

混凝土结构疑难释义

—附解题指导

沈蒲生 罗国强 编著

武汉工业大学出版社

序

由本书编者主编、武汉工业大学出版社出版的专科系列教材《钢筋混凝土结构》(上、下册)自 1988 年与读者见面以来,已连续四次印刷,总数达 6.4 万册。为了帮助读者加深对混凝土结构及《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)的理解,我们编写了这本《疑难释义》。本书分问题解答和解题指导两部分。在第一部分中,我们将教材各章节中较难理解的内容一一列出,并通过问答的形式逐条地进行解释。在第二部分中,我们对教材各章节中有代表性的设计计算题目的解题要点作了说明,并一步一步地进行了演算。

由于我们水平有限,不妥之处在所难免,希望读者批评指正。

编 者

1991 年 11 月

鄂新登字 13 号

混凝土结构疑难释义

——附解题指导

* * *

武汉工业大学出版社出版

(武昌珞狮路 14 号, 邮政编码 430070)

新华书店湖北发行所发行

各地新华书店经销

武汉工业大学出版社印刷厂激光照排

武汉工业大学出版社印刷厂印装

开本: 850×1168 1/32 印张: 11.25 字数: 240.1 千字

1992 年 4 月第一版 1992 年 4 月第一次印刷

印数 1—10000

ISBN 7-5629-0273-9/TU·22

定价: 5.20 元

目 录

第一部分 疑难释义

1 概述	(3)
1.1 什么是混凝土结构?	(3)
1.2 混凝土结构采用什么样的符号体系?	(3)
1.3 混凝土结构采用什么样的计量单位?	(4)
2 材料	(6)
2.1 混凝土在构造上有什么特点?	(6)
2.2 为什么采用混凝土立方体抗压强度作为划分混凝土等级的主要标准?	(6)
2.3 为什么要将混凝土标号改为混凝土强度等级?	(7)
2.4 混凝土标号与混凝土强度等级之间如何进行换算?	(9)
2.5 如何将非标准尺寸混凝土试块的抗压强度换算成标准尺寸混凝土试块的抗压强度?	(11)
2.6 混凝土各种强度标准值与混凝土立方体抗压强度标准值有何关系?	(12)
2.7 混凝土的强度设计值与其标准值有什么关系?	(15)
2.8 混凝土材料的本构方程是怎样的?	(16)
2.9 轴心受压构件中混凝土徐变将导致钢筋应力增大还是减小?	(19)
2.10 为什么要重视混凝土的收缩变形性能?	(20)
2.11 混凝土碳化对钢筋有什么影响?	(21)
2.12 建筑用钢筋有哪些种类?	(22)
2.13 衡量钢筋塑性的指标是什么?	(23)
2.14 《规范》是怎样对钢筋冷拉工艺进行控制的?	(24)
2.15 使用冷拉钢筋时应注意什么事项?	(25)
2.16 冷拔低碳钢丝为什么要分为甲、乙两个级别?	(26)
2.17 钢筋的强度标准值是怎样确定的?	(27)

2.18	钢筋的强度设计值与其标准值有什么关系?	(28)
2.19	如何确定钢筋的强度分项系数?	(28)
3	设计方法	(31)
3.1	我国混凝土结构设计方法是怎样演变的?	(31)
3.2	各类结构采用概率极限状态设计法设计有什么好处?	(35)
3.3	结构的可靠度和可靠性之间有什么关系?	(36)
3.4	结构的可靠概率和失效概率之间有什么关系?	(37)
3.5	如何计算结构的可靠指标?	(38)
3.6	我国各种结构构件设计可靠指标 β 是如何确定的?	(43)
3.7	结构实际尺寸与设计尺寸之间的误差有多大?	(48)
3.8	《建筑结构荷载规范》(GBJ9-87)中关于荷载标准值是如何确定的?	(49)
3.9	荷载设计值与标准值有什么关系?	(52)
3.10	荷载分项系数是如何确定的?	(52)
3.11	什么是可变荷载的准永久值?	(54)
3.12	荷载组合值系数是怎样确定的?	(54)
3.13	《规范》是如何处理原《规范》的附加安全系数的?	(58)
3.14	《规范》关于裂缝控制方法与原《规范》有何不同?	(59)
3.15	按《规范》设计的构件可靠度和国外相比情况如何?	(61)
3.16	《规范》设计的构件在材料用量方面与原《规范》相比的情况如何?	(63)
4	承载力极限状态计算	(65)
4.1	进行正截面承载力计算时引入了哪些基本假设?	(65)
4.2	为什么要避免将受弯构件设计成少筋构件和超筋构件?	(67)
4.3	受弯构件受压区混凝土等效矩形应力图形中的参数是如何确定的?	(67)
4.4	适筋受弯构件和超筋受弯构件的界限相对受压区高度 ξ_b 是如何确定的?	(70)
4.5	怎样确定梁和板的计算跨度 l_0 ?	(73)
4.6	如何制作单筋矩形截面受弯构件正截面承载力的计算表格?	(75)
4.7	如何计算单筋矩形截面超筋受弯构件正截面的承载力?	(77)

4.8	什么情况下才采用双筋截面受弯构件?	(79)
4.9	双筋矩形截面正截面承载力计算中为什么要引入 $x \geq 2a_s'$ 的适用条件?	(80)
4.10	进行双筋矩形截面的截面设计时取 $x = \xi_b h_0$ 会使纵向钢筋的总用钢量为最小吗?	(82)
4.11	怎样判别第一类 T 形截面和第二类 T 形截面?	(83)
4.12	怎样计算第一类 T 形截面的承载力?	(84)
4.13	实际工程结构中有理想的轴心受压构件吗?	(85)
4.14	如何根据长细比对柱进行分类?	(86)
4.15	如何确定轴心受压和偏心受压柱的计算长度?	(87)
4.16	轴心受压长柱的稳定系数 φ 是如何确定的?	(89)
4.17	偏心距增大系数 η 是如何推导的?	(91)
4.18	为什么要引入附加偏心距 e_a ?	(94)
4.19	为什么采用 $\eta e_i = 0.3h_0$ 来判别大、小偏心受压构件只是一个近似公式?	(95)
4.20	对称配筋矩形截面偏心受压构件大小偏心受压情况如何判别?	(98)
4.21	《规范》如何简化对称配筋矩形截面钢筋混凝土小偏心受压构件正截面承载力计算的?	(99)
4.22	怎样制作对称配筋矩形截面钢筋混凝土偏心受压构件正截面承载力计算图表?	(101)
4.23	如何计算环形截面偏心受压构件正截面承载力?	(106)
4.24	如何计算圆形截面偏心受压构件正截面承载力?	(111)
4.25	如何计算均匀配筋及配置 I 形型钢偏心受压构件的正截面承载力?	(114)
4.26	防止斜截面破坏的承载力条件是什么?	(118)
4.27	梁在什么情况下才可以采用集中荷载作用下的斜截面抗剪承载力计算公式?	(119)
4.28	为了防止斜压破坏,对截面尺寸进行验算后,还需要验算最大配箍率吗?	(120)
4.29	当 $V > 0.07f_c b h_0$ 时,为了防止斜拉破坏,满足了最小配箍率要求后为什么还要满足箍筋的最小尺寸和最大间距构造	

要求?	(122)
4.30 保证斜截面抗弯能力的构造措施是什么?	(123)
4.31 矩形截面钢筋混凝土偏心受压和偏心受拉构件斜截面承载力如何计算?	(125)
4.32 《规范》关于纯扭构件承载力计算方法与原《规范》有何不同?	(127)
4.33 为什么要对抗扭纵筋和箍筋的配筋强度比 ζ 限制一定的范围?	(128)
4.34 如何计算截面抗扭塑性抵抗矩?	(128)
4.35 弯剪扭构件的计算方法如何?	(131)
4.36 不配抗冲切钢筋的钢筋混凝土板的受冲切承载力公式怎样得出的?	(131)
4.37 配置抗冲切钢筋的钢筋混凝土板的受冲切承载力如何计算?	(132)
4.38 如何确定混凝土局部受压时的计算底面积?	(134)
4.39 局部受压时为什么要求 $F_l \leq 1.5\beta f_c A_n$?	(134)
4.40 何谓疲劳破坏和材料的疲劳强度?	(135)
4.41 《规范》对斜截面疲劳验算方法作了什么改进?	(136)
5 正常使用极限状态验算	(137)
5.1 钢筋混凝土结构构件开裂的主要原因是什么?《规范》从设计上对付使用阶段的裂缝采取了哪些相应的措施?	(137)
5.2 排架柱柱长较短时(如《规范》规定小于 $8m$ 时),为什么伸缝的最大间距要适当减小?	(140)
5.3 钢筋混凝土结构构件受拉区的裂缝为什么会存在基本出齐的阶段?它对使用阶段裂缝宽度的计算有何实际意义?	(141)
5.4 《规范》在确定钢筋混凝土构件使用阶段正截面平均裂缝宽度时采用了哪些假定?	(141)
5.5 裂缝间钢筋应变不均匀系数 ψ 的物理意义是什么?《规范》是如何确定这个系数的?	(143)
5.6 在最大裂缝宽度的计算公式中,构件受力特征系数是如何确定的?	(144)
5.7 计算最大裂缝宽度时,为什么当有效受拉区配筋率 $\rho_{te} < 0.01$	

要取 $\rho_{te}=0.01$?	(146)
5.8 《规范》对受弯构件不需作裂缝宽度验算的最大钢筋直径图是怎样绘制和如何应用的?	(147)
5.9 满足裂缝宽度要求的纵向受拉钢筋截面面积应如何直接计算?	(150)
5.10 在钢筋混凝土受弯构件的挠度计算中采用了哪些基本假定?	(159)
5.11 钢筋混凝土梁与弹性材料梁在变形性能方面有何不同?	(160)
5.12 《规范》对受弯构件不需作挠度计算的最大跨高比 l_0/h_0 图是怎样绘制和如何应用的?	(161)
6 预应力混凝土结构	(165)
6.1 预应力在结构设计理论上的创新点是什么?	(165)
6.2 对混凝土结构构件施加预应力的方法有几种?	(166)
6.3 在计算混凝土的预应力时,为什么先张法构件采用换算截面几何特征值?而后张法构件采用净截面几何特征值?	(167)
6.4 在预应力混凝土构件的抗裂计算中,为什么《规范》要考虑非预应力钢筋的影响?	(170)
6.5 张拉控制应力的允许值 $[\sigma_{con}]$,为什么先张法构件比后张法构件规定得高些?	(170)
6.6 预应力钢筋与孔道之间的摩擦引起的预应力损失,其公式应如何推导?	(172)
6.7 圆弧形曲线预应力钢筋张拉端由锚具变形以及钢筋内缩引起的预应力损失应如何计算?	(174)
6.8 影响收缩、徐变预应力损失的主要因素是什么?对这种损失《规范》是如何计算的?	(175)
6.9 按《规范》的规定应如何计算预应力混凝土构件纵向受拉钢筋的最小配筋率?	(176)
6.10 确定预应力混凝土构件正截面承载力的界限受压区高度有何工程意义?为什么预应力构件的界限受压区高度恒大于非预应力构件的界限受压区高度?	(181)
7 梁板结构设计	(184)

- 7.1 何谓单向板与双向板?在现浇肋形楼盖设计中,为什么可取区格板长边与短边之比等于 2 作为划分单向板与双向板的界限?
..... (184)
- 7.2 何谓深梁?钢筋混凝土深梁与一般梁(浅梁)在受力上有哪些主要区别? (186)
- 7.3 如何进行钢筋混凝土深梁的设计? (187)
- 7.4 在钢筋混凝土连续次梁和板的内力计算(无论按弹性和考虑塑性内力重分布)中,为什么要采用折算荷载?有何实际意义? (194)
- 7.5 等跨连续单向板在均布荷载下考虑塑性内力重分布的弯矩系数 α 是如何确定的? (195)
- 7.6 等跨连续次梁在均布荷载作用下考虑塑性内力重分布的弯矩系数 α 和剪力系数 β 是如何确定的? (199)
- 7.7 当恒荷载与活荷载之比值不大于 3 时,等跨次梁第一内支座承受负弯矩的钢筋 A_s ,为什么在离开支座边 $l_0/3$ 处可全部切断,而在离开支座边 $l_0/5$ 处只能切断 A_s 的一半? (201)
- 7.8 如何绘制梁的材料图(受弯承载力图)?在材料图中《规范》对钢筋的切断和弯起有何要求? (202)
- 7.9 什么叫双重井式楼盖?这种楼盖中的交叉梁(井字梁)有哪些简化的计算方法? (205)
- 7.10 何谓无梁楼盖?其内力有哪几种常用的计算方法? (212)
- 7.11 在梁式楼梯踏步板截面配筋的近似计算中,如何将五角形截面换算成矩形截面?如何较为精确地计算这种五角形截面的配筋? (218)
- 7.12 梁式楼梯中折线形梁的内力应如何计算?按《规范》这种梁在转折处应如何配筋? (220)
- 8 单层工业厂房结构设计 (223)
- 8.1 在单层工业厂房设计中,为什么要优先考虑采用多跨厂房?
..... (223)
- 8.2 柱间支撑为什么要设在伸缩缝区段的中央或临近中央的柱间?
..... (224)
- 8.3 如何确定基础梁顶面、基础顶面、牛腿顶面以及柱顶的标高?

.....	(224)
8.4 何谓刚性排架(工程界称为硬排架)? 何谓柔性排架(工程界称为软排架)?	(226)
8.5 柔性排架(软排架)的内力应如何计算?	(226)
8.6 如何计算厂房抽柱时合并排架的内力?	(240)
8.7 怎样进行排架水平位移的验算?	(241)
8.8 如何利用杆件位移的 β 方程计算混凝土屋架的次弯矩(次应力)?	(242)
8.9 按《规范》控制牛腿截面尺寸的主要条件是什么?	(249)
8.10 轴心受压方柱柱下基础,其基底外形从抗弯和抗冲切出发,什么以方形为最佳? 如何确定轴心受压矩形柱柱下基础的合理外形?	(251)
8.11 如何确定单向偏心受压基础基底的合理外形尺寸?	(253)
8.12 如何确定双向偏心受压基础基底的合理外形尺寸?	(258)
9 多层框架结构设计	(264)
9.1 钢筋混凝土现浇框架结构有哪几种承重方案?	(264)
9.2 如何确定多层框架结构的计算简图?	(265)
9.3 如何初定钢筋混凝土框架梁柱的截面尺寸?	(267)
9.4 如何确定钢筋混凝土框架梁的截面惯性矩?	(269)
9.5 在确定框架结构的计算简图时,如何利用结构和荷载的对称性?	(270)
9.6 用反弯点法或修正反弯点法(D 值法)求得框架柱柱端弯矩后,如何求框架梁端弯矩?	(272)
9.7 如何根据框架的弯矩图绘出相应的剪力图和轴力图?	(274)
9.8 在多层框架结构设计中,可能遇到哪几种荷载效应(内力)组合?	(276)
9.9 在进行框架荷载效应(内力)组合时,应注意哪些问题? 如何挑选框架柱的最不利内力组?	(277)
9.10 按《规范》如何确定框架柱的计算长度?	(278)

第二部分 解题指导

1 承载力极限状态计算 (285)

2 正常使用极限状态验算..... (310)

3 预应力混凝土结构 (315)

4 梁板结构设计 (319)

5 单层工业厂房结构设计..... (327)

参考文献 (341)

第一部分

疑难释义

1 概 述

1.1 什么是混凝土结构？

我国国家标准《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》(GBJ83—85)规定,凡是以混凝土为主制作的结构,都称为混凝土结构。它既包括素混凝土结构,也包括钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构等。根据上述规定故将原《钢筋混凝土结构设计规范》,改名为《混凝土结构设计规范》,编号为 GBJ10—89^①。

1.2 混凝土结构采用什么样的符号体系？

混凝土结构的符号体系是由主体符号或带上、下标的主体符号构成。主体符号一般代表物理量,上、下标则代表物理量或物理量以外的术语或说明语(说明材料种类、受力状态、部位、方向、原因、性质等),用以进一步表示主体符号的涵义。

主体符号应以一个字母表示;上、下标可采用字母、缩写词、数字或其它标记表示。上标一般只有一个,下标可采用一个或多个。

^① 本书以下对《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)简称“《规范》”,对《钢筋混凝土结构设计规范》(TJ10—74)简称“原《规范》”。

当采用一个以上的下标时,可根据表示材料的种类、受力状态、部位、方向、原因、性质的次序排列。如果各下标连续书写其涵义有可能混淆时,各下标之间应加逗号分隔。

各符号的书写和印刷规则如下:

一、主体符号

主体符号采用下列三种字母,一律用斜体字母书写和印刷:

斜体大写拉丁字母:如 M 、 V 、 A ;

斜体小写拉丁字母:如 b 、 h 、 d ;

斜体小写希腊字母:如 ρ 、 ξ 、 σ 。

应当注意,小写希腊字母除 σ 和 τ 外,只用于表示无量纲符号。

二、上、下标

上标采用标记或正体小写拉丁字母,下标采用正体小写拉丁字母或正体数字,如:

$$e' \quad \sigma_{p,\min}^I \quad f_y \quad f_{cu,k} \quad \sigma_{c,\max}$$

1.3 混凝土结构采用什么样的计量单位?

混凝土结构采用以国际单位制单位为基础的中华人民共和国法定计量单位。计量单位和词头的符号应采用拉丁字母或希腊字母。除了来源于人名的计量单位符号的第一个字母采用大写字母外,其余的均应采用小写字母(升的符号例外)。计量单位和词头符号的书写和印刷必须采用正体字母。如:

力的单位: N (牛顿) kN (千牛顿)

应力的单位: N/mm^2 或 MPa (兆帕斯卡)

长度的单位: mm (毫米) m (米)

在进行新旧计量单位换算时,应该记住的一个基本换算关系是:

$$1\text{kgf}=9.80665\text{N}$$

即是 1 公斤的力等于 9.80665 牛顿。工程上有时为计算上的方便起见,近似地取:

$$1\text{kgf}=10\text{N}$$

2 材 料

2.1 混凝土在构造上有什么特点？

普通混凝土是由水泥、砂、石和水所组成。在混凝土中，砂、石起骨架作用，称为骨料；水泥与水形成水泥浆，包裹在骨料表面并填充其空隙。在硬化前，水泥浆起润滑作用，赋予拌和物一定的和易性，便于施工。水泥浆硬化后，则将骨料胶结成一个坚实的整体。

混凝土在构造上有下面几个主要特点：

一、水泥水化所需要的水，远小于混凝土施工时和易性所要求的水。因此，掺合在混凝土中的水在混凝土硬化后，一部分和水泥水化，一部分残留在混凝土内，一部分挥发于空气中使混凝土形成许多微细的空隙。所以，混凝土是一种多空隙、不均匀的物体。

二、水泥水化的过程可能要延续几个月、几年或几十年，因此，混凝土的硬结过程也很长，混凝土的许多物理和力学性能需要延续一段较长的时间才能趋于稳定。

三、混凝土在空气中结硬时，水泥石产生收缩。当水泥石收缩较大时，在骨料与水泥石的粘结面以及水泥石内部有可能产生许多细微的裂缝。

2.2 为什么采用混凝土立方体抗压强度作为划分混凝土等级的主要标准？

混凝土的物理力学性能与其组成材料、施工方法等许多因素有关，同时还受到试件尺寸、加荷方法、加荷速度等方面的影响。为了设计、施工和质量检验的方便，必须对混凝土的强度规定统一的