

考研专业课复习指导系列丛书（土木类）

混凝土结构复习 与解题指导

HUN NING TU JIE GOU FU XI
YU JIE TI ZHI DAO

张庆芳 编著



人民交通出版社
China Communications Press

考研专业课复习指导系列丛书(土木类)

混凝土结构复习与解题指导

Hunningtu Jiegou Fuxi yu Jieti Zhidao

张庆芳 编著

人民交通出版社

内 容 提 要

本书科学地将钢筋混凝土结构课程的主要内容进行提炼、归纳和总结,并基本按“复习思路→主要内容→疑难解答→典型例题→知识拓展→练习题”的模式编排相应知识体系,书后附9套考研模拟试卷及专业词汇的英汉对照表。

本书的编写兼顾了大土木工程专业的知识要求,讲解《混凝土结构设计规范》《公路钢筋混凝土与预应力桥涵设计规范》两种体系,并通过疑难解答、典型例题等模块的巧妙设置便于读者融会贯通,熟练掌握。其中知识拓展模块还提供了启发读者深入思考的小知识,对专业复试极有帮助。

本书可供备考结构专业研究生考试的考生学习,也可作为土木专业的本科生学习钢筋混凝土结构/结构设计原理及相关课程的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

混凝土结构复习与解题指导 / 张庆芳编著. —北京: 人民交通出版社, 2009.3

(考研专业课复习指导系列丛书. 土建类)

ISBN 978-7-114-07577-3

I. 混… II. 张… III. 混凝土结构—研究生—入学考试—自学参考资料 IV. TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 012389 号

书 名: 混凝土结构复习与解题指导

著 作 者: 张庆芳

责任编辑: 王 霞 (wx@ccpress.com.cn)

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011) 北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010) 59757969, 59757973, 85285659

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 13.75

字 数: 256千

版 次: 2009年3月 第1版

印 次: 2009年3月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07577-3

定 价: 26.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

FORWORDS

《钢筋混凝土结构》是土木工程专业重要的学位课,也是结构工程专业复试必考课程之一。由于本课程概念多、公式多、构造多,所以,需要科学地将主要内容进行提炼、归纳和总结,才能事半功倍,考试时得心应手。本书正是基于这一目的而精心编写的。

本书内容

(1)依据《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2002)和《公路钢筋混凝土与预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG D62—2004)编写,以 GB 50010—2002 为主。

(2)每章大致分为复习思路、主要内容、疑难解答、典型例题、知识拓展和练习题六部分。复习思路阐述知识框架,从整体上把握主要内容;主要内容较详细地介绍本章的计算原理和公式;疑难解答详尽回答初学者具有代表性的困惑;典型例题给出详细的解题步骤,并对题目中可能遇到的问题做出解释;练习题是供读者检验所学知识的小测试;知识拓展开阔视野,增长见识,对面试极有帮助。

(3)提供模拟试题共 9 套,部分题目来源于同济大学、天津大学、浙江大学、西南交通大学等重点高校的往年考研真题。

(4)专业词汇。包括混凝土结构和钢结构的常用专业词汇。

如何使用本书

(1)由于本书是对课程内容的提炼、总结,配合相应的教材使用效果更好。

(2)鉴于大多数计算是根据计算图示列出平衡方程求解,作者将画计算简图的任务交由读者完成,可加深认识。

(3)依据 JTG D62—2004 复习的读者,可参考第 1~9 章的内容,但须注意区分不同之处。尤其是预应力部分,建议参考建工类的教材对照理解其主要概念。

(4)限于水平,不当甚至错误之处,欢迎指正。可发送电子邮件至 zqfok@126.com,必有答复。

致谢

王克丽教授、张志国副教授对本书编写提出了许多宝贵意见;哈尔滨工业大学研究生万艺进、浙江大学研究生袁光辉、西南交通大学研究生陈彦恒等提供了不少宝贵资料;马瑞强(一级注册结构工程师)为本书的出版提供支持和鼓励;人民交通出版社陈志敏、王霞等同志付出了辛勤的劳动,在此一并表示谢意。

张庆芳

2008年9月

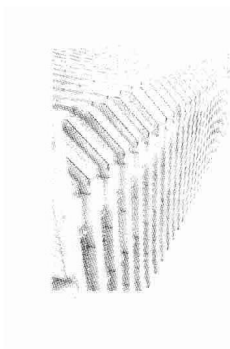
目 录

CONTENTS

第 1 章 混凝土结构所用的材料	1
1.1 复习思路	1
1.2 主要内容	2
1.3 疑难解答	4
1.4 知识拓展	6
1.5 典型例题	8
1.6 练习题	8
1.7 习题答案	10
第 2 章 混凝土结构设计方法	12
2.1 复习思路	12
2.2 主要内容	12
2.3 疑难解答	16
2.4 知识拓展	17
2.5 典型例题	19
2.6 练习题	21
2.7 习题答案	22
第 3 章 受弯构件正截面承载力	24
3.1 复习思路	24
3.2 主要内容	25
3.3 疑难解答	31
3.4 知识拓展	33
3.5 典型例题	35
3.6 练习题	38
3.7 习题答案	40

第4章 受弯构件的斜截面承载力	43
4.1 复习思路	43
4.2 主要内容	44
4.3 疑难解答	46
4.4 知识拓展	47
4.5 典型例题	48
4.6 练习题	52
4.7 习题答案	55
第5章 受压构件	58
5.1 复习思路	58
5.2 主要内容	59
5.3 疑难解答	66
5.4 知识拓展	72
5.5 典型例题	75
5.6 练习题	78
5.7 习题答案	80
第6章 受拉构件	83
6.1 复习思路	83
6.2 主要内容	83
6.3 疑难解答	86
6.4 典型例题	86
6.5 练习题	87
6.6 习题答案	88
第7章 受扭构件的承载力	90
7.1 复习思路	90
7.2 主要内容	90
7.3 疑难解答	93
7.4 知识拓展	94
7.5 典型例题	96
7.6 练习题	99
7.7 习题答案	101
第8章 变形、裂缝与耐久性	103
8.1 复习思路	103
8.2 主要内容	103

8.3	疑难解答	106
8.4	知识拓展	107
8.5	练习题	107
8.6	习题答案	108
第9章	预应力混凝土构件	110
9.1	复习思路	110
9.2	主要内容	110
9.3	疑难解答	119
9.4	练习题	121
9.5	习题答案	123
第10章	公路桥涵混凝土结构(JTG D62—2004)	124
10.1	复习思路	124
10.2	疑难解答	126
模拟试题		144
参考答案		166
附录A 混凝土构件截面设计(复核)流程框图		195
附录B 常用专业英语词汇		205
参考文献		210



第1章

混凝土结构所用的材料

1.1 复习思路

本章的复习思路见图 1-1。

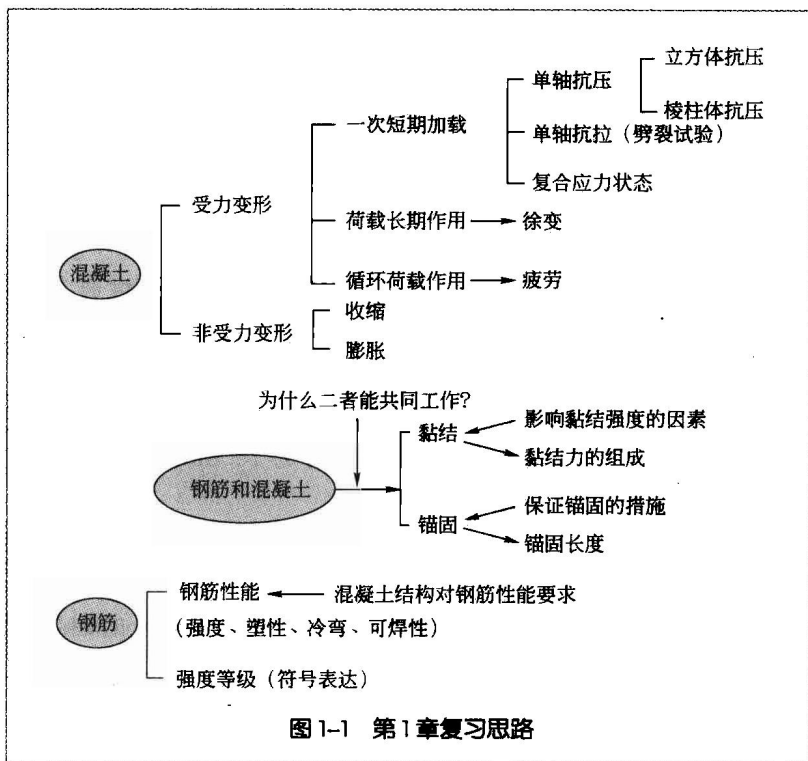


图 1-1 第1章复习思路

1.2 主要内容

1.2.1 混凝土

1. 混凝土的力学性能

混凝土的抗压强度分为立方体抗压强度与棱柱体抗压强度(又称轴心抗压强度),均应按照标准的试验方法测得。

(1)立方体抗压强度与强度等级

由于立方体试件的强度比较稳定,立方体抗压强度为混凝土强度的基本指标。考虑到测得结果的离散性,取平均值减去 1.645 倍的标准差作为强度的标准值($\mu_f - 1.645\sigma_f$),此时,依据概率统计知识,可知保证率为 95%。

混凝土强度等级与混凝土的立方体抗压强度标准值数值上相等,即 C25 表示混凝土的立方体抗压强度是 25N/mm^2 。

立方体抗压强度的测得值与以下因素有关:

①试件尺寸越小,测得值越大,该现象称“尺寸效应”。我国标准试件尺寸为 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ 。对于边长为 100mm 或 200mm 的立方体试件,则应将测得值分别乘以尺寸效应系数 0.95 和 1.05。

②试件上下表面不涂润滑油时测得值大,这是由于试验机与试件接触面间的摩擦力会形成“套箍作用”,使横向变形受到约束从而提高了抗压强度。我国的试验方法是不涂润滑剂的。

③加载速度越快,测得值越大。

④加载时龄期短,测得值小。

立方体抗压强度标准值用“ $f_{cu,k}$ ”表示。在建筑结构中,强度通常用“ f ”表示,“cu”表示“立方体”(cube),“k”表示标准值。

(2)棱柱体抗压强度

实际的混凝土构件尺寸与立方体差别很大,故采用棱柱体抗压强度能更好反映混凝土的试件抗压性能。我国标准试件尺寸为 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 300\text{mm}$ 。

棱柱体抗压强度比立方体抗压强度低。

立方体抗压强度标准值用 f_{ck} 表示,“c”表示“压”(compress)。

(3)轴心抗拉强度

轴心抗拉强度通常用间接的“劈裂试验”方法测得。混凝土的轴心抗拉强度值很小,只有立方体抗压强度的 $1/17 \sim 1/8$ 。

轴心抗拉强度标准值用 f_{tk} 表示,“t”表示“拉”(tension)。

2. 混凝土的变形

混凝土的变形分为受力变形和非受力变形。受力变形又可细分为一次短期加载、荷载长期作用和多次重复荷载作用 3 种情况。非受力变形包括收缩和

膨胀。

(1) 一次短期加载下的变形

我国用棱柱体试件测定一次短期加载下的 $\sigma-\epsilon$ 曲线。实测的典型 $\sigma-\epsilon$ 曲线如图 1-2 所示。

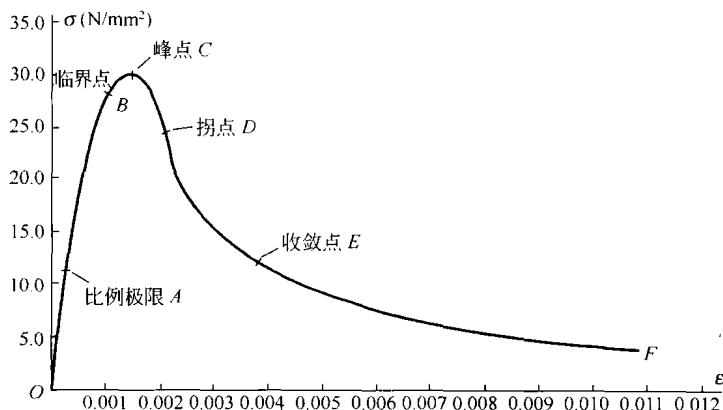


图 1-2 混凝土棱柱体受压应力—应变曲线

混凝土强度越高,下降段越陡,即下降相同幅度时变形小,这表明混凝土强度越高延性越差。

混凝土的弹性模量 E_c 为原点的切线模量,将混凝土试件加载至 $\sigma = 0.5f_c$,卸载后再重复加载 5~10 次,最终的 $\sigma-\epsilon$ 曲线会趋于直线,该直线的斜率就是 E_c 。

当混凝土进入塑性阶段后,有时用 $\sigma-\epsilon$ 曲线上某点的切线模量或割线模量表示此时的应力应变关系。

(2) 荷载长期作用下的变形

混凝土构件在荷载或应力不变的情况下,随着时间的增长变形会增大,该现象称为徐变。也就是说,混凝土构件在荷载长期作用下的变形包括两部分:一次短期加载引起的变形和徐变引起的变形。

根据试验,卸载瞬间恢复的应变比加载时的瞬时应变略小,此后经过一个徐变的恢复过程,该段时间内恢复的变形称“弹性后效”。绝大部分徐变变形不可恢复。

(3) 重复荷载作用下的变形

混凝土重复荷载作用下的 $\sigma-\epsilon$ 曲线用来确定混凝土的疲劳抗压强度。

(4) 混凝土的收缩与膨胀

混凝土凝结硬化时,在空气中会体积收缩,在水中会体积膨胀。若混凝土收缩时受到约束则可能产生裂缝。

1.2.2 钢筋

混凝土结构中,钢筋的强度等级分为 HPB235、HRB335、HRB400 和 RRB400。

1. 钢筋的强度

包括**极限抗拉强度**和**屈服强度**两个指标。

2. 钢筋的塑性

包括**伸长率**和**冷弯性能**两个指标。

3. 钢筋的冷拉与冷拔

冷拉只能提高钢筋的抗拉强度,冷拔则可同时提高钢筋的抗拉和抗压强度。该现象称作“**包兴格现象**”。

1.2.3 钢筋和混凝土的黏结

钢筋与混凝土能够共同工作的原因:一是钢筋与混凝土之间存在黏结力,这是二者能够共同工作的基础;二是钢筋与混凝土的温度线膨胀系数接近,不致由于温度的变化而破坏二者间的黏结力。

1. 黏结力的组成

- (1)钢筋与混凝土之间接触面上的化学胶着力;
- (2)混凝土收缩握裹钢筋而产生的摩阻力;
- (3)钢筋表面凸凹不平与混凝土之间产生的机械咬合力。

2. 影响粘结强度的因素

黏结强度通过拔出试验测定。影响粘结强度的因素包括:

- (1)随混凝土的强度等级提高而提高;
 - (2)变形钢筋较光圆钢筋的黏结强度高;
 - (3)钢筋间的净间距越小,黏结强度越低;
 - (4)沿横向布置的钢筋可以提高黏结强度;
 - (5)横向压力可以提高黏结强度。
- ### 3. 保证可靠粘结的构造措施
- (1)要保证必要的搭接长度与**锚固长度**;
 - (2)搭接接头范围内要加密箍筋;
 - (3)钢筋净间距和保护层厚度应不小于规定的最小值;
 - (4)相同钢筋截面积情况下采用细直径钢筋,光圆钢筋端部加弯钩。

1.3 疑难解答

1. 问:我国测定混凝土性能指标的国家标准是哪个?是如何规定的?

答:原《普通混凝土力学性能试验方法》(GB J81—85)已经废止,现行的国

家标准是《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081—2002)。该标准规定的立方体抗压强度的测试条件是:标准试件为边长 150mm 的立方体,在 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的温度和相对湿度 95% 以上的空气中养护 28d;棱柱体标准试件为 $150\text{mm}\times 150\text{mm}\times 300\text{mm}$ 。

测定混凝土弹性模量时,需制备 6 个棱柱体试件,3 个用于测定轴心抗压强度,3 个用于测定弹性模量。加荷至 $0.5\text{N}/\text{mm}^2$ 并持荷 60s,再加荷至 $f_c^0/3$ (此处 f_c^0 为棱柱体试件抗压强度)并持荷 60s,然后卸载至 $0.5\text{N}/\text{mm}^2$,如此反复加载卸载直至破坏,根据变形确定混凝土的弹性模量。

本书“1.2 主要内容”部分所述混凝土弹性模量测定方法,系目前大多数教科书中的一致说法,特此说明。

2. 问:对于变形钢筋,其公称直径既不是内径也不是外径,是如何得到的?

答:可以通俗理解为,取 1m 长度,称其质量,令其与长度为 1m,截面直径为 d 的圆柱体质量相等,则此直径 d 就是变形钢筋的当量直径,或称公称直径。

3. 问:公路混凝土规范 JTG D62—2004 和 GB 50010—2002 中钢筋的符号竟然不相同,什么原因?

答:(1)GB 50010—2002 的 P18 注 2,指出 HPB235 钢筋系指 GB 13013 中的 Q235 钢筋,RRB400 钢筋系指 GB 13014 中的 KL400 钢筋。可见,GB 50010 为了与 HRB335 等表达一致,故写成 HPB235、RRB440。这里,HPB 中各符号为 H(hot)、P(plain)、B(bar),HRB 中的 R(Ribbed),RRB 中第一个 R(remained heat)。

(2)JTG D62—2004 的 P11 注 2,指出 R235 钢筋系指 GB 13013—1991 中的 I 级钢筋。

那么,R235 和 Q235 又是怎么回事呢? 经查,GB 13013—1991 中,R235 为强度代号,Q235 为牌号,指的是同一种钢筋。

在最新的国家标准《钢筋混凝土用钢第一部分:热轧光圆钢筋》GB 1499.1—2008 中,统一记作 HPB235。

4. 问:如何理解黏结与锚固?

答:钢筋不能从混凝土中拔出,表明二者之间存在黏结力,这种黏结是钢筋与混凝土共同工作的基础。

钢筋应伸入混凝土足够的长度,这样才能保证钢筋即使被拉断也不会被拔出,如此,才能有效利用钢筋的强度,在建立极限状态平衡方程时采用钢筋的强度设计值。钢筋像被轮船的“锚”一样“固”定于混凝土中,这就是锚固。可见,存在黏结是锚固的基础,锚固可以认为是黏结的结果。

GB 50010 第 9.3.1 条规定了当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时,受拉

钢筋的锚固长度。对普通钢筋, $l_a = \alpha \frac{f_y}{f_t} d$, 对光面钢筋, $\alpha = 0.16$, 对带肋钢筋, $\alpha = 0.14$ 。钢筋的外形系数 α 取值, 反映出带肋钢筋比光面钢筋黏结强度高。

1.4 知识拓展

1. 混凝土的收缩应力

下面以简单的对称配筋构件均匀收缩为例加以说明。

混凝土具有在空气中结硬收缩的性质, 若混凝土和钢筋之间无黏结, 则混凝土能够自由伸缩, 设自由收缩应变为 ϵ_{sh} 。由于混凝土和钢筋之间存在黏结力, 所以, 混凝土的收缩会使钢筋产生压应变 ϵ_s 和相应的压应力 σ_s , 其反作用力使得混凝土产生拉应变 ϵ_c 和相应的拉应力 σ_c , 如图 1-3 所示。

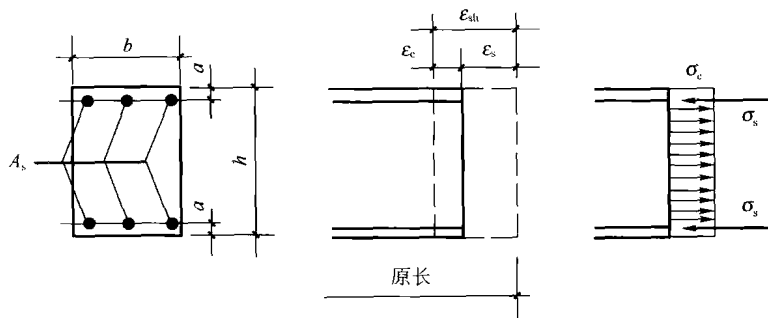


图 1-3 对称配筋构件均匀收缩

于是, 有以下关系成立:

变形条件: $\epsilon_s + \epsilon_c = \epsilon_{sh}$

力的平衡条件: $\sigma_s A_s = \sigma_c A_c$

物理条件: $\sigma_c = \nu E_c \epsilon_c$, $\sigma_s = E_s \epsilon_s$

以上式中, $A_c = bh - A_s$, $\alpha_E = \frac{E_s}{E_c}$, ν 为混凝土的弹性系数。

若令配筋率 $\rho = \frac{A_s}{bh} \approx \frac{A_s}{A_c}$, 则对以上方程联立求解, 可得:

$$\epsilon_s = \frac{\nu}{\nu + \alpha_E \rho} \epsilon_{sh}, \quad \epsilon_c = \frac{\alpha_E \rho}{\nu + \alpha_E \rho} \epsilon_{sh}$$

$$\sigma_s = \frac{\nu}{\nu + \alpha_E \rho} \epsilon_{sh} E_s, \quad \sigma_c = \frac{\nu \alpha_E \rho}{\nu + \alpha_E \rho} \epsilon_{sh} E_c$$

为什么 $\sigma_c = \nu E_c \epsilon_c$?

在应力应变曲线上任意点处的割线斜率为 $E'_c = \frac{\sigma}{\epsilon}$, 称为割线模量。混凝土在弹塑性阶段的总应变 ϵ 包含两部分: 弹性应变 ϵ_e 与塑性应变 ϵ_p 。 $\nu = \epsilon_e / \epsilon$, 即弹性应变与总应变的比值。于是, 由图 1-4 可以得到:

$$E'_c = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{E_c \epsilon_e}{\epsilon} = \nu E_c$$

所以弹塑性阶段混凝土的应力应变关系可表示为 $\sigma_c = \nu E_c \epsilon_c$ 。

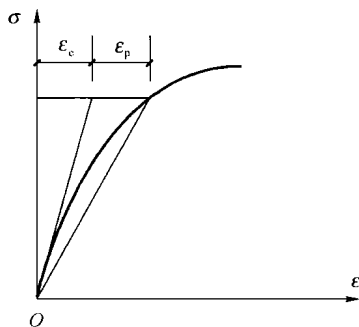


图 1-4 混凝土的割线模量

2. 混凝土的徐变

由于混凝土在长期荷载作用下具有徐变性质, 而钢筋在常温情况下没有徐变, 因此, 当轴心受压构件在恒定荷载的长期作用下, 混凝土徐变将使构件中钢筋和混凝土的应力发生变化。

如图 1-5 所示的一钢筋混凝土柱子, 截面积为 A_c , 钢筋配置量为 A_s 。在龄期为 t_0 时刻, 承受轴压力 N 作用, 产生瞬时应变, 由于钢筋与混凝土粘结良好, 故二者的应变相等, $\epsilon_{s0} = \epsilon_{c0}$ 。此时, 混凝土应力 σ_{c0} 与钢筋应力 σ_{s0} 分别为:

$$\sigma_{c0} = \frac{N}{\left(1 + \frac{\alpha_E \rho}{\nu}\right) A_c}$$

$$\sigma_{s0} = \frac{\alpha_E}{\nu} \sigma_{c0} = \frac{\alpha_E N}{(\nu + \alpha_E \rho) A_c}$$

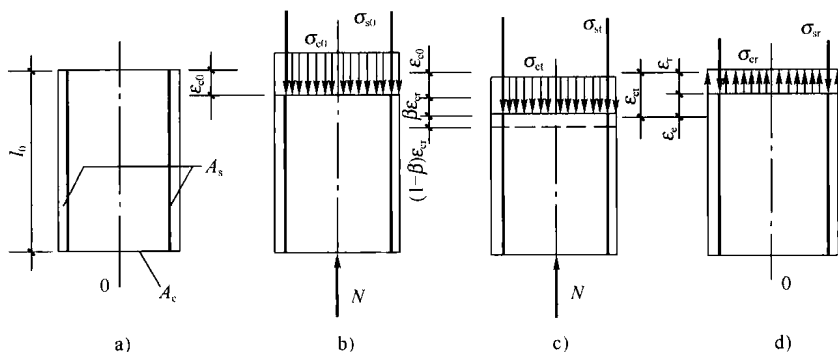


图 1-5 长期荷载作用下柱子的应力和变形状态

此后 ($t > t_0$), 轴压力 N 保持不变, 混凝土将产生徐变。混凝土在无钢筋约束情况下, t 时刻产生的徐变应变可表示成 $\epsilon_{cr} = \varphi(t, t_0) \epsilon_{c,0}$ 。在钢筋混凝土柱中, 徐变会受到钢筋的约束, 徐变应变减小为 $\beta \epsilon_{cr}$, $\beta < 1.0$, 这种情况与收缩变

形分析时情况相同。对照图 1-5c) 和图 1-3, 可以发现 $\beta\epsilon_{cr}$ 相当于 ϵ_s , 于是可得

$$\beta = \frac{\nu}{\nu + \alpha_E \rho}$$

t 时刻钢筋的总应变为 $\epsilon_{s0} + \beta\epsilon_{cr}$, 钢筋应力为:

$$\sigma_{st} = (\epsilon_{s0} + \beta\epsilon_{cr})E_s = \sigma_{s0} \left(1 + \frac{\varphi(t, t_0)}{1 + \alpha_E \rho / \nu} \right)$$

混凝土的应力可由平衡条件求得, 为:

$$\sigma_{ct} = \frac{N - \sigma_{st} \cdot A_s}{A_c} = \sigma_{c0} \left(1 - \varphi(t, t_0) \frac{\alpha_E \rho}{\nu + \alpha_E \rho} \right)$$

徐变系数为徐变变形与瞬时变形的比值, 即 $\varphi(t, t_0) = \frac{\epsilon_{cr}(t, t_0)}{\epsilon_{ci}}$ 。徐变系数随着时间的增长而增大, 钢筋的压应力 σ_{st} 不断增大, 混凝土中的压应力 σ_{ct} 则不断减小。这种应力的变化是在外荷载没有变化的情况下产生的, 称为徐变引起的应力重分布。

1.5 典型例题

例题 1 混凝土的收缩应力

一钢筋混凝土构件, 截面尺寸 $b \times h = 200\text{mm} \times 250\text{mm}$, 混凝土强度等级 C20, 钢筋用 HRB335, 配有 $4 \Phi 20$, 对称配筋。三个月后测得构件长度方向应变为 2×10^{-4} 。要求计算钢筋和混凝土的收缩应力, 并说明构件是否会因此开裂。

解 查表, HRB335 钢筋的弹性模量 $E_s = 2.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$ 。钢筋截面积为 $A_s = 1256 \text{mm}^2$ 。

由于粘结, 混凝土和钢筋二者变形协调(应变值相等), 于是有钢筋的应力

$$\sigma_s = E_s \epsilon_s = 2.0 \times 10^5 \times 2 \times 10^{-4} = 40 \text{N/mm}^2$$

根据内力平衡, 混凝土的应力为

$$\sigma_c = \frac{\sigma_s A_s}{A_c} = \frac{40 \times 1256}{200 \times 250 - 1256} = 1.0 \text{N/mm}^2$$

由于混凝土的应力小于抗拉强度($f_{tk} = 1.54 \text{N/mm}^2$), 故不会开裂。

1.6 练习题

一、选择题

1. 以下说法正确的是()。

- A. C25 表示混凝土的立方体抗压强度是 25N/mm^2
- B. C25 表示混凝土的棱柱体抗压强度是 25N/mm^2

- C. C25 表示混凝土的轴心抗压强度是 25N/mm^2
 D. 混凝土的棱柱体抗压强度比立方体抗压强度高
2. 混凝土的侧向约束压应力提高了混凝土的()。
 A. 抗压强度 B. 延性 C. 抗拉强度 D. A 和 B
3. 减小混凝土徐变的措施是()。
 A. 加大水泥用量,提高养护时的温度和湿度
 B. 加大骨料用量,提高养护时的温度,降低养护时的湿度
 C. 延迟加载龄期,降低养护时的温度和湿度
 D. 减小水泥用量,提高养护时的温度和湿度
4. 截面上同时存在正应力和剪应力时()。
 A. 剪应力降低了混凝土的抗拉强度,但提高了抗压强度
 B. 剪应力提高了混凝土的抗拉强度和抗压强度
 C. 不太高的压应力可以提高混凝土的抗剪强度
 D. 不太高的拉应力可以提高混凝土的抗剪强度
5. 钢筋混凝土结构对钢筋性能的要求不包括()。
 A. 强度 B. 塑性
 C. 与混凝土的黏结力 D. 冲击韧性
6. 下面有关测定混凝土立方体抗压强度的说法,正确的是()。
 A. 试件截面尺寸越小,测得的数值越小
 B. 加荷速度越快,测得的数值越小
 C. 加荷表面涂润滑剂时,测得的数值小
 D. 测得的混凝土立方体抗压强度与试件截面尺寸无关
7. 减小混凝土徐变,可采用的措施是()。
 A. 增加水泥用量 B. 增加用水量
 C. 提早混凝土的加载龄期 D. 蒸汽养护混凝土

二、判断题

1. 对钢筋冷拉可以提高抗拉强度和抗压强度。 ()
 2. 一般情况下,梁上部钢筋的粘结强度高于梁下部钢筋。 ()
 3. 徐变对结构的影响有时是有利的。 ()

三、填空题

1. 混凝土的极限压应变 $\epsilon_{\max}$ 包括_____和_____两部分,_____变形越大,表示混凝土的延性越好。

2. 由于“尺寸效应”,混凝土立方体试块当边长为 200mm、150mm、100mm 时,欲转化为标准试件的抗压强度,应分别乘以_____、_____、_____。