-应变曲线大致可分为_____、_____、_____四个阶段。

(二) 判断题

1. 混凝土立方体试块的尺寸越大，强度越高。()
2. 混凝土在三向压力作用下的强度可以提高。()
3. 钢筋受压时的屈服强度与受拉时基本相同。()
4. 钢筋经冷拉后，强度和塑性均可提高。()
5. C20 表示 $f_{cu} = 20\text{N/mm}^2$ 。()
6. 混凝土抗拉强度随着混凝土强度等级提高而增大。()
7. 混凝土受拉时的弹性模量与受压时相同。()
8. 混凝土强度等级愈高，胶结力也愈大。()
9. 混凝土收缩、徐变与时间有关，且互相影响。()
10. 规范中混凝土各种强度指标的基本代表值是轴心抗压强度标准值。()
11. 混凝土强度等级是由一组立方体试块抗压后的平均强度确定的。()
12. 采用边长为 100mm 的非标准立方体试块做抗压试验时，其抗压强度换算系数是 0.95。()

13. 混凝土双向受压时强度比其单向受压时强度降低。 ()
14. 对无明显屈服点的钢筋, 设计时其强度标准取值的依据是条件屈服强度。 ()
15. 有明显流幅的钢筋的屈服强度对应于其应力-应变曲线的屈服上限。 ()
16. 对钢筋冷拉可提高其抗拉强度和延性。 ()
17. 用直接拉伸试验和劈裂试验所得到的混凝土抗拉强度相同。 ()

(三) 选择题

1. 混凝土若处于三向应力作用下, 当 ()。
- A. 横向受拉, 纵向受压, 可提高抗压强度
B. 横向受压, 纵向受拉, 可提高抗压强度
C. 三向受压会降低抗压强度
D. 三向受压能提高抗压强度
2. 混凝土的弹性模量是指 ()。
- A. 原点弹性模量 B. 切线模量 C. 割线模量 D. 变形模量
3. 混凝土强度等级由 150mm 立方体抗压试验, 按 () 确定。
- A. 平均值 $\mu_{f_{cu}}$ B. $\mu_{f_{cu}} - 1.645\sigma$ C. $\mu_{f_{cu}} - 2\sigma$ D. $\mu_{f_{cu}} - \sigma$
4. 《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010) 规定的受拉钢筋锚固长度 l_a ()。
- A. 随混凝土强度等级的提高而增大
B. 随钢筋等级提高而降低
C. 随混凝土强度等级提高而减少, 随钢筋等级提高而增大
D. 随混凝土及钢筋等级提高而减小
5. 属于有明显屈服点的钢筋有 ()。
- A. 冷拉钢筋 B. 钢丝 C. 热处理钢筋 D. 钢绞线
6. 钢材的含碳量越低, 则 ()。
- A. 屈服台阶越短, 伸长率也越短, 塑性越差
B. 屈服台阶越长, 伸长率越大, 塑性越好
C. 强度越高, 塑性越好
D. 强度越低, 塑性越差。
7. 钢筋的屈服强度是指 ()。
- A. 比例极限 B. 弹性极限 C. 屈服上限 D. 屈服下限
8. 能同时提高钢筋的抗拉和抗压强度的冷加工方法是 ()。
- A. 冷拉 B. 冷拔 C. 冷轧 D. 冷扭
9. 规范确定 $f_{cu,k}$ 所用试块的边长是 ()。
- A. 150mm B. 200mm C. 100mm D. 250mm
10. 混凝土强度等级是由 () 确定的。

A. $f_{cu,k}$ B. f_{ck} C. f_{cm} D. f_{tk}

11. 边长为 100mm 的非标准立方体试块的强度换算成标准试块的强度, 则需乘以换算系数 ()。

A. 1.05

B. 1.0

C. 0.95

D. 0.90

12. $E'_c = \frac{\sigma_c}{\varepsilon_c}$ 指的是混凝土的 ()。

A. 弹性模量

B. 割线模量

C. 切线模量

D. 原点切线模量

13. 混凝土极限压应变值随混凝土强度等级的提高而 ()。

A. 增大

B. 减小

C. 不变

D. 没有规律

14. 对于钢筋混凝土轴心受压构件, 混凝土在长期持续荷载作用下的徐变使构件截面发生应力重分布, 即 ()。

A. 混凝土应力减小, 钢筋的应力也减小

B. 混凝土的应力减小, 钢筋的应力增加

C. 混凝土和钢筋的应力均不变

D. 混凝土的应力增加, 钢筋的应力增加

15. 钢筋混凝土轴心受压构件, 由于混凝土的收缩, 将使构件截面产生应力重分布, 即构件中 ()。

A. 混凝土的应力增加, 钢筋的应力减小

B. 混凝土的应力减小, 钢筋的应力增加

C. 混凝土和钢筋的应力均减小

D. 混凝土的应力增加, 钢筋的应力增加

16. 钢筋经冷拉后 ()。

A. 屈服强度提高但塑性降低

B. 屈服强度提高但塑性不变

C. 屈服强度提高塑性也提高

D. 屈服强度降低但塑性不变

17. 两组棱柱体混凝土试件 A 和 B, 它们的截面尺寸均相同, 对它们进行轴心受压试验。A 组试件的加荷速度是 2000N/min, B 组试件的加荷速度是 20N/min, 就其平均值而言 ()。

A. A 组的极限荷载和极限变形均大于 B 组

B. A 组的极限荷载大而 B 组的极限变形大

C. B 组的极限荷载大而 A 组的极限变形大

D. A 组的极限荷载小而 B 组的极限变形大

18. 对于混凝土的徐变, 下列说法正确的是 ()。

A. 徐变全部是塑性变形

B. 徐变全部是弹性变形

C. 徐变既包括塑性变形又包括弹性变形

D. 徐变是无法确定的变形

19. 碳素钢的含碳量愈高, 则其 ()。