



主 编 王祖华
副主编 陈眼云

建筑工程系列书

混凝土与砌体结构

(下册)

华南理工大学出版社

高等学校试用教材

混凝土与砌体结构

(下 册)

主 编 王祖华 副主编 陈眼云



华南理工大学出版社

内 容 提 要

本书是在1987年《钢筋混凝土与砖石结构》的基础上,按照近期正式颁布的《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)、《砌体结构设计规范》(GBJ 3—88)等编写的。同时,根据高等工业院校“工业与民用建筑专业”本科《混凝土结构》和《砌体结构》课程大纲以及课程设计和毕业设计的需要作了相应的扩充。

全书分上、下两册。本书为下册,内容包括:受压构件、受拉构件、预应力混凝土构件、单层厂房结构和多高层混凝土房层结构。

本书编写注重理论联系实际,力求深入浅出。每章节都有详细的例题,并附有关资料与思考题、习题,便于教学和自学使用。

本书可作工业与民用建筑专业本科或专科选用教材,也可供有关的工程设计、施工和科研人员参阅。

【粤】新登字 12 号

高等学校试用教材

混凝土与砌体结构 (下册)

主编 王祖华 副主编 陈眼云

责任编辑 李彩英 谢艳桂

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编 510641)

广东省新华书店经销

广州利达印刷厂印装

*

开本:787×1092 1/6 印张:32 插页:2 字数:740千

1993年8月第1版 1996年2月第4次印刷

印数:13001—22900

ISBN 7-5623-0478-5

TU·21 定价:28.50元

前 言

本书根据近期正式颁布的《混凝土结构设计规范》(GBJ 10—89)、《砌体结构设计规范》(GBJ 3—88)等建筑法规,对华南理工大学建筑结构教研组编写的《钢筋混凝土与砖石结构》(1987年版,大专教材,上、下册分别由陈眼云、李烈轩主编)作了修订。同时,根据高等工业院校“工业与民用建筑专业”本科《混凝土结构》和《砌体结构》课程大纲以及课程设计和毕业设计的需要作了相应的扩充。此外,还增添了结构抗震的内容。

全书分上下两册。上册内容包括绪论、混凝土结构材料的力学性能、混凝土结构设计基本原则、荷载与地震作用、受弯构件正截面承载力、受弯构件斜截面承载力、扭曲截面承载力、混凝土受弯构件裂缝宽度与挠度、混凝土平面楼盖、砌体结构。下册内容包括受压构件、受拉构件、预应力混凝土构件、单层厂房结构和多高层混凝土房屋结构。

本书由华南理工大学建筑工程系组织任课教师集体编写,参加编写工作的是:王祖华(绪论、第二、四、十、十四章)、张学文(第一、三、五章)、傅其信(第六章)、李烈轩(第七、十三章)、陈眼云(第八、十一章和第十章第八节)、蔡健(第九章)和陈晖(第十二章)。由王祖华主编,陈眼云任副主编。

本书可作工业与民用建筑专业本科教材,专科教学也可选用,并可供有关的工程设计、施工和科研人员参阅。

专科使用本书时,建议删去带有**的部分,对带有*的部分只讲基本概念和主要结论(参见正文标注)。

本书编写开始于1990年4月,曾由华南理工大学建筑工程系印成讲义,迄今已在校内本科和大专生中同时使用了两届,这次出版时又作了局部修改。

本书在编写过程中得到了华南理工大学建筑工程系领导和教务处领导的大力支持,使用过本教材的教师提出过不少宝贵的意见,书中引用了附列的参考文献的有关材料,特此一并致谢。

由于我们水平有限,错误之处,欢迎批评、指正。

编 者

1992年1月

此次重印,根据国家标准《混凝土结构设计规范》(GBJ10—89)1993年局部修订本及《建筑抗震设计规范》(GBJ11—89)1993年局部修订本,对本书有关内容作了局部修订。

编 者

1994年10月

出版说明

建筑工程系列书是本社为适应多层次、多种形式办学需要,针对高等学校工科建筑工程专业教学要求而编辑出版的试用教材和主要教学参考书。这些书均结合考虑大专要求和成人教育的特点,由具有较高学术水平和丰富教学经验的教授编写或审稿。其特点是,内容上注意理论联系实际,释疑解难,深入浅出,并附有思考题或实验实习指导,便于自学;特别适用于成人高等教育的各种形式(大专班、函授、刊授、电大、夜大、业余大等)的教学需要,部分书注明与本科通用。

建筑工程系列书的种类和出版的时间是:

- 一、《建筑工程测量》(本科,专科选用,1985年出版,1995年11月第8次印刷)
- 二、《建筑结构选型》(1985年出版,1996年8月第2版第6次印刷)
- 三、《建筑材料学》(本科,专科选用,1986年出版,1995年4月第2版第7次印刷)
- 四、《理论力学》(1986年出版,1995年3月第3次印刷)
- 五、《材料力学》(1986年出版,1994年10月第5次印刷)
- 六、《结构力学》(1987年出版,1995年5月第2版第6次印刷)
- 七、《材料力学解题指导》(本科,专科选用,1986年出版)
- 八、《混凝土与砌体结构》(本科,专科选用,上册1992年12月出版,1996年2月第4次印刷,下册1993年9月出版,1996年2月第4次印刷)
- 九、《机械零件与建筑机械》(本科,专科选用,1988年出版,1994年12月第2版第4次印刷)
- 十、《建筑工程经济与管理》(原名《建筑经济与企业管理》,本科,专科选用,1988年出版,1996年5月第3版第7次印刷)
- 十一、《钢结构》(本科,专科选用,1988年出版,1996年2月第3次印刷)
- 十二、《城市规划》(1986年出版)
- 十三、《建筑物避雷与接地》(1988年出版)
- 十四、《钢筋混凝土与砖石特种结构》(本科,专科选用,1990年2月出版,1995年12月第2版第4次印刷)
- 十五、《高层建筑结构分析与设计》(本科,专科选用,1992年10月出版,1993年8月第2次印刷)
- 十六、《高层建筑框架-剪力墙结构设计实例》(本科,专科选用,1995年3月出版,1995年6月第2次印刷)
- 十七、《建筑材料—高等教育工科自学考试指导书》(1993年9月出版)

这套系列试用教材出版后已多次重印,反映良好,我们恳切地希望广大读者和师生继续提出宝贵意见。

华南理工大学出版社
1996年2月

目 录

第十章 受压构件	1
第一节 受压构件的分类和构造	1
第二节 轴心受压构件正截面承载力计算	4
第三节 偏心受压构件正截面受力性能及有关计算规定	14
第四节 非对称配筋矩形截面偏心受压构件正截面承载力计算	23
第五节 矩形截面对称配筋偏心受压构件正截面承载力计算	47
第六节 工字形截面偏心受压构件正截面承载力计算	54
●●第七节 矩形截面双向偏心受压构件正截面承载力计算	58
第八节 偏心受压构件斜截面抗剪承载力计算	66
●●第九节 大偏心受压构件的裂缝宽度验算	67
●●第十节 框架柱的抗震承载力	70
思考题与习题	71
第十一章 受拉构件	74
第一节 轴心受拉构件承载能力计算	74
第二节 偏心受拉构件正截面承载力计算	74
第三节 偏心受拉构件的斜截面抗剪承载力计算	78
思考题与习题	78
第十二章 预应力混凝土构件的计算	79
第一节 预应力混凝土的基本概念	79
第二节 预应力混凝土结构计算基本原则	87
第三节 预应力混凝土轴心受拉构件的计算	97
●第四节 预应力混凝土受弯构件的计算	116
●第五节 预应力混凝土的构造要求	142
思考题与习题	146
第十三章 单层厂房结构	149
第一节 概述	149
第二节 单层厂房结构的组成	150
第三节 单层厂房的结构布置	153
第四节 单层厂房排架计算	161
第五节 单层厂房柱	211

第六节 柱下单独基础·····	230
第七节 单层厂房屋盖结构·····	243
第八节 吊车梁·····	259
思考题与习题·····	275
第十四章 多层及高层钢筋混凝土建筑结构·····	276
第一节 多高层钢筋混凝土建筑结构体系与布置·····	276
第二节 多高层建筑的荷载与地震作用·····	286
第三节 多高层建筑设计要求与计算原则·····	300
第四节 框架结构体系与布置·····	305
第五节 框架结构内力与位移计算·····	314
第六节 框架结构截面设计与构造要求·····	340
●第七节 剪力墙结构的内力及位移计算·····	375
●第八节 剪力墙结构截面设计与构造要求·····	410
●●第九节 框架-剪力墙结构协同工作计算·····	439
●●第十节 框架-剪力墙结构截面设计与构造·····	458
●●附录 14-1 结构自振周期和振型的近似计算·····	469
附录 14-2 九层综合楼框架结构设计·····	487
思考题·····	504
参考文献·····	506

第十章 受压构件

第一节 受压构件的分类和构造

一、受压构件的分类

在工业与民用房屋建筑中经常遇到的受压构件是柱子，也有一些其他形式的受压构件，如屋架中的上弦和受压腹杆等。

当纵向力 N 作用在构件截面重心上时，称为轴心受压构件（图10-1a）。当纵向力 N 偏离构件截面重心作用时，称为偏心受压构件（图10-1b中 e_0 为偏心距）。此外，截面上同时作用轴心压力 N 和弯矩 M （图10-2）的这种压弯构件也属于偏心受压构件。因

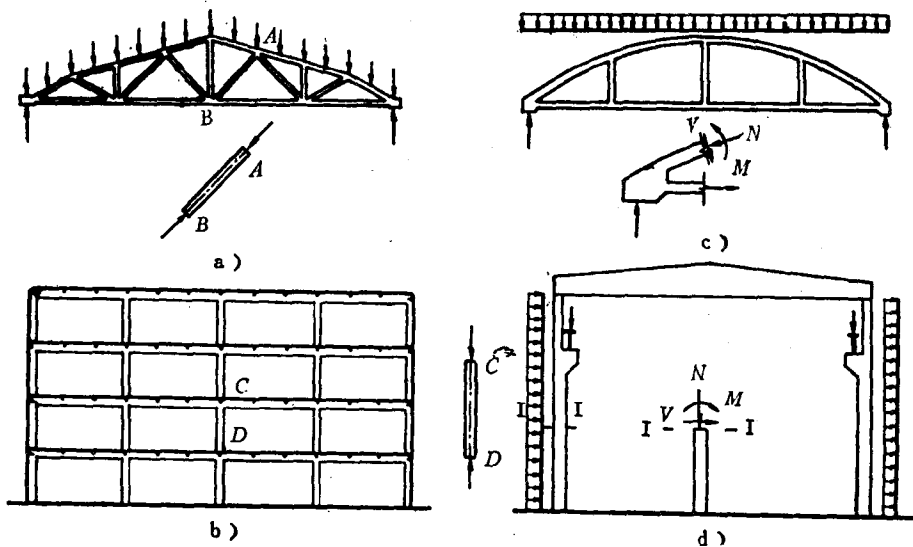
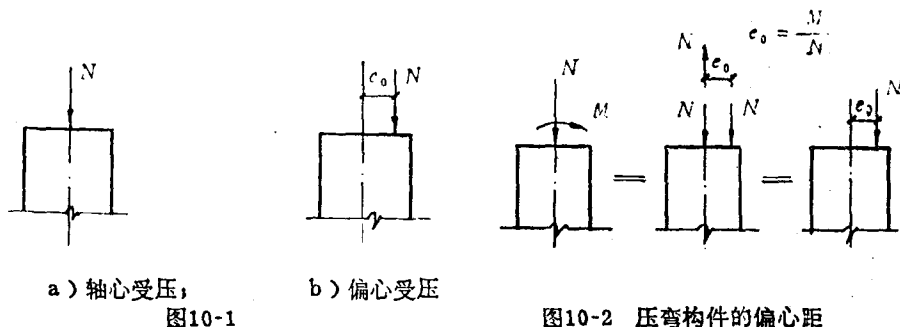


图10-3

a) 屋架的受压腹杆 AB , b) 等跨柱网房屋的内柱 CD , c) 拱肋, d) 单层厂房柱

为在这种情况下，它与偏心距为 $e_0 = \frac{M}{N}$ 的纵向偏心力 N 的作用是等效的。

在实际工程中，即使把纵向压力设计成沿着构件的纵轴线作用，这种构件由于制作安装的误差，以及混凝土本身的非匀质性、钢筋可能不对称等因素，总是或多或少地具有初始偏心距。因此，在钢筋混凝土受压构件中理想的轴心受压构件是不存在的。但是，偶尔有一些构件，属于上述因素引起的偏心很小，计算中可以忽略，于是将其看成是轴心受压构件。例如图10-3a、b所示，屋架的受压腹杆 AB 、活载不大的等跨柱网房屋的内柱 CD 可以当作轴心受压构件计算。

然而，纵向外力 N 作用线偏离了轴线，或同时作用有轴力和弯矩，这种情况是经常遇到的，例如单层厂房柱在屋盖自重、吊车垂直轮压和风荷载作用下，柱子截面上既有轴心压力 N 作用又有弯矩 M 作用，即属偏心受压构件。此外，如框架柱、拱和烟囱筒壁等在设计时都作偏心受压构件计算。应当注意，一般偏心受压构件截面上还伴有剪力 V 的作用，所以对于这类构件除了计算承受偏心压力作用的正截面承载力以外，还应计算承受剪力的斜截面承载力。

二、受压构件的构造

受压构件最常见的配筋形式，是配有纵向受力钢筋及一般横向箍筋，见图10-4。纵筋能帮助混凝土承受压力，以减少构件的截面尺寸；防止构件突然脆裂破坏及增强构件的延性；以及减少混凝土的徐变变形。箍筋能与纵筋形成骨架，防止纵筋受力外凸；当采用密排箍筋时，还能约束核心内混凝土，提高其极限变形值。此外，箍筋和混凝土还共同承担水平剪力。

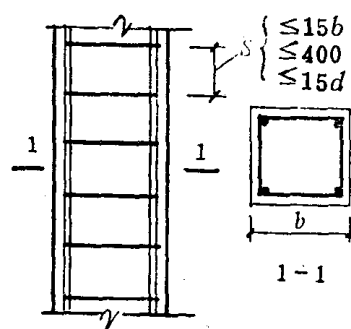


图10-4 柱的钢筋骨架

（一）材料

混凝土的强度等级对受压构件的承载力影响很大，特别是对于轴心受压构件。为了充分利用混凝土的强度，减少构件截面尺寸，节约钢材，钢筋混凝土轴心受压构件的混凝土强度等级一般不低于C20，对于多高层房屋的下层柱和屋架宜采用强度等级C30～C40。钢筋可以根据构件内力的大小采用Ⅰ级或Ⅱ级钢筋。不宜采用Ⅲ级以上的高强度钢筋作为受压钢筋，这是由于它与混凝土共同受压时，不能充分发挥其高强度作用（参阅本章第二节）。

（二）截面形式及尺寸

为了便于制作模板，轴心受压构件的截面一般采用方形，只是在有特殊要求时，才采用圆形或其他形状。对于偏心受压构件，一般采用矩形，但为了节约混凝土和减轻柱自重，特别是在装配式柱中，较大的柱常常采用工字形截面，拱结构的肋常做成T形截面。目前有离心法制造的柱、桩、电杆以及烟囱等也常用环形截面。

对于方形和矩形柱的截面尺寸不宜小于250 mm×250 mm。柱子过于细长时，其承

载力受稳定控制,材料不能充分发挥作用,因此柱子截面尺寸不宜选得太小,一般对方形、矩形截面 $l_0/b \leq 30$;对圆形截面 $l_0/d \leq 25$ 。此处 l_0 为柱的计算长度,可按本章第二节取用; b 为矩形截面短边尺寸; d 为圆柱直径。对于工字形截面,翼缘厚度不宜小于100 mm,因为翼缘太薄,会使构件过早出现裂缝,同时在靠近柱脚处的混凝土容易在车间生产过程中碰坏,影响柱的承载力和使用年限,腹板厚度不应小于80 mm,否则浇筑混凝土困难。对于地震区的工字形截面柱的腹板宜适当加厚。

偏心受压构件,当截面尺寸不太大时,通常采用矩形截面,其短边 b 和长边 h 的比值一般为 $b/h = 1/1.5 \sim 1/3.0$,长边沿着弯矩作用方向。当截面尺寸较大时,为减轻混凝土自重,一般采用工字形截面形式或其他截面形式。

此外,柱截面尺寸还应符合模数化的要求。柱截面边长在800 mm以下者,宜取为50 mm的倍数;在800 mm以上者,可取为100 mm的倍数。

(三) 纵向钢筋

轴心受压构件中沿构件截面四周均匀配置纵向钢筋。其数量用配筋率 ρ' 表示:

$$\rho' = \frac{A'_s}{bh} \quad (10-1)$$

A'_s 为轴心受压构件全部受压钢筋面积, $b \times h$ 为矩形截面全部面积。

规范规定轴心受压构件全部受压钢筋的最小配筋率 $\rho'_{\min}$ 为0.4%(见上册附表4-2)。但是,纵向受力钢筋的配筋率也不宜过大,因为过大时,不仅施工困难,不经济,而且在配筋太多时,如果在短期内加载速度较快,混凝土的塑性变形将来不及充分发展,则有可能引起混凝土过早的受压破坏。另一方面,在荷载长期作用下,徐变使混凝土的应力降低较多,如在荷载持续过程中由于某种原因突然卸载,由于混凝土徐变大部分不可能恢复,钢筋的回弹可能使混凝土出现拉应力甚至开裂。基于这些原因,规范规定柱中全部纵向钢筋配筋率不宜超过5%。常用配筋率为 $\rho' = 0.5\% \sim 2\%$ 。

偏心受压构件的受力钢筋设置在垂直弯矩作用平面的两边。其受压钢筋的最小配筋率为 $\rho'_{\min} = 0.2\%$,受拉钢筋的最小配筋率 $\rho_{\min}$ 与受弯构件相同(表4-2)。在一般情况下,对于轴向力偏心率(偏心距 e_0 与截面有效高度 h_0 的比值)较大的柱(大偏心受压时),其配筋率建议采用0.5%~1%(小偏心受压时采用0.25%~0.5%)。不论哪一种情况,其总配筋率不应超过5%。

纵向钢筋的直径 d 不宜小于12 mm,通常在12~32 mm内选用。一般宜采用较粗的钢筋,以便施工时形成刚劲骨架,受荷时避免压屈。

在偏心受压柱中,垂直于弯矩作用平面的受力钢筋应沿边长均匀设置,以及轴心受压柱中各边的受力钢筋沿四周均匀设置,其间距不应大于350 mm其根数不得少于每角一根,即4根,并应取双数。

柱内纵向钢筋的净距不应小于50 mm;对水平浇筑的预制柱,其纵向钢筋的最小净距按梁的有关规定取用。

当偏心受压柱的截面高度 $h \geq 600$ mm时,在侧面应设置直径为10~16 mm的纵向构造钢筋,其间距不应超过500 mm。

(四) 柱中箍筋

受压构件中, 箍筋沿构件纵向等距离放置, 并与纵向钢筋构成空间骨架, 如图10-4所示。箍筋除了在施工时固定纵向钢筋的位置以外, 还给纵向钢筋提供了侧向支点, 防止受压时钢筋被压屈, 从而提高混凝土的承载能力, 此外, 箍筋在柱中也起作抵抗水平剪力的作用。

规范规定:

1. 在柱中及其他受压构件中的箍筋应为封闭式。
2. 柱内箍筋的直径和间距应符合表10-1的要求。

表10-1 柱内箍筋的直径和间距

项次	箍 筋 直 径		箍 筋 间 距	
1	热轧钢筋	不应小于 $d/4$ 及 6mm	绑扎骨架中	不应大于 $15d$ 、 b 及 400mm
2	冷拔低碳钢丝	不应小于 $d/5$ 及 5mm	焊接骨架中	不应大于 $20d$ 、 b 及 400mm
3	全部纵向受力钢筋配筋率大于3%	不宜小于 8mm , 并焊接为封闭环式	全部纵向受力钢筋配筋率大于3%	不应大于 $10d$ 及 200mm

注: b 为柱截面短边尺寸。

d 为纵向受力钢筋直径 (当考虑箍筋直径时为受力钢筋最大直径, 当考虑间距时为最小直径)。

3. 当柱子各边纵向受力钢筋多于三根或柱子短边不大于 400mm 而纵向钢筋多于4根时, 应设置附加箍筋 (也称复合箍筋), 见图10-5, 以防止中间的纵向钢筋被压屈。

4. 在柱内纵向钢筋搭接长度范围内, 箍筋的间距应当加密。当搭接钢筋为受拉时, 其间距不应大于 $5d$; 当搭接钢筋为受压时, 其间距不应大于 $10d$ 。

图10-5为几种常用的箍筋形式, 对于截面形状复杂的柱, 不可采用有内折角的箍筋, 这是因为箍筋受拉, 而内折角箍筋受拉后有拉直的趋势, 将使转角处混凝土向外崩裂。

第二节 轴心受压构件正截面承载力计算

一、配有纵筋和箍筋柱正截面承载力计算

(一) 试验研究分析

从配有纵筋及箍筋的短柱的大量试验结果可以看出, 在轴心荷载作用下整个截面的应变基本上是均匀分布的 (考虑到浇筑的混凝土不均匀, 故加荷时要对准实际的轴

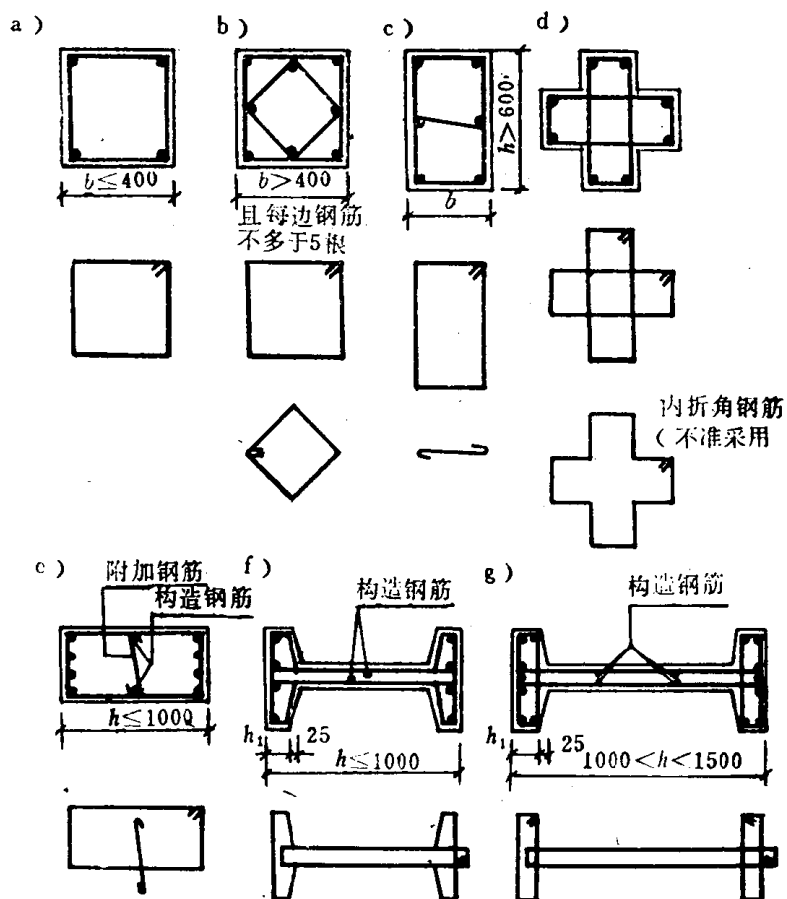


图10-5 受压构件的箍筋形式

a), b), c), d)轴心受压构件; e), f), g)偏心受压构件

心)。当外力 N 较小时压缩变形的增加与外力的增加成正比，但外力稍大后，变形增加的速度快于外力增长的速度，配置纵筋数量越少，这个现象越为明显。随着外力的继续增加，柱中开始出现微细裂缝，在临近破坏荷载时，柱四周出现明显的纵向裂缝，箍筋间的纵筋发生压屈向外凸出，混凝土被压碎而整个柱破坏，见图10-6a。

试验表明，在整个加载过程中，由于钢筋和混凝土之间存在着粘结力，两者压应变相等。通过量测纵筋的应变值可以换算出纵筋的应力值。另外，通过内外力平衡，可算出相应的混凝土应力值，即：

$$\sigma_s = E_s \varepsilon_s \quad (10-2)$$

$$\sigma_c = \frac{N - \sigma_s A_s}{A_c} \quad (10-3)$$

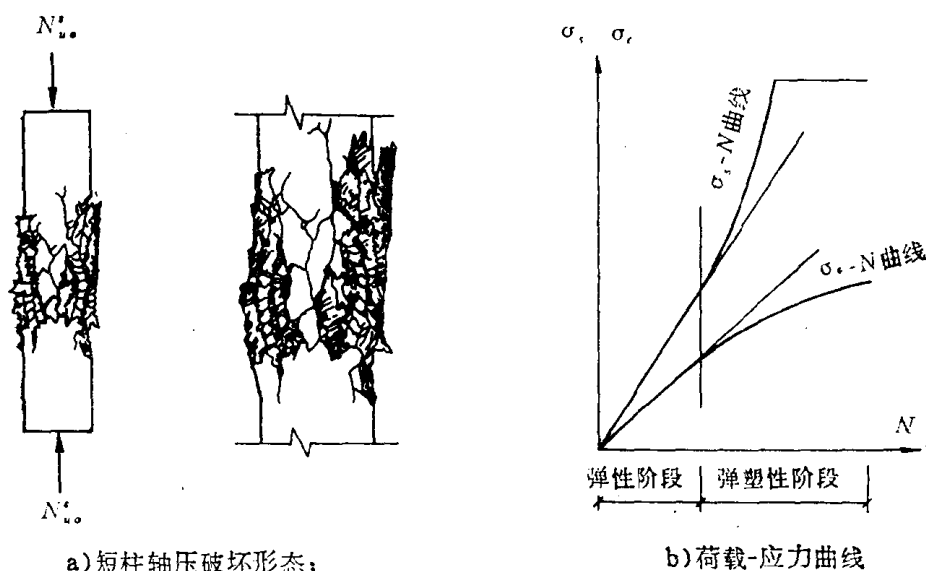


图10-6

式中 σ_s, σ_c ——分别为纵筋和混凝土的应力；

A_s, A_c ——分别为纵筋截面积和混凝土截面积；

ϵ_s ——纵筋中量测到的应变；

E_s ——纵筋弹性模量；

N ——在柱端部施加的轴心荷载。

得到的 N 与 σ_c, σ_s 的关系可用图10-6b来表示。

从图10-6b的关系曲线可以看出，在荷载很小时（弹性阶段） N 与 σ_c, σ_s 的关系基本上是线性的。混凝土和钢筋一样，处在弹性阶段，基本上没有塑性变形。此时，钢筋应力 σ_s 与混凝土应力 σ_c 成正比。

随着荷载的增加，混凝土的塑性变形有所发展。进入塑性阶段，这时在相同的荷载增量下，钢筋的压应力比混凝土的压应力增加得快一些。钢筋和混凝土的关系一般可用下式表示：

$$\sigma_s = \frac{E_s}{\nu E_c} \sigma_c = \frac{\alpha_E}{\nu} \sigma_c \quad (10-4)$$

式中 ν ——混凝土受压过程中，考虑混凝土变形模量数值降低的系数，称为弹性系数；

α_E ——弹性模量比， $\alpha_E = E_s / E_c$ 。

若构件在加载后，荷载维持不变，由于混凝土徐变的作用使混凝土和钢筋的应力还会发生变化，见图10-7。由此图可以看出，随着持续荷载时间的增加，混凝土的压应力逐渐变小，钢筋的压应力逐渐变大，在开始变化较快，经过一定时间（约150天）后逐步趋于稳定，混凝土应力变化幅度较小，而钢筋应力变化幅度较大。

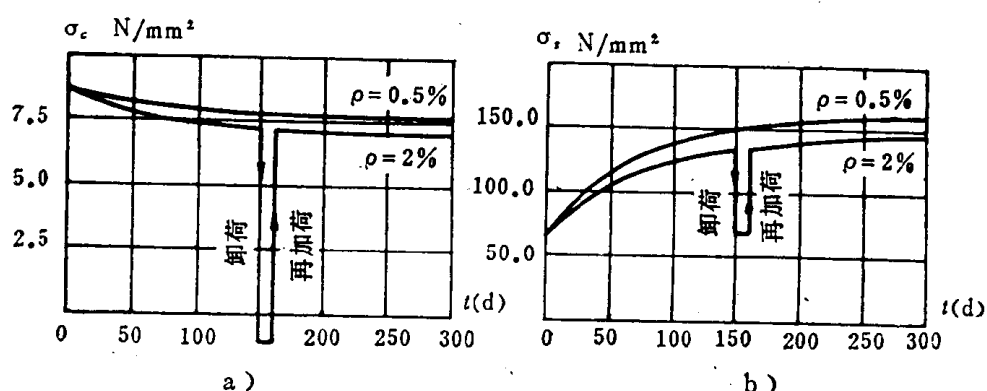


图10-7 长期荷载作用下柱截面中混凝土和钢筋的应力分布

若在荷载持续过程中突然卸载, 构件回弹, 由于混凝土徐变变形的大部分不可恢复, 在荷载为零的条件下, 使钢筋受压, 混凝土受拉, 自相平衡。如果纵筋配筋率过大, 还可能使混凝土的拉应力达到抗拉强度后而拉裂。如重复加载到原有数值, 则钢筋、混凝土的应力仍按原曲线变化。

试验还表明, 素混凝土棱柱体构件达到最大应力值时的压应变值一般在 $0.0015 \sim 0.002$ 左右, 而钢筋混凝土短柱达到强度峰值时的压应变一般在 $0.0025 \sim 0.0035$ 之间。其主要原因可以认为是柱中配置了纵筋, 它起到了调整混凝土应力的作用, 能比较好地发挥混凝土的塑性性能, 使构件达到强度峰值时的应变值得到增加, 改善了受压破坏的脆性性质。

在破坏时, 一般是纵筋先达到屈服强度, 此时可继续增加一些荷载, 最后混凝土达到最大应力值, 构件破坏。当采用屈服强度高的纵筋时, 也可能混凝土达到最大应力值时, 钢筋没有达到屈服强度, 在继续一段变形以后, 构件破坏。

在工程计算时, 以构件的应变 $\epsilon_{c0} = 0.002$ 为控制条件, 认为此时混凝土达到轴心抗压强度 f_c , 相应的纵筋应力 $\sigma_s = E_s \epsilon_{c0} \approx 2.0 \times 10^5 \times 0.002 = 400 \text{ N/mm}^2$; 对于 I、II、III 级钢筋已经达到屈服强度, 对于 IV 级和热处理钢筋, 在计算时 f_s 值只能取等于 400 N/mm^2 。

以上是短柱的破坏情况及受力分析。对于长细比较大的长柱, 试验表明, 由于各种偶然因素造成的初始偏心距的影响是不可忽略的。加载后由于初始偏心距将产生附加弯矩, 而这个附加弯矩产生的水平挠度又加大了原来的初始偏心距, 这样相互影响的结果使长柱最终在弯矩及轴力共同作用下发生破坏。对于长细比很大的长柱, 还有可能发生“失稳破坏”的现象, 见图10-8。

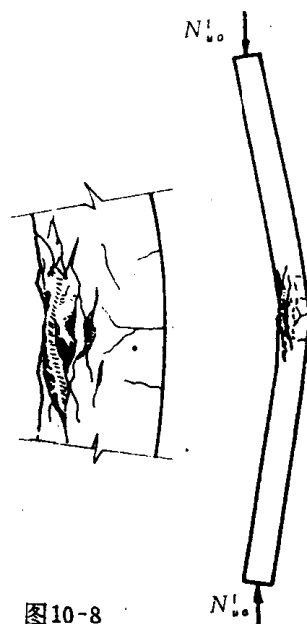


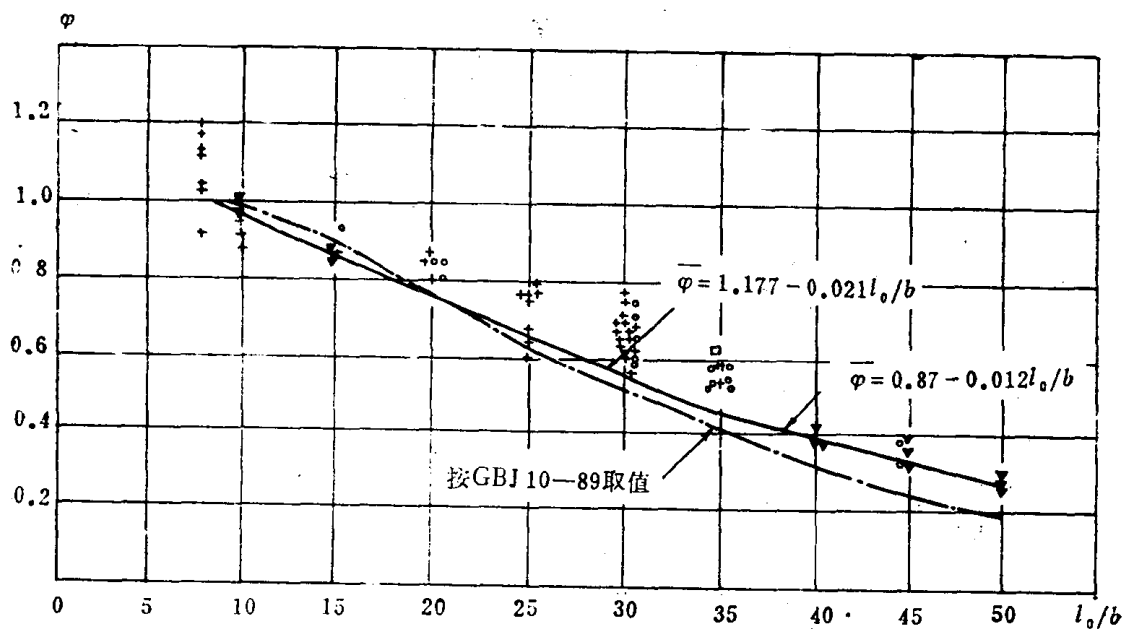
图10-8

试验表明,长柱的破坏荷载 N_{u}^{I} 低于其他条件相同的短柱破坏荷载 N_{u}^{II} 。规范中采用稳定系数 φ 来表示长柱承载能力降低的程度,即

$$\varphi = \frac{N_{\text{u}}^{\text{I}}}{N_{\text{u}}^{\text{II}}} \quad (10-5)$$

根据中国建筑科学研究院试验资料及一些国外的试验数据,得出稳定系数 φ 值和构件的长细比有关。所谓长细比,对矩形截面为 l_0/b (l_0 为柱的计算长度, b 为截面的矩边)。

在图10-9中可以看出, l_0/b 越大, φ 值越小。 $l_0/b < 8$ 时,柱的承载能力没有降低, φ 值可取等于1。对于具有相等 l_0/b 值的柱,由于混凝土强度等级、钢材级别以及配筋率



□、+、▼——分别代表我国1958、1965、1972年试据数据; ○——国外数据

图10-9

的不同, φ 值也略有不同,由数理统计得下列经验公式:

$$\text{当 } \frac{l_0}{b} = 8 \sim 34 \text{ 时: } \quad \overline{\varphi} = 1.177 - 0.021 \frac{l_0}{b} \quad (10-6)$$

$$\text{当 } \frac{l_0}{b} = 35 \sim 50 \text{ 时: } \quad \overline{\varphi} = 0.87 - 0.012 \frac{l_0}{b} \quad (10-7)$$

规范中,对于长细比 l_0/b 较大的构件,考虑到荷载初始偏心和长期荷载作用对构件承载力的不利影响较大, φ 的取值比经验公式所得 $\overline{\varphi}$ 值还要降低一些,以保证安全。对于长细比 l_0/b 小于20的构件,考虑到过去使用经验, φ 的取值略微提高些,以便节约用钢量。规范中对 φ 值制定了计算用表,见表10-2。

(二) 正截面承载力计算

根据以上分析,可以提出轴心受压构件正截面承载力计算简图如图10-10所示。由此图并考虑了稳定系数 φ 以后,可以列出正截面承载力计算公式为

表10-2 钢筋混凝土轴心受压构件的稳定系数 φ

l_0/b	l_0/d	l_0/r	φ	l_0/b	l_0/d	l_0/r	φ
≤ 8	≤ 7	≤ 28	1.0	30	26	104	0.52
10	8.5	35	0.98	32	28	111	0.48
12	10.5	42	0.95	34	29.5	118	0.44
14	12	48	0.92	36	31	125	0.40
16	14	55	0.87	38	33	132	0.36
18	15.5	62	0.81	40	34.5	139	0.32
20	17	69	0.75	42	36.5	146	0.29
22	19	76	0.70	44	38	153	0.26
24	21	83	0.65	46	40	160	0.23
26	22.5	90	0.60	48	41.5	167	0.21
28	24	97	0.56	50	43	174	0.19

注：表中 l_0 ——构件计算长度； b ——矩形截面的短边尺寸； d ——圆形截面的直径； r ——截面最小回转半径。

$$N_u = \varphi(f_c A + f_y' A_s') \quad (10-8)$$

设计要求满足下式

$$\gamma_0 N \leq N_u \quad (10-9)$$

式中 N ——轴向力设计值；

φ ——轴心受压构件的稳定系数，按表10-2查取；

f_c ——混凝土的轴心抗压强度设计值；

A ——构件截面面积，当 $\rho' \geq 3\%$ 时 A 应改为 $A_n = A - A_s'$ ；

f_y' ——钢筋的抗压强度设计值；

A_s' ——纵向受压钢筋的总截面面积。

根据规范，对梁与柱为刚接的钢筋混凝土框架柱，其计算长度 l_0 按下列规定取用：

1. 一般多层房屋的钢筋混凝土框架柱

现浇楼盖

底层柱 $l_0 = 1.0h$ ，

其余各层柱 $l_0 = 1.25H$ 。

装配式楼盖

底层柱 $l_0 = 1.25H$ ，

其余各层柱 $l_0 = 1.5H$ 。

2. 可按无侧移考虑的钢筋混凝土框架结构，如具有非轻质隔墙的多层房屋，当为三跨及三跨以上或为两跨且房屋的总宽度不小于房屋总高度的三分之一时，其各层框架

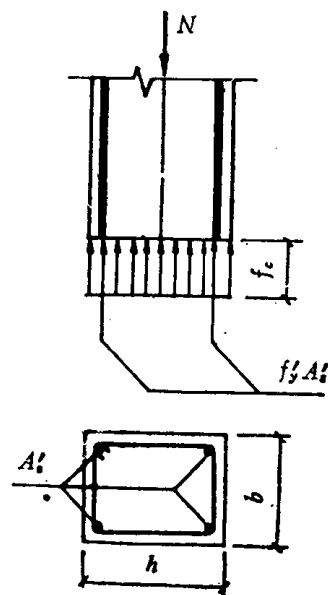


图10-10

柱的计算长度

现浇楼盖 $l_0 = 0.7H$;

装配式楼盖 $l_0 = 1.0H$ 。

3. 不设楼板或楼板上开孔较大的多层钢筋混凝土框架柱以及无抗侧向力刚性墙体的单跨钢筋混凝土框架柱的计算长度, 应根据可靠设计经验或按计算确定。

对于底层柱, H 取为基础顶面到一层楼盖顶面之间的距离; 对其余各层柱, H 取为上、下两层楼盖顶面之间的距离。

【例10-1】某三跨具有非轻质隔墙的多层现浇框架结构, 结构安全等级为二级, 第二层内柱承受轴向力设计值 $N = 1780 \text{ kN}$, 截面尺寸为 $350 \text{ mm} \times 350 \text{ mm}$, 楼层高 $H = 5.4 \text{ m}$, 混凝土强度等级 C25, 采用 I 级钢筋, 要求配置纵筋和箍筋。

解: 计算 l_0 : $l_0 = 0.7H = 0.70 \times 5.4 = 3.78 \text{ m}$

求 φ : $l_0/b = 3.78/0.35 = 10.8$, 查表10-2得稳定系数 $\varphi = 0.968$

求 A'_s : 假定 $\rho' < 3\%$, $\gamma_0 = 1$, 则由 (10-9) 式得

$$A'_s = \frac{\frac{\gamma_0 N}{\varphi} - f_c A}{f'_y} = \frac{\frac{1 \times 1780 \times 10^3}{0.968} - 12.5 \times 350 \times 350}{210} = 1465 \text{ mm}^2$$

选用 $4\Phi 22$, $A'_s = 1520 \text{ mm}^2$ 。

验算配筋率: $\rho' = \frac{1520}{350 \times 350} = 1.2\%$, 大于轴心受压构件受压钢筋的最低配筋率 0.4% , 也小于

5% , 与假定相符。

由于柱每边纵筋为2根, 不大于3根, 仅采用单个箍, 不用附加箍, 箍筋选用 $\Phi 6@300$ (图10-11), 能满足下列要求: (1) 箍筋直径不小于 $d/4 = 22/4 = 5.5 \text{ mm}$; 柱中纵筋配筋率 $\rho' = 1.2 < 3\%$, 直径不应小于 6 mm ; (2) 箍筋间距在绑扎骨架中不应大于 400 mm ; 不大于短边尺寸 $b = 350 \text{ mm}$; 不大于 $15d = 15 \text{ mm} \times 22 = 330 \text{ mm}$ 。

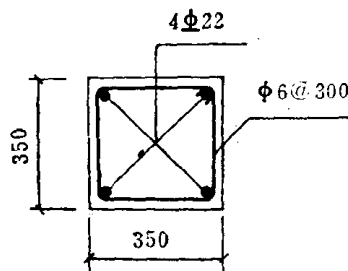


图10-11

【例10-2】某一般多层房屋钢筋混凝土框架柱由于建筑上的要求, 其现浇柱截面尺寸定为 $250 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ 。安全等级为二级。柱高 4 m , 柱内配有 $4\Phi 16$ 纵向钢筋, 混凝土强度等级为 C25, 钢筋为 II 级。现底层柱承受纵向力设计值为 698 kN , 试校核此柱截面是否安全。

解: 确定 f_c : 根据规范规定, 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受压构件时, 如截面的长边或直径小于 300 mm 时, 则表中 (见附表2-1) 混凝土的强度设计值应乘以系数 0.8 , 当构件质量 (如混凝土成型、截面和轴线尺寸等) 确有保证时, 可不受此限。本题考虑应乘以系数 0.8 , 因而

$$f_c = 0.8 \times 12.5 = 10 \text{ N/mm}^2$$

按规定, $l_0 = 1.0H = 4 \text{ m}$; $l_0/b = 4/0.25 = 16$, 查表10-2得: $\varphi = 0.87$ 。

按 (10-8) 式得

$$N_n = \varphi (f_c A + f'_y A'_s)$$