



21世纪高等院校
土木与建筑专业“十二五”规划教材

顾问：谢朝学

砌体结构

主编 刘传辉 刘丽芳



中国建材工业出版社



21 世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材

砌体结构

主 编 刘传辉 刘丽芳
副主编 张振宁 吴永河 刘建平
参 编 赵 云 董学经 赵云锋

刘传辉 刘丽芳 主编

中国建筑工业出版社

地址：北京市西城区车公庄大街6号

邮编：100044

经 销：全国新华书店

印 刷：北京康泰利印刷有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/16

印 张：12

字 数：269千字

版 次：2013年1月第1版

印 次：2013年1月第1次

定 价：30.00元

中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

砌体结构 / 刘传辉, 刘丽芳主编. — 北京: 中国
建材工业出版社, 2013.1
21 世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5160-0389-3

I. ①砌… II. ①刘… ②刘… III. ①砌体结构-高
等学校-教材 IV. ①TU36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 019124 号

内 容 提 要

本书主要根据国家标准《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)及高等学校土木工程学科专业指导委员会 2011 年 9 月颁布的《高等学校土木工程本科指导性专业规范》等相关的最新技术规范规程编写而成。本书主要包括砌体和砌体结构的基本知识, 砌体的物理力学性能, 无筋砌体构件的设计计算, 配筋砌体构件的设计计算, 混合结构房屋的静力计算方案和结构设计, 过梁、圈梁、挑梁和墙梁设计, 多层混合结构房屋的抗震设计等内容。通过对本书的学习, 可全面、系统地掌握砌体结构的设计理论、设计方法及构造规定和要求, 同时, 还可以掌握相关技术规范规程的应用。

本书可作为高等院校土木工程、工程管理以及相关建筑工程类专业全日制本、专科教学用书, 还可作为注册结构工程师、注册岩土工程师培训用书以及土木工程技术人员和管理人员继续教育的学习参考用书。

砌体结构

刘传辉 刘丽芳 主编

出版发行: 中国建材工业出版社

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 12

字 数: 269 千字

版 次: 2013 年 1 月第 1 版

印 次: 2013 年 1 月第 1 次

定 价: 30.00 元

本社网址: www.jcbs.com.cn

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。电话: (010)88386906

对本书内容有任何疑问及建议, 请与本书责编联系。邮箱: jiaocaidayi51@sina.com

序

Preface

我国城镇化战略的全面实施和城市建设的高速发展,对高等院校建设类高素质人才培养目标提出了新的要求,从而对土建类教材建设也提出了新的要求。有鉴于此,中国建材工业出版社组织启动了21世纪高等院校土木与建筑专业“十二五”规划教材的编写和出版工作。《砌体结构》正是为了适应当今时代对高层次建设类人才培养的需求而编写的。

这本教材具有以下几个特点:

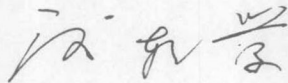
(1)编写内容有较强的实用性。砌体结构是一门理论性和应用性很强的学科,本书在内容上注重理论与实践相结合,以提高学习者的砌体结构设计能力为主线,着重培养学习者的基本素质与砌体结构设计能力。

(2)编写体系有所创新。本书参照高等学校土木工程专业指导委员会课程大纲、砌体结构设计规范和注册结构师执业资格考试大纲进行编写,力求帮助学生掌握砌体结构承载力设计方法、混合结构房屋设计方法及构造措施,达到注册结构师执业资格要求。

(3)编写作者经验丰富。本书的作者均为经过院校推荐、编委会资格审定筛选的高等院校一线骨干教师,具有丰富的教学 and 实践经验。作者将多年的教学和科研成果融入教材,吸收并反映了国内外的最新成果和先进思想,体现了讲练结合的理念。

本书图文并茂、深入浅出、条理分明,可作为高等院校土木工程等专业的教材使用,也可供建设单位、勘察设计单位、施工单位、监理单位和工程咨询单位的相关技术人员学习和参考。

我能为本书作序,感到非常荣幸,相信这本书能有助于培养素质全面、适应性强、有创新能力的土建类技术人才,从形式到内容都能成为精品,为教师、学生以及专业人士所喜爱。



湖南工学院土木工程专业教授、原建筑工程系主任

前言 Foreword

为适应我国高等教育事业的发展,培养理论和实践相结合的实用型土木工程类高级技术人才,根据高等学校土木工程专业对砌体结构课程的基本要求,本书较系统地介绍了砌体结构及其组成材料的主要性能,砌体结构承载力的计算方法,混合结构房屋的墙体设计,过梁、圈梁、挑梁等的设计及墙体的构造措施。

本书编者根据多年的教学科研和实际工作经验,采用最新的相关专业技术规范,按照《高等学校土木工程本科指导性专业规范》中对本课程的内容要求进行编写。在保证理论知识的同时,注重将砌体结构设计理论与工程实践紧密结合。每个章节都有各类例题供学生学习参考,并附有思考题和习题,以帮助学生加深对本书内容的理解,提高学生的学习兴趣和解决实际问题的能力。

本书组织了一批既有丰富教学经验,又有理论研究和设计工作经验的老师共同编写。本书由湖南工学院刘传辉、湖南科技大学刘丽芳担任主编;张振宁、吴永河、刘建平担任副主编;赵云、董学红、赵云锋担任参编。具体编写分工如下:第1章、第2章由湖南工学院刘传辉编写;第3章由广东石油化工学院吴永河与商丘工学院赵云锋编写;第4章、第5章由陇东学院张振宁编写;第6章由湖南科技工业职业技术学院董学红编写;第7章由沈阳工业大学赵云编写;湖南科技大学刘丽芳、长沙学院刘建平参与了部分章节的编写工作。刘传辉对全书进行了统稿和全面修改。

本书在编撰过程中,参考了有关著作和教材,特别是选用了一些插图,同时得到了中国建材工业出版社编辑的大力协助,在此向相关作者和编辑表示衷心的感谢!

限于编者水平,加之时间仓促,书中难免存在不妥之处,恳请有关专家学者和广大读者批评指正。

编者

目录 Contents

第1章 绪论 / 1

- 1.1 砌体材料和砌体结构 / 1
- 1.2 砌体结构的发展历史和发展方向 / 5
- 1.3 砌体结构的设计原则和设计方法 / 6
- 1.4 本课程的学习方法 / 8

第2章 砌体的物理力学性能 / 10

- 2.1 块体和砂浆的强度等级 / 10
- 2.2 砌体的受压性能 / 12
- 2.3 砌体的受拉、受弯和受剪性能 / 14
- 2.4 砌体的强度设计值 / 16
- 2.5 砌体的其他性能 / 21

第3章 无筋砌体构件的设计计算 / 24

- 3.1 全截面受压构件承载力计算 / 24
- 3.2 局部受压构件承载力计算 / 34
- 3.3 受拉、受弯和受剪构件承载力计算 / 43

第4章 配筋砌体构件的设计计算 / 48

- 4.1 配筋砖砌体构件的设计计算 / 48
- 4.2 配筋砌块砌体构件的设计计算 / 63

第5章 混合结构房屋的静力计算方案和结构设计 / 74

- 5.1 结构布置和静力计算方案 / 74
- 5.2 墙、柱高厚比验算 / 83

Contents

- 5.3 单层混合结构房屋的墙体设计 / 93
- 5.4 多层混合结构房屋的墙体设计 / 105
- 5.5 混合结构房屋地下室墙的计算 / 120
- 5.6 多层混合结构房屋刚性基础设计 / 123
- 5.7 墙体的构造要求和防止墙体开裂的措施 / 128

第6章 过梁、圈梁、挑梁和墙梁设计 / 141

- 6.1 过梁设计 / 141
- 6.2 钢筋混凝土圈梁设计 / 144
- 6.3 钢筋混凝土挑梁设计 / 145
- 6.4 墙梁设计 / 149

第7章 多层混合结构房屋的抗震设计 / 165

- 7.1 震害及抗震设计的一般规定 / 165
- 7.2 多层黏土砖房的抗震构造 / 169
- 7.3 底部框架-抗震墙房屋的抗震构造 / 173
- 7.4 多排柱内框架房屋的抗震构造 / 175
- 7.5 多层砌体房屋的抗震计算 / 176
- 7.6 设计例题 / 181

参考文献 / 186

第 1 章 绪 论

● 学习重点

砌体材料的种类和性能,砌体结构的发展历史,现行《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)的设计原则和设计方法。

● 学习目标

熟悉砌体材料具体分类;熟悉现行砌体结构设计规范各项系数取值的原则和设计方法。

1.1 砌体材料和砌体结构

采用砌筑方法,用砂浆将单个块体连接而成的整体称为砌体;由砌体组成的墙、柱等构件作为建筑物或构筑物主要受力构件的结构称为砌体结构。

1.1.1 砌体材料

砌体材料包括块体和砂浆。

1. 块体

块体的种类主要有人造砖块、混凝土砌块、天然石块。

(1)人造砖块。烧结普通砖由黏土、页岩、煤矸石或粉煤灰为主要原料,经过焙烧而成的实心或空洞率大于规定值(15%)但外形尺寸符合规定的砖。烧结普通砖的外形尺寸是:240mm(长)×115mm(宽)×53mm(高)。根据所采用的原材料不同分为烧结黏土砖、烧结页岩砖、烧结煤矸石砖、烧结粉煤灰砖等。烧结普通砖的强度等级是按照标准试验方法测得的试件抗压强度划分的,《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)将烧结普通砖的强度等级划分为 MU30、MU25、MU20、MU15、MU10 五级。

烧结多孔砖是以黏土、页岩、煤矸石或粉煤灰为主要原料,经焙烧而成,空洞率不小于 15%,孔的尺寸小而数量多,主要用于重要部位的砖,简称多孔砖。如图 1-1 所示,多孔砖分为 P 形多孔砖(240mm×115mm×90mm)和 M 形多孔砖(190mm×190mm×90mm)。多孔砖的强度等级划分与烧结普通砖相同,也分为 MU30、MU25、MU20、MU15、MU10 五级。其强度

等级是根据标准试验方法测得的。多孔砖具有自重轻、保温隔热性能好等优点,但是有砌筑麻烦、劳动强度大等缺点。

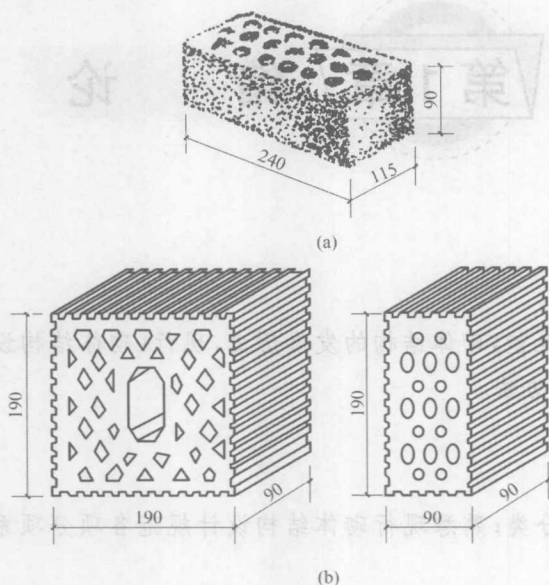


图 1-1 烧结多孔砖

(a)P形多孔砖;(b)M形多孔砖

蒸压灰砂砖是以石灰和砂为主要原料,经坯料制备、压制成型、蒸压养护而成的实心砖,简称灰砂砖。

蒸压粉煤灰砖是以粉煤灰、石灰为主要原料,掺加适量石膏和集料,经坯料制备、压制成型、高压蒸汽养护而成的实心砖,简称粉煤灰砖。

蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖的尺寸与烧结普通砖相同,强度等级分为 MU25、MU20、MU15、MU10 四级。

(2)混凝土砌块。混凝土砌块是采用普通混凝土或利用浮石、陶粒等为集料的轻集料混凝土制成的实心或空心砌块。

混凝土砌块按体型大小分为三类,通常将高度为 190~390mm 的砌块称为小型砌块(图 1-2所示为混凝土小型空心砌块),高度为 390~900mm 的砌块称为中型砌块,高度大于 900mm 的砌块称为大型砌块。小型砌块尺寸较小、自重较轻、使用灵活、便于手工操作,目前在应用较广泛。砌块的强度等级分为 MU20、MU15、MU10、MU7.5、MU5 五级。它和多孔砖一样,其强度等级也是根据标准试验方法测得的试件毛面积抗压强度划分的。

砌块是混凝土小型空心砌块的简称,由普通混凝土或利用浮石、陶粒等为集料的轻集料混凝土制成,主要规格尺寸为 390mm×190mm×190mm,孔隙率在 25%~50%。

(3)天然石块。天然石块按其外形和加工程度不同可分为毛石和料石。未经加工的形状不规则的石材为毛石(其中部厚度不应小于 200mm);经加工的石材称为料石(料石高度不应

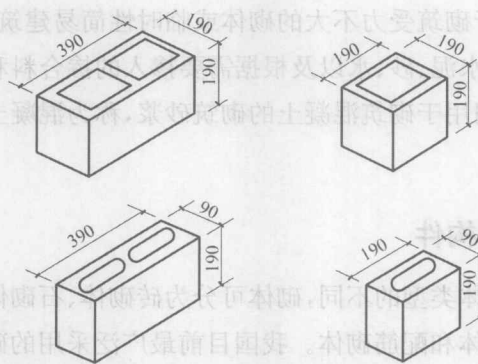


图 1-2 混凝土小型空心砌块

小于 200mm), 根据加工后外形规则程度, 分为细料石、半细料石、粗料石和毛料石。石材一般采用重天然石, 如石灰岩、花岗岩、砂岩等。石材的强度等级划分为 MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30 和 MU20 七级。在承重石砌体结构中, 石材应选用无明显风化的天然石材。石材的强度高, 耐久度好, 多用于产石地区的基础及挡土墙, 房屋的基础及勒脚部位。石材的热传导系数较高, 如用作墙体, 往往需要较大的厚度。

2. 砂浆

砂浆的强度等级符号为 M。砂浆的强度等级是根据标准试验方法所测得的试件抗压强度来划分的, 《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011) 将砂浆强度等级分为 M15、M10、M7.5、M5、M2.5 五级。

砂浆是由胶凝材料(如水泥、石灰等)及细集料(如粗砂、中砂、细砂)加水搅拌而成的黏结块体的材料。

砂浆的主要作用是: 黏结块体, 将块体砌筑成为整体, 使应力分布均匀, 砂浆填满了块体间的缝隙, 减少了砌体的透气性, 从而提高了砌体的隔热性能和抗冻性能。砌体常用的砂浆有水泥砂浆、石灰砂浆和混合砂浆三种。

砂浆按其组成材料的不同, 可分为水泥砂浆、混合砂浆、柔性砂浆和砌块专用砂浆。

(1) 水泥砂浆。水泥砂浆是由水泥和砂加水拌和而成的, 不加塑性掺合料(石灰膏)的砂浆, 其强度高、耐久性好, 也称为刚性砂浆。由于水泥砂浆的水泥用量大、和易性较差, 一般用于强度有较高要求的砌体及对防水有较高要求的砌体。水分离析会使铺砌发生困难, 影响砂浆的正常硬化, 降低砌筑质量。因此, 用水泥砂浆比用同强度等级保水性好的其他砂浆砌筑的砌体强度要低。砌体用水泥砂浆砌筑时, 其强度应等于相同强度等级保水性好的砂浆砌筑的砌体强度乘以强度调整系数。

(2) 混合砂浆。混合砂浆是指在水泥砂浆中掺入一定塑化剂的砂浆, 如水泥石灰砂浆。这种砂浆的和易性与保水性都好, 水泥的用量较少, 便于施工, 容易保证砌体质量, 因此在砌体结构中被广泛应用, 适用于砌筑一般墙、柱砌体。

(3) 柔性砂浆。柔性砂浆是指不含水泥的石灰砂浆、黏土砂浆、石膏砂浆等。这类砂浆强

度低、耐久性较差,只适用于砌筑受力不大的砌体或临时性简易建筑的砌体。

(4)砌块专用砂浆。由水泥、砂、水以及根据需要掺入的掺合料和外加剂等组分,按一定比例,常用机械拌和制成,专门用于砌筑混凝土的砌筑砂浆,称为混凝土砌块砌筑砂浆,简称砌块专用砂浆。

1.1.2 砌体和砌体构件

(1)砌体种类。根据块体类型的不同,砌体可分为砖砌体、石砌体和砌块砌体;根据砌体内是否配筋,又可分为无筋砌体和配筋砌体。我国目前最广泛采用的砌体是无筋砖砌体。

在砌体砌筑时,各层块体间竖向缝隙应当错开搭砌,不允许存在通缝。常用的砖砌体砌筑方式有一顺一丁、梅花丁和三顺一丁等,如图 1-3 所示。

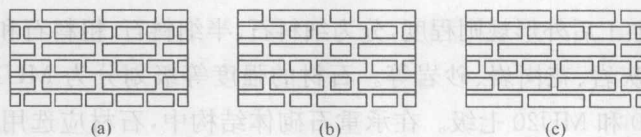


图 1-3 常用砖砌体砌筑方式

(a)一顺一丁;(b)梅花丁;(c)三顺一丁

(2)砌体构件。按照砌体受力形式的不同,砌体构件主要有受压构件(承受轴力 N 或轴力 N 与弯矩共同作用)、受弯构件(承受弯矩 M 和剪力 V)、受拉构件和受剪构件。砌体构件分为无筋砌体构件、配筋砌体构件、组合砖砌体构件。房屋建筑中量大面广的砌筑构件是受压构件,如墙、柱、基础等。

1.1.3 砌体结构的优缺点

砌体结构存在下述一系列优点,因而在单层、低层和多层房屋中被广泛采用。

(1)砌体结构就地取材,来源方便,比较经济。砂、黏土、石材等都是天然材料,分布广泛,容易就地取材,来源方便(如大多数的农村砖房,都是就地烧砖建筑的);与钢筋混凝土结构相比,可以节省水泥、钢材以及木材,其造价较为经济;此外,煤矸石、粉煤灰、页岩都是制作块材的原料,不仅经济,也有利于环境保护。

(2)砌体结构具有良好的耐火性和耐久性。砌体结构具有良好的耐火性、较好的化学稳定性和大气稳定性,使用期限较长。

(3)砌体结构保温、隔热性能较好,有利于节能。砌体尤其是砖砌体的保温、隔热性能较好,节能效果明显。

(4)砌体结构施工简单。砌体结构的施工方法和设备都较简单,便于连续施工。

除上述优点外,砌体结构还有下述一些缺点。

(1)砌体结构自重。首先是砌体的强度低,往往需要较大的截面尺寸才能满足承载力要求,因而结构的自重也大。

(2) 砌体结构砌筑工作相当繁重。目前的砌筑大都是手工方式操作,一块砖、一铲灰、一弯腰地循环往复,劳动强度和砌筑工作量都很大。

(3) 砌体结构靠砂浆和砌块的黏结而形成的整体,砂浆和砖、石、砌块之间黏结力较小,因而砌体的抗震及抗裂性能都比较弱。

(4) 砌体结构黏土砖的生产还要占用良田,影响农业生产,破坏生态环境。

1.2 砌体结构的发展历史和发展方向

1.2.1 简要发展历史

我国素有“秦砖汉瓦”之说,足见砌体结构的悠久历史。考古资料表明:约在五千年前的新石器时代,就有石砌围墙、石砌祭坛和木骨架泥墙建筑;在商代(前 1600—前 1046)以后,开始逐渐采用黏土做成板筑墙;在西周时代(前 1046—前 771)已有烧制瓦存在;战国时代(前 475—前 221)已能烧制大尺寸空心砖;南北朝以后,砖的应用更为普遍;而秦代(前 221—前 207)修建的闻名于世的万里长城,则主要是用土和乱石筑成的城墙,它是我国砌体结构史上光辉的一页;隋代(581—617)时由工匠李春建造的河北赵县赵州桥(安济桥),其净跨为 37.37m、高为 7m、宽为 9m,是单孔敞肩式石拱桥,其造型新颖,结构合理,是世界上最早建造且保留至今的石桥;明代建造的南京灵谷寺无梁殿后面走廊的砖砌穹窿,显示出我国古代应用砖石结构的重要方面。

砌体结构在我国的发展大致可分为三个阶段:

(1) 19 世纪中叶以前,我国的砖石结构主要为城墙、佛墙、石桥及少数砖砌重型穹拱佛殿。

(2) 19 世纪中叶到 20 世纪中叶 100 年左右的时间,我国广泛采用黏土砖建造承重墙。这一阶段对砌体结构的设计按容许应力法粗略计算,而静力分析还没有较正确的理论依据。

(3) 1950 年至今,我国广泛采用砖砌多层房屋、扩大石结构应用范围,发展新结构,采用新材料和新技术(如建造砖薄壳、采用蒸压灰砂砖和粉煤灰砖、混凝土空心砌块、采用各种配筋砌体和大型墙板等),砌体结构有了较快发展。

1.2.2 主要发展方向

我国自新中国成立以来,砌体结构有了较快发展,以往砌体结构的固有缺点限制了砌体结构的适用范围,并且不符合大规模建设的要求。但砌体结构在很多领域的使用仍具有现实意义,因此研制轻质高强块体,使砂浆具有高强度,采用工业化方法和机械化施工,利用工业废料制作块体等,是砌体结构的主要发展方向。

(1) 研制轻质高强块体。目前,我国采用的烧结砖,抗压强度一般都比较低;而国外市场供应的砖,抗压强度可高达 $140\text{N}/\text{mm}^2$,两者差距较大。轻质高强意味着砌体抗压强度的提高,因而墙厚可减薄,自重可减轻。

大尺寸、高孔洞率、高强度的空心砖,有利于减轻结构自重、节约材料、降低工程造价。我国的承重空心砖孔洞率一般在 30% 以内,抗压强度设计值为 $10 \sim 30 \text{ N/mm}^2$,国外的承重空心墙孔洞率往往在 40% 以上,抗压强度普遍可达 $30 \sim 40 \text{ N/mm}^2$,有的国家还可以达到 $50 \sim 80 \text{ N/mm}^2$ 。采用高强轻质空心砖可以建造高层建筑,例如瑞士用孔洞率为 28%、抗压强度为 60 N/mm^2 的空心砖先后建成了 19 层和 24 层的塔式住宅,而墙体厚度仅为 380mm。为节省钢材和水泥、造价,有必要研制适合时代发展的高强轻质砖或砌块。

(2) 利用工业废料制作块体。城市工业废料如粉煤灰、炉渣或经过处理的垃圾,可以制成硅酸盐砖、加气硅酸盐砌块或炉渣混凝土砌块等,这样既可处理城市建设中的部分工业垃圾,又可以减少烧结砖的使用,进而保护了耕地。

(3) 采用大型墙板结构。大型墙板作为悬挂的外墙,墙内采用现浇钢筋混凝土墙(俗称内浇外挂)的结构,是北京、唐山等地住宅建筑的一种主要承重结构形式,有利于加快建筑速度、减轻砌墙的繁重体力劳动,促进建筑工业化、施工机械化,是墙体改革的一种趋向。

1.3 砌体结构的设计原则和设计方法

1.3.1 设计方法的发展简况

早期的砌体结构主要是凭经验设计和建造的。随着力学和材料等学科的发展,砌体结构的设计与混凝土结构的设计相类似,经历了按容许应力方法设计、按破损阶段法设计、按极限状态设计等几个发展阶段。

1.3.2 现行规范的设计方法

《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)(以下简称《规范》)采用以概率理论为基础的极限状态设计方法,以可靠指标度量结构构件的可靠度,采用分项系数的设计表达式进行计算。

1.《规范》的设计准则

结构在规定的设计使用年限内应具有足够的可靠度,其基本内容与混凝土结构所阐述的内容完全相同。

2.《规范》的设计方法

(1) 安全等级的确定。根据建筑结构破坏可能产生的后果(如危及生命、造成经济损失、产生社会影响等)的严重性,建筑结构按表 1-1 划分为三个安全等级,设计时应按具体情况适当选用。

表 1-1 建筑结构安全等级

安全等级	破坏后果	建筑物类型
一级	很严重	重要的建筑物

(续)

安全等级	破坏后果	建筑物类型
二级	严重	一般的建筑物
三级	不严重	次要的建筑物

注:1. 对于特殊的建筑物,其安全等级可根据具体情况另行确定。

2. 对地震区的砌体结构设计,应按现行国家标准《建筑抗震设防分类标准》(GB 50223—2008)根据建筑物重要性区分建筑物类别。

(2)设计内容。砌体结构应按承载能力极限状态设计,并满足正常使用极限状态的要求。根据砌体结构的特点(截面尺寸往往较大)和砌体结构正常使用极限状态的要求,一般情况下可由相应的结构措施保证。

3. 承载能力极限状态设计表达式

砌体结构和结构构件在使用年限内,在正常维护下,必须保证适合使用,而无需大修加固。在按承载能力极限状态设计时,应按下列公式中最不利组合进行计算:

$$\gamma_0 (1.2S_{Gk} + 1.4S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \cdot \psi_{ci} \cdot S_{Qik}) \leq R(f, a_k, \dots)$$

$$\gamma_0 (1.35S_{Gk} + 1.4 \sum_{i=1}^n \psi_{ci} \cdot S_{Qik}) \leq R(f, a_k, \dots)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数。对安全等级为一级或设计使用年限为 50 年以上结构构件,不应小于 1.1;对安全等级为二级或设计使用年限为 50 年的结构构件,不应小于 1.0;对安全等级为三级或设计使用年限为 1~5 年的结构构件,不应小于 0.9;

S_{Gk} ——永久荷载标准值的效应;

S_{Q1k} ——在基本组合中起控制作用的一个可变荷载标准值的效应;

S_{Qik} ——第 i 个可变荷载标准值的效应;

$R(f, a_k, \dots)$ ——结构构件的抗力函数;

γ_{Qi} ——第 i 个可变荷载的分项系数;

ψ_{ci} ——第 i 个可变荷载的组合值系数。一般情况下应取 0.7;对书库、档案库、储藏室或通风机房、电梯机房应取 0.9;

f ——砌体的强度设计值, $f = f_k / \gamma_f$;

f_k ——砌体的强度标准值, $f_k = f_m - 1.645\sigma_f$;

γ_f ——砌体结构的材料性能分项系数,一般情况下,宜按施工控制等级为 B 级考虑,取 $\gamma_f = 1.6$;当为 C 级时,取 $\gamma_f = 1.8$;

f_m ——砌体的强度平均值;

σ_f ——砌体强度的标准差;

a_k ——几何参数标准值。

需要注意的是:当楼面活荷载标准值大于 4kN/m^2 时,式中系数 1.4 应为 1.3。

施工质量控制等级划分要求应符合现行《砌体工程施工质量验收规范》(GB 50203—2011)的规定。

当砌体结构作为一个刚体,需验算整体稳定性时,例如倾覆、滑移、漂浮等,应按下式验算:

$$\gamma_0(1.2S_{G2k} + 1.4S_{Q1k} + \sum_{i=2}^n S_{Qik}) \leq 0.85S_{G1k}$$

式中 S_{G1k} ——起有利作用的永久荷载标准值的效应;

S_{G2k} ——起不利作用的永久荷载标准值的效应。

1.4 本课程的学习方法

“砌体结构”属于土木工程专业的一门专业基础课,学习中应注意砌体的受力性能具有两个主要特点。

一是由于砂浆的强度低于块体的强度以及施工中灰缝铺砌的不均匀性,而使砌体的抗压强度远远低于块体的抗压强度;

二是由于砌体结构的材料是由块材通过灰缝砂浆黏结而成的,因此具有抗压承载力较高而抗拉承载力较低的特点。

本章小结

(1)砌体结构是指用砖、石以及由轻混凝土、混凝土、硅酸盐等材料做成的块体,用砂浆砌筑而成的结构,主要用于承受压力。根据块体类型的不同,砌体可以分为砖砌体、石砌体和砌块砌体;砂浆常用的有水泥砂浆、石灰砂浆和混合砂浆。砌体构件的受力类型主要是受压,例如墙、柱、基础等。

(2)砌体结构的主要优点。

1)砌体结构就地取材,来源方便,比较经济。

2)砌体结构具有良好的耐火性和耐久性。

3)砌体结构保温、隔热性能较好,有利于节能。

4)砌体结构施工简单。

(3)砌体结构的设计原则和设计方法,一般只需要进行承载能力极限状态计算,以验算的形式出现。

(4)砌体结构主要发展方向。

1)研制轻质高强块体。

2)利用工业废料制作块体。

3)采用大型墙板结构。

思考与练习

1. 什么是砌体和砌体结构?
2. 砌体结构有何优缺点? 主要应用范围有哪些?
3. 砌体中块体和砂浆起什么作用? 有哪些砂浆种类?
4. 砌体的种类有哪些?
5. 砌体结构的设计方法是什么? 设计内容有哪些?

第2章

砌体的物理力学性能

● 学习重点

砌体材料的种类及砌体受压、受拉、受弯、受剪的力学性能,影响砌体抗压强度的主要因素,各种的受力条件下砌体强度计算公式。

● 学习目标

熟悉砌体材料及砌体种类,掌握砌体受力的力学性能及影响砌体抗压强度的因素,从而加深对砌体结构的认识,正确进行设计计算。

2.1 块体和砂浆的强度等级

2.1.1 块体的强度等级

砌体结构是由块体和砂浆经组砌而成的整体材料。常用的块体有砖、砌块和石材三类。

块体的强度等级是根据其抗压强度标准值的大小而划分的,块体强度等级以符号 MU (Masonry Unit)加相应的数字表示,其数字表示抗压强度整数值,单位为 MPa。

(1)烧结普通砖、烧结多孔砖的强度等级,共分为五级,依次是 MU30、MU25、MU20、MU15、MU10。

烧结普通砖是以黏土、页岩、煤矸石或粉煤灰为主要原料,经焙烧而成的实心或空洞率不大于规定值且外形尺寸符合规定的砖。其标准尺寸是 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$,通称为“标准砖”。烧结多孔砖的空洞率不小于 25%,孔的尺寸小而数量多,主要用于承重部位,简称多孔砖。

(2)蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖的强度等级,共分为四级,依次是 MU25、MU20、MU15、MU10。蒸压灰砂砖是以石灰和砂为主要材料,经配料制备、压制成型、蒸压养护而成的实心砖,简称灰砂砖。

蒸压粉煤灰砖的制作工艺同灰砂砖,主要原料为粉煤灰、石灰,并掺加适量石膏和集料。

(3)砌块的强度等级,共分为五级,依次是 MU30、MU25、MU20、MU15、MU10。混凝土小型空心砌块主要由普通混凝土或轻集料混凝土制成,主规格为 $390\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$,