

提升计算效率 工作化繁为简

攻克计算难题 掌握快算良方

11G101 图集精识快算

框架-剪力墙结构

张军 主编

轻松学快算

基础理论+最新标准 是您快捷掌握行业前沿的必备教材
常用公式+标准图例 是您快速实践钢筋工程的不二选择

图文并茂 简单明了 图算结合 快学快会

新旧图集对照 差异罗列清晰 阅读方便 一目了然

新

依据最新图集编制

实

注重实际经验运用

算

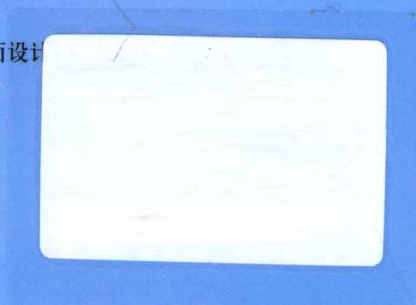
全面计算规则要点

快算原理公式 令计算工作游刃有余

责任编辑: 刘屹立

特约编辑: 陈丽新

封面设计



11G101图集精识快算

框架-剪力墙结构

独立基础、条形基础、筏形基础

钢筋工程实例教程

钢筋翻样与加工实例教程

钢筋工程常用公式应用实例教程

钢筋工程量计算实例教程

钢筋下料方法与计算实例教程

平法钢筋识图与算量实例教程

地址: 天津市南开区白堤路240号科技园科贸大厦
电话: 86-22-60266190 (直线)
86-22-60262226 / 60262227 / 60262228 (总机)
传真: 86-22-60266199
E-mail: ifengspace@163.com

上架建议 建筑施工

ISBN 978-7-5537-0372-5




9 787553 703725 >

定价: 25.00元

11G101 图集精识快算

框架—剪力墙结构

张 军 主编

 江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

11G101 图集精识快算. 框架—剪力墙结构/张军主编
—南京:江苏科学技术出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-5537-0372-5

I. ①1… II. ①张… III. ①混凝土结构—框架剪力
墙结构—结构设计②混凝土结构—框架剪力墙结构—结构
计算 IV. ①TU37

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 294573 号

11G101 图集精识快算 框架—剪力墙结构

主 编 张 军
责 任 编 辑 刘屹立
特 约 编 辑 陈丽新
责 任 校 对 郝慧华
责 任 监 制 刘 钧

出 版 发 行 凤凰出版传媒股份有限公司
江苏科学技术出版社
出版社地址 南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009
出版社网址 <http://www.pspress.cn>
经 销 凤凰出版传媒股份有限公司
印 刷 天津泰宇印务有限公司

开 本 710 mm×1 000 mm 1/16
印 张 11.5
字 数 238 000
版 次 2013 年 3 月第 1 版
印 次 2013 年 3 月第 1 次印刷

标 准 书 号 ISBN 978-7-5537-0372-5
定 价 25.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社销售部调换。

本书编委会

主	编	张	军					
参	编	陈	菊	段云峰	高少霞	韩	旭	
		姜	媛	李香香	刘虎	王	园	
		夏	怡	张小庆	邹雯			

内容提要

本书以《11G101—1》、《11G101—2》、《11G101—3》三本最新图集及《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)为主要理论依据,主要内容包括基础知识、框架结构精识快算、剪力墙结构精识快算以及新、旧图集对照四部分内容,以平法制图规则为基础,结合具体的钢筋构造识图,并通过计算实例详细讲解了框架—剪力墙构件的各类钢筋在实际工程中的计算要点。

本书可供设计人员、施工技术人员、工程造价人员以及相关专业大中专的师生学习参考。

前言

“平法”是一种结构施工图的表示方法,是“混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图”的简称。它采用标准化的设计制图规则、标准化的构造设计,大幅度降低了设计成本,提高了设计效率,但是,对于大多数设计人员、施工技术人员、工程造价人员来说,从应用传统分离式表示的结构施工图过渡到应用平法设计的施工图,对识图、算量都面临着极大的挑战,而框架—剪力墙结构又是混凝土建筑结构中最重要的组成部分,根据平法设计计算来处理该部分钢筋的长度、根数、重量并设计出钢筋图形等一系列工作是十分繁复的。

为了解决这一难题,我们根据《11G101—1》、《11G101—2》、《11G101—3》三本最新图集及《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)编写了这本《11G101 图集精识快算——框架—剪力墙结构》,主要包括基础知识、框架结构精识快算、剪力墙结构精识快算以及新旧图集对照四部分内容。本书以平法制图规则为基础,结合具体的钢筋构造识图,并通过计算实例对工程中遇到的各种构造节点的设计及计算规则做了详细的介绍。

本书内容系统,实用性强,便于理解,方便读者理解掌握,可供设计人员、施工技术人员、工程造价人员以及相关专业大中专的师生学习参考。

由于作者水平和时间有限,难免存在疏漏或未尽之处,恳请有关专家和读者批评指正!

编者

2013年3月

目 录

1	基础知识	(1)
1.1	平法基础知识	(1)
1.1.1	平法的含义	(1)
1.1.2	平法原理	(1)
1.1.3	平法施工图出图顺序	(3)
1.2	通用构造规则	(3)
1.2.1	混凝土结构的环境类别	(3)
1.2.2	钢筋的混凝土保护层	(4)
1.2.3	钢筋的锚固	(5)
1.2.4	钢筋的连接	(9)
1.2.5	箍筋及拉筋弯钩构造	(13)
1.2.6	钢筋的代换	(14)
1.2.7	钢筋弯曲调整值与下料长度计算	(15)
2	框架结构精识快算	(17)
2.1	框架结构基本概念	(17)
2.1.1	框架结构布置	(17)
2.1.2	框架结构的受力特点	(18)
2.2	框架梁结构	(19)
2.2.1	框架梁平法施工图	(19)
2.2.2	框架梁平法制图规则	(20)
2.2.3	梁平法施工图识读步骤	(27)
2.2.4	梁构件钢筋识图	(27)
2.2.5	梁构件钢筋快算	(51)
2.3	框架柱结构	(60)
2.3.1	框架柱平法施工图	(60)
2.3.2	柱平法施工图制图规则	(61)
2.3.3	柱平法施工图识读步骤	(67)
2.3.4	柱构件钢筋识图	(67)
2.3.5	柱构件钢筋快算	(82)
3	剪力墙结构精识快算	(100)
3.1	剪力墙结构的基本概念	(100)

3.2	剪力墙平法施工图的主要内容	(102)
3.3	剪力墙平法施工图制图规则	(102)
3.3.1	剪力墙平面布置图	(102)
3.3.2	列表注写方式	(103)
3.3.3	截面注写方式	(108)
3.3.4	剪力墙洞口的表示方法	(109)
3.3.5	地下室外墙表示方法	(109)
3.4	剪力墙平法施工图识读步骤	(111)
3.5	剪力墙钢筋识图	(111)
3.5.1	剪力墙柱钢筋构造	(111)
3.5.2	剪力墙身钢筋构造	(116)
3.5.3	剪力墙梁钢筋构造	(127)
3.6	剪力墙钢筋快算	(136)
3.6.1	剪力墙身钢筋计算	(136)
3.6.2	剪力墙梁钢筋计算	(139)
4	新、旧图集对照	(144)
4.1	框架梁	(144)
4.1.1	加腋梁的标注	(144)
4.1.2	抗震楼层框架梁纵向钢筋构造	(144)
4.1.3	抗震屋面框架梁纵向钢筋构造	(145)
4.1.4	WKL、KL 中间支座纵向钢筋构造	(146)
4.1.5	非抗震框架梁 KL、WKL 箍筋构造	(148)
4.1.6	抗震框架梁 KL、WKL 箍筋加密区构造	(149)
4.1.7	非框架梁配筋构造	(150)
4.1.8	纯悬挑梁	(150)
4.1.9	各类的悬挑端配筋构造	(151)
4.1.10	KZL、KZZ 配筋构造	(152)
4.1.11	井字梁 JZL 配筋构造	(153)
4.2	框架柱	(155)
4.2.1	上部嵌固部位及地下室问题	(155)
4.2.2	柱变截面构造做法	(156)
4.2.3	剪力墙上柱、梁上柱	(157)
4.3	剪力墙	(158)
4.3.1	编号规定	(158)
4.3.2	剪力墙洞口的补强构造	(160)
4.3.3	剪力墙身水平钢筋构造	(161)

4.3.4 剪力墙身竖向钢筋构造	(163)
4.3.5 约束边缘构件 YBZ 构造	(165)
4.3.6 剪力墙边缘构件纵向钢筋连接构造	(166)
4.3.7 连梁 LL 配筋构造	(166)
附录 A 普通钢筋、预应力筋的强度标准值、设计值和弹性模量	(168)
附录 B 混凝土轴心抗拉强度设计值	(171)
参考文献	(172)

1 基础知识

1.1 平法基础知识

1.1.1 平法的含义

平法是“混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图”的简称,就是把结构构件的尺寸和配筋等,按照平面整体表示方法制图规则,整体直接表达在各类构件的结构平面布置图上,再与标准构造详图相配合,即构成一套新型的、完整的结构设计。把钢筋直接表示在结构平面图上,并附之各种节点构造详图,用较少的元素,准确地表达丰富的设计意图。平法是结构设计中的一种科学合理、简洁高效的设计方法。

1.1.2 平法原理

平法结构施工图设计可视为一个完整的整体,由多个结构板块组成,包括:结构设计总说明;基础及地下结构平法施工图设计;柱及剪力墙结构平法施工图设计;梁结构平法施工图设计;楼板与楼梯结构平法施工图设计。

以上五个板块均符合系统科学的特征,即具有明确的层次性、关联性、功能性和相对完整性。

1. 层次性

层次性表现在按特定顺序实现自身的功能,表现为以下几方面。

- 1) 设计总说明为下面各子系统做出整体介绍和统一规定,为整个结构设计的纲领性文件;
- 2) 基础及地下结构设计,属于全部结构的底部支承体系,须首先施工;
- 3) 柱及剪力墙结构设计,属于竖向支承体系,须紧接基础施工之后开始施工;
- 4) 梁结构设计,属于水平支承体系,须逐层在柱、墙施工之后(或同时开始但不能超前)开始施工;
- 5) 楼板与楼梯结构设计,属于平面支承体系,须在梁、墙施工之后(或同时)开始施工。

以上五个层次的结构设计依次排列,使平法施工图成为有序化的设计文件。

2. 关联性

- 1) 结构设计总说明与基础、柱及剪力墙、梁、楼板及楼梯关联;

- 2) 基础及地下结构作为柱和墙的支座,与其所支承的柱和剪力墙关联;
- 3) 柱(剪力墙)结构作为梁(板)的支座,与其所支承的梁(板)关联;
- 4) 梁结构作为板的支座,与其所支承的楼板或楼梯关联;
- 5) 楼板与楼梯结构是末级子结构,通常仅与上一级子系统关联。

各板块之间有确定的关联顺序,通常不存在交叉关联。

3. 功能性

1) 结构设计总说明,属于整个结构设计的纲领性文件,其功能是对结构设计进行整体介绍,并对各个部分做出相关规定和通用规定;

2) 基础及地下结构平法施工图,其功能为表达全部基础构件的设计要素及构造,以及关联表达其所支承的柱或剪力墙的定位;

3) 柱及剪力墙结构平法施工图,其功能为表达全部柱及剪力墙构件的设计要素及构造,以及关联表达其所支承的梁或板的定位;

4) 梁结构平法施工图,其功能为表达全部梁构件的设计要素及构造,以及关联表达其所支承的楼板或楼梯的定位;

5) 楼板与楼梯结构平法施工图,其功能为表达自身的设计要素及构造。

各个板块的功能相当清晰明确,不存在功能上的重复。

4. 相对完整性

1) 结构设计总说明是工程项目结构专业设计文件完整的文字部分,内容包括:场区地质状况,地基处理措施;基础结构的类型;基础结构选用材料的强度等级。

基础结构的荷载分布情况与荷载取值;主体结构体系;结构总层数、总高度、总面积;结构安全等级,抗震设防烈度,(混凝土结构的)结构抗震等级。主体结构选用材料的强度等级;主体结构的荷载分布情况与荷载取值;钢筋工程和混凝土工程的具体要求,施工技术方面的特殊要求;与其他专业的施工配合;其他注意事项等。其内容相对独立、完整。

2) 基础及地下结构平法施工图,完整地表达全部基础构件的几何尺寸、配筋和文字说明,以及其所支承的柱或剪力墙构件的定位尺寸和锚固空间条件,而无其所支承的柱或剪力墙构件本身的设计要素,其内容相对独立、完整。

3) 柱及剪力墙结构平法施工图,完整地表达全部柱及剪力墙构件的几何尺寸、配筋和文字说明,以及其所支承的梁或楼板的定位尺寸和锚固空间条件,而无其所支承的梁或楼板的设计要素,其内容相对独立、完整。

4) 梁结构平法施工图,完整地表达全部梁构件的几何尺寸、配筋和文字说明,以及所支承的楼板或楼梯的定位尺寸,而无其所支承的楼板或楼梯的设计要素,其内容相对独立、完整。

5) 楼板与楼梯结构平法施工图,完整地表达全部楼板和楼梯构件的几何尺寸、配筋和文字说明,而无其他构件的设计要素,其内容相对独立、完整。

由上可见,各类型构件的几何尺寸、配筋和文字说明,都在本类型构件的平法结构施工图中得以完整的表达,且没有其他类型构件的设计要素,各类构件设计内容的相对完整性非常明显。

5. 平法施工图设计文件的构成示意

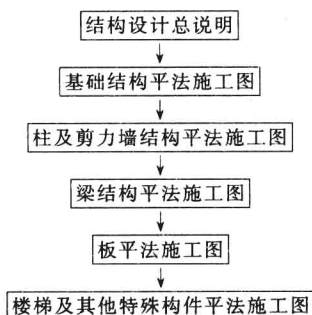
平法施工图设计文件构成,如图 1-1 所示。

结构设计内容 (平法施工图设计系列)	构造设计内容 (平法制图规则与标准构造详图系列)
结构设计总说明	平法设计制图规则和通用构造规则
基础结构平法施工图	基础结构标准构造详图
柱及剪力墙结构平法施工图	柱及剪力墙结构标准构造详图
梁结构平法施工图	梁结构标准构造详图
楼板与楼梯结构平法施工图	楼板与楼梯结构标准构造详图

图 1-1 平法施工图设计文件构成示意图

1.1.3 平法施工图出图顺序

按照平法设计制图规则完成的施工图,一般按照以下顺序排列:



这样的出图顺序,与现场施工顺序完全一致,便于施工技术人员理解、掌握和具体实施平法结构施工图设计。

因此,在本文中,我们也将按照这个顺序来依次介绍框架—剪力墙结构中各个构件的精识快算方法。

1.2 通用构造规则

1.2.1 混凝土结构的环境类别

混凝土保护层的最小厚度取决于构件的耐久性、耐火性和受力钢筋黏结锚固

性能的要求,同时与环境类别有关。环境类别是指混凝土暴露表面所处的环境条件,设计可根据实际情况确定适当的环境类别。混凝土结构的环境类别见表 1-1。

表 1-1 混凝土结构的环境类别

环境类别	条件
—	室内干燥环境。 无侵蚀性静水浸没环境
二 a	室内潮湿环境。 非严寒和非寒冷地区的露天环境。 非严寒和非寒冷地区与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境。 严寒和寒冷地区冰冻线以下与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
二 b	干湿交替环境。 水位频繁变动环境。 严寒和寒冷地区的露天环境。 严寒和寒冷地区冰冻线以上与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三 a	严寒和寒冷地区冬季水位变动区环境。 受除冰盐影响环境。 海风环境
三 b	盐渍土环境。 受除冰盐作用环境。 海岸环境
四	海水环境
五	受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

- 注:1. 室内潮湿环境是指构件表面经常处于结露或湿润状态的环境;
2. 严寒和寒冷地区的划分应符合国家现行标准《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—1993)的有关规定;
3. 海岸环境和海风环境宜根据当地情况,考虑主导风向及结构所处迎风、背风部位等因素的影响,由调查研究和工程经验确定;
4. 受除冰盐影响环境是指受到除冰盐盐雾影响的环境,受除冰盐作用环境是指被除冰盐溶液喷射的环境以及使用除冰盐地区的洗车房、停车楼等建筑;
5. 暴露的环境是指混凝土结构表面所处的环境。

1.2.2 钢筋的混凝土保护层

混凝土结构中,钢筋并不外露而是被包裹在混凝土里面。由钢筋外边缘到混凝土表面的最小距离称为保护层厚度。保护层厚度的规定是为了满足结构构件的耐久性要求和对受力钢筋有效锚固的要求,混凝土保护层的作用主要体现在以下几个方面。

1. 钢筋与混凝土之间的黏结锚固

混凝土结构中,钢筋能够受力是由于其与周围混凝土之间的黏结锚固作用。受力钢筋与混凝土之间的咬合作用是构成黏结锚固的主要成分,这很大程度上取决于混凝土保护层的厚度,混凝土保护层越厚,则黏结锚固作用越大。

2. 保护钢筋免遭锈蚀

混凝土结构的突出优点是耐久性好。这是由于混凝土的碱性环境使包裹在其中的钢筋表面形成钝化膜而不易锈蚀。但是碳化和脱钝会影响这种耐久性而使钢筋遭受锈蚀。碳化的时间与混凝土的保护层厚度有关,因此一定的混凝土保护层厚度是保证混凝土结构耐久性的必要条件。

3. 对构件受力有效高度的影响

从锚固和耐久性的角度来看,钢筋在混凝土中的保护层厚度应该越大越好;然而从受力的角度来讲,则正好相反。保护层厚度越大,构件截面有效高度就越小,结构构件的抗力将受到削弱。因此,确定混凝土保护层厚度应综合考虑锚固、耐久性及有效高度三个因素。在能保证锚固和耐久性的条件下可尽量取较小的保护层厚度。

因此,11G101图集中规定纵向受力钢筋的混凝土保护层的最小厚度应符合表1-2的要求。

表 1-2 混凝土保护层的最小厚度 (mm)

环境类别	板、墙	梁、柱
一	15	20
二 a	20	25
二 b	25	35
三 a	30	40
三 b	40	50

注:1.表中混凝土保护层厚度是指最外层钢筋的外边缘至混凝土表面的距离,适用于设计使用年限为50年的混凝土结构;

2.构件中受力钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径;

3.设计使用年限为100年的混凝土结构,一类环境中,最外层钢筋的保护层厚度不应小于表中数值的1.4倍,二、三类环境中,应采取专门的有效措施;

4.混凝土强度等级不大于C25时,表中相应的保护层厚度数值应增加5mm;

5.基础地面钢筋的保护层厚度,有混凝土垫层时应从垫层顶面算起,且不应小于40mm;无垫层时不应小于70mm。

1.2.3 钢筋的锚固

为保证构件内的钢筋能够很好的受力,当钢筋伸入支座或在跨中截断时,必须伸出

一定长度,依靠这一长度上的黏结力把钢筋锚固在混凝土中,此长度称为锚固长度。

试验证明,随着锚固长度的增加,锚固抗力相应增长。当锚固抗力等于钢筋的屈服强度时,相应的锚固长度可称为临界锚固长度。这是保证受力钢筋直到屈服也不会发生锚固破坏的最小锚固长度。钢筋屈服后进入强化阶段,随着锚固长度的增加,锚固抗力还能增长。当锚固抗力等于钢筋的抗拉强度时,相应的锚固长度称为极限锚固长度。显然,超过极限锚固长度的锚固段在锚固抗力中将不再起作用。而相关规范规定的设计锚固长度值应大于临界锚固长度,而小于极限锚固长度,前者是为了保证钢筋承载的基本性能,后者是因为过大的锚固长度是多余的。

当计算中充分利用钢筋的抗拉强度时,受拉钢筋的锚固应符合下列要求。

基本锚固长度应按下列公式计算:

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_y}{f_t} d \quad (1-1)$$

$$l_{ab} = \alpha \frac{f_{py}}{f_t} d \quad (1-2)$$

式中 l_{ab} ——受拉钢筋的基本锚固长度;

f_y 、 f_{py} ——普通钢筋、预应力筋的抗拉强度设计值,取值见附录 A;

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值,当混凝土强度等级高于 C60 时,按 C60 取值,取值见附录 B;

d ——锚固钢筋的直径;

α ——锚固钢筋的外形系数,按表 1-3 取用。

表 1-3 锚固钢筋的外形系数 α

钢筋类型	光圆钢筋	带肋钢筋	螺旋肋钢丝	三股钢绞线	七股钢绞线
α	0.16	0.14	0.13	0.16	0.17

注:光面钢筋末端应做 180°弯钩,弯后平直段长度不应小于 3d,但作为受压钢筋时可不作弯钩。

受拉钢筋的锚固长度应根据具体锚固条件按下列公式计算,且不应小于 200 mm:

$$l_a = \zeta_a l_{ab} \quad (1-3)$$

抗震锚固长度的计算公式为:

$$l_{aE} = \zeta_{aE} l_a \quad (1-4)$$

式中 l_a ——受拉钢筋的锚固长度;

ζ_a ——锚固长度修正系数,按表 1-4 的规定取用,当多于一项时,可按连乘计算,但不应小于 0.6;

ζ_{aE} ——抗震锚固长度修正系数,对一、二级抗震等级取 1.15,对三级抗震等级取 1.05,对四级抗震等级取 1.00。

表 1-4 受拉钢筋锚固长度修正系数 ζ_a

锚固条件		ζ_a	备注
带肋钢筋的公称直径大于 25 mm		1.10	—
环氧树脂涂层带肋钢筋		1.25	
施工过程中易受扰动的钢筋		1.10	
锚固区保护层厚度	3d	0.80	注:中间时按内插值。 d 为锚固钢筋的直径
	5d	0.70	

当锚固钢筋保护层厚度不大于 $5d$ 时,锚固长度范围内应配置横向构造钢筋,其直径不应小于 $d/4$,对梁、柱等杆状构件间距不应大于 $5d$,对板、墙等平面构件间距不大于 $10d$,且均不应小于 100 mm。

为了方便施工人员使用,11G101 图集将混凝土结构中常用的钢筋和各级混凝土强度等级组合,将受拉钢筋锚固长度值计算结果表示为钢筋直径的整倍数形式,编制成表格,见表 1-5。

表 1-5 受拉钢筋基本锚固长度 l_{ab} 、 l_{abE}

钢筋种类	抗震等级	混凝土强度等级								
		C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	$\geq C60$
HPB300	一、二级(l_{abE})	45d	39d	35d	32d	29d	28d	26d	25d	24d
	三级(l_{abE})	41d	36d	32d	29d	26d	25d	24d	23d	22d
	四级(l_{abE})	39d	34d	30d	28d	25d	24d	23d	22d	21d
	非抗震(l_{ab})									
HRB335 HRBF335	一、二级(l_{abE})	44d	38d	33d	31d	29d	26d	25d	24d	24d
	三级(l_{abE})	40d	35d	31d	28d	26d	24d	23d	22d	22d
	四级(l_{abE})	38d	33d	29d	27d	25d	23d	22d	21d	21d
	非抗震(l_{ab})									
HRB400 HRBF400 RRB400	一、二级(l_{abE})	—	46d	40d	37d	33d	32d	31d	30d	29d
	三级(l_{abE})	—	42d	37d	34d	30d	29d	28d	27d	26d
	四级(l_{abE})	—	40d	35d	32d	29d	28d	27d	26d	25d
	非抗震(l_{ab})									
HRB500 HRBF500	一、二级(l_{abE})	—	55d	49d	45d	41d	39d	37d	36d	35d
	三级(l_{abE})	—	50d	45d	41d	38d	36d	34d	33d	32d
	四级(l_{abE})	—	48d	43d	39d	36d	34d	32d	31d	30d
	非抗震(l_{ab})									

当钢筋锚固长度有限而靠自身的锚固性能又无法满足受力钢筋承载力的要求时,可以在钢筋末端配置弯钩和采用机械锚固。这是减小锚固长度的有效方式,其原理是利用受力钢筋端部锚头(弯钩、贴焊锚筋、焊接锚板或螺栓锚头)对混凝土进行局部挤压,加大锚固承载力。锚头对混凝土的局部挤压保证了钢筋不会发生锚固拔出破坏,但锚头前必须有一定的直段锚固长度,以控制锚固钢筋的滑移,使构件不致发生较大的裂缝和变形。因此当纵向受拉普通钢筋末端采用钢筋弯钩或机械锚固措施时,包括弯钩或锚固端头在内的锚固长度(投影长度)可取为基本锚固长度 l_{ab} 的 60%。钢筋弯钩和机械锚固的形式(见图 1-2)及技术要求应符合表 1-6 的规定。

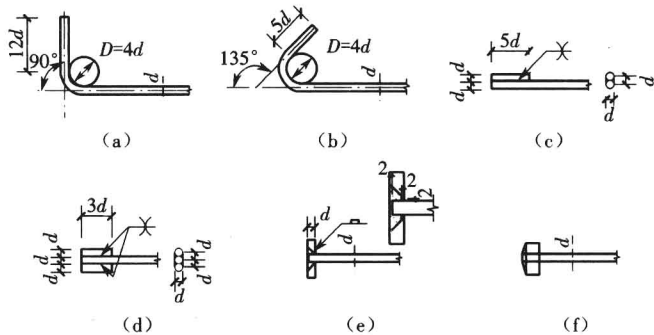


图 1-2 弯钩和机械锚固的形式和技术要求

(a)末端带 90°弯钩;(b)末端带 135°弯钩;(c)末端一侧贴焊锚筋;
(d)末端两侧贴焊锚筋;(e)末端与钢板穿孔塞焊;(f)末端带螺栓锚

表 1-6 钢筋弯钩及机械锚固的形式及技术要求

锚固形式	技术要求
90°弯钩	末端 90°弯钩,弯钩内径 $4d$,弯后直段长度 $12d$
135°弯钩	末端 135°弯钩,弯钩内径 $4d$,弯后直段长度 $5d$
一侧贴焊锚筋	末端一侧贴焊长 $5d$ 同直径钢筋
两侧贴焊锚筋	末端两侧贴焊长 $3d$ 同直径钢筋
焊端锚板	末端与厚度 d 的锚板穿孔塞焊
螺栓锚头	末端旋入螺栓锚头

注:1. 焊缝和螺纹长度应满足承载力要求;
2. 螺栓锚头或焊接锚板的承压净面积应不小于锚固钢筋计算截面积的 4 倍;
3. 螺栓锚头的规格应符合相关标准的要求;
4. 螺栓锚头和焊接锚板的钢筋净间距不宜小于 $4d$,否则应考虑群锚效应的不利影响;
5. 截面角部的弯钩和一侧贴焊锚筋的布筋方向宜向截面内侧偏置。

1.2.4 钢筋的连接

1. 钢筋连接机理

钢筋连接可采用绑扎搭接、机械连接或焊接。这三种形式各自适用于一定的工程条件。各种类型钢筋接头的传力性能(强度、变形、恢复力、破坏状态等)均不如直接传力的整根钢筋,任何形式的钢筋连接均会削弱其传力性能。因此钢筋连接的基本原则为:连接接头设置在受力较小处;限制钢筋在构件同一跨度或同一层高内的接头数量;避开结构的关键受力部位,如柱端、梁端的箍筋加密区,并限制接头面积百分率等。

无论采用哪种连接形式,均应与连续贯通的整体钢筋相比,在受力性能上应满足以下几个基本要求。

(1)承载力(强度)

被连接的钢筋应能完成应力的可靠传递,即一端钢筋的承载力应能不打折扣地通过连接区段传递到另一钢筋上,等强传力是所有钢筋连接的起码要求。

(2)刚度(变形性能)

将连接区域视为特殊的钢筋段,其抵抗变形的能力(变形模量)应接近被连接的钢筋(弹性模量)。否则将会在接头区域引起较大的伸长变形,导致明显的裂缝。被连接钢筋变形模量的降低还会造成其与同一区域未被连接整体钢筋之间应力分配的差异。受力钢筋之间受力的不均匀,将削弱截面承载力。

(3)延性(断裂形态)

被连接的热轧钢筋均具有良好的延性,均匀伸长率(δ_{gt})都在10%以上,且在进行颈缩变形后才可能被拉断,具有明显的预兆。如连接手段(焊接、挤压、冷镦等)引起钢材性能的变化,则可能在连接区段发生无预兆的脆性断裂,影响钢筋连接的质量。

(4)恢复性能

结构上的荷载是变动不定的,偶然的超载可能引起裂缝及较大的变形(挠度)。但只要钢筋未屈服,超载消失以后钢筋的弹性回缩可以基本闭合裂缝及恢复挠度。钢筋的连接接头应具有相似的性能。如果接头受力变形而不能恢复,则连接区段将成为变形集中、裂缝宽度大的薄弱区段。

(5)疲劳性能

在高周交变荷载作用下,钢筋的连接区段应具有一定的抵抗疲劳的能力。这对于承受疲劳荷载作用的构件(吊车梁、桥梁等)具有重要意义。

(6)耐久性

任何连接接头均不应因抗腐蚀性能的降低而影响混凝土结构的耐久性。

2. 钢筋连接类型

(1) 绑扎搭接

绑扎搭接是一种比较可靠的钢筋连接方式,由于其施工简便而得到广泛应用。只要遵循相关规范的有关规定,这种连接方式完全可以满足钢筋传力的基本要求。但对直径较粗的受力钢筋,绑扎搭接施工不便,且连接区域容易发生较宽裂缝。因此,随着近年钢筋强度提高以及各种机械连接技术的发展,根据工程经验及接头性质,《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)中有如下规定。

1) 纵向受拉钢筋的搭接长度。

轴心受拉及小偏心受拉杆件的纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接;其他构件中的钢筋采用绑扎搭接时,受拉钢筋直径不宜大于 25 mm,受压钢筋直径不宜大于 28 mm。

纵向受拉钢筋绑扎搭接接头的搭接长度,应根据位于同一连接区段内的钢筋搭接接头面积百分率按下列公式计算,且不应小于 300 mm。

$$l_l = \zeta_l l_a \quad (1-5)$$

抗震绑扎搭接长度的计算公式为:

$$l_{lE} = \zeta_l l_{aE} \quad (1-6)$$

式中 l_l ——纵向受拉钢筋的搭接长度;

l_{lE} ——纵向抗震受拉钢筋的搭接长度;

ζ_l ——纵向受拉钢筋搭接长度的修正系数,按表 1-7 取用,当纵向搭接钢筋接头面积百分率为表的中间值时,修正系数可按内插取值。

表 1-7 纵向受拉钢筋搭接长度修正系数

纵向搭接钢筋接头面积百分率/(%)	≤25	50	100
ζ_l	1.2	1.4	1.6

同一构件中相邻纵向受力钢筋的绑扎搭接接头宜互相错开。钢筋绑扎搭接接头连接区段的长度为 1.3 倍搭接长度,凡搭接接头中点位于该连接区段长度内的搭接接头均属于同一连接区段(见图 1-3)。同一连接区段内纵向受力钢筋搭接接头面积百分率为该区段内有搭接接头的纵向受力钢筋与全部纵向受力钢筋截面面积的比值。当直径不同的钢筋搭接时,按直径较小的钢筋计算。

位于同一连接区段内的受拉钢筋搭接接头面积百分率:对梁类、板类及墙类构件,不宜大于 25%;对柱类构件,不宜大于 50%。当工程中确有必要增大受拉钢筋搭接接头面积百分率时,对梁类构件,不宜大于 50%;对板、墙、柱及预制构件的拼接处,可根据实际情况放宽。

并筋采用绑扎搭接连接时,应按每根单筋错开搭接的方式连接。接头面积百

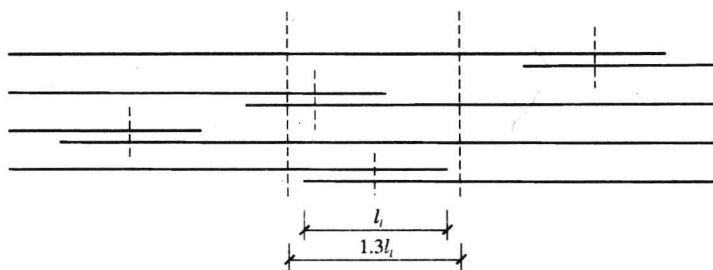


图 1-3 同一连接区段内纵向受拉钢筋的绑扎搭接接头

注:图中所示同一连接区段内的搭接接头钢筋为两根,当钢筋直径相同时,钢筋搭接接头面积百分率为 50%。

分率应按同一连接区段内所有的单根钢筋计算。并筋中钢筋的搭接长度应按单筋分别计算。

2) 纵向受压钢筋的搭接长度。

构件中的纵向受压钢筋当采用搭接连接时,其受压搭接长度不应小于纵向受拉钢筋搭接长度的 70%,且不应小于 200 mm。

3) 纵向受力钢筋搭接长度范围内应配置加密箍筋。

在梁、柱类构件的纵向受力钢筋搭接长度范围内的构造钢筋直径大于 25 mm 时,尚应在搭接接头两个端面外 100 mm 的范围内各设置两道箍筋。

4) 纵向受力钢筋的非接触搭接。

纵向钢筋的非接触搭接连接,其实质是两根钢筋在其搭接范围混凝土内的分别锚固,实现混凝土对钢筋的完全握裹,从而能使混凝土对钢筋产生足够高的锚固效应,进而实现受拉钢筋的可靠锚固,完成可靠的钢筋搭接连接。

非接触纵向受力钢筋的搭接构造,如图 1-4 所示。

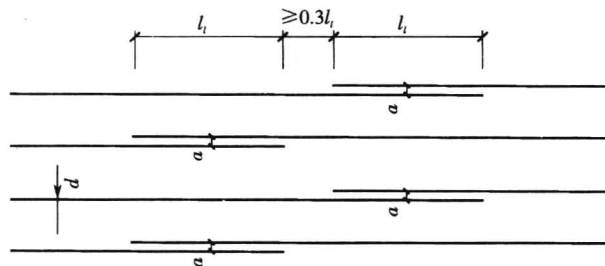


图 1-4 非接触纵向受力钢筋的搭接构造

非接触搭接可用于条形基础底板、梁板式筏形基础平板中纵向钢筋的连接。

(2) 机械连接

钢筋的机械连接是通过贯穿于两根钢筋外的套筒来实现传力的。套筒与钢筋

之间力的过渡是通过机械咬合力来完成的。机械连接的主要形式有挤压套筒连接、镦粗直螺纹连接、锥螺纹套筒连接等,各类钢筋机械连接方法的适用范围见表 1-8。套筒内加楔劈连接或灌注环氧树脂或其他材料的各类新的连接形式也正在开发。

表 1-8 机械连接方法的适用范围

机械连接方法	适用范围	
	钢筋级别	钢筋直径/mm
挤压套筒连接	HRB335、HRB400、RRB400	16~40
镦粗直螺纹连接	HRB335、HRB400	16~40
锥螺纹套筒连接	HRB335、HRB400、RRB400	16~40

纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。钢筋机械连接区段的长度为 $35d$ (d 为连接钢筋的较小直径)。凡接头中点位于该连接区段长度内的机械连接接头均属于同一连接区段,如图 1-5 所示。

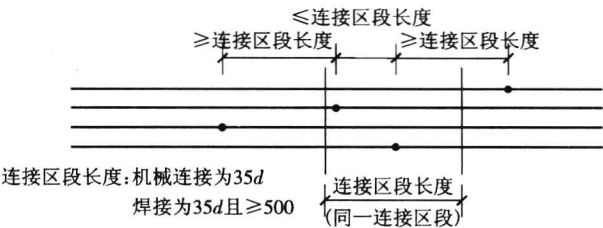


图 1-5 同一连接区段内纵向受拉钢筋机械连接、焊接接头

位于同一连接区段内的纵向受拉钢筋接头面积百分率不宜大于 50%,但对板、墙、柱及预制构件的拼接处,可根据实际情况放宽。纵向受压钢筋的接头百分率可不受限制。

直接承受动力荷载的结构构件中的机械连接接头,除应满足设计要求的抗疲劳性能外,位于同一连接区段内的纵向受力钢筋接头面积百分率不应大于 50%。

(3) 焊接连接

纵向受力钢筋焊接连接的方法有:闪光对焊、电渣压力焊等,如图 1-6 所示。

细晶粒热轧带肋钢筋以及直径大于 28 mm 的带肋钢筋,其焊接应经试验确定,余热处理钢筋不宜焊接。

纵向受力钢筋的焊接接头应相互错开。钢筋焊接接头连接区段的长度为 $35d$ (d 为连接钢筋的较小直径)且不小于 500 mm,凡接头中点位于该连接区段长度内的焊接接头均属于同一连接区段,如图 1-5 所示。

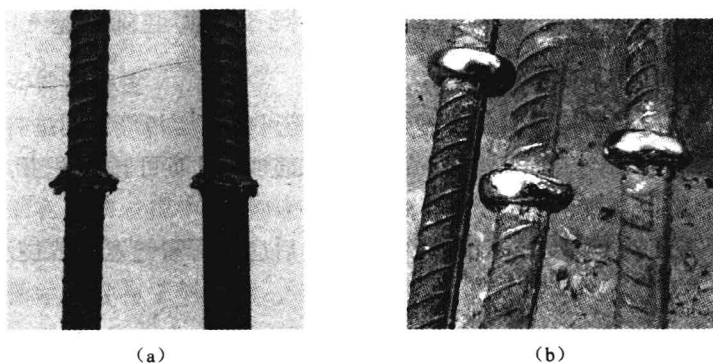


图 1-6 常见纵向受力钢筋焊接连接方式

(a) 闪光对焊; (b) 电渣压力焊

纵向受拉钢筋的接头面积百分率不宜大于 50%，但对预制构件的拼接处，可根据实际情况放宽。纵向受压钢筋的接头面积百分率可不受限制。

1.2.5 箍筋及拉筋弯钩构造

梁、柱、剪力墙中的箍筋及拉筋的主要内容有：弯钩角度为 135° ；水平段长度 l_h ，抗震设计时取 $\max(10d, 75 \text{ mm})$ ，非抗震设计时不应小于 $5d$ (d 为箍筋直径)。

通常，箍筋应做成封闭式，拉筋要求应紧靠纵向钢筋并同时钩住外封闭箍筋。梁、柱、剪力墙封闭箍筋及拉筋弯钩构造，如图 1-7 所示。

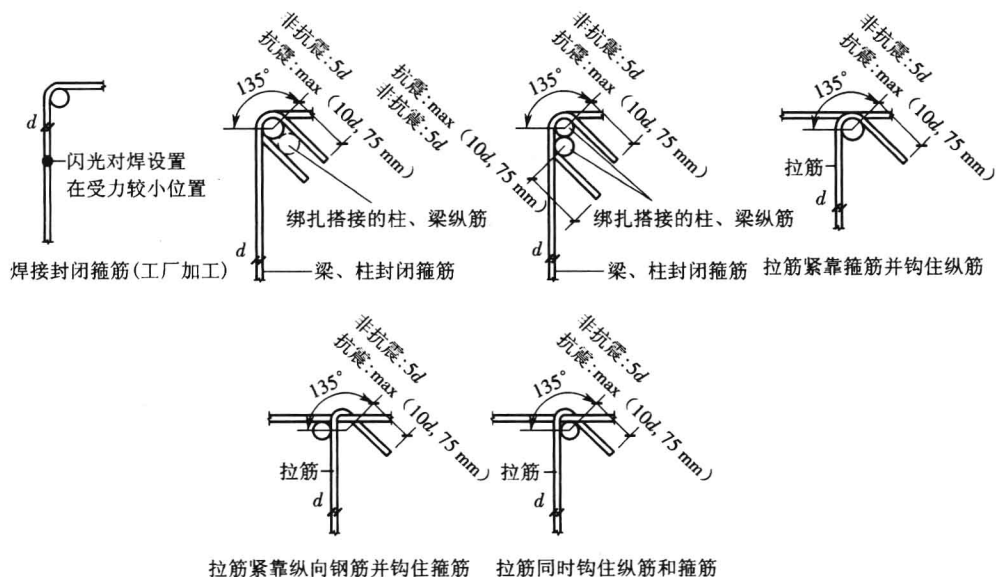


图 1-7 封闭箍筋及拉筋弯钩构造

1.2.6 钢筋的代换

1. 代换原则

- 1) 等强度代换: 当构件受强度控制时, 钢筋可按强度相等原则进行代换。
- 2) 等面积代换: 当构件按最小配筋率配筋时, 钢筋可按面积相等原则进行代换。
- 3) 当构件受裂缝宽度或挠度控制时, 代换后应进行裂缝宽度或挠度验算。

2. 代换方法

钢筋代换计算式如下:

$$n_2 \geq \frac{n_1 d_1^2 f_{y1}}{d_2^2 f_{y2}} \quad (1-7)$$

式中 n_2 ——代换钢筋根数;

n_1 ——原设计钢筋根数;

d_2 ——代换钢筋直径;

d_1 ——原设计钢筋直径;

f_{y2} ——代换钢筋抗拉强度设计值;

f_{y1} ——原设计钢筋抗拉强度设计值。

当设计强度相同、直径不同时, 钢筋代换用下式计算:

$$n_2 \geq n_1 \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad (1-8)$$

当直径相同、强度设计值不同时, 钢筋代换用下式计算:

$$n_2 \geq n_1 \frac{f_{y1}}{f_{y2}} \quad (1-9)$$

钢筋代换后, 有时由于受力钢筋直径加大或根数增多而需要增加排数, 则构件截面的有效高度 h_0 减小, 截面强度降低。通常对这种影响可凭经验适当增加钢筋面积, 然后再进行截面强度复核。

对矩形截面受弯构件, 可根据弯矩相等, 按式(1-10)复核截面强度。

$$N_2 (h_{02} - \frac{N_2}{2f_c b}) \geq N_1 (h_{01} - \frac{N_1}{2f_c b}) \quad (1-10)$$

式中 N_1 ——原设计的钢筋拉力, 等于 $A_{s1} f_{y1}$ (A_{s1} 为原设计钢筋的截面面积, f_{y1} 为原设计钢筋的抗拉强度设计值);

N_2 ——代换钢筋拉力, 同上;

h_{01} ——原设计钢筋的合力点至构件截面受压边缘的距离;

h_{02} ——代换钢筋的合力点至构件截面受压边缘的距离;

f_c ——混凝土的抗压强度设计值, 对 C20 混凝土为 9.6 MPa, 对 C25 混凝土为 11.9 MPa, 对 C30 混凝土为 14.3 MPa;

b ——构件截面宽度。

1.2.7 钢筋弯曲调整值与下料长度计算

1. 钢筋弯曲调整值

钢筋弯曲后,在弯曲点两侧外包尺寸与中心线之间有一个长度差值,我们称之为钢筋弯曲调整值。钢筋弯曲调整值又称钢筋“弯曲延伸率”和“度量差值”。这主要是由于钢筋在弯曲过程中,外侧表面受到张拉而伸长,内侧表面受压缩而缩短,钢筋中心线长度基本保持不变。

2. 钢筋图示尺寸与下料长度

钢筋图示尺寸(见图 1-8)是指构件截面长度减去钢筋混凝土保护层厚度后的长度;钢筋下料长度(见图 1-9)是指钢筋图示尺寸减去钢筋弯曲调整值后的长度。这两个概念是不同的。

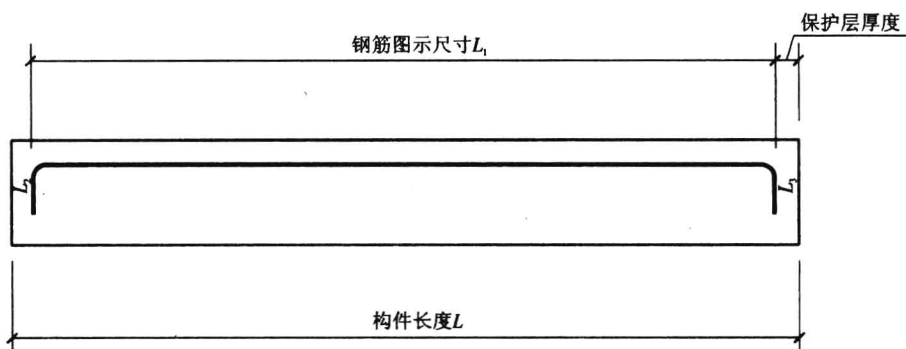


图 1-8 钢筋图示尺寸

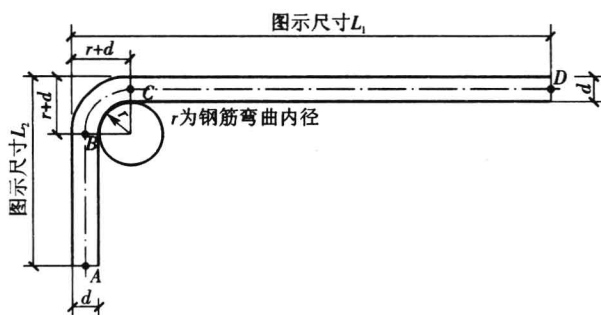


图 1-9 钢筋下料长度计算

钢筋弯曲调整值是钢筋外皮延伸的值,计算公式为:

钢筋弯曲调整值 = 钢筋弯曲范围内外皮尺寸 - 钢筋弯曲范围内钢筋中心圆弧长

$$L_1 = \text{构件长度 } L - 2 \times \text{保护层厚度}$$

$$\text{钢筋弯曲范围内外皮尺寸} = L_1 + L_2 + L_3$$

$$\text{钢筋下料长度} = L_1 + L_2 + L_3 - 2 \times \text{弯曲调整值}$$

钢筋的图示尺寸就是钢筋的预算长度。钢筋的下料长度是钢筋的图示尺寸减去钢筋的弯曲调整值。

根据钢筋中心线不变的原理,图 1-9 中,钢筋下料长度 $= \overline{AB} + \widehat{BC} + \overline{CD}$ 。

设钢筋弯曲 90° , $r = 2.5d$ 时,则有:

$$\overline{AB} = L_2 - (r + d) = L_2 - 3.5d$$

$$\overline{CD} = L_1 - (r + d) = L_1 - 3.5d$$

$$\widehat{BC} = 2\pi(r + d/2) \times 90^\circ / 360^\circ = 4.71d$$

$$\text{钢筋下料长度} = L_2 - 3.5d + L_1 - 3.5d + 4.71d = L_1 + L_2 - 2.29d$$

3. 钢筋弯曲内径的取值

1) HPB300 钢筋受拉时,末端应做 180° 弯钩,其弯弧内直径不应小于钢筋直径的 2.5 倍,弯钩弯折后平直部分长度不应小于钢筋直径的 3 倍,但作为受压钢筋时,可不作弯钩。

2) 钢筋末端为 135° 弯钩时,HRB335 级、HRB400 级钢筋的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 4 倍,弯钩的平直部分长度应符合设计要求。

3) 钢筋做不大于 90° 弯折时,弯折处的弯弧内直径不应小于钢筋直径的 5 倍。

4) 框架顶层端节点处,框架梁上部纵筋与柱外侧纵向钢筋在节点角部的弯弧内半径,当钢筋直径 $d \leq 25 \text{ mm}$ 时不宜小于 $6d$;当钢筋直径 $d > 25 \text{ mm}$ 时,不宜小于 $8d$ 。

不同规格、不同直径甚至不同部位的钢筋弯曲调整值是不同的。用手工精确计算钢筋弯曲调整值存在较大的计算难度,耗时耗力,因此没有必要太精确,但对箍筋与纵筋在不同弯曲直径时还应进行区分。不过,在软件计算钢筋工程量中,可以实现精细化计算。

2 框架结构精识快算

2.1 框架结构基本概念

2.1.1 框架结构布置

框架结构是由梁、柱组成的框架承重体系,内、外墙仅起围护和分隔的作用。框架结构的优点是能够提供较大的室内空间,平面布置灵活。框架结构布置主要是确定柱在平面上的排列方式(即柱网布置,见图 2-1)和选择结构承重方案,须满足建筑平面及使用要求,同时也须使结构受力合理,施工简单。常见的框架结构平面布置图,如图 2-2 所示。框架结构的承重方案有三种形式,如图 2-3 所示。

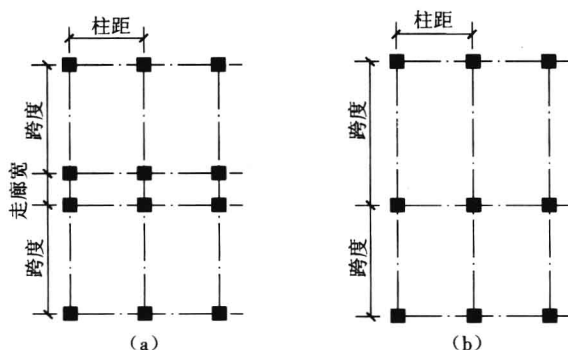


图 2-1 柱网布置
(a)内廊式;(b)跨度组合式

1. 横向框架承重

主梁沿房屋横向布置,板和连系梁沿房屋纵向布置。

2. 纵向框架承重

主梁沿房屋纵向布置,板和连系梁沿房屋横向布置。

3. 纵、横向框架承重

房屋的纵、横向都布置承重框架,楼盖常采用现浇双向板或井字梁楼盖。

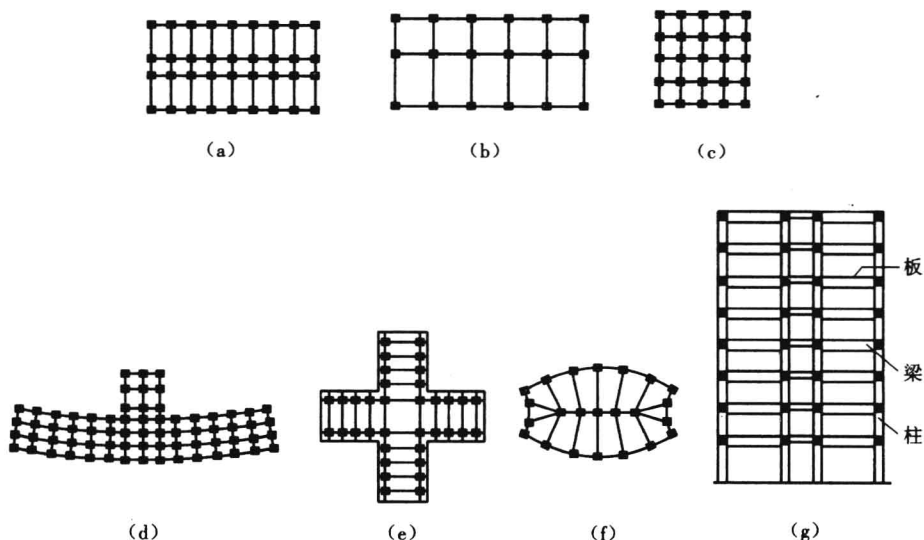


图 2-2 框架结构平面布置和剖面示意图

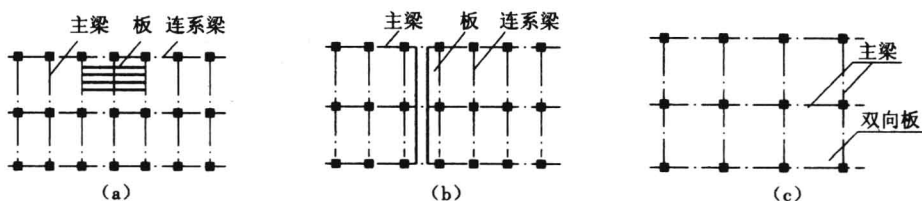


图 2-3 承重框架的布置方案

(a)横向承重;(b)纵向承重;(c)纵、横向承重

2.1.2 框架结构的受力特点

框架结构在水平荷载作用下表现出抗侧移刚度小、水平位移大的特点,属于柔性结构。随着房屋层数的增加,水平荷载逐渐增大,将因侧移过大而不能满足要求。

作用在多、高层建筑结构上的荷载有竖向荷载和水平荷载。竖向荷载包括恒载和楼(屋)面活荷载;水平荷载包括风荷载和水平地震作用。

1. 框架梁

框架梁是受弯构件,由内力组合求得控制截面的最不利弯矩和剪力后,按正截面受弯承载力计算方法确定所需要的纵筋数量,按斜截面受剪承载力计算方法确定所需的箍筋数量,再采取相应的构造措施。

对于框架梁,其控制截面通常是两个支座截面及跨中截面。梁支座截面是最

大负弯矩及最大剪力作用的截面,如图 2-4 所示。而跨中控制截面常常是最大正弯矩作用的截面。

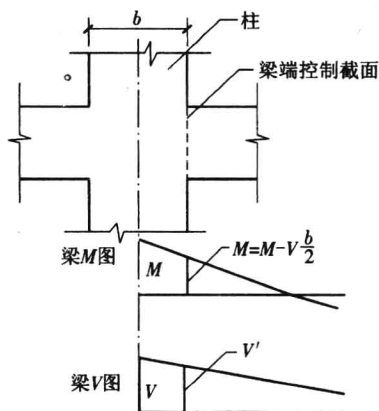


图 2-4 梁端控制截面弯矩及剪力

2. 框架柱

框架柱是偏心受压构件,通常采用对称配筋。确定柱中纵筋数量时,应从内力组合中找出最不利的内力进行配筋计算。框架柱除进行正截面受压承载力计算外,还应根据内力组合得到的剪力值进行斜截面抗剪承载力计算,确定柱的箍筋配置。

柱的控制截面为柱的上、下两个端截面。柱的最不利内力可归纳为以下四种类型: M_{\max} 及相应的 N 、 V ; N_{\max} 及相应的 M 、 V ; N_{\min} 及相应的 M 、 V ; M 比较大(但不是最大),而 N 比较小或比较大(不是绝对值最大)。

2.2 框架梁结构

2.2.1 框架梁平法施工图

1. 框架梁平法施工图的主要内容

- 1) 图名和比例。梁平法施工图的比例应与建筑平面图相同。
- 2) 定位轴线及其编号、间距尺寸。
- 3) 梁的编号、平面布置。
- 4) 每一种编号梁的截面尺寸、配筋情况和标高。
- 5) 必要的设计详图和说明。

2. 框架梁平法施工图的表示方法

1) 梁平法施工图设计的第一步是按梁的标准层绘制梁平面布置图。设计人员采用平面注写方式或截面注写方式,直接在梁平面布置图上表达梁的截面尺寸、配

筋等相关设计信息。

2) 梁平面布置图,应分别按梁的不同结构层(标准层),将全部梁和与其相关联的柱、墙、板一起采用适当比例进行绘制。

3) 在梁平法施工图中,尚应注明各结构层的顶面标高及相应的结构层号。

4) 对于轴线未居中的梁,应标注其偏心定位尺寸(贴柱边的梁可不注)。

2.2.2 框架梁平法制图规则

1. 梁平面注写方式

梁的平面注写方式,是指在梁平面布置图上,分别在不同编号的梁中各选一根梁,在其上注写截面尺寸及配筋具体数值的方式来表达梁平法施工图。

图 2-5 为梁构件平面注写方式示例。

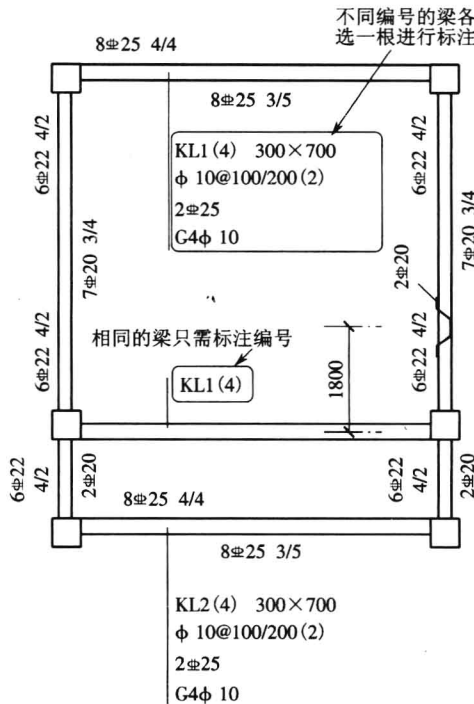


图 2-5 梁构件平面注写方式

平面注写包括集中标注与原位标注(见图 2-6),集中标注表达梁的通用数值,原位标注表达梁的特殊数值。当集中标注中的某项数值不适用于梁的某部位时,则将该项数值原位标注,施工时,原位标注取值优先。

梁集中标注的内容通常包括五项必注内容和一项选注内容,主要表达通用于梁各跨的设计数值。集中标注从梁中任一跨引出,将其需要集中标注的全部内容注明。具体规定如下。

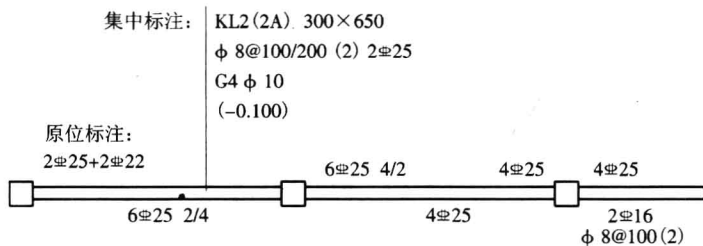


图 2-6 梁构件的集中标注与原位标注

1) 梁编号, 该项为必注值, 由梁类型代号、序号、跨数及有无悬挑代号几项组成。梁类型与相应的编号见表 2-1。

表 2-1 梁类型与相应的编号

梁类型	代号	序号	跨数及是否带有悬挑
楼层框架梁	KL	××	(××)、(××A)或(××B)
屋面框架梁	WKL	××	(××)、(××A)或(××B)
非框架梁	L	××	(××)、(××A)或(××B)
框支梁	KZL	××	(××)、(××A)或(××B)
悬挑梁	XL	××	
井字梁	JZL	××	(××)、(××A)或(××B)

注: (××A) 为一端有悬挑, (××B) 为两端有悬挑, 悬挑不计入跨数。

【例】

① 梁编号如图 2-7 所示, 表示屋面框架梁 1, 4 跨, 两端无悬挑。

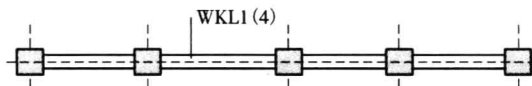


图 2-7 WKL1(4)

② 梁编号如图 2-8 所示, 表示楼层框架梁 1, 2 跨, 两端无悬挑。

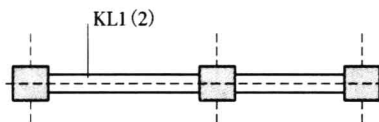


图 2-8 KL1(2)

③ 梁编号如图 2-9 所示, 表示楼层框架梁 1, 3 跨, 一端有悬挑。

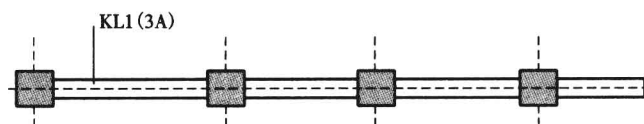


图 2-9 KL1(3A)

④梁编号如图 2-10 所示,表示楼层框架梁 3,2 跨,两端均有悬挑。

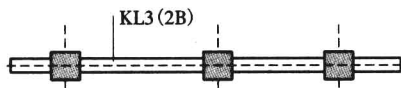


图 2-10 KL3(2B)

2)梁截面尺寸,该项为必注值。

截面尺寸的标注方法如下。

当为等截面梁时,用 $b \times h$ 表示;当为竖向加腋梁时,用 $b \times h$ GY $c_1 \times c_2$ 表示,其中, c_1 为腋长, c_2 为腋高,如图 2-11 所示。

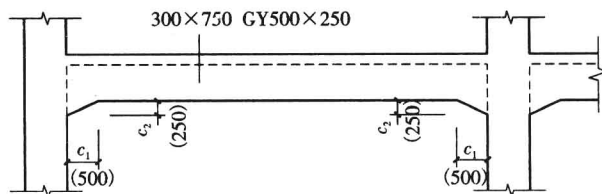


图 2-11 竖向加腋梁标注

当为水平加腋梁时,用 $b \times h$ PY $c_1 \times c_2$ 表示,其中, c_1 为腋长, c_2 为腋宽,如图 2-12 所示。

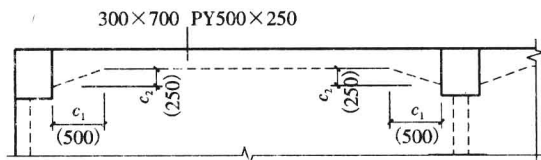


图 2-12 水平加腋梁标注

当有悬挑梁且根部和端部的高度不同时,用“/”分隔根部与端部的高度值,即为 $b \times h_1/h_2$,其中, h_1 为梁根部高度值, h_2 为梁端部高度值,如图 2-13 所示。

3)梁箍筋,注写包括钢筋级别、直径、加密区与非加密区间距及肢数,该项为必注值。箍筋加密区与非加密区的不同间距及肢数需用“/”分隔;当梁箍筋为同一种间距及肢数时,则不需用“/”分隔;当加密区与非加密区的箍筋肢数相同时,则将肢数注写一次;箍筋肢数应写在括号内。加密区范围见相应抗震等级的标准构造

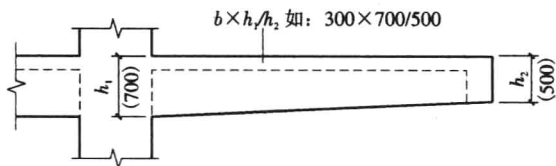


图 2-13 悬挑梁不等高截面标注

详图。

例如, $\phi 10@100/200(4)$, 表示箍筋为 HPB300 级钢筋, 直径为 10 mm, 加密区间距为 100 mm, 非加密区间距为 200 mm, 均为四肢箍。

$\phi 8@100(4)/150(2)$, 表示箍筋为 HPB300 级钢筋, 直径为 8 mm, 加密区间距为 100 mm, 为四肢箍; 非加密区间距为 150 mm, 两肢箍。

当抗震设计中的非框架梁、悬挑梁、井字梁, 以及非抗震设计中的各类梁采用不同的箍筋间距及肢数时, 也用“/”将其分隔开来。注写时, 先注写梁支座端部的箍筋(包括箍筋的箍数、钢筋级别、直径、间距与肢数), 在斜线后注写梁跨中部分的箍筋间距及肢数。

例如, $13 \phi 10@150/200(4)$, 表示箍筋为 HPB300 级钢筋, 直径为 10 mm; 梁的两端各有 13 个四肢箍, 间距为 150 mm; 梁跨中部分, 间距为 200 mm, 四肢箍。

$18 \phi 12@150(4)/200(2)$, 表示箍筋为 HPB300 级钢筋, 直径为 12 mm; 梁的两端各有 18 个四肢箍, 间距为 150 mm; 梁跨中部分, 间距为 200 mm, 双肢箍。

4) 梁上部通长筋或架立筋, 该项为必注值。所注规格与根数应根据结构受力要求及箍筋肢数等构造要求而定。当同排纵筋中既有通长筋又有架立筋时, 应用“+”将通长筋和架立筋相连。注写时须将角部纵筋写在加号的前面, 架立筋写在加号后面的括号内, 以示不同直径及与通长筋的区别。当全部采用架立筋时, 则将其写入括号内。

5) 梁侧面纵向构造钢筋或受扭钢筋配置, 该项为必注值。

当梁腹板高度 $h_w \geq 450$ mm 时, 需配置纵向构造钢筋, 所注规格与根数应符合相关规范规定。此项注写值以大写字母 G 打头, 接续注写设置在梁两个侧面的总配筋值, 且对称配置。

当梁侧面需配置受扭纵向钢筋时, 此项注写值以大写字母 N 打头, 接续注写配置在梁两个侧面的总配筋值, 且对称配置。受扭纵向钢筋应满足梁侧面纵向构造钢筋的间距要求, 且不再重复配置纵向构造钢筋。

注: 1. 当为梁侧面构造钢筋时, 其搭接与锚固长度可取为 $15d$ 。

2. 当为梁侧面受扭纵向钢筋时, 其搭接长度为 l_l 或 l_{lE} (抗震), 锚固长度为 l_a 或 l_{aE} (抗震); 其锚固方式同框架梁下部纵筋。

6) 梁顶面标高高差, 该项为选注值。

梁顶面标高高差, 是指相对于结构层楼面标高的 高差值, 对于位于结构夹层的

梁,则指相对于结构夹层楼面标高的高差。有高差时,须将其写入括号内,无高差时不注。

注:当某梁的顶面高于所在结构层的楼面标高时,其标高高差为正值,反之为负值。

梁原位标注的内容主要是表达梁本跨内的设计数值,以及修正集中标注内容中不适用于本跨的内容。具体规定如下。

1) 梁支座上部纵筋。

梁支座上部纵筋主要是指标注该部位含通长筋在内的所有纵筋。

①当上部纵筋多于一排时,用“/”将各排纵筋自上而下分开。

②当同排纵筋有两种直径时,用“+”将两种直径的纵筋相连,注写时角筋写在前面。

③当梁中间支座两边的上部纵筋不同时,须在支座两边分别标注;当梁中间支座两边的上部纵筋相同时,可仅在支座的一边标注配筋值,另一边省去不注,如图 2-14 所示。

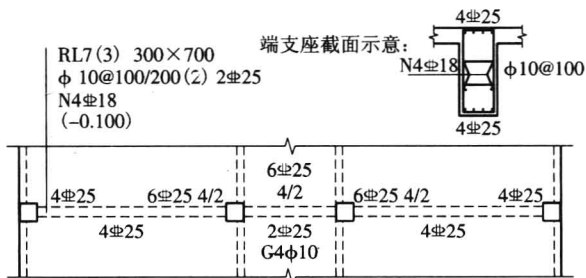


图 2-14 梁中间支座两边的上部纵筋不同时的注写方式

2) 梁下部纵筋。

①当下部纵筋多于一排时,用“/”将各排纵筋自上而下分开。

②当同排纵筋有两种直径时,用“+”将两种直径的纵筋相连,注写时角筋写在前面。

③当梁下部纵筋不全部伸入支座时,将梁支座下部纵筋减少的数量写在括号内。

④当梁的集中标注中已分别注写了梁上部 and 下部均为通长的纵筋值时,则不需在梁下部重复做原位标注。

⑤当梁设置竖向加腋时,加腋部位下部斜纵筋应在支座下部以 Y 打头注写在括号内(见图 2-15),本书中框架梁竖向加腋结构适用于加腋部位参与框架梁计算,其他情况设计者应另行给出构造。当梁设置水平加腋时,水平加腋内上、下部斜纵筋应在加腋支座上部以 Y 打头注写在括号内,上、下部斜纵筋之间用“/”分隔(见图 2-16)。

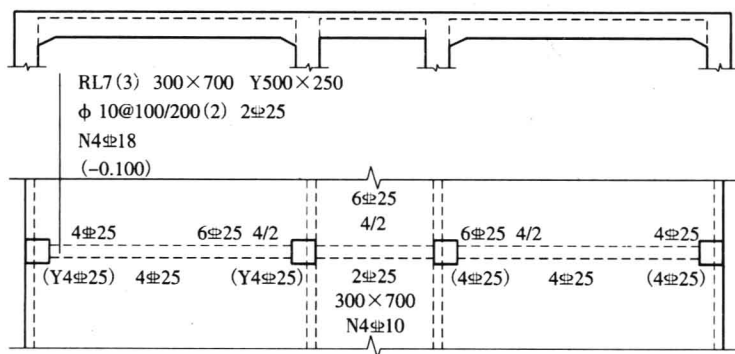


图 2-15 梁竖向加腋平面注写方式

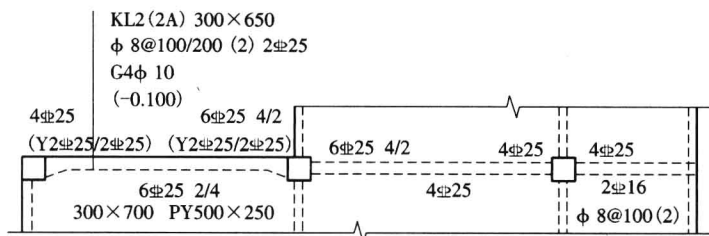


图 2-16 梁水平加腋平面注写方式

3) 修正内容。

当在梁上集中标注的内容(即梁截面尺寸、箍筋、上部通长筋或架立筋,梁侧面纵向构造钢筋或受扭纵向钢筋,以及梁顶面标高高差中的某一项或几项数值)不适用于某跨或某悬挑部分时,则将其不同数值原位标注在该跨或该悬挑部位,施工时应按原位标注数值取用。

当在多跨梁的集中标注中已注明加腋,而该梁某跨的根部却不需要加腋时,则应在该跨原位标注等截面的 $b \times h$,以修正集中标注中的加腋信息(见图 2-15)。

4) 附加箍筋和吊筋。

平法标注是将其直接画在平面图中的主梁上,用线引注总配筋值(附加箍筋的肢数注在括号内)(见图 2-17)。当多数附加箍筋或吊筋相同时,可在梁平法施工图上统一注明,少数与统一注明值不同时,再原位引注。

2. 梁截面注写方式

截面注写方式是在分标准层绘制的梁平面布置图上,分别在不同编号的梁中各选择一根梁用剖面号引出配筋图,并在其上注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达梁平法施工图。在截面注写的配筋图中可注写的内容有:梁截面尺寸、上部钢筋和下部钢筋、侧面构造钢筋或受扭钢筋、箍筋等。

对所有梁进行编号,从相同编号的梁中选择一根梁,先将“单边截面号”画在该

梁上,再将截面配筋详图画在本图或其他图上。当某梁的顶面标高与结构层的楼面标高不同时,应继其梁编号后注写梁顶面标高高差(注写规定与平面注写方式相同)。

在截面配筋详图上注写截面尺寸 $b \times h$ 、上部钢筋、下部钢筋、侧面构造钢筋或受扭钢筋以及箍筋的具体数值时,其表达形式与梁平面注写方式相同,如图 2-18 所示。

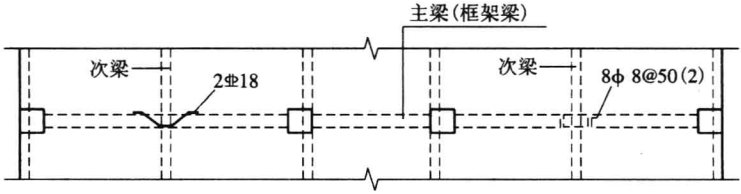


图 2-17 附加箍筋和吊筋的画法示例

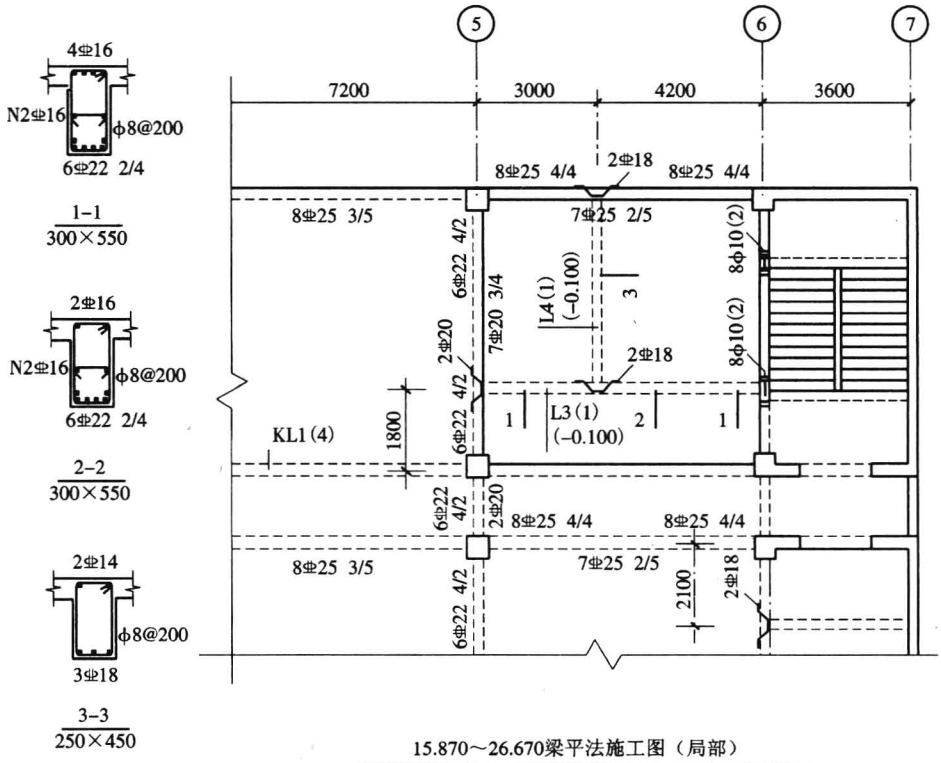


图 2-18 梁截面注写方式

截面注写方式既可以单独使用,也可与平面注写方式结合使用。

注:在梁平法施工图的平面图中,当局部区域的梁布置过密时,除了采用截面

注写方式表达外,也可将加密区用虚线框出,适当放大比例后再用平面注写方式表示。当表达异形截面梁的尺寸与配筋时,用截面注写方式相对比较方便。

2.2.3 梁平法施工图识读步骤

梁平法施工图识读步骤如下。

- 1) 查看图名、比例。
- 2) 首先校核轴线编号及其间距尺寸,要求必须与建筑图、剪力墙施工图、柱施工图保持一致。
- 3) 与建筑图配合,明确梁的编号、数量和布置。
- 4) 阅读结构设计总说明或有关说明,明确梁的混凝土等级及其他要求。
- 5) 根据梁的编号,查阅图中标注或截面标注,明确梁的截面尺寸、配筋和标高,再根据抗震等级、设计要求和标准构造详图确定纵向钢筋、箍筋的构造要求,如纵向钢筋的锚固长度、切断位置、弯折要求、连接方式、搭接长度,以及箍筋加密区的范围,附加箍筋、吊筋的构造。

需要强调的是,应格外注意主、次梁交会处钢筋的高低位置要求。

2.2.4 梁构件钢筋识图

1. 楼层框架梁纵向钢筋构造

(1) 抗震楼层框架梁纵向钢筋构造

楼层框架梁纵向钢筋的构造要求包括:上部纵筋构造、下部纵筋构造和节点锚固要求,如图 2-19 所示。

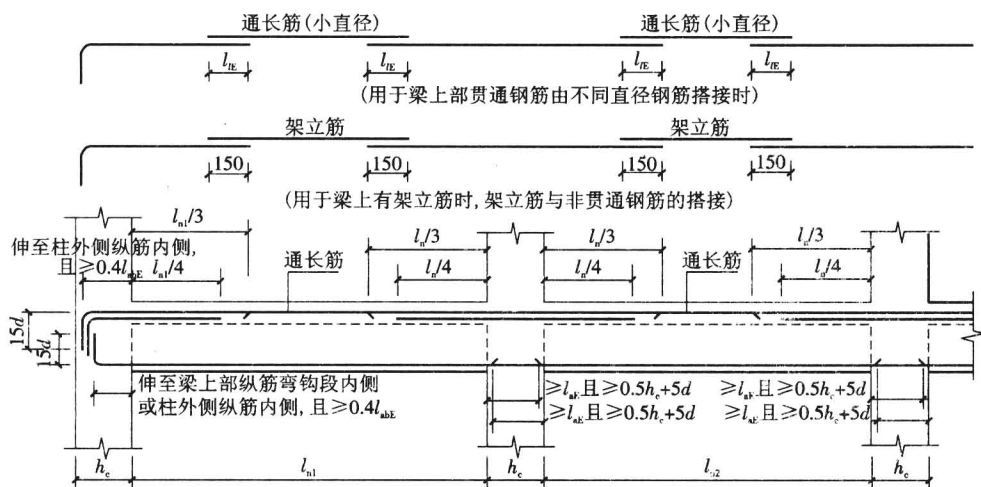


图 2-19 抗震楼层框架梁钢筋构造

1) 框架梁端支座和中间支座上部非通长纵筋的截断位置。

框架梁端部或中间支座上部非通长纵筋自柱边算起,其长度统一取值:非贯通纵筋位于第一排时为 $l_n/3$,非贯通纵筋位于第二排时为 $l_n/4$,若由多于三排的非通长钢筋设计,则依据设计确定具体的截断位置。

l_n 取值:端支座处, l_n 取值为本跨净跨值;中间支座处, l_n 取值为左右两跨梁净跨值的较大值。

2) 抗震框架梁上部通长筋的构造要求。

当跨中通长钢筋直径小于梁支座上部纵筋时,通常钢筋分别与梁两端支座的上部纵筋搭接,搭接长度为 l_{lE} ,且按 100% 搭接接头面积百分率计算搭接长度。当通长钢筋直径与梁端上部纵筋相同时,将梁端支座上部纵筋中按通长筋的根数延伸至跨中 1/3 净跨范围内交错搭接、机械连接或者焊接。当采用搭接连接时,搭接长度为 l_{lE} ,且当在同一连接区段时按 100% 搭接接头面积百分率计算搭接长度,当不在同一区段内时,按 50% 搭接接头面积百分率计算搭接长度。

当框架梁设置箍筋的肢数多于 2 根,且当跨中通长钢筋仅为 2 根时,补充设计的架立筋与非贯通钢筋的搭接长度为 150 mm。

3) 架立筋。

架立筋是梁的一种纵向构造钢筋。当梁顶面箍筋转角处无纵向受力钢筋时,应设置架立筋。架立筋的作用是形成钢筋骨架和承受温度收缩应力。

架立筋的根数=箍筋的肢数—上部通长筋的根数

当梁的上部既有通长筋又有架立筋时,其中架立筋的搭接长度为 150 mm。架立筋的长度是逐跨计算的。

每跨梁的架立筋长度=梁的净跨度—两端支座负筋的延伸长度+150×2

4) 抗震框架梁上部与下部纵筋在端支座的锚固要求。

① 直锚形式。

楼层框架梁中,当柱截面沿框架方向的高度, h_c 比较大,即 h_c 减柱保护层 c 大于或等于纵向受力钢筋的最小锚固长度时,纵筋在端支座处可以采用直锚形式。直锚长度取值应满足条件 $\max(l_{aE}, 0.5h_c + 5d)$,如图 2-20 所示。

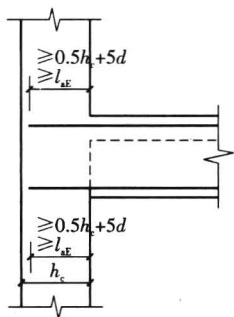


图 2-20 抗震楼层框架梁纵筋在端支座处的直锚构造

②弯锚形式。

当柱截面沿框架方向的高度 h_c 比较小, 即 h_c 减柱保护层 c 小于纵向受力钢筋的最小锚固长度时, 纵筋在端支座处应采用弯锚形式。纵筋伸入梁柱节点的锚固要求: 水平长度 $\geq 0.4l_{abE}$, 竖直长度为 $15d$ 。通常, 弯锚的纵筋伸至柱截面外侧钢筋的内侧。

应注意: 弯折锚固钢筋的水平长度 $\geq 0.4l_{abE}$, 是设计构件截面尺寸和配筋时要考虑的条件而不是钢筋量计算的依据。

③加锚头/锚板形式。

楼层框架梁中, 纵筋在端支座处可以采用加锚头/锚板的锚固形式。锚头/锚板伸至柱截面外侧纵筋的内侧, 且锚入水平长度 $\geq 0.4l_{abE}$, 如图 2-21 所示。

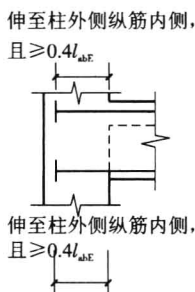


图 2-21 抗震楼层框架梁纵筋在端支座处加锚头/锚板构造

5) 抗震框架梁下部纵筋在中间支座锚固和连接的构造要求。

抗震框架梁下部纵筋在中间支座的锚固要求为: 纵筋伸入中间支座的锚固长度取值为 $\max(l_{aE}, 0.5h_c + 5d)$ 。弯折锚入的纵筋与同排纵筋净距不应小于 25 mm。

抗震框架梁下部纵筋可贯通中柱支座。在内力较小的位置连接, 连接范围为抗震箍筋加密区以外至柱边缘 $l_n/3$ 位置 (l_n 为梁净跨长度值), 钢筋连接接头百分率不应大于 50%。

6) 抗震框架梁下部纵筋在中间支座节点外搭接。

抗震框架梁下部纵筋不能在柱内锚固时, 可在节点外搭接, 如图 2-22 所示。相邻跨钢筋直径不同时, 搭接位置位于较小直径的一跨。

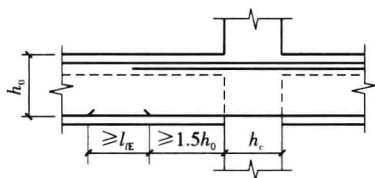


图 2-22 抗震楼层框架梁中间层中间节点梁下部纵筋在节点外搭接构造

(2) 非抗震楼层框架梁纵向钢筋构造

非抗震楼层框架梁纵向钢筋的构造,如图 2-23 所示。

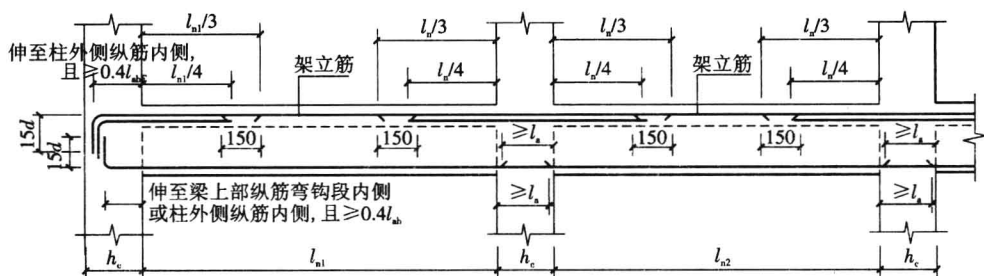


图 2-23 非抗震楼层框架梁纵向钢筋构造

框架梁端支座和中间支座上部非通长纵筋的截断位置与抗震框架梁相应位置相同。

1) 非抗震框架梁端部或中间支座上部非通长纵筋自柱边算起,其长度统一取值:非贯通纵筋位于第一排时为 $l_n/3$,非贯通纵筋位于第二排时为 $l_n/4$,若由多于三排的非通长钢筋设计,则依据设计确定具体的截断位置。

l_n 取值:端支座处, l_n 取值为本跨净跨值;中间支座处, l_n 取值为左右两跨梁净跨值的较大值。

2) 非抗震框架梁上部通长筋和下部受力钢筋的构造要求。

非抗震框架梁的架立钢筋分别与梁两端支座上部纵筋构造搭接,长度为 150 mm,且应有一道箍筋位于该长度范围内,同时与构造搭接的两根钢筋交叉绑扎在一起。

非框架梁的下部纵筋可采用搭接、机械连接或焊接等方式在梁靠近支座 $l_{ni}/3$ 范围内连接,即:支座范围内 $l_{ni}/3$ 的位置为下部纵筋在支座和节点范围之外的连接区域,连接的根数不应多于总根数的 50%。

3) 非抗震楼层框架梁上部与下部纵筋在端支座的锚固要求。

① 直锚形式。

非抗震框架梁中,当柱截面沿框架方向的高度 h_c 比较大,即 h_c 减柱保护层 c 大于或等于纵向受力钢筋的最小锚固长度时,纵筋在端支座可以采用直锚形式。直锚长度取值应满足条件 $\max(l_a, 0.5h_c + 5d)$,如图 2-24 所示。

② 弯锚形式。

当柱截面沿框架方向的高度 h_c 比较小,即 h_c 减柱保护层 c 小于纵向受力钢筋的最小锚固长度时,纵筋在端支座应采用弯锚形式。纵筋伸入梁柱节点的锚固要求:水平长度 $\geq 0.4l_{ab}$,竖直长度为 $15d$ 。通常,弯锚的纵筋伸至柱截面外侧钢筋的内侧。

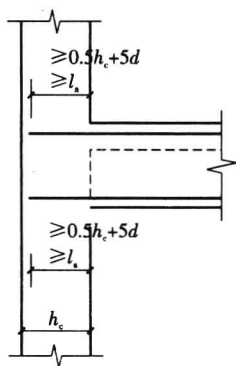


图 2-24 非抗震楼层框架梁纵筋在端支座直锚构造

应注意:弯折锚固钢筋的水平长度 $\geq 0.4l_{ab}$,是设计构件截面尺寸和配筋时要考虑的条件而不是钢筋量计算的依据。

③加锚头/锚板形式。

非抗震框架梁中,纵筋在端支座可以采用加锚头/锚板锚固形式。锚头/锚板伸至柱截面外侧纵筋的内侧,且锚入水平长度 $\geq 0.4l_{ab}$,如图 2-25 所示。

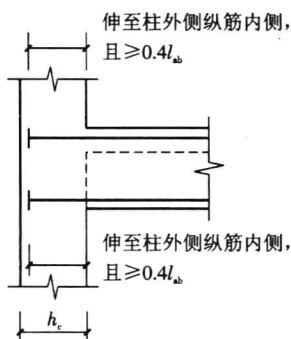


图 2-25 非抗震楼层框架梁纵筋在端支座加锚头/锚板构造

4)非抗震框架梁下部纵筋在中间支座锚固和连接的构造要求。

非抗震框架梁下部纵筋在中间支座的锚固有直锚和弯锚两种形式。直锚的构造措施为纵筋伸入中间支座的锚固长度取值为 l_a ;弯锚的构造要求为下部纵筋伸入中间节点柱内侧边缘(水平段的构造要求为大于或等于 $0.4l_{ab}$),竖直弯折为 $15d$ 。

非抗震框架梁下部纵筋可贯通中柱支座,在梁端 $l_n/3$ 范围内连接(l_n 为梁净跨长度值),钢筋连接接头面积百分率不宜大于50%。

5)非抗震框架梁下部纵筋在中间支座节点外搭接。

非抗震框架梁下部纵筋不能在柱内锚固时,可在节点外搭接,如图 2-26 所示。相邻跨钢筋直径不同时,搭接位置位于较小直径的一跨。

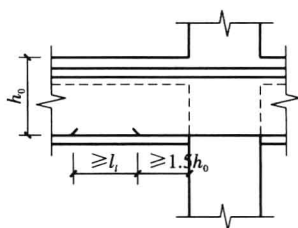


图 2-26 非抗震楼层框架梁中间层中间节点梁下部筋在节点外搭接构造

2. 屋面框架梁纵向钢筋构造

(1) 屋面框架梁纵向钢筋构造

屋面框架梁纵向钢筋构造要求,如图 2-27 所示。

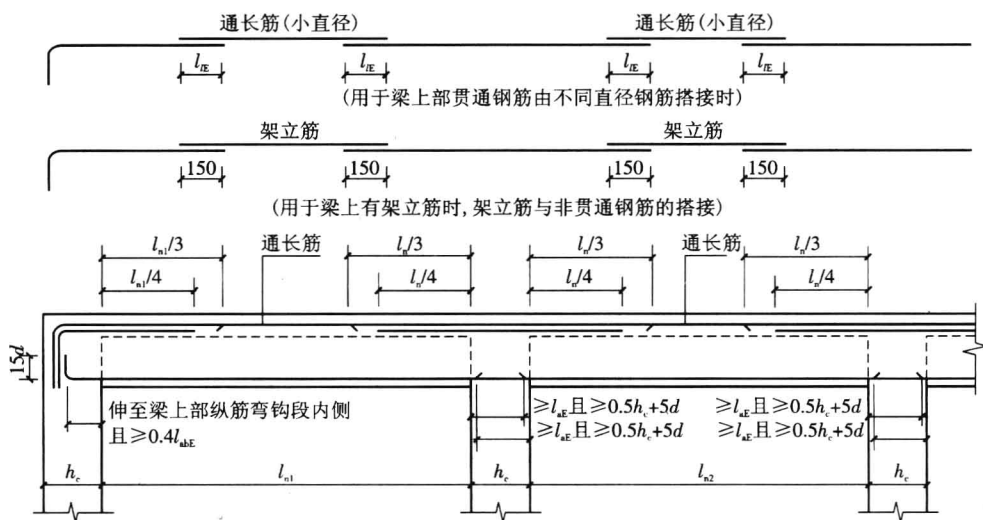


图 2-27 屋面框架梁纵向构造

1) 梁上、下部通长纵筋的构造。

上部通长纵筋伸至尽端弯折伸至梁底,下部通长纵筋伸至梁上部纵筋弯钩段内侧,弯折 $15d$,锚入柱内的水平段 $\geq 0.4l_{aE}$;当柱宽度较大时,上部纵筋和下部纵筋在中间支座处伸入柱内的直锚长度 $\geq l_{aE}$ 且 $\geq 0.5h_c + d$ (h_c 为柱截面沿框架方向的高度, d 为钢筋直径)。

2) 端支座负筋的延伸长度。

第一排支座负筋从柱边开始延伸至 $l_{n1}/3$ 位置;第二排支座负筋从柱边开始伸至 $l_{n1}/4$ 位置 (l_{n1} 为边跨的净跨长度)。

3) 中间支座负筋的延伸长度。

第一排支座负筋从柱边开始延伸至 $l_n/3$ 位置;第二排支座负筋从柱边开始延

伸至 $l_n/4$ 位置 (l_n 为支座两边的净跨长度 l_{n1} 和 l_{n2} 的最大值)。

4) 当梁上部贯通钢筋由不同直径搭接时, 通长筋与支座负筋的搭接长度为 l_{lE} 。

5) 当梁上有架立筋时, 架立筋与非贯通钢筋搭接, 搭接长度为 150 mm。

6) 屋面框架梁下部纵筋在端支座处的锚固要求。

① 直锚形式。

屋面框架梁中, 当柱截面沿框架方向的高度 h_c 比较大, 即 h_c 减柱保护层 c 大于或等于纵向受力钢筋的最小锚固长度时, 下部纵筋在端支座可以采用直锚形式。直锚长度取值应满足条件 $\max(l_{aE}, 0.5h_c + 5d)$, 如图 2-28 所示。

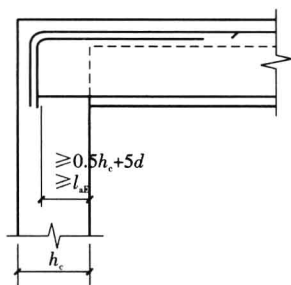


图 2-28 屋面框架梁纵筋在端支座处的直锚构造

② 弯锚形式。

当柱截面沿框架方向的高度 h_c 比较小, 即 h_c 减柱保护层 c 小于纵向受力钢筋的最小锚固长度时, 纵筋在端支座处应采用弯锚形式。下部纵筋伸入梁柱节点的锚固要求: 水平长度 $\geq 0.4l_{aE}$, 竖直长度为 $15d$ 。通常, 弯锚的纵筋伸至柱截面外侧钢筋的内侧, 如图 2-29 所示。

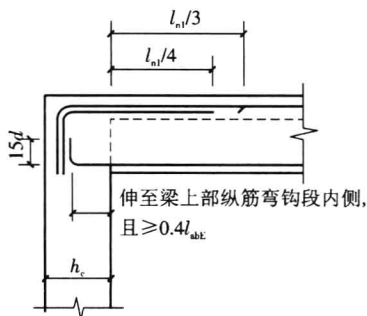


图 2-29 屋面框架梁纵筋在端支座处的弯锚构造

应注意: 弯折锚固钢筋的水平长度 $\geq 0.4l_{aE}$, 是设计构件截面尺寸和配筋时要考虑的条件而不是钢筋量计算的依据。

③加锚头/锚板形式。

屋面框架梁中,下部纵筋在端支座处可以采用加锚头/锚板的锚固形式。锚头/锚板伸至柱截面外侧纵筋的内侧,且锚入水平长度 $\geq 0.4l_{abE}$,如图 2-30 所示。

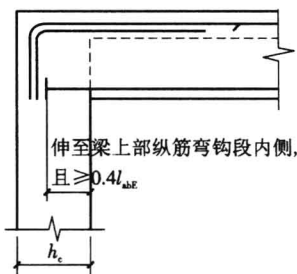


图 2-30 屋面框架梁纵筋在端支座处加锚头/锚板构造

7) 屋面框架梁下部纵筋在中间支座节点外搭接。

屋面框架梁下部纵筋不能在柱内锚固时,可在节点外搭接,如图 2-31 所示。相邻跨钢筋直径不同时,搭接位置位于较小直径的一跨。

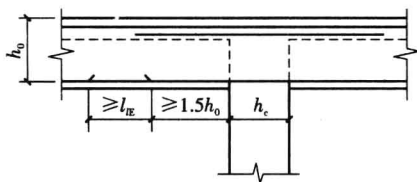


图 2-31 屋面框架梁中间层中间节点梁下部筋在节点外搭接构造

(2) 非抗震屋面框架梁纵向钢筋构造

非抗震屋面框架梁纵向钢筋的构造,如图 2-32 所示。

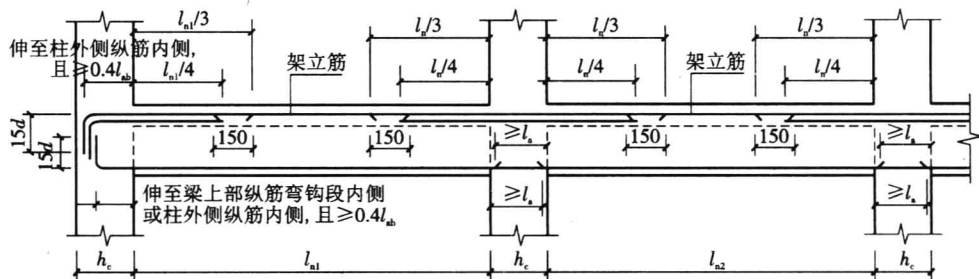


图 2-32 非抗震屋面框架梁钢筋构造

1) 非抗震屋面框架梁端支座和中间支座上部非通长纵筋的截断位置与抗震框架梁相关构造相似。

2)非抗震屋面框架梁上部通长筋和下部受力钢筋的构造要求与抗震框架梁相关构造相似。

范围内连接,即:支座范围内 $l_{ni}/3$ 的位置为下部纵筋在支座和节点范围之外的连接区域,连接的根数不应多于总根数的 50%。

3)非抗震屋面框架梁下部纵筋在端支座的锚固要求。

①直锚形式。

非抗震屋面框架梁中,当柱截面沿框架方向的高度 h_c 比较大,即 h_c 减柱保护层 c 大于或等于纵向受力钢筋的最小锚固长度时,下部纵筋在端支座处可以采用直锚形式。直锚长度取值应满足条件 $\max(l_a, 0.5h_c + 5d)$,如图 2-33 所示。

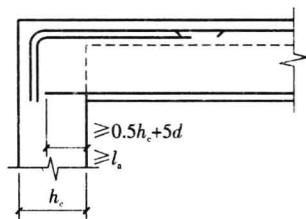


图 2-33 纵筋在端支座处的直锚构造

②弯锚形式。

当柱截面沿框架方向的高度 h_c 比较小,即 h_c 减柱保护层 c 小于纵向受力钢筋的最小锚固长度时,纵筋在端支座处应采用弯锚形式。下部纵筋伸入梁柱节点的锚固要求:水平长度 $\geq 0.4l_{ab}$,竖直长度为 $15d$ 。通常,弯锚的纵筋伸至柱截面外侧钢筋的内侧。

应注意:弯折锚固钢筋的水平长度 $\geq 0.4l_{ab}$,是设计构件截面尺寸和配筋时要考虑的条件而不是钢筋量计算的依据。

③加锚头/锚板形式。

非抗震屋面框架梁中,下部纵筋在端支座处可以采用加锚头/锚板的锚固形式。锚头/锚板伸至柱截面外侧纵筋的内侧,且锚入水平长度 $\geq 0.4l_{ab}$,如图 2-34 所示。

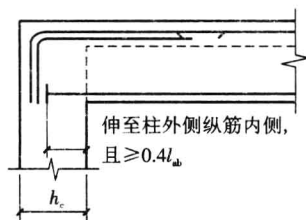


图 2-34 纵筋在端支座处加锚头/锚板构造

4) 非抗震屋面框架梁下部纵筋在中间支座锚固和连接的构造要求。

非抗震屋面框架梁下部纵筋在中间支座的锚固有直锚和弯锚两种形式。直锚的构造措施为纵筋伸入中间支座的锚固长度取值为 l_a ；弯锚的构造要求为下部纵筋伸入中间节点柱内侧边缘(水平段的构造要求为大于或等于 $0.4l_{ab}$)，竖直弯折为 $15d$ 。

非抗震框架梁下部纵筋可贯通中柱支座，在梁端 $l_n/3$ 范围内连接(l_n 为梁净跨长度值)，钢筋连接接头面积百分率不宜大于 50%。

5) 非抗震屋面框架梁下部纵筋在中间支座节点外搭接。

非抗震屋面框架梁下部纵筋不能在柱内锚固时，可在节点外搭接，如图 2-35 所示。相邻跨钢筋直径不同时，搭接位置位于较小直径的一跨。

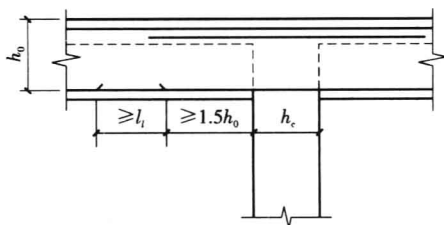


图 2-35 中间层中间节点梁下部筋在节点外搭接构造

3. 框架梁根部加腋构造

框架梁加腋构造可分为水平加腋和竖向加腋两种构造。

(1) 框架梁水平加腋构造

框架梁水平加腋构造，如图 2-36 所示。

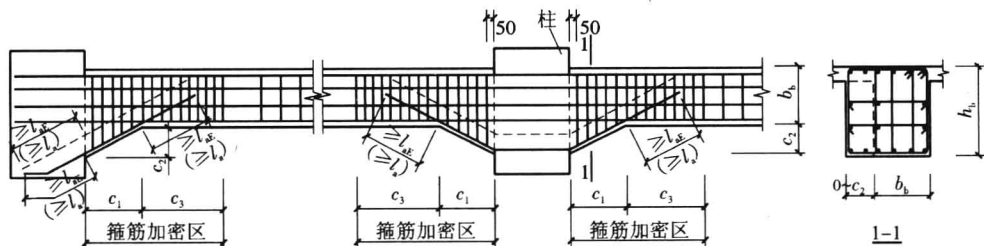


图 2-36 框架梁水平加腋构造

图中，括号内为非抗震梁纵筋的锚固长度。在梁结构平法施工图中，当水平加腋部位的配筋设计未给出时，其梁腋上、下部斜纵筋(仅设置第一排)直径分别同梁内上、下纵筋，水平间距不宜大于 200 mm；水平加腋部位侧面纵向构造钢筋的设置及构造要求同抗震楼层框架梁的要求。

图中 c_3 按下列规定取值。

抗震等级为一级： $c_3 \geq 2.0h_b$ 且 ≥ 500 mm；

抗震等级为二至四级： $c_3 \geq 1.5h_b$ 且 ≥ 500 mm。

要求:上部纵筋弯锚入柱内,弯折段长度 $\geq l_{aE}(l_a)$,下部纵筋锚入柱内平直段长度 $\geq 0.4l_{aE}(0.4l_{ab})$,弯折长度为 $15d$,如图 2-40 所示。

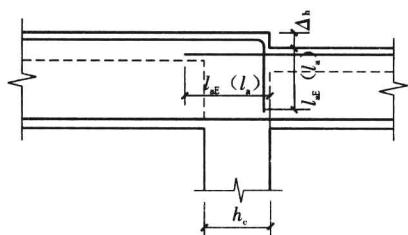


图 2-39 屋面框架梁底部齐平

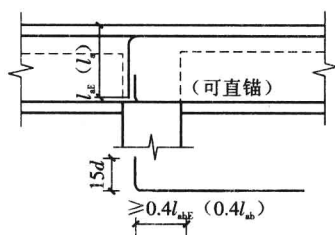


图 2-40 屋面框架梁梁宽度不同示意图

(2) 楼层框架梁中间支座变截面处的钢筋构造

1) 梁顶、梁底均不平。

楼层框架梁梁顶、梁底均不平时,可分为以下两种情况。

① 梁顶(梁底)高差较大。

当 $\Delta_h/(h_c - 50) > 1/6$ 时,高梁上部纵筋弯锚水平段长度 $\geq 0.4l_{aE}(0.4l_{ab})$,弯钩长度为 $15d$,低梁下部纵筋直锚长度 $\geq l_{aE}(l_a)$ 。梁下部纵筋锚固构造同上部纵筋,如图 2-41 所示。

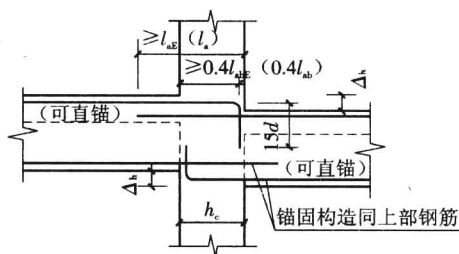


图 2-41 梁顶(梁底)高差较大

② 梁顶(梁底)高差较小。

当 $\Delta_h/(h_c - 50) \leq 1/6$ 时,梁上部(下部)纵筋可连续布置(弯曲通过中间节点),如图 2-42 所示。

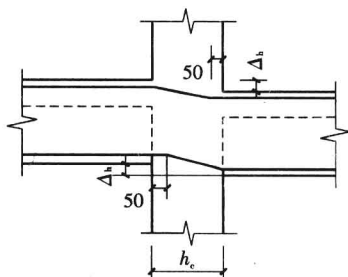


图 2-42 梁顶(梁底)高差较小

2) 支座两边梁宽不同。

楼层框架梁中间支座两边框架梁宽度不同或错开布置时,无法直锚的纵筋弯锚入柱内;或当支座两边纵筋根数不同时,可将多出的纵筋弯锚入柱内。锚固的构造要求:上部纵筋弯锚入柱内,弯折段长度为 $15d$,下部纵筋锚入柱内平直段长度 $\geq 0.4l_{aE}$ ($0.4l_{ab}$),弯折长度为 $15d$,如图 2-43 所示。

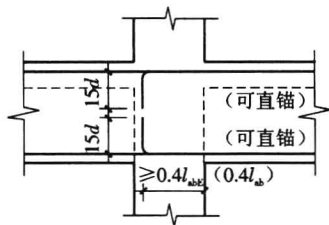


图 2-43 楼层框架梁梁宽度不同示意图

5. 梁箍筋的构造要求

(1) 抗震框架梁和屋面框架梁箍筋构造要求

抗震框架梁和屋面框架梁箍筋构造要求(见图 2-44 和图 2-45),主要有以下几点。

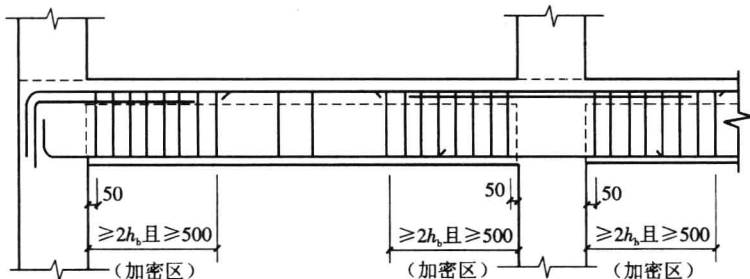


图 2-44 抗震框架梁和屋面框架梁箍筋构造要求(尽端为柱)

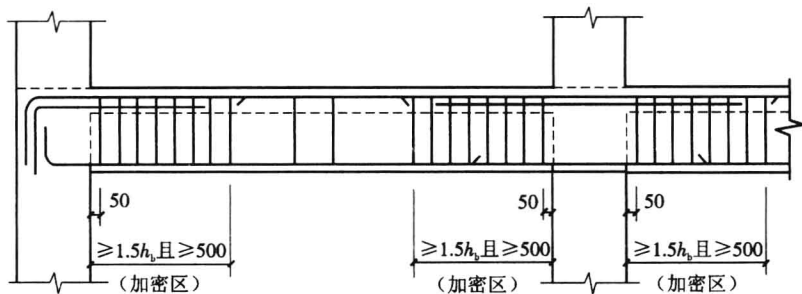


图 2-45 抗震框架梁和屋面框架梁箍筋构造要求(尽端为梁)

1) 箍筋加密范围。

梁支座负筋设箍筋加密区。

一级抗震等级:加密区长度为 $\max(2h_b, 500 \text{ mm})$;

二至四级抗震等级:加密区长度为 $\max(1.5h_b, 500 \text{ mm})$ 。其中, h_b 为梁截面高度。

2) 箍筋位置。

框架梁第一道箍筋距离框架柱边缘为 50 mm。注意在梁柱节点内, 框架梁的箍筋不设。

3) 弧形框架梁中心线展开计算梁端部箍筋加密区范围, 其箍筋间距按其凸面度量。

4) 箍筋复合方式。

多于两肢箍的复合箍筋应采用外封闭大箍套小箍的复合方式。

(2) 非抗震框架梁和屋面框架梁箍筋构造要求

非抗震框架梁和屋面框架梁箍筋构造要求, 如图 2-46 所示。

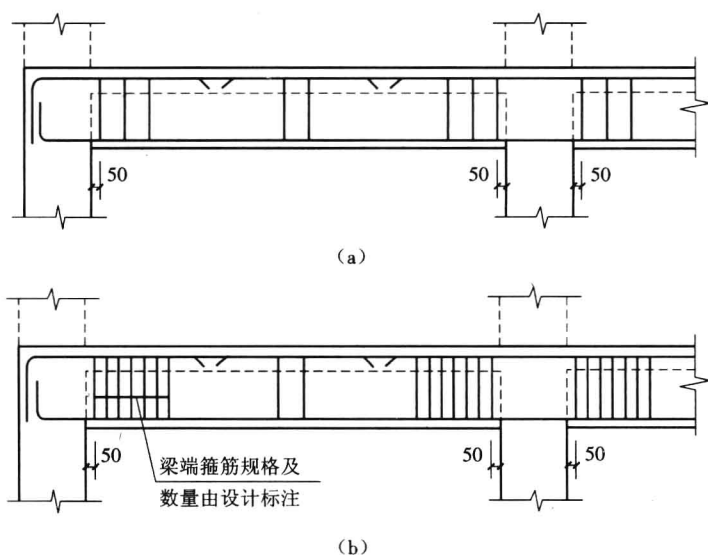


图 2-46 非抗震框架梁、屋面框架梁箍筋

(a) 一种箍筋间距; (b) 两种箍筋间距

构造特点主要包括以下几点。

1) 箍筋直径。

非抗震框架梁通常全跨仅配置一种箍筋; 当全跨配有两种箍筋时, 其注写方式为在跨两端设置直径较大或间距较小的箍筋, 并注明箍筋的根数, 然后在跨中设置配置较小的箍筋。图中没有作为抗震构造要求的箍筋加密区。

2) 箍筋位置。

框架梁第一道箍筋距离框架柱边缘为 50 mm。注意在梁柱节点内, 框架梁不设箍筋。

3) 弧形框架梁中心线展开, 其箍筋间距按其凸面度量。

4) 箍筋复合方式。

多肢复合箍筋采用外封闭大箍筋加小箍筋的方式, 当为现浇板时, 内部的小箍筋可为上开口箍或单肢箍形式。井字梁箍筋构造与非框架梁相同。

6. 非框架梁配筋构造

非框架梁配筋构造, 如图 2-47 所示。

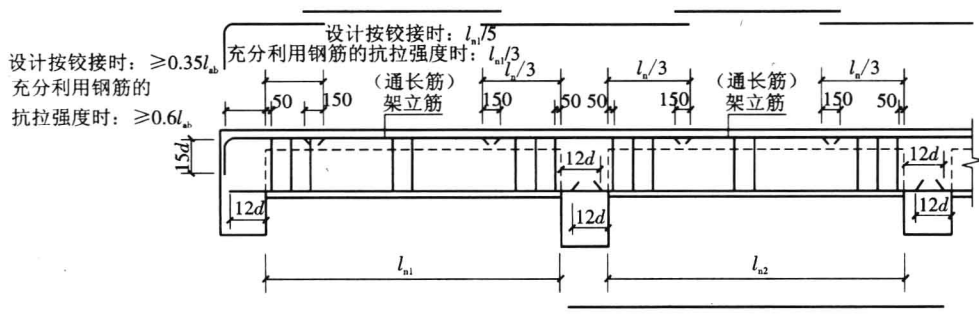


图 2-47 非框架梁配筋构造

(1) 非框架梁上部纵筋的延伸长度

1) 非框架梁端支座上部纵筋的延伸长度。

设计按铰接时, 取 $l_{n1}/5$; 充分利用钢筋的抗拉强度时, 取 $l_{n1}/3$ 。其中, “设计按铰接时”、“充分利用钢筋的抗拉强度时”由设计注明。

2) 非框架梁中间支座上部纵筋延伸长度。

非框架梁中间支座上部纵筋延伸长度取 $l_n/3$ (l_n 为相邻左右两跨中跨度较大一跨的净跨值)。

(2) 非框架梁纵向钢筋的锚固

1) 非框架梁上部纵筋在端支座处的锚固。

非框架梁端支座上部纵筋弯锚, 弯折段竖向长度为 $15d$, 而弯锚水平段长度为: 设计按铰接时, 取大于或等于 $0.35l_{ab}$; 充分利用钢筋的抗拉强度时, 取大于或等于 $0.6l_{ab}$ 。

2) 非框架梁下部纵筋在端支座处的锚固。

直锚入柱内 $12d$, 当梁中纵筋采用光面钢筋时, 梁下部钢筋的直锚长度为 $15d$ 。

3) 非框架梁下部纵筋在中间支座处的锚固。

直锚入柱内 $12d$, 当梁中纵筋采用光面钢筋时, 梁下部钢筋的直锚长度

为 $15d$ 。

(3) 非框架梁纵向钢筋的连接

从图 2-47 中可以看出,非框架梁的架立筋搭接长度为 150 mm 。

(4) 非框架梁的箍筋

非框架梁箍筋构造要点主要包括以下几点。

- 1) 没有作为抗震构造要求的箍筋加密区。
- 2) 第一个箍筋在距支座边缘 50 mm 处开始设置。
- 3) 弧形非框架梁的箍筋间距沿凸面线度量。
- 4) 当箍筋为多肢复合箍时,应采用大箍套小箍的形式。

当端支座为柱、剪力墙(平面内连接)时,梁端部应设置箍筋加密区,设计应确定加密区长度。设计未确定时取消该工程框架梁加密区长度。梁端与柱斜交,或与圆柱相交时的箍筋起始位置,如图 2-48 所示。

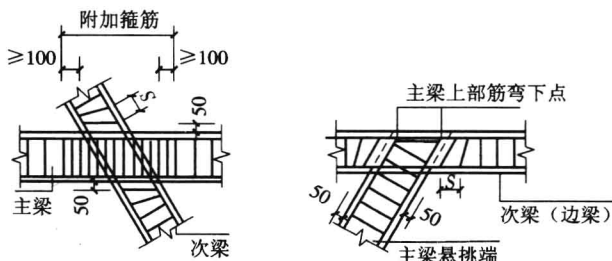


图 2-48 主次梁斜交箍筋构造

(5) 非框架梁中间支座变截面处的纵向钢筋构造

- 1) 梁顶、梁底均不平。

非框架梁梁顶、梁底均不平时,可分为以下两种情况。

① 梁顶(梁底)高差较大。

当 $\Delta h / (h_c - 50) > 1/6$ 时,高梁上部纵筋弯锚,弯折段长度为 l_a ,弯钩段长度从低梁顶部算起,低梁下部纵筋直锚长度为 l_a 。梁下部纵筋锚固构造同上部纵筋,如图 2-49 所示。

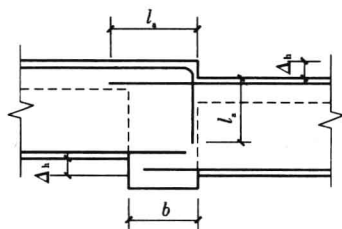


图 2-49 梁顶(梁底)高差较大

②梁顶(梁底)高差较小。

当 $\Delta h / (h_c - 50) \leq 1/6$ 时,梁上部(下部)纵筋可连续布置(平直段伸入支座长度为 50 mm),如图 2-50 所示。

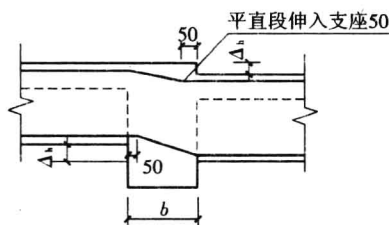


图 2-50 梁顶(梁底)高差较小

2) 支座两边梁宽不同。

非框架梁中间支座两边框架梁宽度不同或错开布置时,无法直锚的纵筋弯锚入柱内;或当支座两边纵筋根数不同时,可将多出的纵筋弯锚入柱内。锚固的构造要求:上部纵筋弯锚入柱内,弯折竖向长度为 $15d$,弯折水平段长度 $\geq 0.6l_{aE}$,如图 2-51 所示。

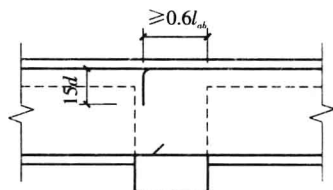


图 2-51 非框架梁梁宽度不同示意图

7. 不伸入支座梁下部纵向钢筋构造要求

当梁(不包括框支梁)下部纵筋不全部伸入支座时,不伸入支座的梁下部纵筋截断点距支座边的距离,统一取为 $0.1l_{n1}$ (l_{n1} 为本跨梁的净跨值),如图 2-52 所示。

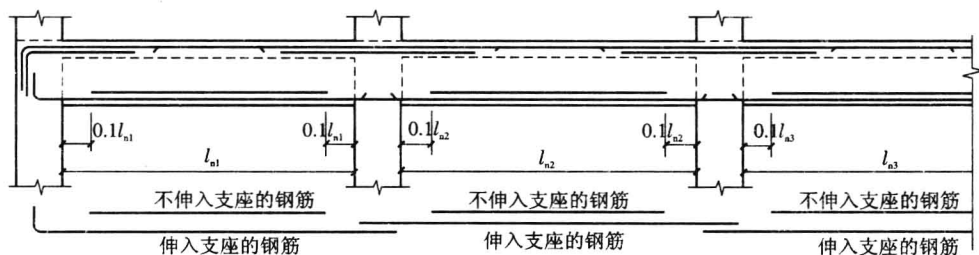


图 2-52 梁侧面纵向构造钢筋和拉筋

8. 附加箍筋、吊筋的构造要求

当次梁作用在主梁上时,由于次梁集中荷载的作用,使得主梁上易产生裂缝。为防止裂缝的产生,在主次梁节点范围内,主梁的箍筋(包括加密与非加密区)正常设置,除此以外,再设置上相应的构造钢筋:附加箍筋或附加吊筋,其构造要求如图 2-53 和图 2-54 所示。

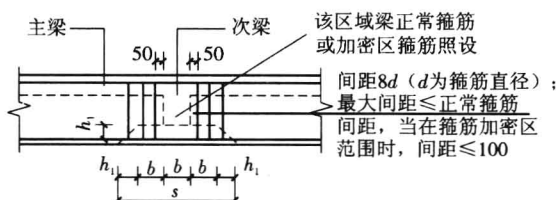


图 2-53 附加箍筋构造

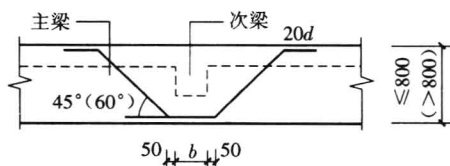


图 2-54 附加吊筋钢筋构造

附加箍筋的构造要求:间距 $8d$ (d 为箍筋直径)且小于正常箍筋间距,当在箍筋加密区范围内时,还应小于 100 mm 。第一根附加箍筋距离次梁边缘的距离为 50 mm ,布置范围为 $s=3b+2h_1$ (b 为次梁宽, h_1 为主次梁高差)。

附加吊筋的构造要求:梁高 $\leq 800\text{ mm}$ 时,吊筋弯折的角度为 45° ,梁高 $> 800\text{ mm}$ 时,吊筋弯折的角度为 60° ;吊筋在次梁底部的宽度为 $b+2\times 50$,在次梁两边的水平段长度为 $20d$ 。

9. 侧面纵向构造钢筋及拉筋的构造要求

梁侧面钢筋(腰筋)有侧面纵向构造钢筋(G)和受扭钢筋(N),其构造要求如图 2-55 所示。当梁侧面钢筋为构造钢筋时,其搭接和锚固长度均为 $15d$,当为受扭钢筋时,其搭接长度为 l_{E} 或 l_1 ,相邻受扭钢筋搭接接头应相互错开,错开的间距为 $0.3l_{\text{E}}$ 或 $0.3l_1$,其锚固长度与方式和框架梁下部纵筋相同。

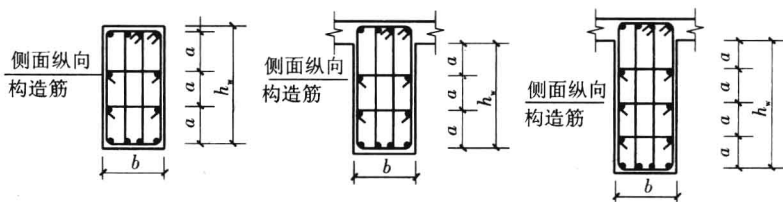


图 2-55 梁侧面纵向构造钢筋和拉筋

(1) 侧面纵向构造钢筋

梁侧面纵向构造钢筋的设置条件:当梁腹板高度 ≥ 450 mm 时,须设置构造钢筋,纵向构造钢筋间距要求小于或等于 200 mm。当梁侧面设置受扭钢筋且其间距不大于 200 mm 时,则不需重复设置构造钢筋。

(2) 拉筋

梁中拉筋直径的确定:梁宽 ≤ 350 mm 时,拉筋直径为 6 mm,梁宽 > 350 mm 时,拉筋直径为 8 mm。拉筋间距的确定:非加密区为箍筋间距的 2 倍,当有多排拉筋时,上、下两排拉筋应竖向错开设置。

拉筋弯钩与光圆钢筋的 180° 弯钩的对比,如图 2-56 所示。

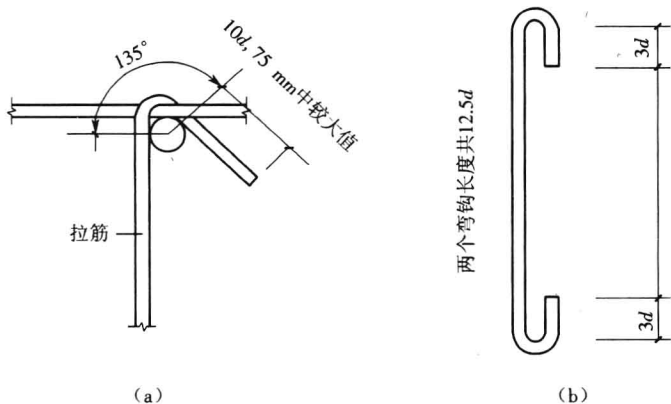


图 2-56 拉筋弯钩与光圆钢筋的 180° 弯钩的对比图

(a) 拉筋紧靠纵向钢筋并钩住箍筋;(b) 光圆钢筋的 180° 弯钩

拉筋弯钩角度为 135° ,抗震弯钩的平直段长度为 $10d$ 和 75 mm 中的较大值;非抗震拉筋弯钩平直段长度为 $5d$ 。

10. 悬挑梁与各类悬挑端配筋构造

(1) 纯悬挑梁钢筋构造要求

纯悬挑梁钢筋构造,如图 2-57 所示。

其构造要求有如下几点。

1) 上部纵筋构造。

① 第一排上部纵筋,至少两根角筋,并不少于第一排纵筋的 $1/2$ 的上部纵筋一直伸到悬挑梁端部,再拐直角弯直伸到梁底,其余纵筋弯下(即钢筋在端部附近下弯 90° 斜坡)。

② 第二排上部纵筋伸至悬挑端长度的 $3/4$ 处,弯折到梁下部,再向梁尽端弯折长度 $\geq 10d$ 。

③ 上部纵筋在支座中伸至柱外侧纵筋内侧,且 $\geq 0.4l_{ab}$ 时须进行锚固,当纵向钢筋直锚长度 $\geq l_a$ 且 $\geq 0.5h_c + 5d$ 时,可不必往下弯锚。

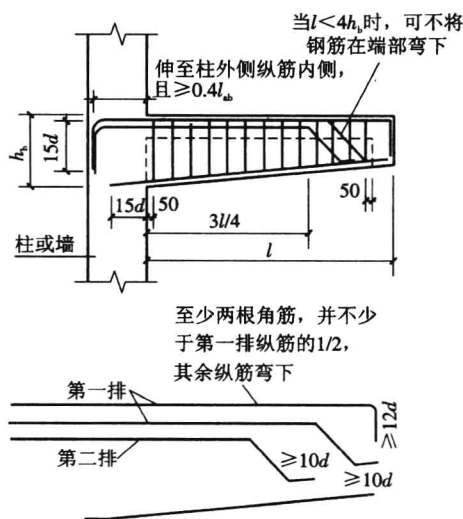


图 2-57 纯悬挑梁钢筋构造

2) 下部纵筋构造。

下部纵筋在制作中的锚固长度为 $15d$ 。

(2) 其他各类悬挑端配筋构造

1) 楼层框架梁悬挑端构造, 如图 2-58 所示。

楼层框架梁悬挑端共给出了 5 种构造做法。

节点 A: 悬挑端有框架梁平伸出, 上部第二排纵筋在伸出 $3l/4$ 之后, 弯折到梁下部, 再向梁尽端弯出的长度 $\geq 10d$ 。下部纵筋直锚长度为 $15d$ 。

节点 B: 当悬挑端比框架梁低 Δ_h [$\Delta_h/(h_c - 50) > 1/6$] 时, 仅用于中间层; 框架梁弯锚水平段长度 $\geq 0.4l_{ab}$ ($0.4l_{abE}$), 弯钩为 $15d$; 悬挑端上部纵筋直锚长度 $\geq l_a$ 。

节点 C: 当悬挑端比框架梁低 Δ_h [$\Delta_h/(h_c - 50) \leq 1/6$] 时, 上部纵筋连续布置, 用于中间层, 当支座为梁时也可用于屋面。

节点 D: 当悬挑端比框架梁低 Δ_h [$\Delta_h/(h_c - 50) > 1/6$] 时, 仅用于中间层; 悬挑端上部纵筋弯锚, 弯锚水平段伸至对边纵筋内侧, 且 $\geq 0.4l_{ab}$, 弯钩为 $15d$; 框架梁上部纵筋直锚长度 $\geq l_{ab}$ (l_{abE})。

节点 E: 当悬挑端比框架梁高 Δ_h [$\Delta_h/(h_c - 50) \leq 1/6$] 时, 上部纵筋连续布置, 用于中间层, 当支座为梁时也可用于屋面。

2) 屋面框架梁悬挑端构造, 如图 2-59 所示。

屋面框架梁悬挑端共给出了两种构造做法。

节点 F: 当悬挑端比框架梁低 Δ_h ($\Delta_h \leq h_b/3$) 时, 框架梁上部纵筋弯锚, 直钩长度 $\geq l_a$ (l_{aE}) 且伸至梁底, 悬挑端上部纵筋直锚长度 $\geq l_a$, 可用于屋面, 当支座为梁时, 也可用于中间层。

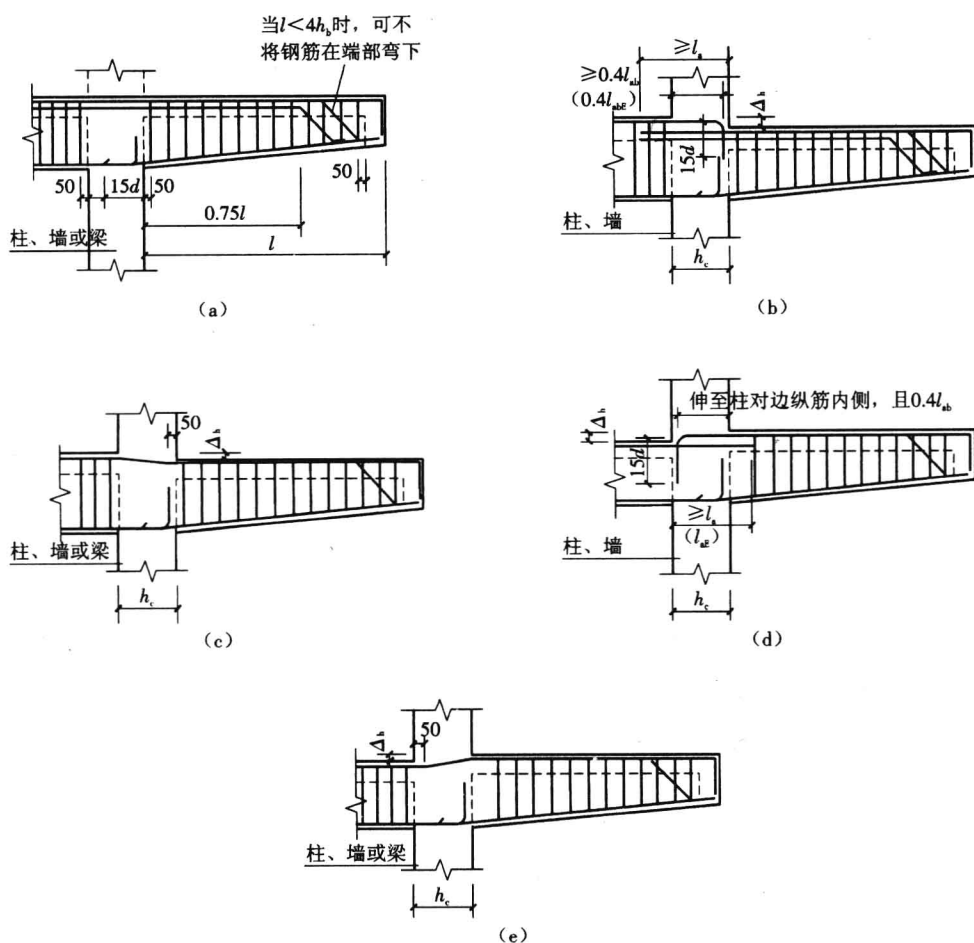


图 2-58 楼层框架梁悬挑端构造

(a)节点 A;(b)节点 B;(c)节点 C;(d)节点 D;(e)节点 E

节点 G: 当悬挑端比框架梁高 Δ_h ($\Delta_h \leq h_b/3$) 时, 框架梁上部纵筋直锚长度 $\geq l_a$ (l_{aE}), 悬挑端上部纵筋弯锚, 弯锚水平段长度 $\geq 0.4l_{ab}$, 直钩长度 $\geq l_a$ (l_{aE}) 且伸至梁底, 可用于屋面, 当支座为梁时, 也可用于中间层。

11. 框支梁、框支柱配筋构造

(1) 框支梁配筋构造

框支梁的配筋构造, 如图 2-60 所示。

1) 框支梁第一排上部纵筋为通长筋。第二排上部纵筋在端支座附近断在 $l_{n1}/3$ 处, 在中间支座附近断在 $l_n/3$ 处 (l_{n1} 为本跨的跨度值; l_n 为相邻两跨的较大跨度值)。

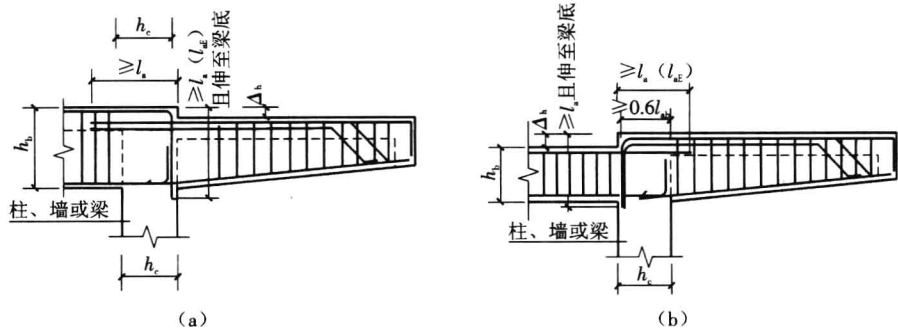


图 2-59 屋面框架梁悬挑端构造

(a)节点 F ; (b)节点 G

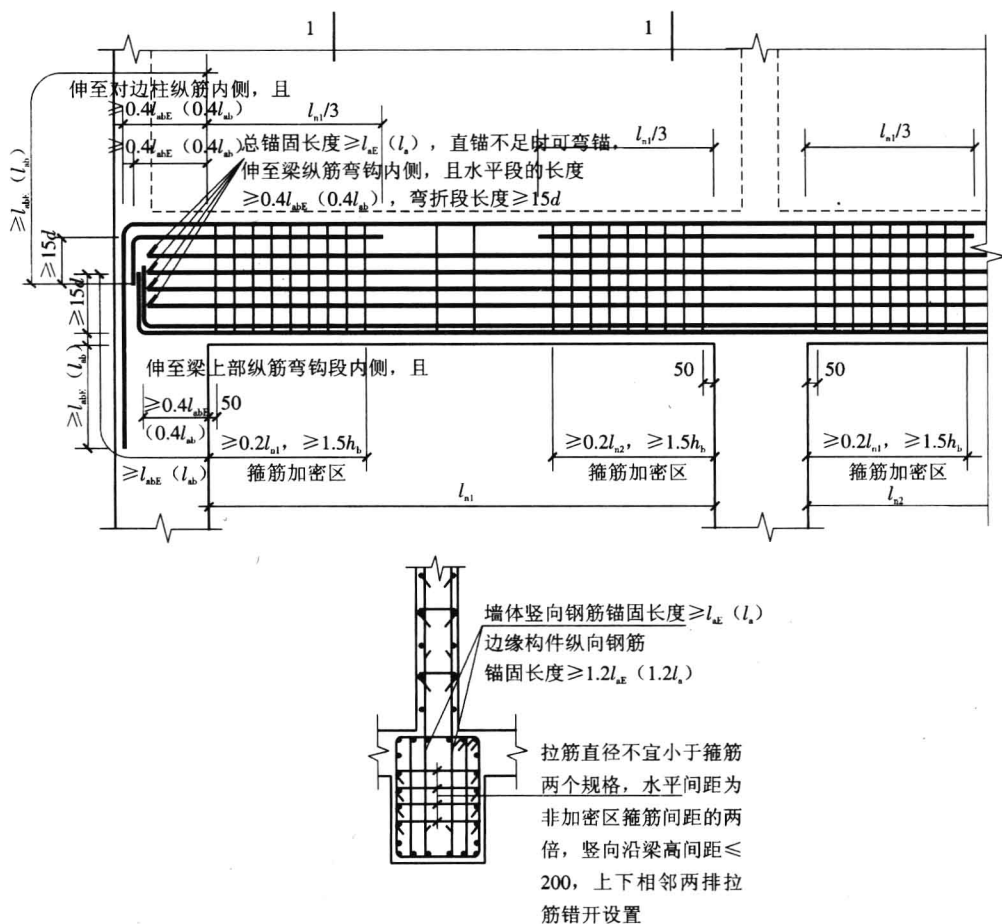


图 2-60 框支梁 KZL 的配筋构造

2) 框支梁上部纵筋伸入支座对边之后向下弯锚, 通过梁底线后再下插 $l_{aE}(l_a)$, 其直锚水平段长度 $\geq 0.4l_{abE}(0.4l_{ab})$ 。

3) 框支梁侧面纵筋是全梁贯通, 在梁端部直锚长度 $\geq 0.4l_{abE}(0.4l_{ab})$, 弯折长度为 $15d$ 。

4) 框支梁下部纵筋在梁端部直锚长度 $\geq 0.4l_{abE}(0.4l_{ab})$, 且向上弯折 $15d$ 。

5) 当框支梁的下部纵筋和侧面纵筋直锚长度 $\geq l_{aE}(l_a)$ 且 $\geq 0.5h_c + 5d$ 时, 可不必向上或水平弯锚。

6) 框支梁箍筋加密区长度 $\geq 0.2l_{n1}$ 且 $\geq 1.5h_b$ (h_b 为梁截面高)。

7) 框支梁拉筋直径不宜小于箍筋, 水平间距为非加密区箍筋间距的 2 倍, 竖向沿梁高间距 $\leq 200\text{ mm}$, 上下相邻两排拉筋错开设置。

8) 梁纵向钢筋的连接宜采用机械连接接头。

(3) 框支柱配筋构造

框支柱的配筋构造, 如图 2-61 所示。

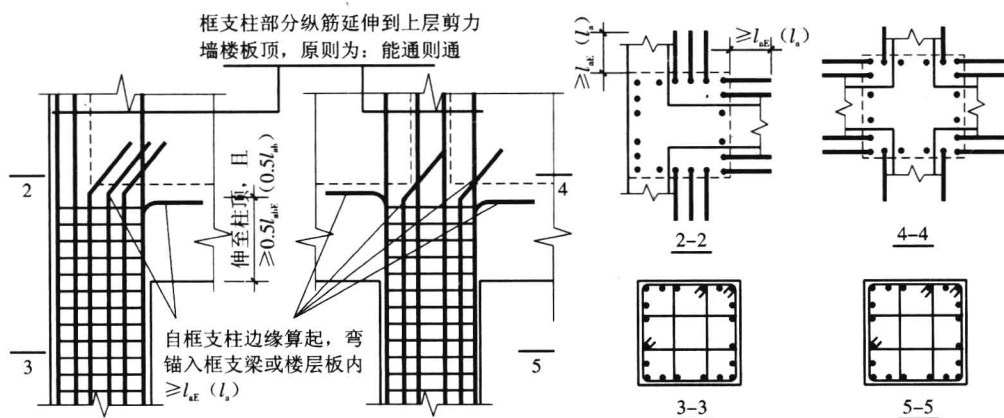


图 2-61 框支柱 KZZ 配筋构造

1) 框支柱的柱底纵筋的连接构造同抗震框架柱。

2) 柱纵筋的连接宜采用机械连接接头。

3) 框支柱部分纵筋延伸到上层剪力墙楼板顶, 原则为: 能同则通。

12. 井字梁配筋构造

井字梁配筋构造, 如图 2-62 所示。

其构造要点概括如下。

1) 上部纵筋锚入端支座的水平段长度: 当设计按铰接时, 长度 $\geq 0.35l_{ab}$; 当充分利用钢筋的抗拉强度时, 长度 $\geq 0.6l_{ab}$, 弯锚 $15d$ 。

2) 架立筋与支座负筋的搭接长度为 150 mm 。

3) 下部纵筋在端支座直锚 $12d$, 在中间支座直锚 $12d$ 。

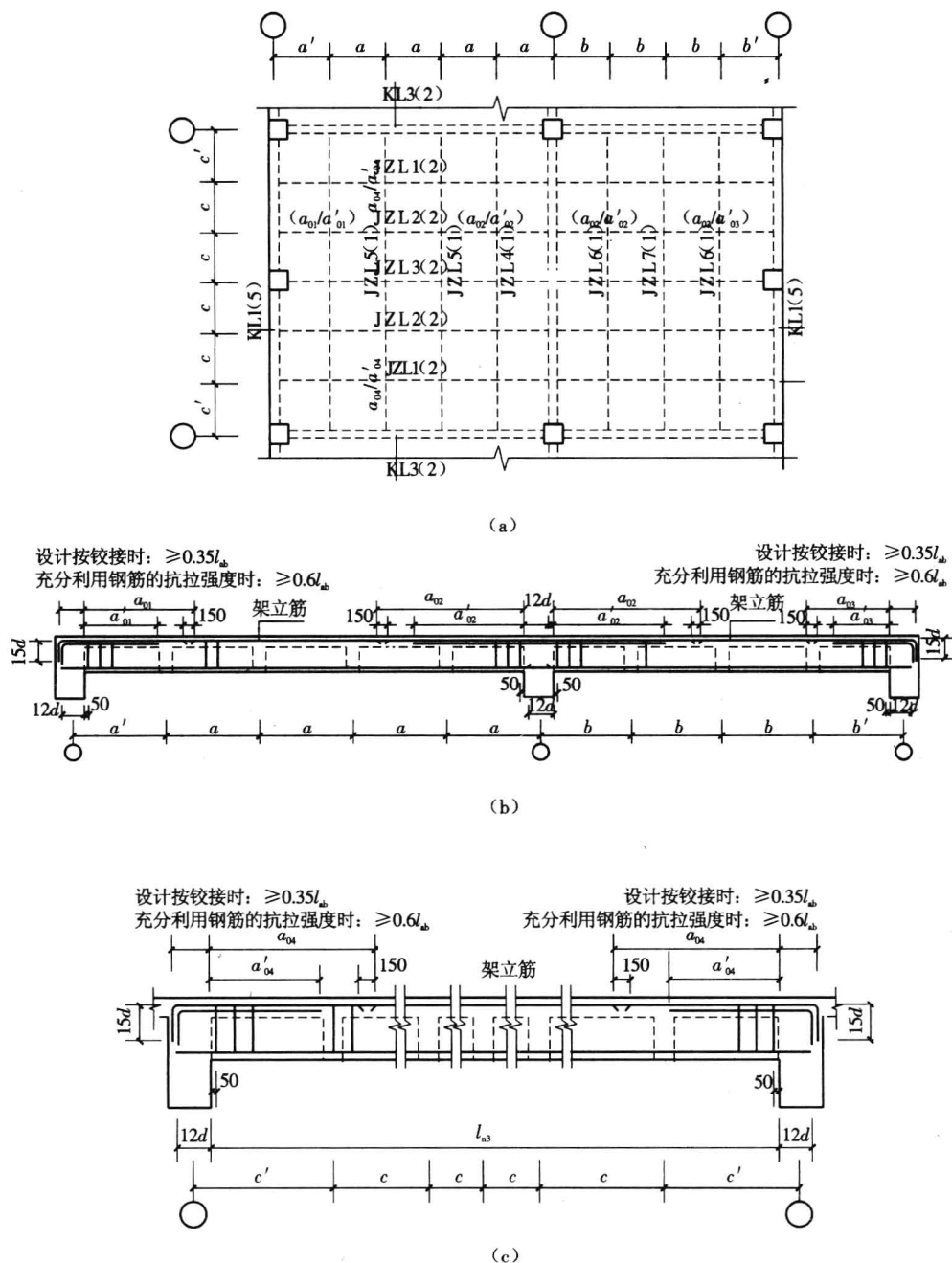


图 2-62 井字梁 JZL 配筋构造

(a) 平面布置图; (b) JZL2(2) 配筋构造; (c) JZL5(1) 配筋构造

4) 从距支座边缘 50 mm 处开始布置第一个箍筋。

2.2.5 梁构件钢筋快算

1. 梁上部钢筋长度计算方法

(1) 上部通长钢筋长度

上部通长钢筋长度计算公式:

$$\text{长度} = \text{各跨净跨值 } l_n \text{ 之和} + \text{各支座宽度} + \text{左、右锚固长度} \quad (2-1)$$

【例 2-1】

计算 KL1 第一跨上部纵筋的长度。混凝土强度等级 C25, 二级抗震等级 (见图 2-63)。

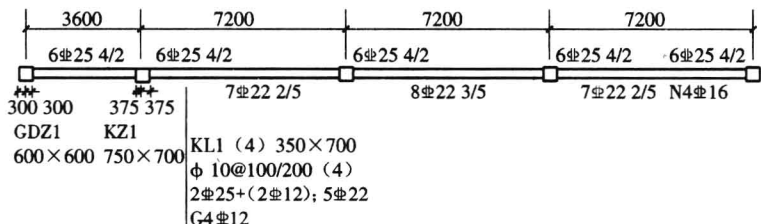


图 2-63 【例 2-1】图

【解】

1) 端支座第一排上部纵筋的水平直锚段长度:

第一排上部纵筋为 4 根 25 (包括上部通长筋和支座负筋), 伸到柱外侧纵筋的内侧, 第一排上部纵筋直锚水平段长度 $L_d = 600 - 30 - 25 - 25 = 520$ (mm)。

$L_d = 520 > 0.4l_{aE} = 0.4 \times 1150 = 460$ (mm), 所以这个直锚水平段长度 L_d 是合适的。

此时, 钢筋左端弯折长度 $= 15d = 15 \times 25 = 375$ (mm)。

2) 第一跨净跨长度和中间支座宽度:

$$\text{第一跨净跨长度} = 3600 - 300 - 375 = 2925 \text{ (mm)}$$

$$\text{中间支座宽度} = 750 \text{ mm}$$

3) 第二跨左支座第一排支座负筋向跨内的延伸长度:

$$\text{KL1 第一跨的净跨长度 } l_{n1} = 2925 \text{ mm}$$

$$\text{KL1 第二跨的净跨长度 } l_{n2} = 7200 - 375 - 375 = 6450 \text{ (mm)}$$

$$l_n = \max(2925, 6450) = 6450 \text{ mm}$$

所以, 第一排支座负筋向跨内的延伸长度 $= l_n / 3 = 6450 / 3 = 2150$ (mm)。

4) KL1 第一跨第一排上部纵筋:

$$\text{水平长度} = 520 + 2925 + 750 + 2150 = 6345 \text{ (mm)}$$

$$\text{弯折长度} = 15 \times 25 = 375 \text{ (mm)}$$

所以, 每根钢筋的长度 $= 6345 + 375 = 6720$ (mm)。

5) 端支座第二排上部纵筋的水平直锚段长度:

第二排上部纵筋 $2 \Phi 25$ 的直钩段与第一排纵筋直钩段的净距为 25 mm, 第二排上部纵筋直锚水平段长度 $L_d = 520 - 25 - 25 = 470$ (mm)。

由于 $L_d = 470 > 0.4l_{abE} = 0.4 \times 1150 = 460$ (mm), 所以这个直锚水平段长度 L_d 是合适的。

此时, 钢筋的左端弯折长度 $= 15d = 15 \times 25 = 375$ (mm)。

6) 第二跨左支座第一排支座负筋向跨内的延伸长度:

第二排支座负筋向跨内的延伸长度 $= l_n / 4 = 6450 / 4 = 1613$ (mm)

7) KL1 第一跨第二排上部纵筋:

水平长度 $= 470 + 2925 + 750 + 1613 = 5758$ (mm)

弯折长度 $= 15 \times 25 = 375$ (mm)

所以, 每根钢筋的长度 $= 5758 + 375 = 6133$ (mm)。

(2) 支座负筋长度

端支座负筋长度计算公式:

$$\text{端支座负筋长度} = \text{负筋延伸长度} + \text{锚固长度} \quad (2-2)$$

中间支座负筋长度计算公式:

$$\text{中间支座负筋长度} = 2 \times \text{负筋延伸长度} + \text{支座宽度} \quad (2-3)$$

当支座间净跨值较小、左右两跨值较大时, 常将支座上部的负弯矩钢筋在中间较小跨贯通设置, 此时, 负弯矩钢筋的长度计算方法为:

$$\begin{aligned} \text{负弯矩钢筋长度} = & \text{左跨负弯矩钢筋延伸长度} + \text{右跨负弯矩钢筋延伸长度} + \\ & \text{中间较小跨净跨值} + 2 \times \text{中间支座宽度} \end{aligned} \quad (2-4)$$

【例 2-2】

KL1 在第二跨的上部跨中有原位标注 $6 \Phi 22 4/2$, 在第一跨的右支座有原位标注 $6 \Phi 22 4/2$, 在第三跨的左支座有原位标注 $6 \Phi 22 4/2$ (见图 2-64)。求 KL1 在第二跨上的支座负筋的长度。

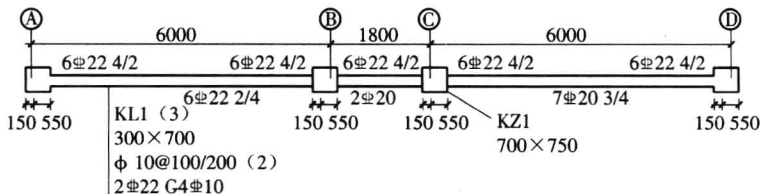


图 2-64 【例 2-2】图

【解】

1) 梁的净跨长度:

$$l_{n1} = l_{n3} = 6000 - 550 - 550 = 4900 \text{ (mm)}$$

$$l_{n2} = 1800 - 150 - 150 = 1500 \text{ (mm)}$$

对于 B 轴线支座来说,左跨净长 $l_{n1}=4900$ mm,右跨净长 $l_{n2}=1500$ mm;

对于 C 轴线支座来说,左跨净长 $l_{n1}=1500$ mm,右跨净长 $l_{n2}=4900$ mm。

因为 $l_n = \max(l_{n1}, l_{n2})$ 。

所以,对于这两个支座,都是 $l_n=4900$ mm。

2) 支座负筋的形状和总根数:

KL1 第二跨上部纵筋 6 Φ 22 4/2 为全跨贯通;

第一跨的右支座有原位标注 6 Φ 22 4/2;

第三跨的左支座有原位标注 6 Φ 22 4/2。

根据“能通则通”的原则:

6 Φ 22 4/2 的上部纵筋从第一跨右支座—第二跨全跨—第三跨左支座实行贯通;

这组贯通纵筋的第一排钢筋为 4 Φ 22,第二排钢筋为 2 Φ 22;

钢筋形状均为“直形钢筋”。

3) 第一排支座负筋的根数及长度:

根据原位标注,支座第一排纵筋为 4 Φ 22,包括上部通长筋和支座负筋;

KL1 集中标注的上部通长筋为 2 Φ 22,按贯通筋设置(在梁截面的角部);

所以,中间支座第一排(非贯通的)支座负筋为 2 Φ 22。

第一排支座负筋向跨内的延伸长度 $l_n/3=4900/3=1633$ (mm)

第一排上部纵筋(支座负筋)的长度 $=1633+700+1500+700+1633=6166$ (mm)

4) 第二排支座负筋的长度:

根据原位标注,支座第二排纵筋为 2 Φ 22。

第二排支座负筋向跨内的延伸长度 $l_n/4=4900/4=1225$ (mm)

第二排支座负筋的长度 $=1225+700+1500+700+1225=5350$ (mm)

【例 2-3】

计算 KL1 端支座(600 mm×600 mm 的端柱)的支座负筋的长度。混凝土强度等级 C25,二级抗震等级(见图 2-65)。

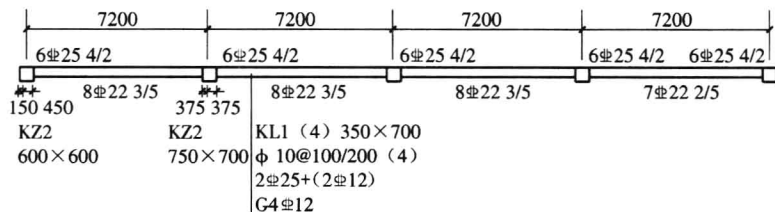


图 2-65 【例 2-3】图

【解】

1) 第一排上部纵筋的锚固长度:

① 根据“混凝土强度等级 C25, 二级抗震等级”的条件查表 1-5 得

$$l_{abE} = 46d$$

$$l_{aE} = \zeta_a l_{abE} = 1 \times 46d = 46 \times 25 = 1150 \text{ (mm)}$$

$$0.5h_c + 5d = 0.5 \times 600 + 5 \times 25 = 425 \text{ (mm)}$$

所以, $L_d = \max(l_{aE}, 0.5h_c + 5d) = 1150 \text{ (mm)}$ 。

再计算 $h_c - 30 - 25 = 600 - 30 - 25 = 545 \text{ (mm)}$ 。

由于 $L_d = 1150 > h_c - 30 - 25$, 所以, 这个端支座不是“宽支座”。

② 上部纵筋在端支座的直锚水平段长度 L_d :

$$L_d = h_c - 30 - 25 - 25 = 600 - 30 - 25 - 25 = 520 \text{ (mm)}$$

$$0.4l_{abE} = 0.4 \times 1150 = 460 \text{ (mm)}$$

由于 $L_d = 520 > 0.4l_{abE}$, 所以这个直锚水平段长度 L_d 是合适的。

钢筋的左端弯折长度 $= 15d = 15 \times 25 = 375 \text{ (mm)}$

2) 第一排支座负筋向跨内的延伸长度:

$$KL1 \text{ 第一跨的净跨长度 } l_{n1} = 7200 - 450 - 375 = 6375 \text{ (mm)}$$

$$\text{第一排支座负筋向跨内的延伸长度} = l_{n1} / 3 = 6375 / 3 = 2125 \text{ (mm)}$$

3) KL1 左端支座的第一排支座负筋:

$$\text{水平长度} = 520 + 2125 = 2645 \text{ (mm)}$$

$$\text{弯折长度} = 15 \times 25 = 375 \text{ (mm)}$$

$$\text{总长度} = 2645 + 375 = 3020 \text{ (mm)}$$

4) 第二排上部纵筋的水平直锚段长度:

第二排上部纵筋 2 Φ 25 的直钩段与第一排纵筋直钩段的净距为 25 mm, 第二排上部纵筋直锚水平段长度 $= 520 - 25 - 25 = 470 \text{ (mm)}$ 。

由于 $L_d = 470 > 0.4l_{abE} = 0.4 \times 1150 = 460 \text{ (mm)}$, 所以这个直锚水平段长度 L_d 是合适的。

此时, 钢筋的左端弯折长度 $= 15d = 15 \times 25 = 375 \text{ (mm)}$ 。

5) 第二排支座负筋向跨内的延伸长度:

$$\text{第二排支座负筋向跨内的延伸长度} = l_{n1} / 4 = 6375 / 4 = 1593 \text{ (mm)}$$

6) KL1 左端支座的第二排支座负筋:

$$\text{水平长度} = 470 + 1593 = 2063 \text{ (mm)}$$

$$\text{弯折长度} = 15 \times 25 = 375 \text{ (mm)}$$

$$\text{总长度} = 2063 + 375 = 2438 \text{ (mm)}$$

(3) 架立钢筋长度

架立钢筋长度计算公式如下所示。

不等跨梁:

长度=本跨净跨值-两端支座负筋的延伸长度+2×搭接长度 (2-5)
等跨梁:

$$\text{长度} = \text{本跨净跨值} / 3 + 2 \times \text{搭接长度} \quad (2-6)$$

【例 2-4】

抗震框架梁 KL1 为三跨梁,轴线跨度 3600 mm,支座 KZ1 为 600 mm×600 mm, KL1 的标注格式为:

集中标注的箍筋为 $\phi 10@100/200(4)$;

集中标注的上部钢筋为 $2 \Phi 25+(2 \Phi 14)$;

每跨梁左右支座的原位标注都是 $4 \Phi 25$;

混凝土强度等级 C25,二级抗震等级。

计算 KL1 的架立筋。

【解】

KL1 为等跨梁,由公式(2-6)得:

$$l_n = 3600 - 600 = 3000 \text{ (mm)}$$

$$\text{每跨的架立筋长度} = l_n / 3 + 150 \times 2 = 1300 \text{ (mm)}$$

因为, KL1 为四肢箍,故设置上部通长筋位于梁箍筋的角部,所以在箍筋的中间要设置两根架立筋。

所以,每跨的架立筋根数=箍筋的肢数-上部通长筋根数=4-2=2 根。

【例 2-5】

抗震框架梁 KL2 为两跨梁,第一跨轴线跨度为 3600 mm,第二跨轴线跨度为 4000 mm,支座 KZ1 为 600 mm×600 mm, KL2 的标注格式为:

集中标注的箍筋为 $\phi 10@100/200(4)$;

集中标注的上部钢筋为 $2 \Phi 25+(2 \Phi 14)$;

每跨梁左右支座的原位标注都是 $4 \Phi 25$;

混凝土强度等级 C25,二级抗震等级。

计算 KL2 的架立筋。

【解】

KL2 为不等跨,由公式(2-5)得:

$$\text{第一跨净跨长度} = l_{n1} = 3600 - 600 = 3000 \text{ (mm)}$$

$$\text{第二跨净跨长度} = l_{n2} = 4000 - 300 = 3700 \text{ (mm)}$$

$$l_n = \max(l_{n1}, l_{n2}) = \max(3000, 3700) = 3700 \text{ (mm)}$$

第一跨左支座负筋伸出长度为 $l_{n1}/3$,右支座负筋伸出长度为 $l_n/3$ 。

因此,第一跨架立筋长度为:

$$\text{架立筋长度} = l_{n1} - l_{n1}/3 - l_n/3 + 150 \times 2 = 3000 - 3000/3 - 3700/3 + 150 \times 2 = 1067 \text{ (mm)}$$

第二跨左支座负筋伸出长度为 $l_n/3$,右支座负筋伸出长度为 $l_{n2}/3$ 。

所以,第二跨架立筋长度为:

架立筋长度 $= l_{n2} - l_n/3 - l_{n2}/3 + 150 \times 2 = 3700 - 3700/3 - 3700/3 + 150 \times 2 = 1534$ (mm)

因为, KL2 为四肢箍, 故设置上部通长筋位于梁箍筋的角部, 所以在箍筋的中间要设置两根架立筋。

所以, 每跨的架立筋根数 = 箍筋的肢数 - 上部通长筋根数 $= 4 - 2 = 2$ (根)。

2. 梁下部钢筋长度计算方法

(1) 下部通长钢筋长度

下部通长钢筋长度计算公式同上部通长钢筋长度计算公式。

【例 2-6】

KL1 在第二跨的下部有原位标注 7 ㄩ 22 2/5。

求第二跨的下部纵筋的长度。混凝土强度等级为 C25 (见图 2-66)。

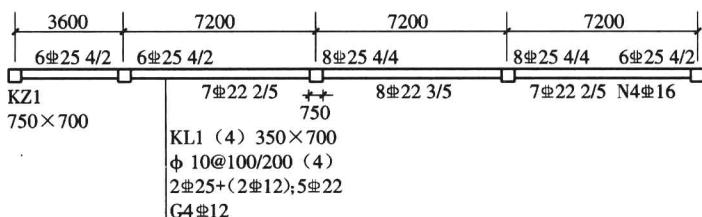


图 2-66 【例 2-6】图

【解】

1) 梁的净跨长度:

KL1 第二跨的净跨长度 $= 7200 - 750 = 6450$ (mm)

2) 下部纵筋的位置、形状和总根数:

KL1 第二跨下部纵筋的原位标注 7 ㄩ 22 2/5, 这种钢筋标注表明第一排下部纵筋为 5 ㄩ 22, 第二排钢筋为 2 ㄩ 22。钢筋形状均为“直形钢筋”, 并且伸入左右两端支座同样的锚固长度。

3) 第一排下部纵筋的根数及长度:

梁的下部纵筋在中间支座的锚固长度要同时满足下列两个条件。

① 锚固长度 $\geq l_{aE}$ 。

② 锚固长度 $\geq 0.5h_c + 5d$ 。

$$0.5h_c + 5d = 0.5 \times 750 + 5 \times 22 = 485 \text{ (mm)}$$

当混凝土强度等级为 C25、HRB400 级钢筋直径 ≤ 25 mm 时查表 1-5 得:

$$l_{aE} = 46d = 46 \times 22 = 1012 \text{ (mm)}$$

所以, $l_{aE} \geq 0.5h_c + 5d$ 。

梁下部纵筋在中间支座的锚固长度 $= \max(l_{aE}, 0.5h_c + 5d) = 1012$ (mm)

第一排下部纵筋的长度 $= 1012 + 6450 + 1012 = 8474$ (mm)

4) 第二排下部纵筋的长度:

作为“中间跨”的下部纵筋, 由于其左右两端的支座都是“中间支座”, 因此, 第

二排下部纵筋的长度与第一排下部纵筋的长度相同。

所以,第二排下部纵筋的长度=8474 mm。

(2) 下部非通长钢筋长度

下部非通长钢筋长度计算公式:

$$\text{下部非通长钢筋长度} = \text{净跨值} + \text{左锚固长度} + \text{右锚固长度} \quad (2-7)$$

(3) 下部不伸入支座钢筋长度

下部不伸入支座钢筋长度计算公式:

$$\text{下部不伸入支座钢筋长度} = \text{净跨值 } l_n - 2 \times 0.1l_{n1} - 0.8l_{n2} \quad (2-8)$$

3. 梁中部钢筋长度计算方法

梁中部钢筋的形式有构造钢筋(G)和受扭钢筋(N)两种。

构造钢筋长度计算公式:

$$\text{构造钢筋长度} = \text{净跨值} + 2 \times 15d \quad (2-9)$$

受扭钢筋长度计算公式:

$$\text{受扭钢筋长度} = \text{净跨值} + 2 \times \text{锚固长度} \quad (2-10)$$

4. 箍筋和拉筋计算方法

箍筋和拉筋计算包括箍筋和拉筋的长度、根数计算。箍筋和拉筋长度的计算方法与框架柱相同,参见本书第2.3节。下面介绍箍筋与拉筋根数计算方法。

箍筋根数计算公式:

$$\text{根数} = 2 \times \left(\frac{\text{加密区长度} - 50}{\text{加密区间距}} + 1 \right) + \left(\frac{\text{非加密区长度}}{\text{非加密区箍筋间距}} - 1 \right) \quad (2-11)$$

拉筋根数计算公式:

$$\text{根数} = \frac{\text{梁净跨} - 2 \times 50}{\text{非加密区箍筋间距} \times 2} + 1 \quad (2-12)$$

【例 2-7】

在 11G101-1 图集第 34 页的例子中, KL1 集中标注的侧面纵向构造钢筋为 G4 ϕ 10, 求: 第一跨和第二跨侧面纵向构造钢筋的尺寸(混凝土强度等级 C25, 二级抗震等级)。

第一跨的跨度(轴线—轴线)为 3600 mm; 左端支座是剪力墙端柱 GDZ1, 截面尺寸为 600 mm \times 600 mm, 支座宽度 600 mm 为正中轴线; 第一跨的右支座(中间支座)是 KZ1, 截面尺寸为 750 mm \times 700 mm, 支座宽度 750 mm 为正中轴线。

第二跨的跨度(轴线—轴线)为 7200 mm; 第二跨的右支座(中间支座)是 KZ1, 截面尺寸为 750 mm \times 700 mm, 为正中轴线。

【解】

1) 第一跨的侧面纵向构造钢筋:

$$\text{KL1 第一跨净跨长度} = 3600 - 300 - 375 = 2925 \text{ (mm)}$$

第一跨侧面纵向构造钢筋的长度 $= 2925 + 2 \times 15 \times 10 = 3225$ (mm)

由于该钢筋为 HPB300 级钢筋,所以在钢筋的两端设置 180° 的小弯钩(这两个小弯钩的展开长度为 $12.5d$)。

所以,每根钢筋长度 $= 3225 + 12.5 \times 10 = 3350$ (mm)。

2) 第二跨的侧面纵向构造钢筋:

KL1 第二跨净跨长度 $= 7200 - 375 - 375 = 6450$ (mm)

第二跨侧面纵向构造钢筋的长度 $= 6450 + 2 \times 15 \times 10 = 6750$ (mm)

由于该钢筋为 HPB300 级钢筋,所以在钢筋的两端设置 180° 的小弯钩。

所以,每根钢筋长度 $= 6750 + 12.5 \times 10 = 6875$ (mm)。

【例 2-8】

KL1 的截面尺寸是 $300 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$,箍筋为 $\phi 10@100/200(2)$,集中标注的侧面纵向构造。

钢筋为 G4 $\phi 10$,求:侧面纵向构造钢筋的拉筋规格和尺寸(混凝土强度等级为 C25)。

【解】

1) 拉筋的规格:

KL1 的截面宽度为 $300 \text{ mm} < 350 \text{ mm}$,所以拉筋直径为 6 mm 。

2) 拉筋的尺寸:

拉筋水平长度 = 梁箍筋外围宽度 $+ 2 \times$ 拉筋直径

梁箍筋外围宽度 = 梁截面宽度 $- 2 \times$ 保护层 $= 300 - 2 \times 20 = 260$ (mm)

拉筋水平长度 $= 260 + 2 \times 6 = 272$ (mm)

3) 拉筋的两端各有一个 135° 的弯钩,弯钩平直段为 $10d$ 。

拉筋的每根长度 = 拉筋水平长度 $+ 26d$

拉筋的每根长度 $= 272 + 26 \times 6 = 428$ (mm)

5. 悬臂梁钢筋计算方法

悬臂梁钢筋形式:上部第一排钢筋、上部第一排下弯钢筋、上部第二排钢筋、下部构造钢筋。

上部第一排钢筋长度计算公式:

上部第一排钢筋长度 = 悬挑梁净长 $- 2 \times$ 梁保护层 $+ 12d + 15d$ (2-13)

上部第一排下弯钢筋长度设计计算公式(当按图纸要求需要向下弯折时):

上部第一排下弯钢筋长度 = 悬挑梁净长 $-$ 梁保护层 $+ 斜段长度增加值 + 10d$ (2-14)

斜段长度增加值 $= (\text{梁高} - 2 \times \text{保护层}) \times (\sqrt{2} - 1)$ (2-15)

上部第二排钢筋长度计算公式:

$$\text{长度} = 0.75 \times \text{悬挑梁净长} + \text{斜段长度} + 10d \quad (2-16)$$

$$\text{斜段长度} = (\text{梁高} - 2 \times \text{保护层}) \times \sqrt{2} \quad (2-17)$$

下部构造钢筋长度计算公式:

$$\text{长度} = \text{悬挑梁净长} - \text{梁保护层} + \text{锚固长度 } 12d(15d) \quad (2-18)$$

【例 2-9】

当竖向加腋的标注为 $300 \times 700 \text{ GY}500 \times 250$ 时, 计算加腋钢筋的斜段长度。
加腋钢筋直径为 25 mm, 混凝土强度等级为 C25, 二级抗震等级。

【解】

框架梁竖向加腋构造, 如图 2-67 所示。

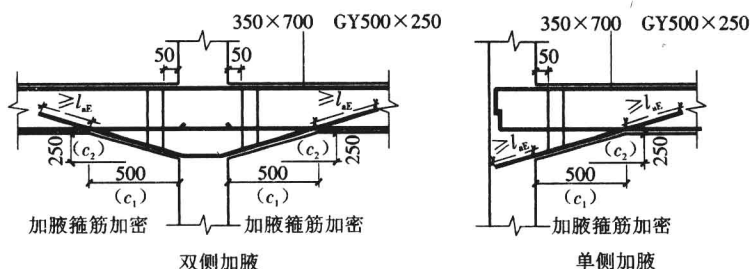


图 2-67 框架梁竖向加腋构造

$c_1 = 500, c_2 = 250$ 。

根据混凝土强度等级为 C25、钢筋直径为 25 mm、二级抗震等级, 查表 1-5 得:

$$l_{abE} = 46d$$

$$l_{aE} = \zeta_a l_{abE} = 46d (\zeta_a = 1)$$

$$\begin{aligned} \text{加腋钢筋斜段长度} &= \sqrt{500^2 + 250^2} + 1 \times 46 \times 25 \\ &= 559 + 1150 = 1709(\text{mm}) \end{aligned}$$

$$\text{单侧加腋的钢筋长度} = 559 + 2 \times 1150 = 2859(\text{mm})$$

【例 2-10】

计算 11G101-1 图集第 34 页例子的抗震框架梁 KL2 第一跨的箍筋根数。
KL2 的截面尺寸为 $300 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$, 箍筋集中标注为 $\phi 10 @ 100/200(2)$ 。一级抗震等级 (见图 2-68)。

【解】

1) KL2 第一跨的净跨长度 $= 7200 - 450 - 375 = 6375 (\text{mm})$ 。

2) 加密区和非加密区的长度:

$$\text{加密区的长度} = \max(2 \times h_b, 500) = \max(2 \times 700, 500) = 1400 (\text{mm})$$

在一跨梁中, 加密区有左右两个, 我们计算的是一个加密区的长度。由于本例题是一级抗震等级, 所以

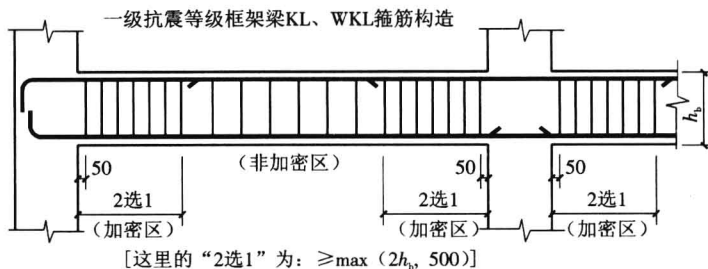


图 2-68 【例 2-10】图

非加密区的长度 = $6375 - 1400 \times 2 = 3575$ (mm)

3) 加密区的箍筋根数:

布筋范围 = 加密区长度 - 50 = $1400 - 50 = 1350$ (mm)

一个加密区的箍筋根数 = $1350 / 100 + 1 = 14 + 1 = 15$ (根)

KL2 第一跨有两个加密区, 其箍筋根数 = $2 \times 15 = 30$ (根)。

4) 非加密区的箍筋根数:

首先应修正非加密区的长度。

根据上述在“加密区箍筋根数计算”中得出的范围进行调整, 来修正“非加密区的长度”。

实际加密区长度 = $(50 + 14 \times 100) \times 2 = 2900$ (mm)

实际非加密区长度 = $6375 - 2900 = 3475$ (mm)

所以, 非加密区箍筋根数 = $3475 / 200 - 1 = 18 - 1 = 17$ (根)。

5) 计算 KL2 第一跨的箍筋总根数:

KL2 第一跨的箍筋总根数 = 加密区箍筋根数 + 非加密区箍筋根数
= $30 + 17 = 47$ (根)

2.3 框架柱结构

2.3.1 框架柱平法施工图

1. 框架柱平法施工图的主要内容

- 1) 图名和比例。柱平法施工图的比例应与建筑平面图相同。
- 2) 定位轴线及其编号、间距尺寸。
- 3) 柱的编号、平面布置应反映柱与轴线的直线关系。
- 4) 每一种编号柱的标高、截面尺寸、纵向钢筋和箍筋的配置情况。
- 5) 必要的设计说明。

2. 框架柱平法施工图的表示方法

框架柱的平法施工图,可用列表注写或截面注写两种方式表达。

柱平面布置图的主要功能是表达竖向构件(柱或剪力墙),可采用适当比例单独绘制,当主体结构为框架-剪力墙结构时,通常与剪力墙平面布置图合并绘制(剪力墙结构施工图制图规则参见本书第3章)。所谓“适当比例”是指一种或两种比例。两种比例是指柱轴网布置采用一种比例,柱截面轮廓在原位采用另一种比例适当放大绘制的方法,如图2-69所示。

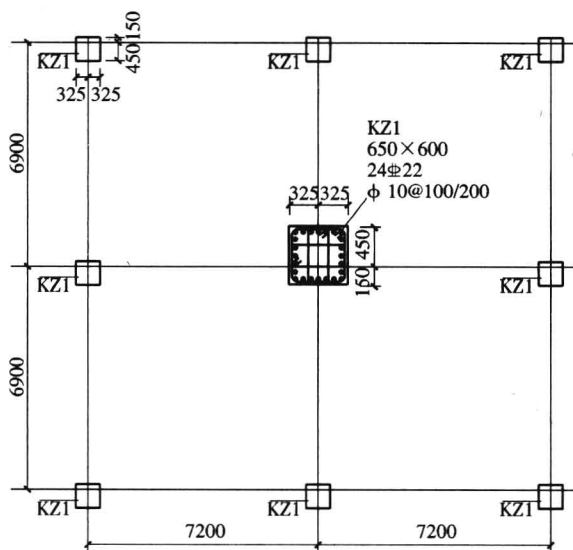


图 2-69 两种比例绘制的柱平面布置图

在框架柱平法施工图中,应注明各结构层的楼面标高、结构层高及相应的结构层号表,便于将注写的柱段高度与该表对照,明确各柱在整个结构中的竖向定位,除此之外,尚应注明上部结构嵌固部位位置。一般情况下,框架柱平法施工图中标注的尺寸以毫米(mm)为单位,标高以米(m)为单位。

结构层楼面标高和结构层高表,如图2-70所示。

2.3.2 柱平法施工图制图规则

1. 列表注写方式

列表注写方式,是指在柱平面布置图上(一般只需采用适当比例绘制一张柱平面布置图,包括框架柱、框支柱、梁上柱和剪力墙上柱),分别在同一编号的柱中选择一个(有时需要选择几个)截面标注几何参数代号;在柱表中注写柱编号、柱段起止标高、几何尺寸(含柱截面对轴线的偏心情况)与配筋的具体数值,并配以各种柱截面形状及其箍筋类型图的方式,来表达框架柱平法施工图(见图2-71)。

屋面2	65.670	
塔层2	62.370	3.30
屋面1		
(塔层1)	59.070	3.30
16	55.470	3.60
15	51.870	3.60
14	48.270	3.60
13	44.670	3.60
12	41.070	3.60
11	37.470	3.60
10	33.870	3.60
9	30.270	3.60
8	26.670	3.60
7	23.070	3.60
6	19.470	3.60
5	15.870	3.60
4	12.270	3.60
3	8.670	3.60
2	4.470	4.20
1	-0.030	4.50
-1	-4.530	4.50
-2	-9.030	4.50
层号	标高/m	层高/m

结构层楼面标高
结 构 层 高
上部结构嵌固部位：
-0.030

图 2-70 结构层楼面标高和结构层高表

由上图我们可以看出，框架柱平法施工图列表注写方式主要包括以下几个组成部分：平面图（明确定位轴线、柱的代号、形状及轴线的关系）、柱截面图类型（柱的截面形状为矩形时，与轴线的关系分为偏轴线、柱的中心线与轴线重合两种形式）、箍筋类型图（重点表示箍筋的形状特征）、柱表、结构层楼面标高及结构层高表。

柱表的内容规定如下。

1) 注写柱编号。

柱编号由类型代号和序号组成，应符合表 2-2 的规定。

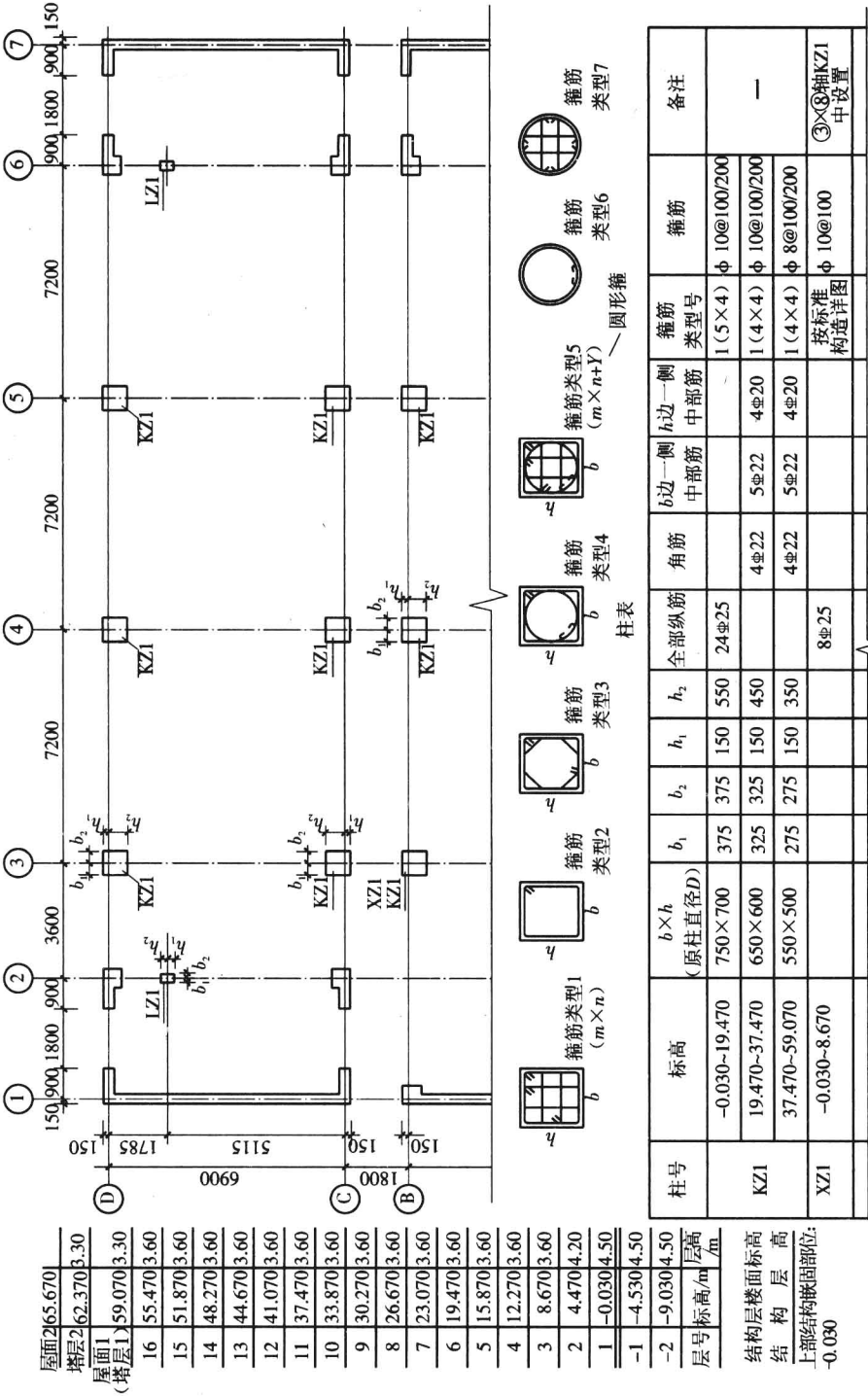


图 2-71 框架柱平法施工图列表注写方式示例

表 2-2 柱编号

柱类型	代号	序号
框架柱	KZ	××
框支柱	KZZ	××
芯柱	XZ	××
梁上柱	LZ	××
剪力墙上柱	QZ	××

注:编号时,当柱的总高、分段截面尺寸和配筋均应对应相同,仅截面与轴线的关系不同时,仍可将其编为同一柱号,但应在图中注明截面轴线的关系。

2)注写柱段起止标高。

自柱根部往上以变截面位置或截面未变但配筋改变处为界分段注写。框架柱和框支柱的根部标高系指基础顶面标高;芯柱的根部标高系指根据结构实际需要而定的起始位置标高;梁上柱的根部标高系指梁顶面标高;剪力墙上柱的根部标高为墙顶面标高。

3)注写截面几何尺寸。

对于矩形柱,截面尺寸用 $b \times h$ 表示。通常, $b \times h$ 及与轴线关系的几何参数代号 b_1 、 b_2 和 h_1 、 h_2 的具体数值,需对应于各段柱分别注写。其中 $b = b_1 + b_2$, $h = h_1 + h_2$ 。当截面的某一边收缩变化至与轴线重合或偏到轴线的另一侧时, b_1 、 b_2 、 h_1 、 h_2 中的某项为零或为负值。

对于圆柱,截面尺寸用 d 表示。为表达简单,圆柱截面与轴线的关系也用 b_1 、 b_2 和 h_1 、 h_2 表示,并使 $d = b_1 + b_2 = h_1 + h_2$ 。

对于芯柱,根据结构需要,可以在某些框架柱的一定高度范围内,在其内部的中心位置设置(分别引注其柱编号)。芯柱截面尺寸按构造确定,并按本书钢筋构造详图施工,设计不需注写;当设计者采用与本构造详图不同的做法时,应另行注明。芯柱定位随框架柱,不需要注写其与轴线的几何关系。

4)注写柱纵筋。

当柱纵筋直径相同,各边根数也相同时(包括矩形柱、圆柱和芯柱),可将纵筋注写在“全部纵筋”一栏中;除此之外,柱纵筋分角筋、截面 b 边中部筋和 h 边中部筋三项分别注写(对于采用对称配筋的矩形截面柱,可仅注写一侧中部筋,对称边省略不注)。

5)在箍筋类型栏内注写箍筋的类型号与肢数。

具体工程所设计的各种箍筋类型图以及箍筋复合的具体方式,需画在表的上部或图中的适当位置,并在其上标注与表中相对应的 b 、 h 和类型号。常见箍筋类型号及所对应的箍筋形状,如图 2-72 所示。

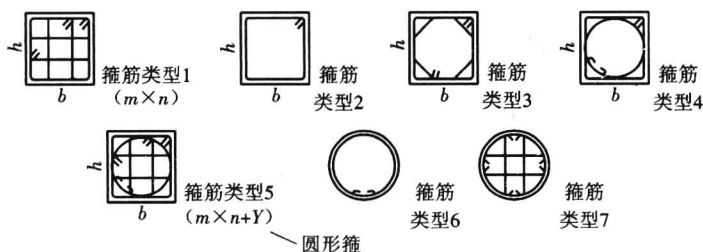


图 2-72 箍筋类型号及所对应的箍筋形状

当为抗震设计时,确定箍筋肢数时要满足对柱纵筋“隔一拉一”以及箍筋肢距的要求。

6) 注写柱箍筋(包括箍筋级别、直径与间距)。

当为抗震设计时,用“/”区分柱端箍筋加密区与柱身非加密区长度范围内箍筋的不同间距。施工人员需根据标准构造详图的规定,在规定的几种长度值中取其最大者作为加密区长度。当框架节点核芯区内箍筋与柱端箍筋设置不同时,应在括号中注明核区箍筋直径及间距。

当箍筋沿柱全高为一种间距时,则不使用“/”。

当圆柱采用螺旋箍筋时,需在箍筋前加“L”。

2. 截面注写方式

截面注写方式,是在柱平面布置图的柱截面上,分别在同一编号的柱中选择一个截面,以直接注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达柱平法施工图。

柱截面注写方式与识图,如图 2-73 所示。

截面注写方式中,若某柱带有芯柱,则直接在截面注写中,注写芯柱编号及起止标高,如图 2-74 所示。

对除芯柱之外的所有柱截面进行编号,从相同编号的柱中选择一个截面,按另一种比例原位放大绘制柱截面配筋图,并在各配筋图上继其编号后再注写截面尺寸 $b \times h$ 、角筋或全部纵筋(当纵筋采用一种直径且图示清楚时)、箍筋的具体数值,以及在柱截面配筋图上标注柱截面与轴线关系 b_1 、 b_2 、 h_1 、 h_2 的具体数值。

当纵筋采用两种直径时,需再注写截面各边中部筋的具体数值(对于采用对称配筋的矩形截面柱,可仅在一侧注写中部筋,对称边省略不注)。

当在某些框架柱的一定高度范围内,在其内部的中心位设置芯柱时,首先按照表 2-2 的规定进行编号,继其编号之后注写芯柱的起止标高、全部纵筋及箍筋的具体数值,芯柱截面尺寸按构造确定,并按标准构造详图施工,设计不注;当设计者采用与本构造详图不同的做法时,应另行注明。芯柱定位随框架柱,不需要注写其与轴线的几何关系。

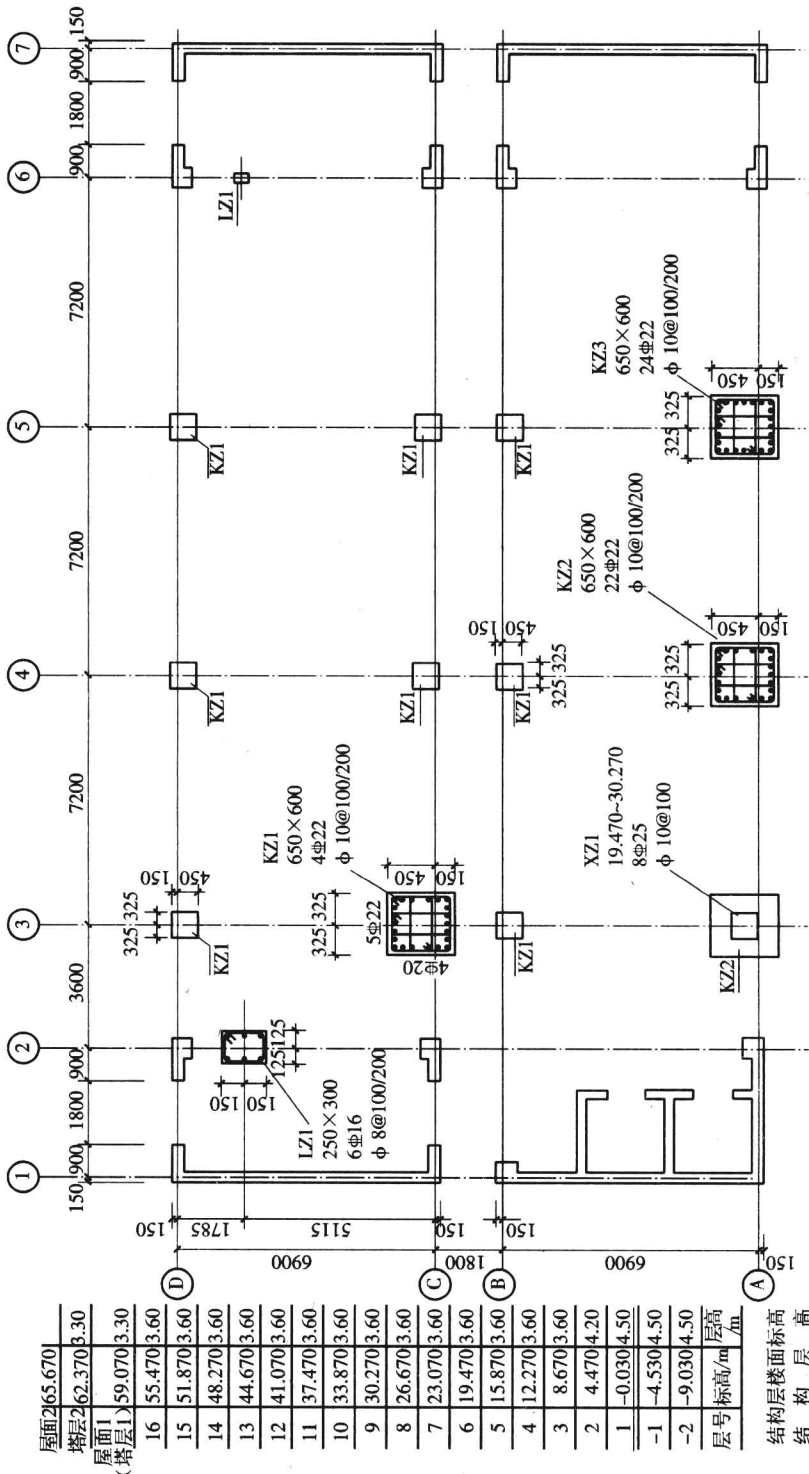


图 2-73 柱截面注写方式图示

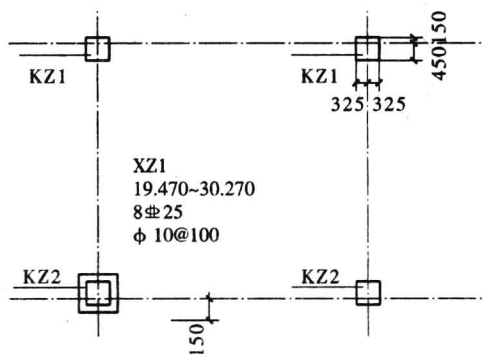


图 2-74 截面注写方式的芯柱表达

在截面注写方式中,如柱的分段截面尺寸和配筋均相同,仅截面与轴线的关系不同时,可将其编为同一柱号。但此时应在未画配筋的柱截面上注写该柱截面与轴线关系的具体尺寸。

采用截面注写方式绘制柱平法施工图,可按单根柱标准层分别绘制,也可将多个标准层合并绘制。当单根柱标准层分别绘制时,柱平法施工图的图纸数量和柱标准层的数量相等;当将多个标准层合并绘制时,柱平法施工图的图纸数量更少,也更便于施工人员对结构形成整体概念。

2.3.3 柱平法施工图识读步骤

- 1) 查看图名、比例。
- 2) 校核轴线编号及其间距尺寸,要求必须与建筑图、基础平面图保持一致。
- 3) 与建筑图配合,明确各柱的编号、数量及位置。
- 4) 阅读结构设计总说明或有关说明,明确柱的混凝土强度等级。

5) 根据各柱的编号,查阅图中截面标注或柱表,明确柱的标高、截面尺寸和配筋情况。再根据抗震等级、设计要求和标准构造详图确定纵向钢筋和箍筋的构造要求,如纵向钢筋连接的方式、位置和搭接长度、弯折要求、柱头锚固要求,以及箍筋加密的范围。

2.3.4 柱构件钢筋识图

1. 框架柱根部钢筋锚固构造

(1) 框架柱插筋在基础中的锚固构造

柱插筋及其箍筋在基础中的锚固构造,可根据基础类型、基础高度、基础梁与柱的相对尺寸等因素综合确定。柱插筋在基础中的锚固构造,如图 2-75 所示。

柱插筋在基础中锚固构造的构造要求如下所述。

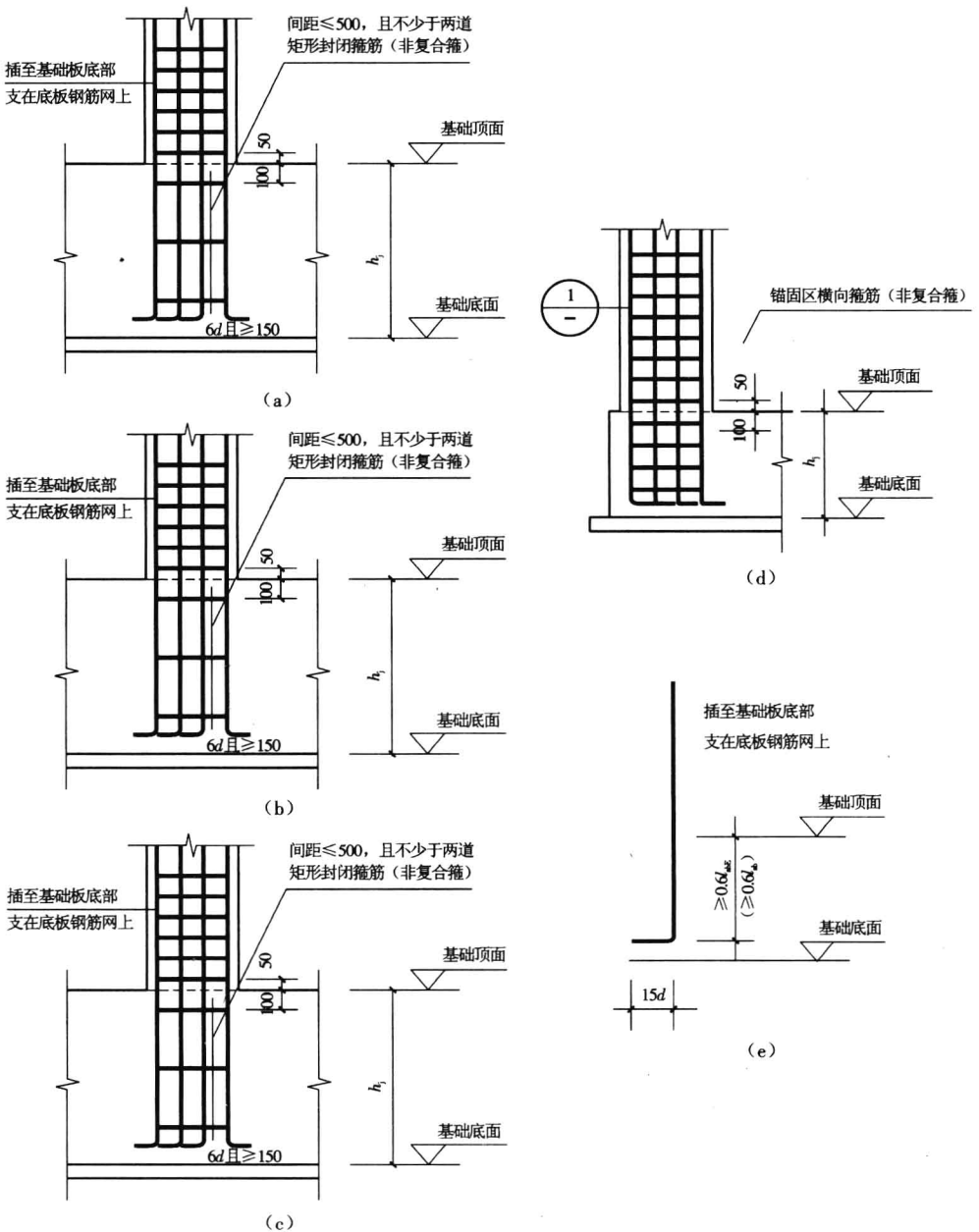


图 2-75 柱插筋在基础中的锚固构造

(a) 插筋保护层厚度 $>5d$, $h_j > l_{aE}$ (l_a), (b) 插筋保护层厚度 $>5d$, $h_j \leq l_{aE}$ (l_a);

(c) 插筋保护层厚度 $\leq 5d$, $h_j > l_{aE}$ (l_a), (d) 插筋保护层厚度 $\leq 5d$, $h_j \leq l_{aE}$ (l_a)

(e) 节点 1 构造

1)图中 h_j 为基础底面至基础顶面的高度。对于带基础梁的基础为基础梁顶面至基础梁底面的高度。当柱两侧基础梁标高不同时取较低标高。

2)锚固区横向箍筋应满足直径 $\geq d/4$ (d 为插筋最大直径),间距 $\leq 10d$ (d 为插筋最小直径)且 ≤ 100 mm 的要求。

3)在插筋部分保护层厚度不一致情况下(如部分位于板中,部分位于梁内),保护层厚度小于 $5d$ 的部位应设置锚固区横向箍筋。

4)当柱为轴心受压或小偏心受压,独立基础、条形基础高度不小于 1200 mm 时,或当柱为大偏心受压,独立基础、条形基础高度不小于 1400 mm 时,可仅将柱四角插筋伸至底板钢筋网上(伸至底板钢筋网上的柱插筋之间间距不应大于 1000 mm),其他钢筋满足锚固长度 $l_{aE}(l_a)$ 即可。

5)图中 d 为插筋直径。

柱插筋在基础中锚固构造的具体构造要点有以下几点。

①插筋保护层厚度 $> 5d, h_j > l_{aE}(l_a)$ 。

柱插筋“插至基础板底部支在底板钢筋网上”,弯折“ $6d$ 且 ≥ 150 ”;而且,墙插筋在基础内设置“间距 ≤ 500 ,且不少于两道矩形封闭箍筋(非复合箍)”。

②插筋保护层厚度 $> 5d, h_j \leq l_{aE}(l_a)$ 。

柱插筋“插至基础板底部支在底板钢筋网上”,且锚固垂直段“ $\geq 0.6l_{aE}$ ($\geq 0.6l_a$)”,弯折“ $15d$ ”;而且,墙插筋在基础内设置“间距 ≤ 500 ,且不少于两道矩形封闭箍筋(非复合箍)”。

③插筋保护层厚度 $\leq 5d, h_j > l_{aE}(l_a)$ 。

柱插筋“插至基础板底部支在底板钢筋网上”,弯折“ $6d$ 且 ≥ 150 ”;而且,墙插筋在基础内设置“锚固区横向箍筋”。

④插筋保护层厚度 $\leq 5d, h_j \leq l_{aE}(l_a)$ 。

柱插筋“插至基础板底部支在底板钢筋网上”,且锚固垂直段“ $\geq 0.6l_{aE}$ ($\geq 0.6l_a$)”,弯折“ $15d$ ”;而且,墙插筋在基础内设置“锚固区横向箍筋”。

(2)框架梁上起柱钢筋锚固构造

框架梁上起柱,指一般抗震或非抗震框架梁上的少量起柱(例如:支撑层间楼梯梁的柱等),其构造不适用于结构转换层上的转换大梁起柱。

框架梁上起柱,框架梁是柱的支撑,因此,当梁宽度大于柱宽度时,柱的钢筋能比较可靠的锚固到框架梁中;当梁宽度小于柱宽度时,为使柱钢筋在框架梁中锚固可靠,应在框架梁上加侧腋以提高梁对柱钢筋的锚固性能。

柱插筋伸入梁中竖直锚固长度应 $\geq 0.5l_{aE}$,水平弯折 $12d$ (d 为柱插筋直径)。

柱在框架梁内应设置两道柱箍筋,当柱宽度大于梁宽度时,梁应设置水平加腋。其构造要求,如图 2-76 所示。

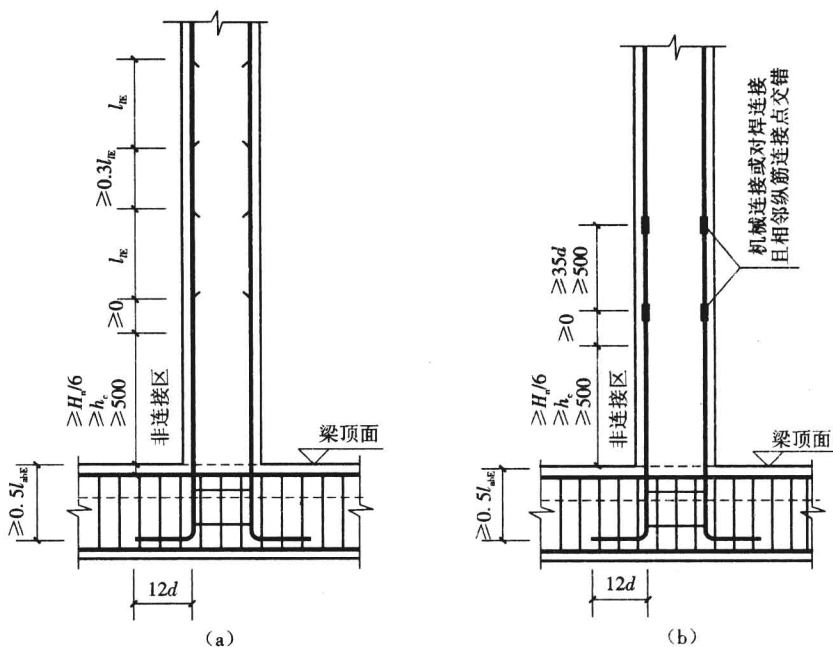


图 2-76 梁上柱纵筋构造
(a) 绑扎连接; (b) 机械/焊接连接

(3) 剪力墙上柱钢筋锚固构造

抗震和非抗震剪力墙上柱,是指普通剪力墙上个别部位的少量起柱,不包括结构转换层上的剪力墙柱。剪力墙上柱按柱纵筋的锚固情况分为:柱与墙重叠一层和柱纵筋锚固在墙顶部两种类型。

1) 柱与剪力墙重叠一层的墙上柱。

柱与剪力墙重叠一层的墙上起柱的构造要求主要有:柱的纵筋直通下层剪力墙底部下层楼面;在剪力墙顶面以下锚固范围内的柱箍筋按上柱箍筋非加密区要求配置,如图 2-77 所示。

2) 直接在剪力墙顶部起柱。

抗震设计时,直接在剪力墙顶部起柱,当柱下三面或四面有剪力墙时,柱所有纵筋自楼板顶面向下锚固长度为 $1.2l_{aE}$,箍筋配置同上柱箍筋非加密区的复合箍筋设置相同,其构造要求,如图 2-78 所示。

为保证剪力墙结构的侧向刚度,不宜直接在单片剪力墙顶部起柱。

(4) 芯柱锚固构造

为使抗震框架柱等竖向构件在消耗地震能量时有适当的延性,满足轴压比的要求,可在框架柱截面中部三分之一范围设置芯柱,如图 2-79 所示。芯柱截面尺寸长和宽一般为 $\max(b/3, 250 \text{ mm})$ 和 $\max(h/3, 250 \text{ mm})$ 。芯柱配置的纵筋和

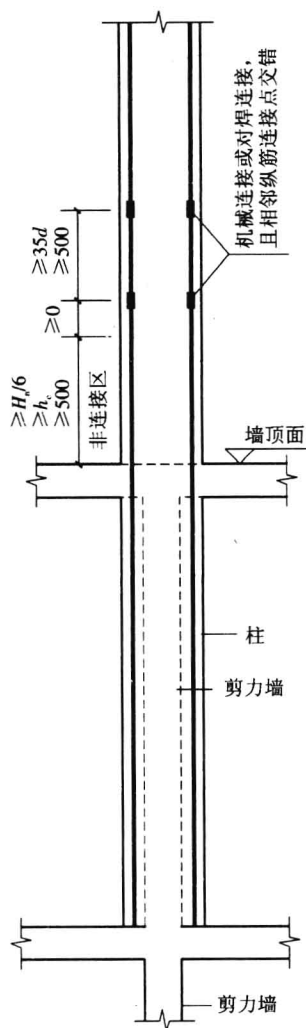


图 2-77 剪力墙上柱(柱与墙重叠一层)

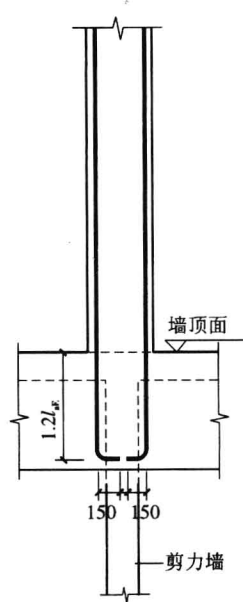


图 2-78 剪力墙上柱构造(直接在剪力墙顶部起柱)

箍筋按设计标注,芯柱纵筋的连接与根部锚固同框架柱,向上直通至芯柱顶标高。非抗震设计时,一般不设计芯柱。

2. 框架柱和地下框架柱柱身钢筋构造

(1) 抗震框架柱受力性能分析

框架柱以偏心受压为主的构件形式,当为抗震设计时,框架结构要承受往复水平地震作用,地震作用对框架柱的作用主要是在柱身产生弯矩和剪力,并主要集中在柱端部,柱中部附近内力值相对较小。

基于受力钢筋的连接应在内力较小处的原则,抗震设计的框架柱纵筋的连接

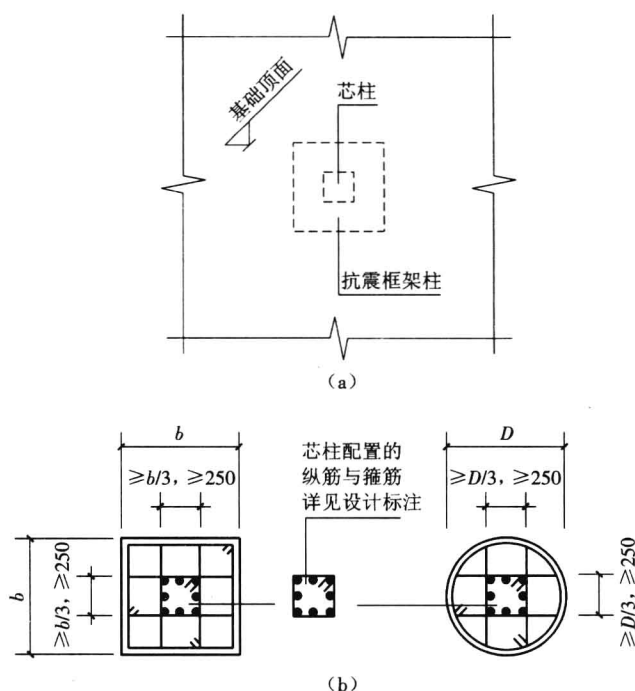


图 2-79 芯柱截面尺寸及配筋构造

(a) 芯柱的设置位置; (b) 芯柱的截面尺寸与配筋

和箍筋的设置都应考虑其受力性能,连接区应避免框架梁柱节点区,箍筋等也应考虑其实际受力状况进行加密。

(2) 抗震框架柱纵向钢筋连接构造

框架柱纵筋有三种连接方式:绑扎连接、机械连接和焊接连接。

抗震设计时,柱纵向钢筋连接接头互相错开。在同一截面内的钢筋接头面积百分率不应大于 50%。柱的纵筋直径 $d > 28 \text{ mm}$ 及偏心受压构件的柱内纵筋,不宜采用绑扎连接的连接方式。框架柱纵筋和地下框架柱纵筋在抗震设计时纵筋连接的主要构造要求有以下几个方面。

1) 非连接区位置。

抗震框架柱纵向钢筋的非连接区有:

嵌固部位上 $\geq H_n/3$ 范围内,楼面以上、以下各 $\max(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 高度范围内为抗震柱非连接区,如图 2-80 所示。

2) 接头错开布置。

抗震设计时,框架柱纵筋接头错开布置,搭接接头错开的距离为 $0.3l_{\text{E}}$,采用机械连接接头错开距离 $\geq 35d$,焊接连接接头错开距离 $\max(35d, 500 \text{ mm})$ 。

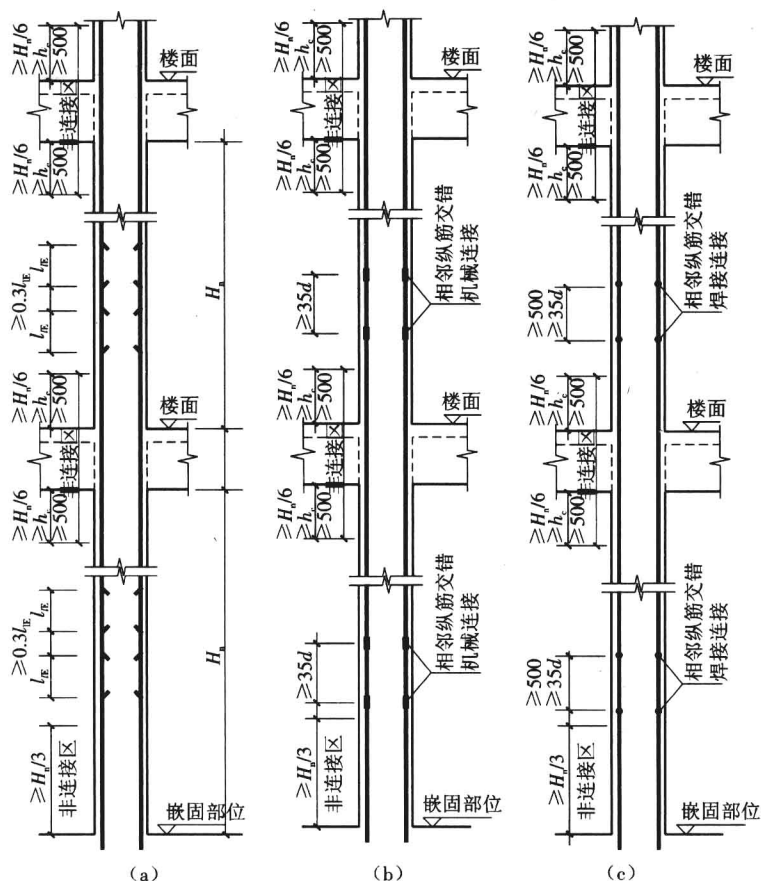


图 2-80 抗震框架柱纵向钢筋构造

(a) 绑扎搭接构造; (b) 机械连接构造; (c) 焊接连接构造

(3) 地下室抗震框架柱纵向钢筋连接构造

地下室框架柱纵筋有三种连接方式: 绑扎连接、机械连接和焊接连接。

抗震设计时, 柱纵向钢筋连接接头互相错开。在同一截面内的钢筋接头面积百分率不应大于 50%。柱的纵筋直径 $d > 28 \text{ mm}$ 及偏心受压构件的柱内纵筋, 不宜采用绑扎连接的连接方式。框架柱纵筋和地下框架柱纵筋在抗震设计时纵筋连接的主要构造要求有以下几个方面。

1) 非连接区位置。

地下室抗震框架柱纵向钢筋的非连接区有:

基础顶面以上 $\max(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 范围内, 地下室楼面以上、以下各 $\max(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 范围内, 嵌固部位以上 $\geq H_n/3$ 及其以下 $(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 高度范围内, 如图 2-81 所示。

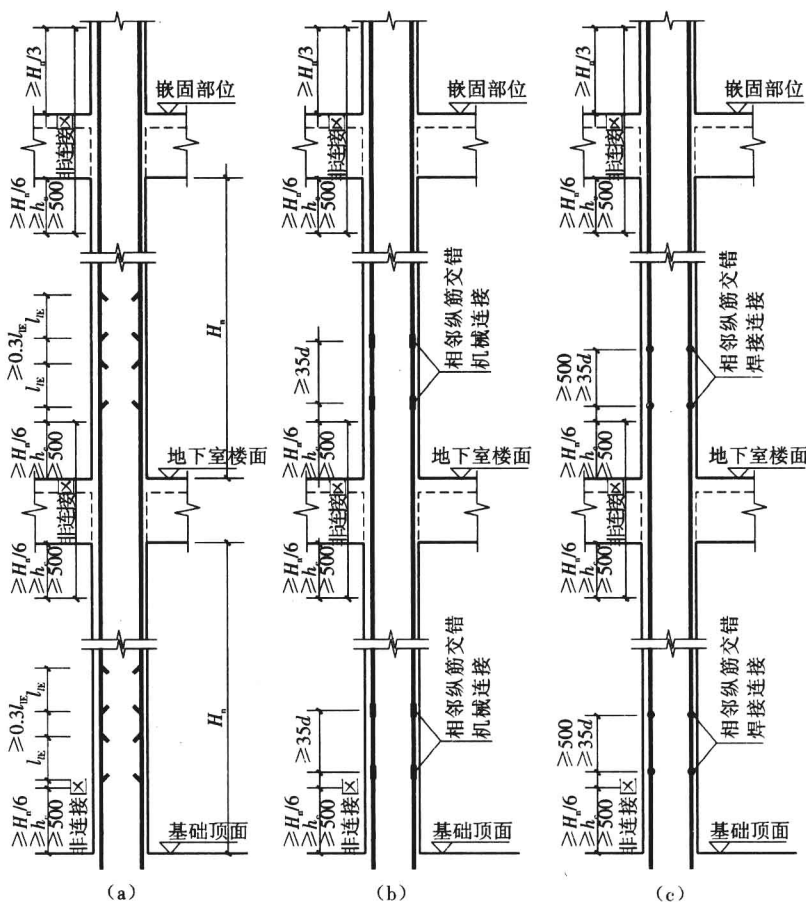


图 2-81 地下室抗震框架柱纵向钢筋构造

(a) 绑扎搭接构造; (b) 机械连接构造; (c) 焊接连接构造

2) 接头错开布置。

抗震设计时,地下室框架柱的纵筋接头错开布置方式与抗震框架柱相同。

(4) 抗震框架柱纵向钢筋上下层配筋量不同时的连接构造

上下框架柱纵筋不同有两种形式:钢筋直径不同和钢筋数量不同,下面将根据具体情况分别讨论。

1) 钢筋根数。

上柱钢筋比下柱钢筋根数多时,上层柱多出的钢筋伸入下层 $1.2l_{aE}$ (注意起算位置),下柱钢筋比上柱钢筋根数多时,下层柱多出的钢筋伸入上层 $1.2l_{aE}$ (注意起算位置),如图 2-82 所示。

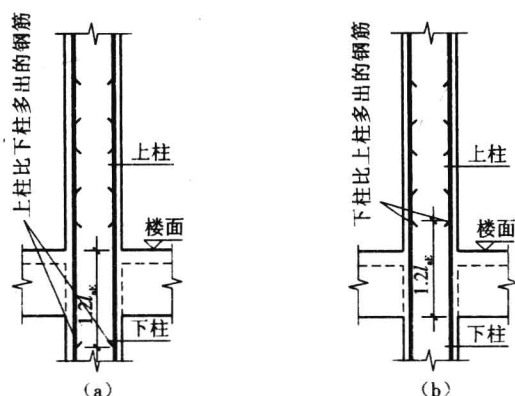


图 2-82 抗震框架柱纵向钢筋上下层配筋根数不同

(a) 上柱钢筋比下柱钢筋根数多; (b) 下柱钢筋比上柱钢筋根数多

2) 钢筋直径。

上柱钢筋比下柱钢筋直径大时, 上层较大直径钢筋伸入下层的上端非连接区与下层较小直径的钢筋连接; 下柱钢筋比上柱钢筋直径大时, 下层较大直径钢筋伸入上层的上端非连接区与上层较小直径的钢筋连接, 如图 2-83 所示。

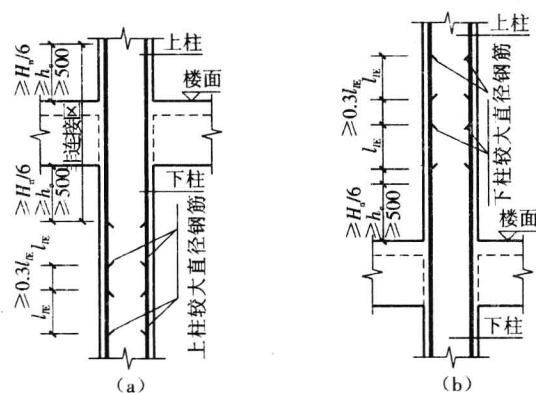


图 2-83 抗震框架柱纵向钢筋上下层配筋直径不同

(a) 上柱钢筋比下柱钢筋直径大; (b) 下柱钢筋比上柱钢筋直径大

(5) 框架柱和地下框架柱的箍筋构造

矩形箍筋的复合方式要求有: 沿复合箍筋周边, 箍筋局部重叠不宜多于两层; 箍筋内部的单肢箍(拉筋形式)需同时勾住纵向钢筋和外封闭箍筋; 抗震设计时, 柱箍筋的弯钩角度为 135° , 弯钩平直段长度为 $\max(10d, 75\text{ mm})$, 如图 1-7 所示; 为使箍筋强度均衡, 当拉筋设置在旁边时, 可沿竖向将相邻两道箍筋按其各自平面位置交错放置, 如图 2-84 所示。

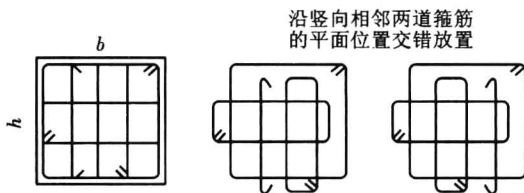


图 2-84 拉筋交错放置

抗震设计时,框架柱和地下框架柱箍筋的加密区间与纵筋非连接区位置的要求相同。框架柱和地下框架柱箍筋加密区间构造要求主要有以下几点。

1) 框架柱、剪力墙上柱和梁上柱的箍筋设置范围:

在基础顶面嵌固部位 $\geq H_n/3$ 范围内,中间层梁柱节点以下和以上各 $\max(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 范围内,顶层梁底以下 $\max(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 至屋面顶层范围内,如图 2-85 所示。

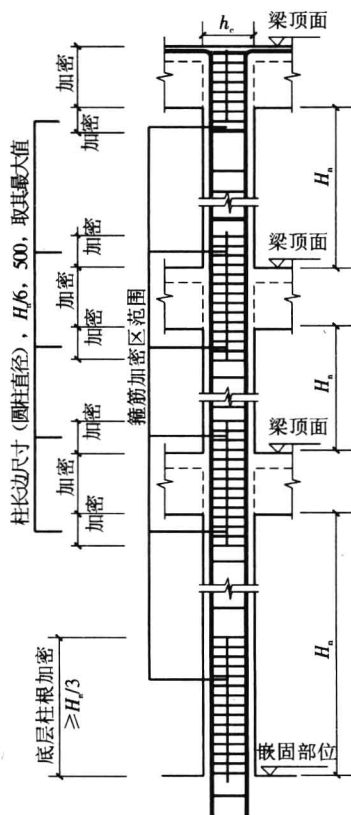


图 2-85 抗震 KZ、QZ、LZ 箍筋加密范围

2) 地下室抗震框架的箍筋设置。

地下室抗震框架的箍筋加密区间为:基础顶面以上 $\max(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 范围内,地下室楼面以上、以下各 $\max(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 范围内,嵌固部位以上 $\geq H_n/3$ 及其以下 $(H_n/6, 500 \text{ mm}, h_c)$ 高度范围内,如图 2-86(a)所示。

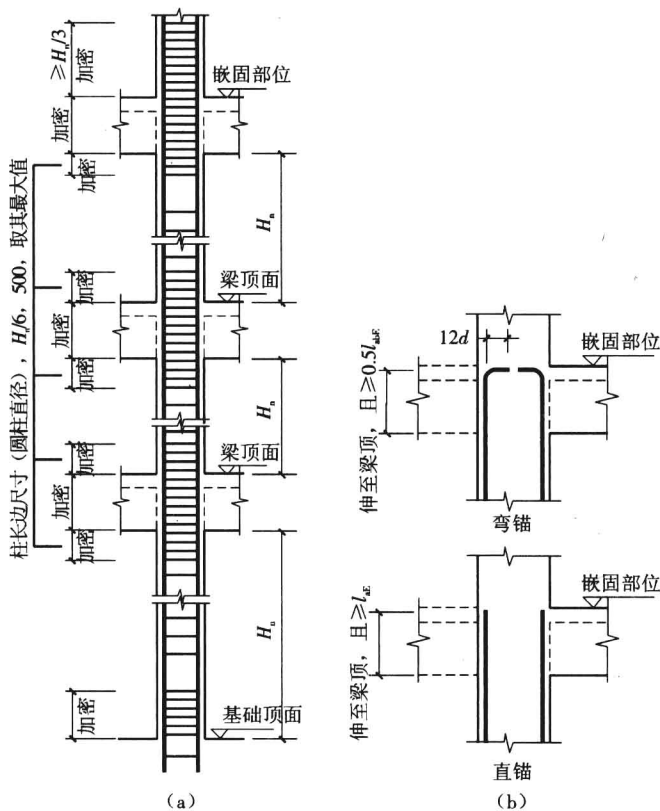


图 2-86 抗震框架柱箍筋加密构造

(a)地下室顶板为上部结构的嵌固部位;(b)地下一层增加钢筋在嵌固部位的锚固构造

3)当地下一层增加钢筋时,钢筋在嵌固部位的锚固构造,如图 2-86(b)所示。当采用弯锚结构时,钢筋伸至梁顶向内弯折 $12d$,且锚入嵌固部位的竖向长度 $\geq 0.5l_{aE}$ 。当采用直锚结构时,钢筋伸至梁顶且锚入嵌固部位的竖向长度 $\geq l_{aE}$ 。

4)框架柱和地下框架柱箍筋绑扎连接范围 $(2.3l_{aE})$ 内需加密,加密间距为 $\min(5d, 100 \text{ mm})$ 。

5)刚性地面以上和以下各 500 mm 范围内箍筋需加密,如图 2-87 所示。

图 2-87 中所示“刚性地面”是指基础以上墙体两侧的回填土应分层回填夯实(回填土和压实密度应符合国家有关规定),在压实土层上铺设的混凝土面层厚度不应小于 150 mm ,这样在基础埋深较深的情况下,设置该刚性地面能对埋入地下

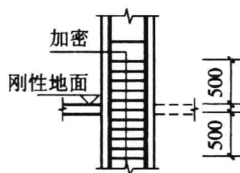


图 2-87 刚性地面对上下箍筋加密范围

的墙体在一定程度上起到侧面嵌固或约束的作用。箍筋在刚性地面对上下 500 mm 范围内加密是考虑了这种刚性地面的非刚性约束的影响。另外,以下几种形式也可视为刚性地面:

- ① 花岗岩板块地面和其他岩板块地面;
- ② 厚度 200 mm 以上,混凝土强度等级不小于 C20 的混凝土地面。

3. 框架柱节点钢筋构造

(1) 框架柱变截面位置纵向钢筋构造

框架柱变截面位置纵向钢筋的构造要求通常是指当楼层上下柱截面发生变化时,其纵筋在节点处的锚固方法和构造措施。纵向钢筋根据框架柱在上下楼层截面变化相对梁高数值的大小,及其所处位置,可分为五种情况,具体构造如图 2-88 所示。

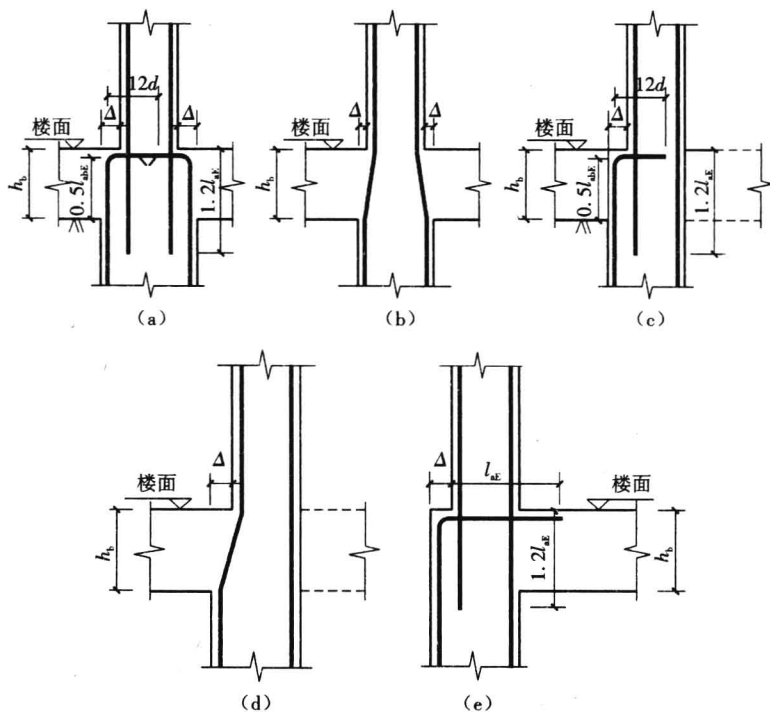


图 2-88 抗震 KZ 柱变截面位置纵向钢筋构造

(a) $\Delta/h_b > 1/6$; (b) $\Delta/h_b \leq 1/6$; (c) $\Delta/h_b > 1/6$; (d) $\Delta/h_b \leq 1/6$; (e) 外侧错台

仔细看这五个图,我们可以发现,根据错台的位置及斜率比的大小,可以得出抗震框架柱变截面处的纵筋构造要点,其中 Δ 为上下柱同向侧面错台的宽度, h_b 为框架梁的截面高度。

1) 变截面的错台在内侧。

变截面的错台在内侧时,可分为以下两种情况。

① $\Delta/h_b > 1/6$ [见图 2-88(a)、(c)]: 下层柱纵筋断开,上层柱纵筋伸入下层;下层柱纵筋伸至该层顶 $12d$; 上层柱纵筋伸入下层 $1.2l_{aE}$ 。

② $\Delta/h_b \leq 1/6$ [见图 2-88(b)、(d)]: 下层柱纵筋斜弯连续伸入上层,不断开。

2) 变截面的错台在外侧。

变截面的错台在外侧时,构造如图 2-88(e)所示,端柱处变截面,下层柱纵筋断开,伸至梁顶后弯锚进框架梁内,弯折长度为 $\Delta + l_{aE}$ —纵筋保护层,上层柱纵筋伸入下层 $1.2l_{aE}$ 。

(2) 框架柱顶层中间节点钢筋构造

根据框架柱在柱网布置中的具体位置(或框架柱四边中与框架梁连接的边数),可分为中柱、边柱和角柱。根据框架柱中钢筋的位置,可以将框架柱中的钢筋分为框架柱内侧纵筋和外侧纵筋。顶层中间节点(顶层中柱与顶层梁节点)的柱纵筋全部为内侧纵筋,顶层边节点(顶层边柱与顶层梁节点)和顶层角节点(顶层角柱与顶层梁节点)分别由内侧和外侧钢筋组成。下面来讨论框架柱顶层中间节点钢筋构造。

抗震框架柱顶层中间节点钢筋构造,如图 2-89 所示,其构造要点如下所述。

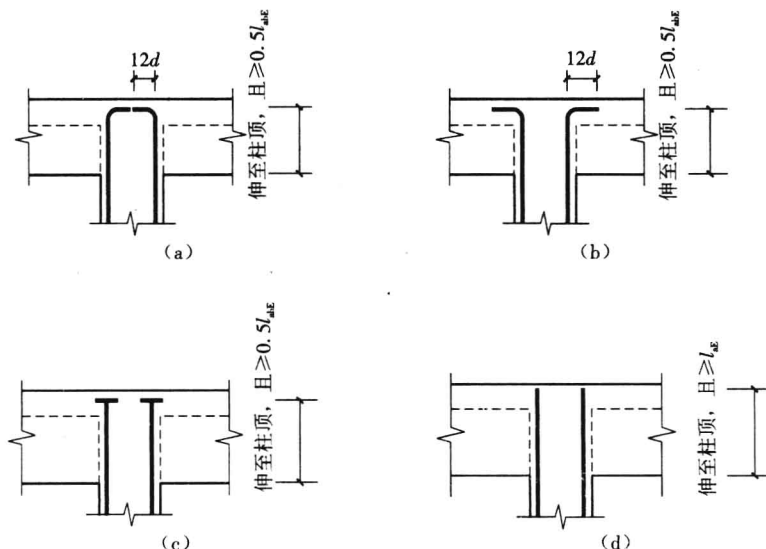


图 2-89 框架柱顶层中间节点钢筋构造

(a) 框架柱纵筋在顶层弯锚 1; (b) 框架柱纵筋在顶层弯锚 2;

(c) 框架柱纵筋在顶层加锚头/锚板; (d) 框架柱纵筋在顶层直锚

1) 柱纵筋弯锚入梁中。

当顶层框架梁的高度(减去保护层厚度)不能够满足框架柱纵向钢筋的最小锚固长度时,框架柱纵筋伸入框架梁内,采取向内弯折锚固的形式,如图 2-89(a)所示;当直锚长度小于最小锚固长度,且顶层为现浇混凝土板,其混凝土强度等级不小于 C20,板厚不小于 100 mm 时,可以采用向外弯折锚固的形式,如图 2-89(b)所示。

2) 柱纵筋加锚头/锚板伸至梁中。

当顶层框架梁的高度(减去保护层厚度)不能够满足框架柱纵向钢筋的最小锚固长度时,框架柱纵筋伸入框架梁内,可采取端头加锚头(锚板)锚固的形式,如图 2-89(c)所示。

3) 柱纵筋直锚入梁中。

当顶层框架梁的高度(减去保护层厚度)能够满足框架柱纵向钢筋的最小锚固长度时,框架柱纵筋伸入框架梁内,采取直锚的形式,如图 2-89(d)所示。

(3) 框架柱顶层端节点钢筋构造

框架柱顶层端节点钢筋由框架梁和框架柱两部分钢筋组成,框架梁和框架柱的钢筋在顶层端节点的连接方式有两种形式:柱纵筋锚入梁中(见图 2-90)和梁纵筋锚入柱中(见图 2-91)。

下面讨论的顶层端节点梁柱纵向钢筋的锚固措施和构造要求中,将重点介绍抗震构造措施,其锚固长度用 l_{aE} 表示(非抗震锚固长度用 l_a 表示)。

1) 柱纵筋锚入梁中。

柱纵筋在顶层梁柱节点部位的锚固可分为外侧钢筋和内侧钢筋,其构造要求如图 2-90 所示。

柱纵筋的锚固构造有以下几种方式。

①当柱筋直径 ≥ 25 mm 时,在柱宽范围的柱箍筋内侧设置间距 > 150 mm,但不少于 $3\phi 10$ 的角部附加钢筋;柱外侧纵向钢筋直径不小于梁上部钢筋时,可弯入梁内作梁上部纵向钢筋;柱内侧纵筋伸入框架梁内,采取向内弯折锚固的形式,弯折长度为 $12d$,如图 2-90(a)所示。

②全部柱外侧纵筋锚入梁中,锚固长度自梁底算起不小于 $1.5l_{aE}$ 且超过柱内侧边缘,与梁上部纵筋搭接。当柱外侧纵向钢筋配筋率 $> 1.2\%$ 时,分两批截断,断点距离 $\geq 20d$ 。柱内侧纵筋伸入框架梁内,采取向内弯折锚固的形式,弯折长度为 $12d$,如图 2-90(b)所示。

③全部柱外侧纵筋锚入梁中,锚固长度自梁底算起不小于 $1.5l_{aE}$ 且未超过柱内侧边缘,与梁上部纵筋搭接。当柱外侧纵向钢筋配筋率 $> 1.2\%$ 时,分两批截断,断点距离 $\geq 20d$ 。柱内侧纵筋伸入框架梁内,采取向内弯折锚固的形式,弯折长度为 $12d$,如图 2-90(c)所示。

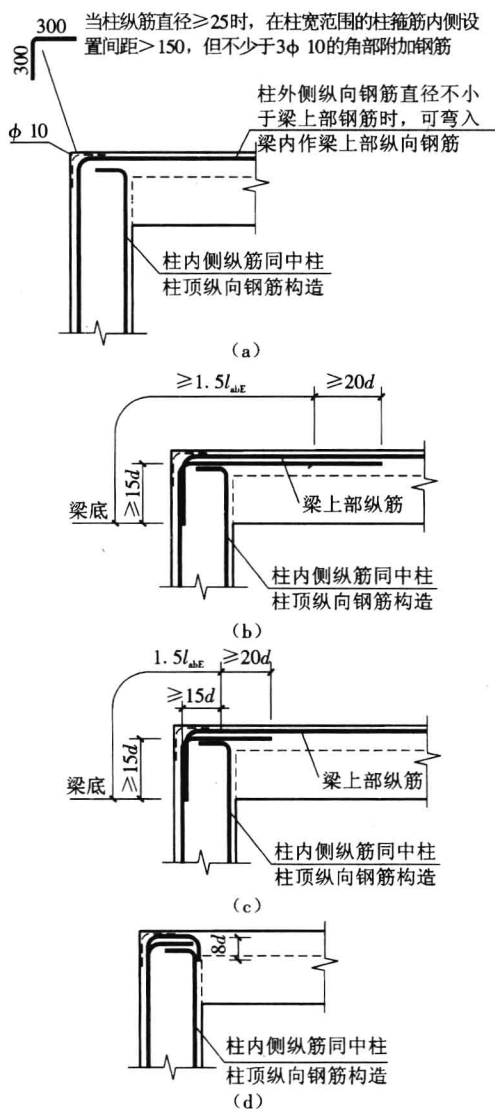


图 2-90 柱顶纵向钢筋构造(柱纵筋锚入梁中)

(a)节点 A;(b)节点 B;(c)节点 C;(d)节点 D

④柱顶第一层钢筋伸至柱内边向下弯折 $8d$;柱顶第二层钢筋伸至柱内边,另外,柱内侧纵筋伸入框架梁内,采取向内弯折锚固的形式,弯折长度为 $12d$,如图 2-90(d)所示。

在实际工程中,节点 A、B、C、D 应配合使用,节点 D 不应单独使用(仅用于未伸入梁内的柱外侧纵筋锚固),伸入梁内的柱外侧纵筋不宜少于柱外侧全部纵筋面积的 65%。可选择 B+D 或 C+D 或 A+B+D 或 A+C+D 的做法。

2) 梁纵筋锚入柱中。

梁纵筋在顶层梁柱节点部位的锚固的构造要求,如图 2-91 所示。

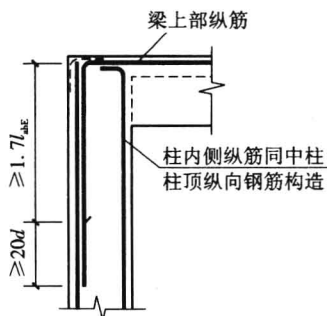


图 2-91 柱顶纵向钢筋构造(梁纵筋锚入柱中)

梁上部纵筋锚入柱中,锚固长度自梁顶算起不小于 $1.7l_{aE}$ ($1.7l_{ab}$);当梁上部纵筋配筋率大于 1.2% 时,应分两批截断。当梁上部纵向钢筋为两排时,先断第二排钢筋,截断间距 $\geq 20d$ 。

2.3.5 柱构件钢筋快算

1. 梁上柱纵筋计算

梁上柱插筋可分为三种构造形式:绑扎搭接、机械连接和焊接连接,如图 2-92 所示。其计算公式如下。

(1) 绑扎搭接

$$\text{梁上柱长插筋长度} = \text{梁高度} - \text{梁保护层厚度} - \sum [\text{梁底部钢筋直径} + \max(25, d)] + 12d + \max(H_n/6, 500, h_c) + 2.3l_{lE}$$

$$\text{梁上柱短插筋长度} = \text{梁高度} - \text{梁保护层厚度} - \sum [\text{梁底部钢筋直径} + \max(25, d)] + 12d + \max(H_n/6, 500, h_c) + l_{lE}$$

(2) 机械连接

$$\text{梁上柱长插筋长度} = \text{梁高度} - \text{梁保护层厚度} - \sum [\text{梁底部钢筋直径} + \max(25, d)] + 12d + \max(H_n/6, 500, h_c) + 35d$$

$$\text{梁上柱短插筋长度} = \text{梁高度} - \text{梁保护层厚度} - \sum [\text{梁底部钢筋直径} + \max(25, d)] + 12d + \max(H_n/6, 500, h_c)$$

(3) 焊接连接

$$\text{梁上柱长插筋长度} = \text{梁高度} - \text{梁保护层厚度} - \sum [\text{梁底部钢筋直径} + \max(25, d)] + 12d + \max(H_n/6, 500, h_c) + \max(35d, 500)$$

$$\text{梁上柱短插筋长度} = \text{梁高度} - \text{梁保护层厚度} - \sum [\text{梁底部钢筋直径} + \max(25, d)] + 12d + \max(H_n/6, 500, h_c)$$

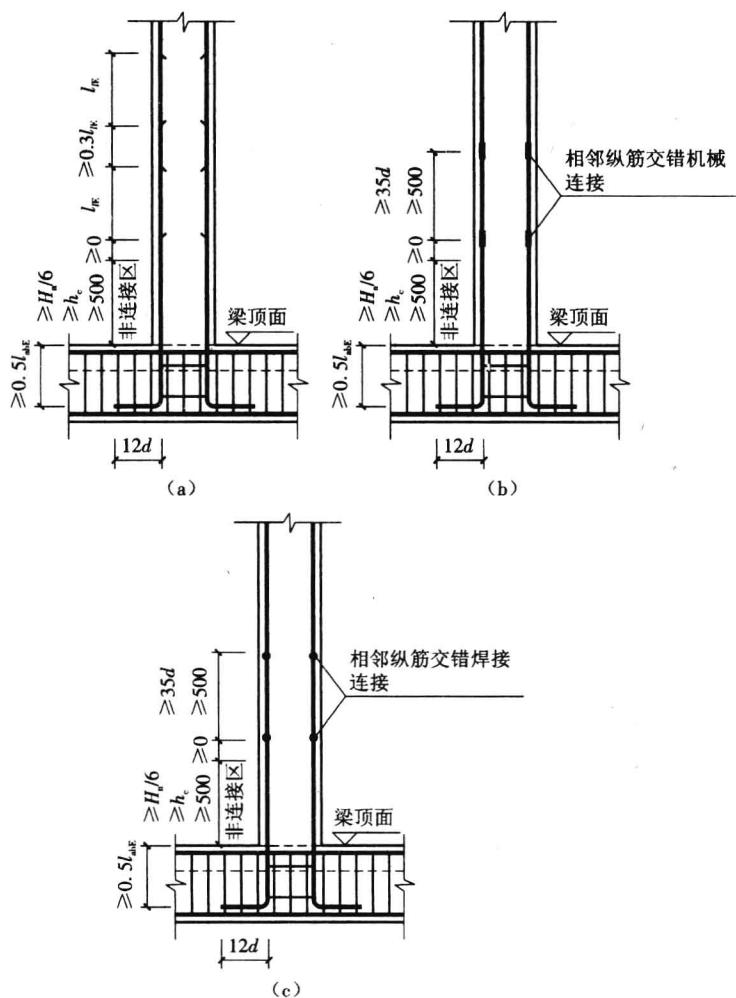


图 2-92 梁上柱插筋构造

(a) 绑扎搭接; (b) 机械连接; (c) 焊接连接

【例 2-11】

梁上柱 LZ1 平面布置图,如图 2-93 所示。计算梁上柱 LZ1 的纵筋及箍筋。

梁上柱 LZ1 的截面尺寸和配筋信息:

LZ1; 250×400 ; 6 $\Phi 14$; $\Phi 8 @ 150$; $b_1 = b_2 = 150$; $h_1 = h_2 = 200$ 。

【解】

1) 梁上柱 LZ1 纵筋的计算。

楼层层高 = 3.60 m, LZ1 的梁顶相对标高差 = -1.800 m, 则 L1 的梁顶距下一层楼板顶的距离为 $3600 - 1800 = 1800$ (mm)。

柱根下部的 KL3 截面高度 = 650 mm。

LZ1 的总长度 = $1800 + 650 = 2450$ (mm)

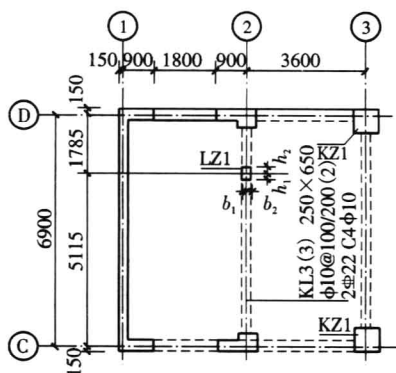


图 2-93 LZ1 平面布置图

柱纵筋的垂直段长度 = $2450 - (20 + 8) - (22 + 20 + 10) = 2370$ (mm)
 其中, 20+8 为柱的保护层厚度, 20+10 为梁的保护层厚度, 22 为梁纵筋直径。

柱纵筋的弯钩长度 = $12 \times 14 = 168$ (mm)

柱纵筋的每根长度 = $168 + 2370 + 168 = 2706$ (mm)

2) 梁上柱 LZ1 箍筋的计算。

LZ1 的箍筋根数 = $2370 / 150 + 1 = 16$ (根)

箍筋的每根长度 = $(210 + 360) \times 2 + 26 \times 8 = 1348$ (mm)

2. 墙上柱纵筋计算方法

墙上柱插筋可分为三种构造形式: 绑扎搭接、机械连接和焊接连接, 如图 2-94 所示。其计算公式为:

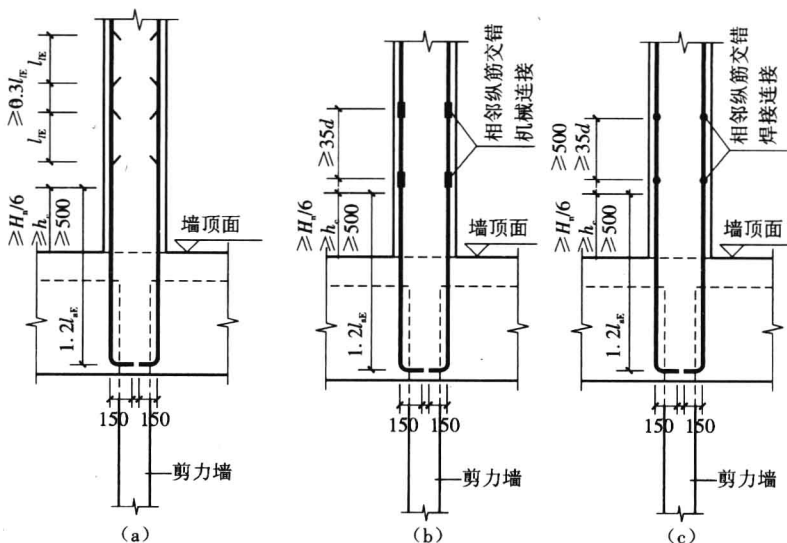


图 2-94 墙上柱插筋构造

(a) 绑扎搭接; (b) 机械连接; (c) 焊接连接

(1) 绑扎搭接

墙上柱长插筋长度 = $1.2l_{aE} + \max(H_n/6, 500, h_c) + 2.3l_{lE} +$
弯折($h_c/2 - \text{保护层厚度} + 2.5d$)

墙上柱短插筋长度 = $1.2l_{aE} + \max(H_n/6, 500, h_c) +$
弯折($h_c/2 - \text{保护层厚度} + 2.5d$)

(2) 机械连接

墙上柱长插筋长度 = $1.2l_{aE} + \max(H_n/6, 500, h_c) + 35d +$
弯折($h_c/2 - \text{保护层厚度} + 2.5d$)

墙上柱短插筋长度 = $1.2l_{aE} + \max(H_n/6, 500, h_c) +$
弯折($h_c/2 - \text{保护层厚度} + 2.5d$)

(3) 焊接连接

墙上柱长插筋长度 = $1.2l_{aE} + \max(H_n/6, 500, h_c) + \max(35d, 500) +$
弯折($h_c/2 - \text{保护层厚度} + 2.5d$)

墙上柱短插筋长度 = $1.2l_{aE} + \max(H_n/6, 500, h_c) +$
弯折($h_c/2 - \text{保护层厚度} + 2.5d$)

3. 顶层中柱纵筋计算方法

(1) 顶层中柱纵筋计算

1) 顶层弯锚。

① 绑扎搭接(见图 2-95)。

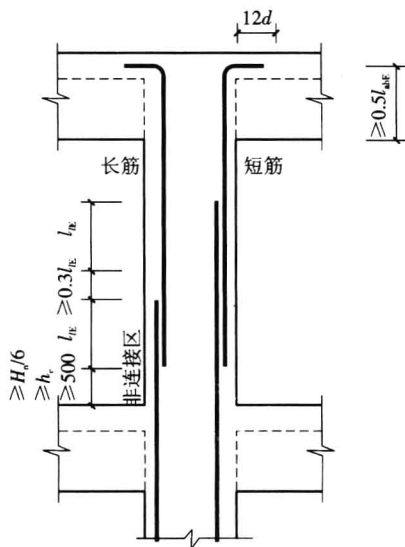


图 2-95 顶层中柱纵筋弯锚构造(绑扎搭接)

顶层中柱长筋长度 = 顶层高度 - 保护层厚度 - $\max(H_n/6, 500, h_c) + 12d$

顶层中柱短筋长度 = 顶层高度 - 保护层厚度 - $\max(H_n/6, 500, h_c) -$
 $1.3l_{lE} + 12d$

②机械连接(见图 2-96)。

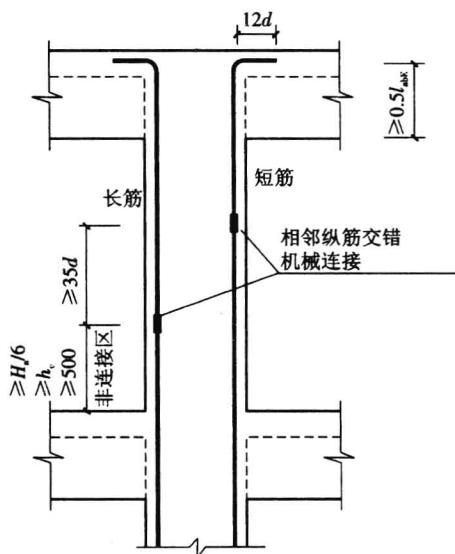


图 2-96 顶层中柱纵筋弯锚构造(机械连接)

顶层中柱长筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)$ +12d

顶层中柱短筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)$ -
500+12d

③焊接连接(见图 2-97)。

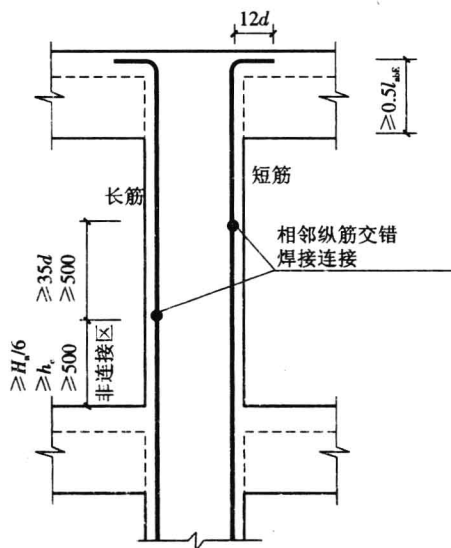


图 2-97 顶层中柱纵筋弯锚构造(焊接连接)

顶层中柱长筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)+12d$

顶层中柱短筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)-\max(35d, 500)+12d$

2) 顶层直锚。

① 绑扎搭接(见图 2-98)。

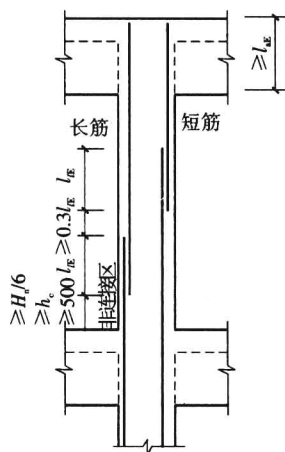


图 2-98 顶层中柱纵筋弯锚构造(绑扎搭接)

顶层中柱长筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)$

顶层中柱短筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)-1.3l_{aE}$

② 机械连接(见图 2-99)。

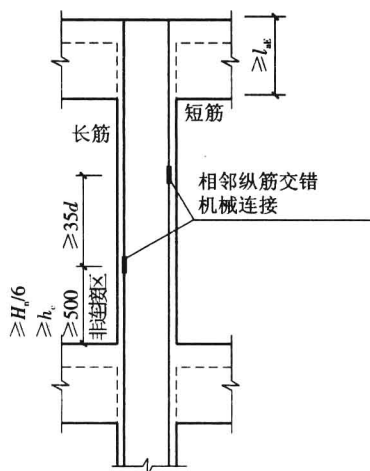


图 2-99 顶层中柱纵筋直锚构造(机械连接)

顶层中柱长筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)$

顶层中柱短筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)$ -500

③焊接连接(见图 2-100)。

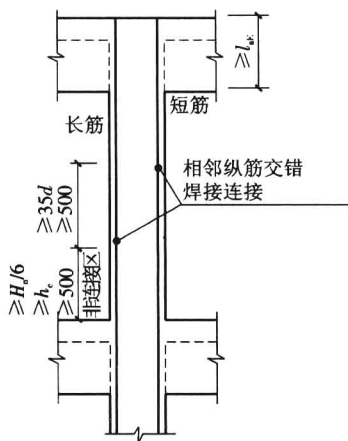


图 2-100 顶层中柱纵筋直锚构造(焊接连接)

顶层中柱长筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)$

顶层中柱短筋长度=顶层高度-保护层厚度- $\max(H_n/6, 500, h_c)$ -
 $\max(35d, 500)$

(2)顶层边柱纵筋计算

以顶层边角柱中节点 D 构造为例,讲解顶层边柱纵筋计算方法。

1)绑扎搭接。

当采用绑扎搭接接头时,顶层边角柱节点 D 构造,如图 2-101 所示。

①第①号钢筋(柱内侧纵筋)——直锚长度 $< l_{aE}$ 。

长筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) + 12d$$

短筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) - 1.3l_{lE} + 12d$$

②第②号钢筋(柱内侧纵筋)——直锚长度 $\geq l_{aE}$ 。

长筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500)$$

短筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) - 1.3l_{lE}$$

③第③号钢筋(柱顶第一层钢筋)。

长筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) + \text{柱宽} - 2 \times \text{柱保护层厚度} + 8d$$

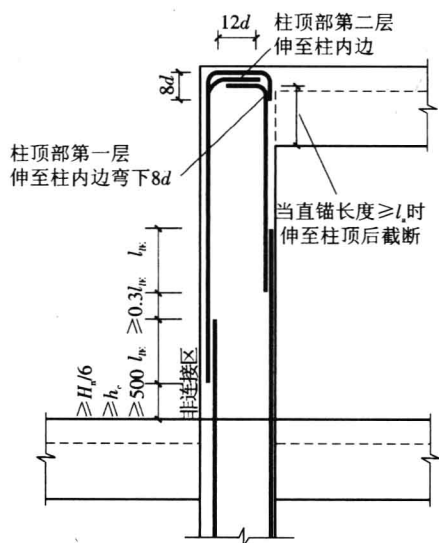


图 2-101 顶层边角柱节点 D 构造(绑扎搭接)

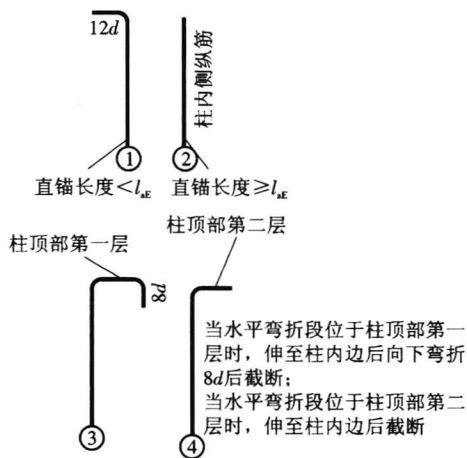


图 2-102 计算简图

短筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) - 1.3l_{aE} + \text{柱宽} - 2 \times \text{柱保护层厚度} + 8d$$

④第④号钢筋(柱顶第二层钢筋)。

长筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) + \text{柱宽} - 2 \times \text{柱保护层厚度}$$

短筋长度:

$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) - 1.3l_{aE} + \text{柱宽} - 2 \times \text{柱保护层厚度}$
 2) 焊接或机械连接。

当采用焊接或机械连接接头时, 顶层边角柱节点 D 构造, 如图 2-103 所示。

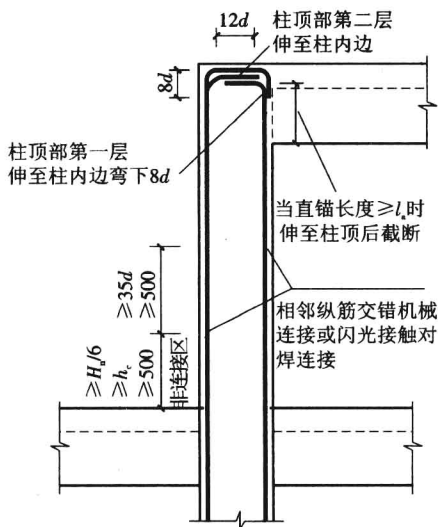


图 2-103 顶层边角柱节点 D 构造(焊接或机械连接)

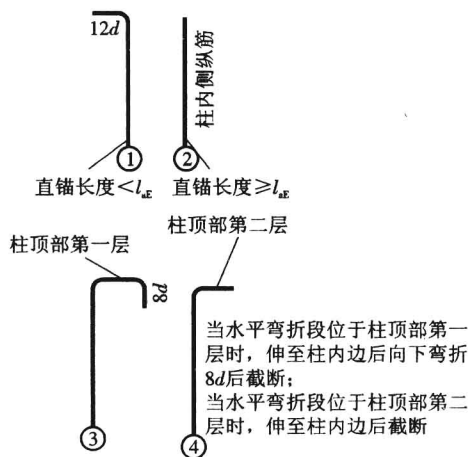


图 2-104 计算简图

①第①号钢筋(柱内侧纵筋)——直锚长度 $< l_{aE}$ 。

长筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) + 12d$$

短筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) - \max(35d, 500) + 12d$$

②第②号钢筋(柱内侧纵筋)——直锚长度 $\geq l_{aE}$ 。

长筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500)$$

短筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) - \max(35d, 500)$$

③第③号钢筋(柱顶第一层钢筋)。

长筋:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) + \text{柱宽} - 2 \times \text{柱保护层厚度} + 8d$$

短筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) - \max(35d, 500) + \text{柱宽} - 2 \times \text{柱保护层厚度} + 8d$$

④第④号钢筋(柱顶第二层钢筋)。

长筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) + \text{柱宽} - 2 \times \text{柱保护层厚度}$$

短筋长度:

$$l = H_n - \text{梁保护层厚度} - \max(H_n/6, h_c, 500) - \max(35d, 500) + \text{柱宽} - 2 \times \text{柱保护层厚度}$$

【例 2-12】

地下室层高为 4.50 m,地下室下面是“正筏板”基础,基础主梁的截面尺寸为 700 mm×900 mm,下部纵筋为 9 根 25。筏板的厚度为 500 mm,筏板的纵向钢筋都是 18@200。

地下室的抗震框架柱 KZ1 的截面尺寸为 750 mm×700 mm,柱纵筋为 22 根 25,混凝土强度等级 C30,二级抗震等级。地下室顶板的框架梁截面尺寸为 300 mm×700 mm。地下室上一层的层高为 4.50 m,地下室上一层的框架梁截面尺寸为 300 mm×700 mm。

求该地下室的框架柱纵筋尺寸。

【解】

下面分别计算地下室柱纵筋的两部分长度。

1)地下室顶板以下部分的长度 H_1 。

$$\text{地下室的柱净高 } H_n = 4500 - 700 - (900 - 500) = 3400 \text{ (mm)}$$

$$H_1 = H_n + 700 - H_n/3 = 3400 + 700 - 1133 = 2967 \text{ (mm)}$$

2)地下室板顶以上部分的长度 H_2 。

$$\text{上一层楼的柱净高 } H_n = 4000 - 700 = 3300 \text{ (mm)}$$

$$H_2 = \max(H_n/6, h_c, 500) = \max(3300/6, 750, 500) = 750 \text{ (mm)}$$

(3)地下室柱纵筋的长度

$$\text{地下室柱纵筋的长度} = H_1 + H_2 = 2967 + 750 = 3717 \text{ (mm)}$$

【例 2-13】

顶层的层高为 3.00 m, 抗震框架柱 KZ1 的截面尺寸为 550 mm×500 mm, 柱纵筋为 22 Φ 20, 混凝土强度等级 C30, 二级抗震等级。顶层顶板的框架梁截面尺寸为 300 mm×700 mm。

求顶层的框架柱纵筋尺寸。

【解】

1) 顶层框架柱纵筋伸到框架梁顶部弯折 $12d$ 。

$$\text{顶层的柱纵筋净长度 } H_n = 3000 - 700 = 2300 \text{ (mm)}$$

根据地下室的计算, $H_2 = 750 \text{ mm}$ 。

①与“短筋”相接的柱纵筋。

$$\text{垂直段长度 } H_a = 3000 - 30 - 750 = 2220 \text{ (mm)}$$

$$\text{每根钢筋长度} = H_a + 12d = 2220 + 12 \times 20 = 2460 \text{ (mm)}$$

②与“长筋”相接的柱纵筋。

$$\text{垂直段长度 } H_b = 3000 - 30 - 750 - 35 \times 25 = 1345 \text{ (mm)}$$

$$\text{每根钢筋长度} = H_b + 12d = 1345 + 12 \times 20 = 1585 \text{ (mm)}$$

2) 框架柱外侧纵筋从顶层框架梁的底面算起, 锚入顶层框架梁 $1.5l_{aE}$ 。

首先, 计算框架柱外侧纵筋伸入框架梁之后弯钩的水平段长度 l 。

$$\text{柱纵筋伸入框架梁的垂直长度} = 700 - 30 = 670 \text{ (mm)}$$

$$\text{所以 } l = 1.5l_{aE} - 670 = 1.5 \times 40 \times 20 - 670 = 530 \text{ (mm)}。$$

根据前面的计算结果, 则与“短筋”相接的柱纵筋垂直段长度 H_a 为 2220 mm。

加上弯钩水平段 l 的每根钢筋长度 $= H_a + l = 2220 + 530 = 2750 \text{ (mm)}$ 。

与“长筋”相接的柱纵筋垂直段长度 H_b 为 1345 mm。

加上弯钩水平段 l 的每根钢筋长度 $= H_b + l = 1345 + 530 = 1875 \text{ (mm)}$ 。

4. 柱箍筋和拉筋计算方法

柱箍筋计算包括柱箍筋长度计算及柱箍筋根数计算两大部分内容, 框架柱箍筋布置要求主要应考虑以下几个方面。

1) 沿复合箍筋周边, 箍筋局部重叠不宜多于两层, 并且, 尽量不在两层位置的中部设置纵筋;

2) 抗震设计时, 柱箍筋的弯钩角度为 135° , 弯钩平直段长度为 $\max(10d, 75 \text{ mm})$;

3) 为使箍筋强度均衡, 当拉筋设置在旁边时, 可沿竖向将相邻两道箍筋按其各自平面位置交错放置;

4) 柱纵向钢筋布置尽量设置在箍筋的转角位置, 两个转角位置中部最多只能设置一根纵筋。

箍筋常用的复合方式为 $m \times n$ 肢箍形式,由外封闭箍筋、小封闭箍筋和单肢箍形式组成,箍筋长度计算即为复合箍筋总长度的计算,其各自的计算方法如下所述。

(1) 单肢箍

$m \times n$ 箍筋复合方式,当肢数为单数时由若干双肢箍和一根单肢箍形式组合而成,该单肢箍的构造要求为:同时钩住纵筋与外封闭箍筋。

单肢箍(拉筋)长度计算方法为:

$$\text{长度} = \text{截面尺寸 } b \text{ 或 } h - \text{柱保护层 } c \times 2 + 2 \times d_{\text{箍筋}} + 2 \times d_{\text{拉筋}} + 2 \times l_w$$

(2) 双肢箍

外封闭箍筋(大双肢箍)长度计算方法为:

$$\text{长度} = (b - 2 \times \text{柱保护层 } c) \times 2 + (h - 2 \times \text{柱保护层 } c) \times 2 + 2 \times l_w$$

(3) 小封闭箍筋(小双肢箍)

纵筋根数决定了箍筋的肢数,纵筋在复合箍筋框内按均匀、对称原则布置,计算小箍筋长度时应考虑纵筋的排布关系进行计算:最多每隔一根纵筋应有一根箍筋或拉筋进行拉结;箍筋的重叠不应多于两层;按柱纵筋等间距分布排列设置箍筋,如图 2-105 所示。

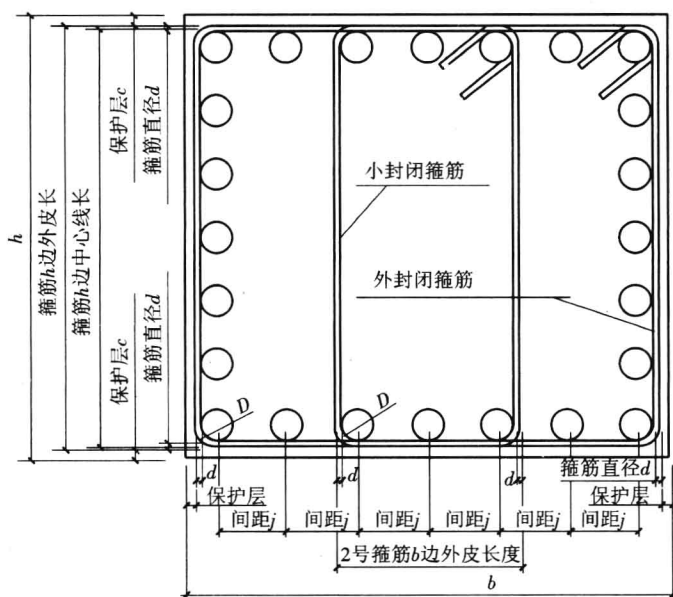


图 2-105 柱箍筋图计算示意图

小封闭箍筋(小双肢箍)长度计算方法为:

$$\text{长度} = \left[\frac{b - 2 \times \text{柱保护层} - c - d_{\text{纵筋}}}{\text{纵筋根数} - 1} \times \text{间距个数} + d_{\text{纵筋}} + 2 \times d_{\text{小纵筋}} \right] \times 2 + (h - 2 \times \text{柱保护层}) \times 2 + 2 \times l_w$$

(4) 箍筋弯钩长度的取值

钢筋弯折后的具体长度与原始长度不等,原因是弯折过程有钢筋损耗。计算中,箍筋长度计算是按箍筋外皮计算,则箍筋弯折 90° 位置的度量长度差值不计,箍筋弯折 135° 弯钩的度量差值为 $1.9d$ 。因此,箍筋的弯钩长度统一取值为 $l_w = \max(11.9d, 75 + 1.9d)$ 。

【例 2-14】

计算 11G101-1 图集第 11 页所标注的框架柱 KZ1 复合箍筋的尺寸。

KZ1 的截面尺寸为 $750 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$,在柱表所标注的箍筋类型为 $1(5 \times 4)$,箍筋规格为 $\phi 10 @ 100/200$ 。

KZ1 的角筋为 4 $\Phi 25$, b 边一侧中部筋为 5 $\Phi 25$, h 边一侧中部筋为 4 $\Phi 25$ 。混凝土强度等级为 C30。

【解】

1) KZ1 外箍的尺寸。

KZ1 的截面尺寸为 $750 \text{ mm} \times 700 \text{ mm}$,查表 1-2 得箍筋保护层厚度为 20 mm ,箍筋为 $\phi 10$,柱的纵筋保护层是 $20 + 10 = 30 \text{ (mm)}$ 。

KZ1 外箍的尺寸为: $B = 750 - 30 \times 2 = 690 \text{ (mm)}$

$$H = 700 - 30 \times 2 = 640 \text{ (mm)}$$

2) b 边上的内箍尺寸。

① 二肢箍内箍的尺寸。

内箍钩住第 3 根和第 4 根纵筋。

设内箍宽度为 b ,纵筋直径为 d ,纵筋的间距为 a ,则 $b = a + 2d$ 。

列方程 $6a + 7d = B$,即 $6a + 7d = 690 \text{ (mm)}$ 。

解得 $a = 85 \text{ mm}$ 。

所以, b 边上的内箍宽度 $= 85 + 2 \times 25 = 135 \text{ (mm)}$ 。

b 边上的内箍高度 $= H = 640 \text{ mm}$ 。

箍筋弯钩的平直段长度为 $10d$ (d 为箍筋直径),我们计取箍筋的弯钩长度为 $26d$ 。

每根箍筋的长度为 $(135 + 640) \times 2 + 26 \times 10 = 1810 \text{ (mm)}$ 。

② 单肢箍的尺寸。

单肢箍钩住第 5 根纵筋,同时钩住外箍,所以,单肢箍的垂直肢长度 $= H + 2 \times \text{箍筋直径} + 2 \times \text{单肢箍直径} = 640 + 2 \times 10 + 2 \times 10 = 680 \text{ (mm)}$ 。

由于单肢箍弯钩的平直段长度为 $10d$ (d 为单肢箍直径),取单肢箍的弯钩长度为 $26d$,每根单肢箍的长度为 $680 + 26.5 \times 10 = 945 \text{ (mm)}$ 。

③ h 边上的内箍尺寸

内箍钩住第 3 根和第 4 根纵筋。

设内箍宽度为 b , 纵筋直径为 d , 纵筋的间距为 a , 则 $b = a + 2d$ 。

列方程 $5a + 6d = H$, 即 $5a + 6d = 640$ (mm)。

解得 $a = 98$ mm。

所以, b 边上的内箍宽度 $= 98 + 2 \times 25 = 148$ (mm)。

b 边上的内箍高度 $= H = 690$ mm。

箍筋弯钩的平直段长度为 $10d$ (d 为箍筋直径), 取箍筋的弯钩长度为 $26d$ 。

每根箍筋的长度为 $(148 + 690) \times 2 + 26 \times 10 = 1936$ (mm)。

5. 柱纵筋上下层配筋量不同时钢筋的计算方法

(1) 上柱钢筋比下柱钢筋多 (见图 2-106)

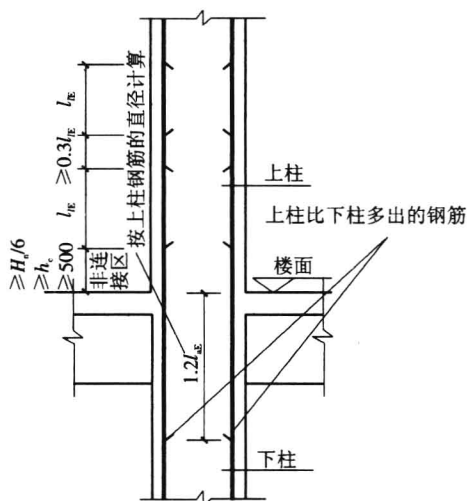


图 2-106 上柱钢筋比下柱钢筋多(绑扎搭接)

多出的钢筋需要插筋, 其他钢筋同是中间层。

$$\text{短插筋} = \max(H_n/6, 500, h_c) + l_{lE} + 1.2l_{aE}$$

$$\text{长插筋} = \max(H_n/6, 500, h_c) + 2.3l_{lE} + 1.2l_{aE}$$

(2) 下柱钢筋比上柱钢筋多 (见图 2-107)

下柱多出的钢筋在上层锚固, 其他钢筋同是中间层。

$$\text{短插筋} = \text{下层层高} - \max(H_n/6, 500, h_c) - \text{梁高} + 1.2l_{aE}$$

$$\text{长插筋} = \text{下层层高} - \max(H_n/6, 500, h_c) - 1.3l_{lE} - \text{梁高} + 1.2l_{aE}$$

(3) 上柱钢筋直径比下柱钢筋直径大 (见图 2-108)

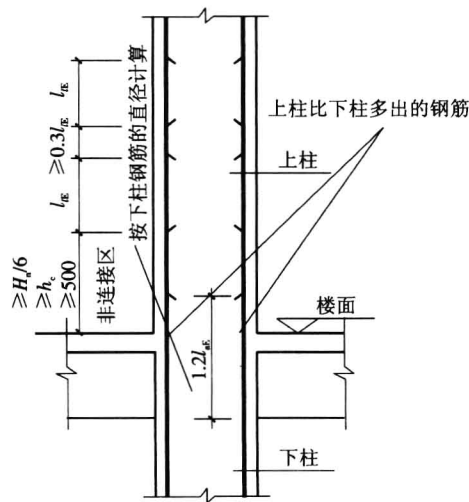


图 2-107 下柱钢筋比上柱钢筋多(绑扎搭接)

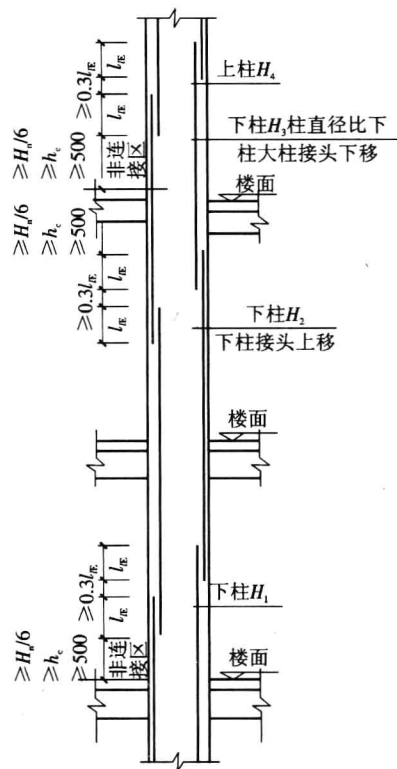


图 2-108 上柱钢筋直径比下柱钢筋直径大(绑扎搭接)

1) 绑扎搭接。

下层柱纵筋长度 = 下层第一层层高 - $\max(H_{n1}/6, 500, h_c)$ + 下柱第二层层高 - 梁高 - $\max(H_{n2}/6, 500, h_c) - 1.3l_{lE}$

上柱纵筋插筋长度 = $2.3l_{lE} + \max(H_{n2}/6, 500, h_c) + \max(H_{n3}/6, 500, h_c) + l_{lE}$

上层柱纵筋长度 = $l_{lE} + \max(H_{n4}/6, 500, h_c) + \text{本层层高} + \text{梁高} + \max(H_{n2}/6, 500, h_c) + 2.3l_{lE}$

2) 机械连接。

下层柱纵筋长度 = 下层第一层层高 - $\max(H_{n1}/6, 500, h_c)$ + 下柱第二层层高 - 梁高 - $\max(H_{n2}/6, 500, h_c)$

上柱纵筋插筋长度 = $\max(H_{n2}/6, 500, h_c) + \max(H_{n3}/6, 500, h_c) + 500$

上层柱纵筋长度 = $\max(H_{n4}/6, 500, h_c) + 500 + \text{本层层高} + \text{梁高} + \max(H_{n2}/6, 500, h_c)$

3) 焊接连接。

下层柱纵筋长度 = 下层第一层层高 - $\max(H_{n1}/6, 500, h_c)$ + 下柱第二层层高 - 梁高 - $\max(H_{n2}/6, 500, h_c)$

上柱纵筋插筋长度 = $\max(H_{n2}/6, 500, h_c) + \max(H_{n3}/6, 500, h_c) + \max(35d, 500)$

上层柱纵筋长度 = $\max(H_{n4}/6, 500, h_c) + \max(35d, 500) + \text{本层层高} + \text{梁高} + \max(H_{n2}/6, 500, h_c)$

【例 2-15】

计算 KZ1 的基础插筋。KZ1 的截面尺寸为 750 mm × 700 mm, 柱纵筋为 2 Φ 25, 混凝土强度等级 C30, 二级抗震等级。

假设该建筑物具有层高为 4.50 m 的地下室。地下室下面是“正筏板”基础(即“低板位”的有梁式筏形基础, 基础梁底和基础板底一平)。地下室顶板的框架梁仍然采用 KL1(300 mm × 700 mm)。基础主梁的截面尺寸为 700 mm × 900 mm, 下部纵筋为 9 Φ 25。筏板的厚度为 500 mm, 筏板的纵向钢筋都是 Φ 18@200[见图 2-109(a)]。

【解】

1) 框架柱基础插筋伸出基础梁顶面以上的长度。

地下室层高 = 4500 mm

地下室顶框架梁高 = 700 mm

基础主梁高 = 900 mm

筏板厚度 = 500 mm

地下室框架柱净高 $H_n = 4500 - 700 - (900 - 500) = 3400$ (mm)

框架柱基础插筋(短筋)伸出长度 = $H_n/3 = 3400/3 = 1133$ (mm)

框架柱基础插筋(长筋)伸出长度 = $1133 + 35 \times 25 = 2008$ (mm)

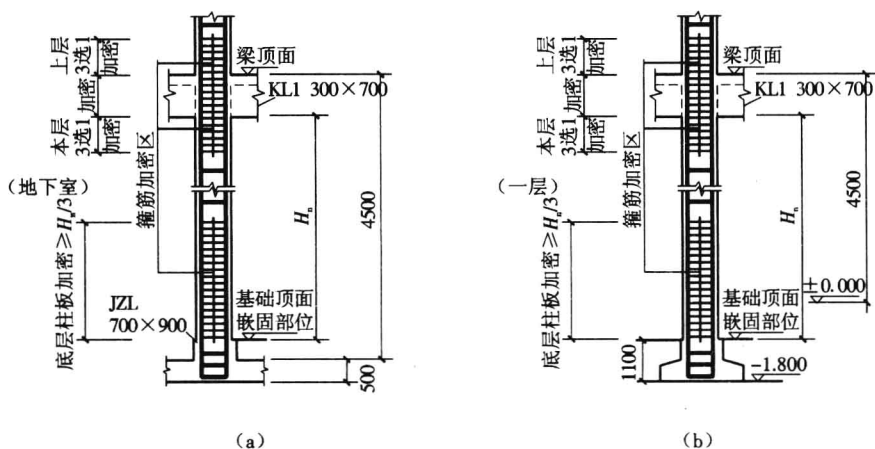


图 2-109 【例 2-15】图

2) 框架柱基础插筋的直锚长度。

基础主梁高度 = 900 mm

基础主梁下部纵筋直径 = 25 mm

筏板下层纵筋直径 = 18 mm

基础保护层 = 40 mm

框架柱基础插筋直锚长度 = $900 - 25 - 18 - 40 = 817$ (mm)

3) 框架柱基础插筋的总长度。

框架柱基础插筋的垂直段长度(短筋) = $1133 + 817 = 1950$ (mm)

框架柱基础插筋的垂直段长度(长筋) = $2008 + 817 = 2825$ (mm)

$$l_{aE} = 40d = 40 \times 25 = 1000 \text{ (mm)}$$

直锚长度 = $817 < l_{aE}$

框架柱基础插筋的弯钩长度 = $15d = 15 \times 25 = 375$ (mm)

框架柱基础插筋(短筋)的总长度 = $1950 + 375 = 2325$ (mm)

框架柱基础插筋(长筋)的总长度 = $2825 + 375 = 3200$ (mm)

【例 2-16】

计算 KZ1 的基础插筋。KZ1 的柱纵筋为 22 Φ 25, 混凝土强度等级 C30, 二级抗震等级。

假设该建筑物“一层”的层高为 4.50 m (从 ± 0.000 算起)。“一层”的框架梁采用 KL1 (300 \times 700)。“一层”框架柱的下面是独立柱基, 独立柱基的总高度为 1100 mm (即“柱基平台”到基础板底的高度为 1100 mm)。独立柱基的底面标高为 -1.800, 独立柱基下部的的基础板厚度为 500 mm, 独立柱基底部的纵向钢筋都是 Φ 18@200 [见图 2-109(b)]。

【解】

1) 框架柱基础插筋伸出基础梁顶面以上的长度。

已知：

从±0.000 到一层板顶的高度=4500 mm, 独立柱基的底面标高为-1.800。

“柱基平台”到基础板底的高度为1100 mm。

“柱基平台”到一层板顶的高度=4500+1800-1100=5200 (mm)。

一层的框架梁高=700 mm。

所以：

一层的框架柱净高=5200-700=4500 (mm)

框架柱基础插筋(短筋)伸出长度=4500/3=1500 (mm)

框架柱基础插筋(长筋)伸出长度=1500+35×25=2375 (mm)

2) 框架柱基础插筋的直锚长度。

已知：

“柱基平台”到基础板底的高度为1100 mm。

独立柱基底部的纵向钢筋直径=18 mm。

基础保护层厚度=40 mm。

所以：

框架柱基础插筋直锚长度=1100-18-40=1042 (mm)

3) 框架柱基础插筋的总长度。

框架柱基础插筋(短筋)的垂直段长度=1500+1042=2542 (mm)

框架柱基础插筋(长筋)的垂直段长度=2375+1042=3417 (mm)

因为：

$l_{aE}=40d=40\times 25=1000$ (mm)

而现在的直锚长度=1042 mm> l_{aE} 。

所以：

框架柱基础插筋的弯钩长度= $\max(6d, 150)=6\times 25=150$ (mm)

框架柱基础插筋(短筋)的总长度=2542+150=2692 (mm)

框架柱基础插筋(长筋)的总长度=3417+150=3567 (mm)

3 剪力墙结构精识快算

3.1 剪力墙结构的基本概念

剪力墙又称抗风墙或抗震墙,是房屋或构筑物中主要承受风荷载或地震作用引起的水平荷载的墙体。其主要作用是抵抗水平地震力。

剪力墙是一整片高大实体墙,侧面又有刚性楼盖支撑,故有很大的刚度,属于刚性结构。在水平荷载下,相当于一个底部固定、顶端自由的竖向悬臂梁,墙体的长度相当于深梁的截面高度,墙体的厚度相当于深梁的截面宽度,墙体处于受压、受弯、受剪的复合受力状态。

剪力墙结构由于受钢筋混凝土墙体的限制,平面布置很不灵活,故剪力墙结构适用于住宅、公寓、旅馆等小开间的民用建筑,而在工业建筑中很少采用。根据墙体的开洞大小和截面应力的分布特点,剪力墙可划分为整体剪力墙、整体小开口剪力墙、联肢剪力墙和壁式框架四类,如图 3-1 所示。

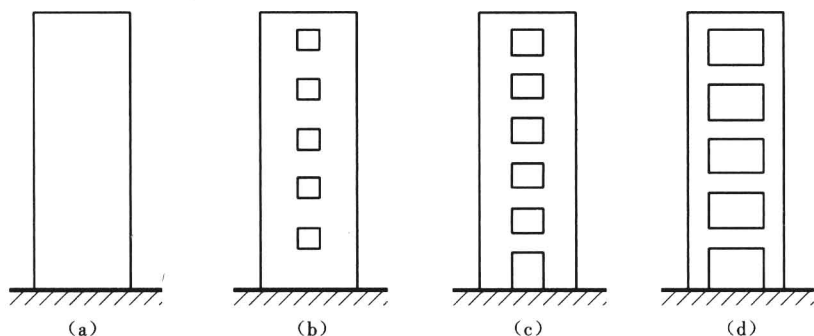


图 3-1 剪力墙类型

(a)整体剪力墙;(b)整体小开口剪力墙;(c)联肢剪力墙;(d)壁式框架

1. 整体剪力墙

整体剪力墙是指不开洞或开洞面积不大于 15% 的墙。整体剪力墙如同一片整体的悬臂墙,在墙肢的整个高度上,弯矩图既不突变,也无反弯点,剪力墙的变形以弯曲型为主,如图 3-2(a)所示。

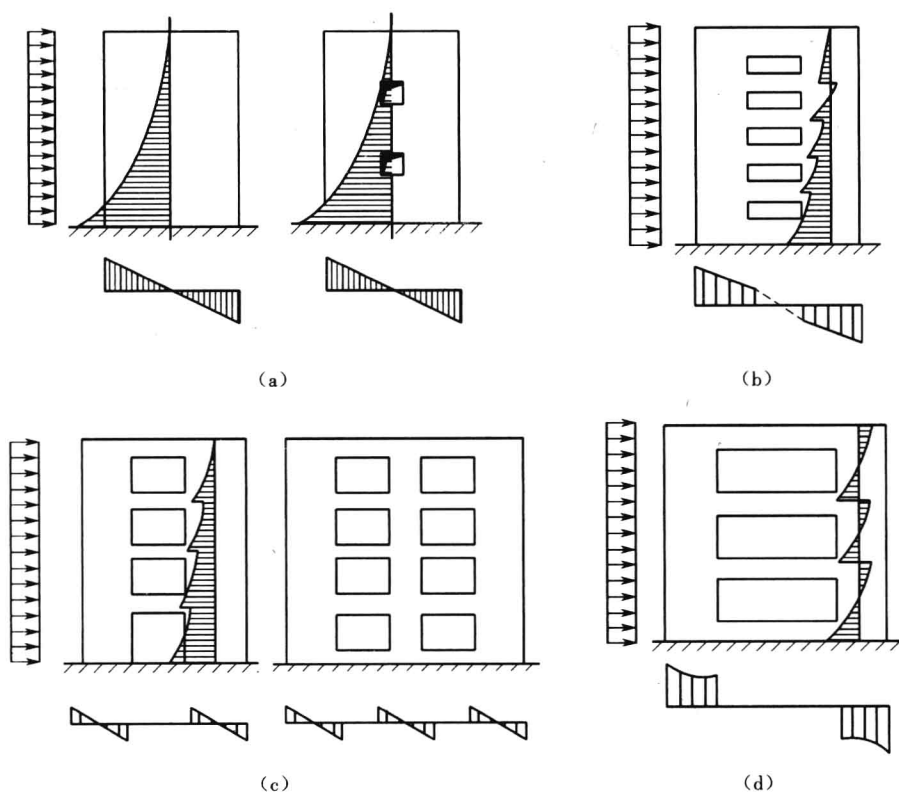


图 3-2 各类剪力墙受力特点图示

(a)整体剪力墙;(b)整体小开口剪力墙;(c)联肢剪力墙;(d)壁式框架

2. 整体小开口剪力墙

整体小开口剪力墙是指开洞面积大于 15%，但仍较小的墙。整体小开口剪力墙的弯矩图在连梁处发生突变，但在整个墙肢高度上没有或仅仅在个别楼层中出现反弯点，剪力墙的变形仍以弯曲型为主，如图 3-2(b)所示。

3. 联肢或多肢剪力墙

联肢剪力墙是指开口较大、洞口成列布置的剪力墙。双肢及多肢剪力墙与整体小开口剪力墙相似，如图 3-2(c)所示。

4. 壁式框架

壁式框架是指洞口尺寸大，连梁线刚度大于或接近墙肢线刚度的墙。壁式框架柱的弯矩在楼层处有突变，且在大多数楼层出现反弯点，剪力墙的变形以剪切型为主，如图 3-2(d)示。

3.2 剪力墙平法施工图的主要内容

剪力墙平法施工图的主要内容包括：

- 1) 图名和比例,剪力墙平法施工图的比例应与建筑平面图相同;
- 2) 定位轴线及其编号、间距尺寸;
- 3) 剪力墙柱、剪力墙身和剪力墙梁的编号、平面布置;
- 4) 每一种编号剪力墙柱、剪力墙身和剪力墙梁的标高、截面尺寸、配筋情况;
- 5) 必要的设计详图和说明。

3.3 剪力墙平法施工图制图规则

3.3.1 剪力墙平面布置图

剪力墙平面布置图主要包含剪力墙平面布置图和剪力墙各类构造、节点构造详图两部分。

1. 剪力墙构件

为表达清楚、简便,剪力墙可视为由剪力墙柱、剪力墙身和剪力墙梁三类构件构成。

剪力墙柱(简称墙柱)包含纵向钢筋和横向箍筋,其连接方式与柱相同。

剪力墙身(简称墙身)包含竖向钢筋、横向钢筋、拉筋。

剪力墙梁(简称墙梁)可分为剪力墙连梁、剪力墙暗梁和剪力墙边框梁三类,由纵向钢筋和横向箍筋组成,绑扎方式与梁基本相同。

2. 边缘构件

根据《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)(以下简称《抗震规范》)的要求,剪力墙两端和洞口两侧应设置边缘构件。边缘构件包括:暗柱、端柱和翼墙。

对于剪力墙结构,底层墙肢底截面的轴压比不大于《抗震规范》要求的最大轴压比的一、二、三级剪力墙和四级抗震墙,墙肢两端可设置构造边缘构件。

对于剪力墙结构,底层墙肢底截面的轴压比大于《抗震规范》要求的最大轴压比的一、二、三级抗震等级剪力墙,以及部分框支剪力墙结构的抗震墙,应在底部加强部位及相邻的上一层设置约束边缘构件,在以上的部位可设置构造边缘构件。

3. 表达方式

剪力墙平法施工图有两种表达方式:列表注写方式和截面注写方式。

列表注写方式,是指分别在剪力墙柱表、剪力墙身表和剪力墙梁表中,对应于剪力墙平面布置图上的编号,用绘制截面配筋图并注写几何尺寸及配筋具体数值的方式,来表达剪力墙平法施工图。

截面注写方式,是指在分标准层绘制的剪力墙平面布置图上,以直接在墙柱、墙梁、墙身上注写截面尺寸和配筋具体数值的方式来表达剪力墙平法施工图。

4. 剪力墙的定位

一般轴线位于剪力墙中央,当轴线未居中布置时,应在剪力墙平面布置图上直接标注偏心尺寸。由于剪力墙暗柱与短肢剪力墙的宽度与剪力墙身同厚,因此,对剪力墙偏心情况定位时,暗柱及小墙肢亦随之确定。

3.3.2 列表注写方式

1. 编号

将剪力墙按墙柱、墙身、墙梁三类构件分别编号。

(1) 墙柱编号

墙柱编号,由墙柱类型代号和序号组成,表达形式见表 3-1。

表 3-1 墙柱编号

墙柱类型	编号	序号
约束边缘构件	YBZ	××
构造边缘构件	GBZ	××
非边缘暗柱	AZ	××
扶壁柱	FBZ	××

注:约束边缘构件包括约束边缘暗柱、约束边缘端柱、约束边缘翼墙、约束边缘转角墙四种(见图 3-3)。

构造边缘构件包括构造边缘暗柱、构造边缘端柱、构造边缘翼墙、构造边缘转角墙四种(见图 3-4)。

(2) 墙身编号

墙身编号,由墙身代号、序号以及墙身所配置的水平与竖向分布钢筋的排数组成,其中,排数注写在括号内。表达形式为:

$$Q \times \times (\times \text{排})$$

在编号中:如若干墙柱的截面尺寸与配筋均相同,仅截面与轴线的关系不同时,可将其编为同一墙柱号;又如若干墙身的厚度尺寸和配筋均相同,仅墙厚与轴线的关系不同或仅墙身长度不同时,也可将其编为同一墙身号,但应在图中注明与轴线的几何关系。

当墙身所设置的水平与竖向分布钢筋的排数为 2 时可不注。

分布钢筋网的排数有以下规定。

非抗震:当剪力墙厚度大于 160 mm 时,应配置双排;当其厚度不大于 160 mm 时,宜配置双排。

抗震:当剪力墙厚度不大于 400 mm 时,应配置双排;当剪力墙厚度大于

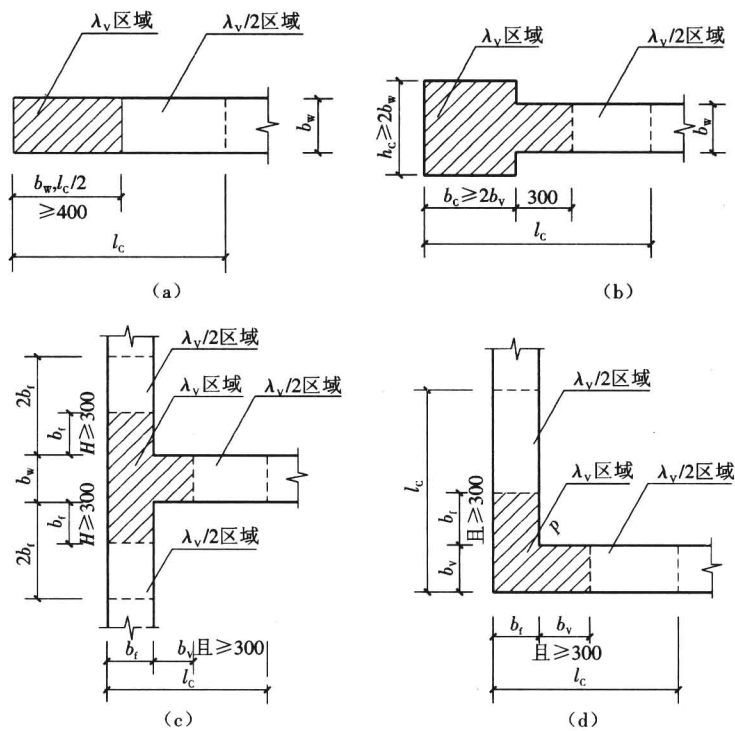


图 3-3 约束边缘构件

(a)约束边缘暗柱;(b)约束边缘端柱;(c)约束边缘翼墙;(d)约束边缘转角墙

400 mm,但不大于 700 mm 时,宜配置三排;当剪力墙厚度大于 700 mm 时,宜配置四排,如图 3-5 所示。

各排水平分布钢筋和竖向分布钢筋的直径与间距宜保持一致。

当剪力墙配置的分布钢筋多于两排时,剪力墙拉筋两端应同时勾住外排水平纵筋和竖向纵筋,还应与剪力墙内排水平纵筋和竖向纵筋绑扎在一起。

(3)墙梁编号

墙梁编号,由墙梁类型代号和序号组成,表达形式见表 3-2。

表 3-2 墙梁编号

墙梁类型	代号	序号
连梁	LL	××
连梁(对角暗撑配筋)	LL(JC)	××
连梁(交叉斜筋配筋)	LL(JX)	××
连梁(集中对角斜筋配筋)	LL(DX)	××
暗梁	AL	××
边框梁	BKL	××

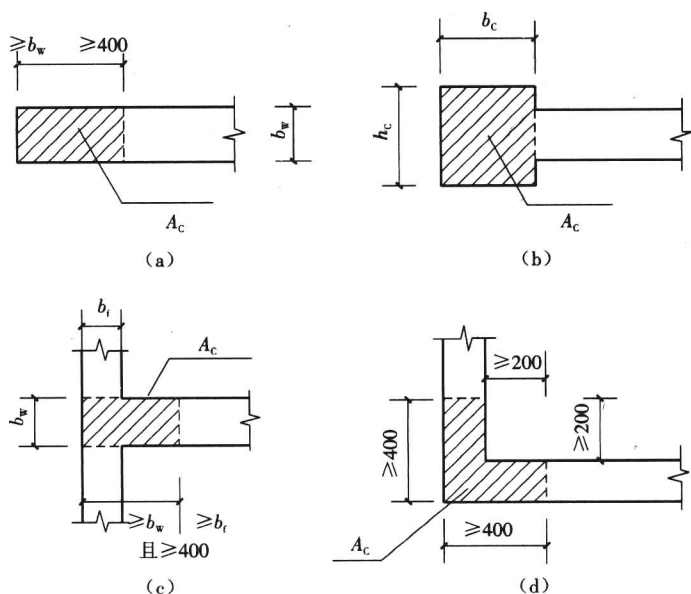


图 3-4 构造边缘构件

(a) 构造边缘暗柱; (b) 构造边缘端柱; (c) 构造边缘翼墙; (d) 构造边缘转角墙

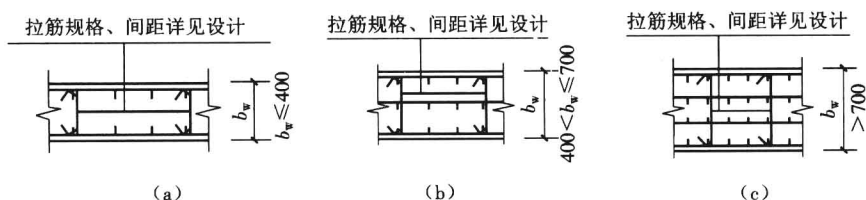


图 3-5 剪力墙身水平钢筋网排数

(a) 剪力墙双排配筋; (b) 剪力墙三排配筋; (c) 剪力墙四排配筋

2. 墙柱表的内容

墙柱表中表达的内容包括以下几方面。

1) 墙柱编号(见表 3-1), 绘制该墙柱的截面配筋图, 标注墙柱几何尺寸。

① 约束边缘构件(见图 3-3), 需注明阴影部分尺寸。

② 构造边缘构件(见图 3-4), 需注明阴影部分尺寸。

③ 扶壁柱及非边缘暗柱需标注几何尺寸。

2) 各段墙柱的起止标高。

注写各段墙柱的起止标高, 自墙柱根部往上以变截面位置或截面未变但配筋改变处为界分段注写。墙柱根部标高系指基础顶面标高(部分框支剪力墙结构则为框支梁顶面标高)。

3)各段墙柱的纵向钢筋和箍筋。

注写各段墙柱的纵向钢筋和箍筋,注写值应与在表中绘制的截面配筋图对应一致。纵向钢筋注总配筋值;墙柱箍筋的注写方式与柱箍筋相同。

约束边缘构件除注写阴影部位的箍筋外,尚需在剪力墙平面布置图中注写非阴影区内布置的拉筋(或箍筋)。

剪力墙柱表识图,如图 3-6 所示。

截面				
编号	YBZ1	YBZ2	YBZ3	YBZ4
标高	-0.030~12.270	-0.030~12.270	-0.030~12.270	-0.030~12.270
纵筋	24 Φ 20	22 Φ 20	18 Φ 22	20 Φ 20
箍筋	Φ 10@100	Φ 10@100	Φ 10@100	Φ 10@100
截面				
编号	YBZ5	YBZ6	YBZ7	
标高	-0.030~12.270	-0.030~12.270	-0.030~12.270	
纵筋	20 Φ 20	23 Φ 20	16 Φ 20	
箍筋	Φ 10@100	Φ 10@100	Φ 10@100	

图 3-6 剪力墙柱表识图

3. 墙身表的内容

(1)墙身编号

(2)各段墙身起止标高

注写各段墙身起止标高,自墙身根部往上以变截面位置或截面未变但配筋改变处为界分段注写。墙身根部标高系指基础顶面标高(部分框支剪力墙结构则为框支梁顶面标高)。

(3)配筋

注写水平分布钢筋、竖向分布钢筋和拉筋的具体数值。注写数值为一排水平分布钢筋和竖向分布钢筋的规格与间距,具体设置几排已经在墙身编号后面表达。

拉筋应注明布置方式“双向”或“梅花双向”,如图 3-7 所示(图中 a 为竖向分布钢筋间距, b 为水平分布钢筋间距)。

剪力墙身表识图,如图 3-8 所示。

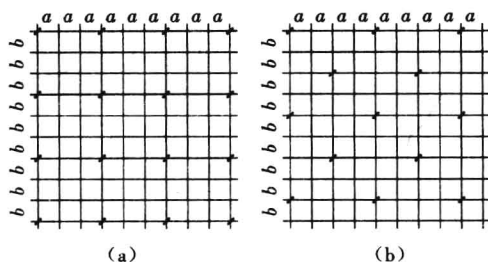


图 3-7 双向拉筋与梅花双向拉筋示意

(a)拉筋@ $3a3b$ 双向($a \leq 200, b \leq 200$); (b)拉筋@ $4a4b$ 梅花双向($a \leq 150, b \leq 150$)

编号	标高	墙厚	水平分布筋	垂直分布筋	拉筋(双向)
Q1	-0.030~30.270	300	$\Phi 12@200$	$\Phi 12@200$	$\Phi 6@600@600$
	30.270~59.070	250	$\Phi 10@200$	$\Phi 10@200$	$\Phi 6@600@600$
Q2	-0.030~30.270	250	$\Phi 10@200$	$\Phi 10@200$	$\Phi 6@600@600$
	30.270~59.070	200	$\Phi 10@200$	$\Phi 10@200$	$\Phi 6@600@600$

图 3-8 剪力墙身表识图

4. 墙身梁的内容

1) 墙梁编号。

墙梁编号见表 3-2。

2) 墙梁所在楼层号。

3) 墙梁顶面标高高差。

墙梁顶面标高高差,系指相对于墙梁所在结构层楼面标高的高差值,高于者为正值,低于者为负值,当无高差时不注。

4) 截面尺寸。

墙梁截面尺寸 $b \times h$,上部纵筋、下部纵筋和箍筋的具体数值。

5) 当连梁设有对角暗撑时[代号为 LL(JC) $\times \times$],注写暗撑的截面尺寸(箍筋外皮尺寸);注写一根暗撑的全部纵筋,并标注 $\times 2$,表明有两根暗撑相互交叉;注写暗撑箍筋的具体数值。

6) 当连梁设有交叉斜筋时[代号为 LL(JX) $\times \times$],注写连梁一侧对角斜筋的配筋值,并标注 $\times 2$,表明对称设置;注写对角斜筋在连梁端部设置的拉筋根数、规格及直径,并标注 $\times 4$,表明四个角都设置;注写连梁一侧折线筋配筋值,并标注 $\times 2$,表明对称设置。

7) 当连梁设有集中对角斜筋时[代号为 LL(DX) $\times \times$],注写一条对角线上的对角斜筋,并标注 $\times 2$,表明对称设置。

墙梁侧面纵筋的配置:当墙身水平分布钢筋满足连梁、暗梁及边框梁的梁侧面纵向构造钢筋的要求时,该筋配置同墙身水平分布钢筋,表中未注明时,施工按标准构造详图的要求即可;当不满足时,应在表中补充注明梁侧面纵筋的具体数值(其在支座内的锚固要求同连梁中受力钢筋)。

3.3.3 截面注写方式

选用适当比例原位放大绘制剪力墙平面布置图,其中对墙柱绘制配筋截面图;对所有墙柱、墙身、墙梁进行编号,并分别在相同编号的墙柱、墙身、墙梁中选择一根墙柱、一道墙身、一根墙梁进行注写,其注写方式如下。

1)从相同编号的墙柱中选择一个截面,注明几何尺寸,标注全部纵筋及箍筋的具体数值。

注:约束边缘构件(见图 3-3)除需注明阴影部分具体尺寸外,尚需注明约束边缘构件沿墙肢长度 l_c ,约束边缘翼墙中沿墙肢长度尺寸为 $2b_f$ 时可可不注。除注写阴影部位的箍筋外尚需注写非阴影区内布置的拉筋(或箍筋)。当仅 l_c 不同时,可编为同一构件,但应单独注明 l_c 的具体尺寸并标注非阴影区内布置的拉筋(或箍筋)。

2)从相同编号的墙身中选择一道墙身,按顺序引注的内容为:墙身编号(应包括注写在括号内墙身所配置的水平与竖向分布钢筋的排数)、墙厚尺寸、水平分布钢筋、竖向分布钢筋和拉筋的具体数值。

3)从相同编号的墙梁中选择一根墙梁,按顺序引注的内容为:

①注写墙梁编号、墙梁截面尺寸 $b \times h$ 、墙梁箍筋、上部纵筋、下部纵筋和墙梁顶面标高高差的具体数值。

②当连梁设有对角暗撑时[代号为 LL(JC) $\times \times$],注写暗撑的截面尺寸(箍筋外皮尺寸);注写一根暗撑的全部纵筋,并标注 $\times 2$,表明有两根暗撑相互交叉;注写暗撑箍筋的具体数值。

③当连梁设有交叉斜筋时[代号为 LL(JX) $\times \times$],注写连梁一侧对角斜筋的配筋值,并标注 $\times 2$,表明对称设置;注写对角斜筋在连梁端部设置的拉筋根数、规格及直径,并标注 $\times 4$,表明四个角都设置;注写连梁一侧折线筋配筋值,并标注 $\times 2$,表明对称设置。

④当连梁设有集中对角斜筋时[代号为 LL(DX) $\times \times$],注写一条对角线上的对角斜筋,并标注 $\times 2$,表明对称设置。

当墙身水平分布钢筋不能满足连梁、暗梁及边框梁的梁侧面纵向构造钢筋的要求时,应补充注明梁侧面纵筋的具体数值。注写时,以大写字母 N 打头,接续注写直径与间距。其在支座内的锚固要求同连梁中受力钢筋。

3.3.4 剪力墙洞口的表示方法

无论采用列表注写方式还是截面注写方式,剪力墙上的洞口均可在剪力墙平面布置图上原位表达。

1. 在剪力墙平面布置图上绘制

在剪力墙平面布置图上绘制洞口示意,并标注洞口中心的平面定位尺寸。

2. 在洞口中心位置引注

(1) 洞口编号

矩形洞口为 JD $\times\times$ ($\times\times$ 为序号),圆形洞口为 YD $\times\times$ ($\times\times$ 为序号)。

(2) 洞口几何尺寸

矩形洞口为洞宽 \times 洞高($b\times h$),圆形洞口为洞口直径 ϕ 。

(3) 洞口中心相对标高

洞口中心相对标高,系相对于结构层楼(地)面标高的洞口中心高度。当其高于结构层楼面时为正值,低于结构层楼面时为负值。

(4) 洞口每边补强钢筋

1)当矩形洞口的洞宽、洞高均不大于 800 mm 时,此项注写为洞口每边补强钢筋的具体数值(如果按标准构造详图设置补强钢筋时可不注)。当洞宽、洞高方向补强钢筋不一致时,分别注写洞宽方向、洞高方向补强钢筋,以“/”分隔。

2)当矩形或圆形洞口的洞宽或直径大于 800 mm 时,在洞口的上、下需设置补强暗梁,此项注写为洞口上、下每边暗梁的纵筋与箍筋的具体数值(在标准构造详图中,补强暗梁梁高一律定为 400 mm,施工时按标准构造详图取值,设计不注。当设计者采用与该构造详图不同的做法时,应另行注明),圆形洞口时尚需注明环向加强钢筋的具体数值;当洞口上、下边为剪力墙连梁时,此项免注;洞口竖向两侧设置边缘构件时,亦不在此项表达(当洞口两侧不设置边缘构件时,设计者应给出具体做法)。

3)当圆形洞口设置在连梁中部 1/3 范围(且圆洞直径不应大于 1/3 梁高)时,需注写在圆洞上、下水平设置的每边补强纵筋与箍筋。

4)当圆形洞口设置在墙身或暗梁、边框梁位置,且洞口直径不大于 300 mm 时,此项注写为洞口上下左右每边布置的补强纵筋的具体数值。

5)当圆形洞口直径大于 300 mm,但不大于 800 mm 时,其加强钢筋按照圆外切正六边形的边长方向布置,设计仅需注写六边形中一边补强钢筋的具体数值。

3.3.5 地下室外墙表示方法

本节提到的地下室外墙仅适用于起挡土作用的地下室外围护墙。地下室外墙中墙柱、连梁及洞口等的表示方法同地上剪力墙。

地下室外墙编号,由墙身代号、序号组成。表达为:

DWQ $\times\times$

地下室外墙平注写方式,包括集中标注墙体编号、厚度、贯通筋、拉筋等和原位标注附加非贯通筋等两部分内容。当仅设置贯通筋,未设置附加非贯通筋时,则仅做集中标注。

1. 集中标注

集中标注的内容包括:

- 1) 地下室外墙编号,包括代号、序号、墙身长度(注为 $\times\times\sim\times\times$ 轴)。
- 2) 地下室外墙厚度 $b=\times\times\times$ 。
- 3) 地下室外墙的外侧、内侧贯通筋和拉筋。

①以 OS 代表外墙外侧贯通筋。其中,外侧水平贯通筋以 H 打头注写,外侧竖向贯通筋以 V 打头注写。

②以 IS 代表外墙内侧贯通筋。其中,内侧水平贯通筋以 H 打头注写,内侧竖向贯通筋以 V 打头注写。

③以 tb 打头注写拉筋直径、强度等级及间距,并注明“双向”或“梅花双向”。

2. 原位标注

地下室外墙的原位标注,主要表示在外墙外侧配置的水平非贯通筋或竖向非贯通筋。

当配置水平非贯通筋时,在地下室墙体平面图上原位标注。在地下室外墙外侧绘制粗实线段代表水平非贯通筋,在其上注写钢筋编号并以 H 打头注写钢筋强度等级、直径、分布间距,以及自支座中线向两边跨内的伸出长度值。当自支座中线向两侧对称伸出时,可在单侧标注跨内伸出长度,另一侧不注,此种情况下非贯通筋总长度为标注长度的两倍。边支座处非贯通钢筋的伸出长度值从支座外边缘算起。

地下室外墙外侧非贯通筋通常采用“隔一布一”的方式与集中标注的贯通筋间隔布置,其标注间距应与贯通筋相同,两者组合后的实际分布间距为各自标注间距的 $1/2$ 。

当在地下室外墙外侧底部、顶部、中层楼板位置配置竖向非贯通筋时,应补充绘制地下室外墙竖向截面轮廓图并在其上原位标注。表示方法为在地下室外墙竖向截面轮廓图外侧绘制粗实线段,代表竖向非贯通筋,在其上注写钢筋编号并以 V 打头注写钢筋强度等级、直径、分布间距,以及向上(下)层的伸出长度值,并在外墙竖向截面图名下注明分布范围($\times\times\sim\times\times$ 轴)。

地下室外墙外侧水平、竖向非贯通筋配置相同者,可仅选择一处注写,其他可仅注写编号。

当在地下室外墙顶部设置通长加强钢筋时应注明。

3.4 剪力墙平法施工图识读步骤

剪力墙平法施工图可按如下步骤识读。

1) 查看图名、比例。

2) 首先校核轴线编号及其间距尺寸, 要求必须与建筑图、基础平面图保持一致。

3) 与建筑图配合, 明确各段剪力墙的暗柱和端柱的编号、数量及位置, 墙身的编号和长度, 洞口的定位尺寸。

4) 阅读结构设计总说明或有关说明, 明确剪力墙的混凝土强度等级。

5) 所有洞口的上方必须设置连梁, 且连梁的编号应与剪力墙洞口编号对应。根据连梁的编号, 查阅剪力墙梁表或图中标注, 明确连梁的截面尺寸、标高和配筋情况。再根据抗震等级、设计要求和标注构造详图, 确定纵向钢筋和箍筋的构造要求, 如纵向钢筋深入墙面的锚固长度、箍筋的位置要求等。

6) 根据各段剪力墙端柱、暗柱和小墙肢的编号, 查阅剪力墙柱表或图中截面标注等, 明确端柱、暗柱和小墙肢的截面尺寸、标高和配筋情况。再根据抗震等级、设计要求和标准构造详图, 确定纵向钢筋的箍筋构造要求, 如箍筋加密区的范围, 纵向钢筋的连接方式、位置和搭接长度、弯折要求、柱头锚固要求等。

7) 根据各段剪力墙身的编号, 查阅剪力墙身表或图中标注, 明确剪力墙身的厚度、标高和配筋情况。再根据抗震等级、设计要求和标准构造详图, 确定水平分布筋、竖向分布筋和拉筋的构造要求, 如水平钢筋的锚固和搭接长度、弯折要求, 竖向钢筋的连接方式、位置和搭接长度、弯折的锚固要求等。

需要特别说明的是, 不同楼层的剪力墙混凝土等级由下向上会有变化, 同一楼层, 墙和梁板的混凝土强度等级可能也有所不同, 应格外注意。

3.5 剪力墙钢筋识图

3.5.1 剪力墙柱钢筋构造

1. 剪力墙插筋在基础中的锚固构造

墙插筋在基础中的锚固共有三种构造, 如图 3-9 所示。

(1) 墙插筋保护层厚度 $> 5d$

墙两侧插筋构造如图 3-9(a) 中剖面图 1-1 所示, 可分为下列两种情况。

1) $h_j > l_{aE}(l_a)$: 墙插筋插至基础板底部支在底板钢筋网上, 弯折 $6d$; 墙插筋在柱内设置间距 ≤ 500 mm, 且不小于两道水平分布筋与拉筋。

2) $h_j \leq l_{aE}(l_a)$: 墙插筋插至基础板底部支在底板钢筋网上, 且锚固垂直段 \geq

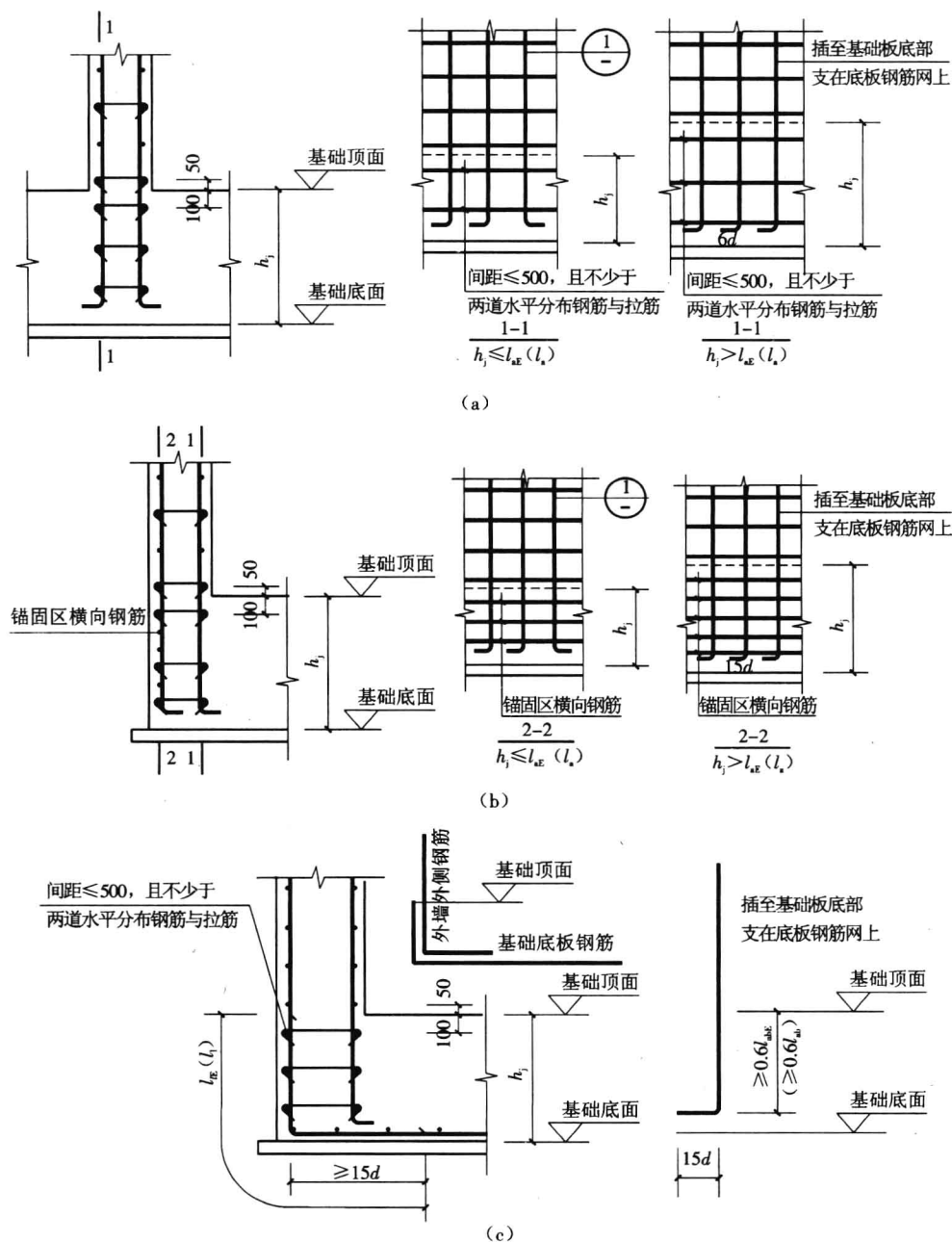


图 3-9 剪力墙插筋在基础中的锚固构造

 (a) 墙插筋保护层厚度 $> 5d$; (b) 墙外侧插筋保护层厚度 $\leq 5d$;

(c) 墙外侧纵筋与底板纵筋搭接

$0.6l_{abE}(l_{ab})$, 弯折 $15d$; 墙插筋在柱内设置间距 ≤ 500 mm, 且不小于两道水平分布筋与拉筋。

(2) 墙插筋保护层厚度 $\leq 5d$

墙内侧插筋构造如图 3-9(a) 中剖面图 1-1 所示, 情况同上, 在此不再赘述。

墙外侧插筋构造如图 3-9(b) 中剖面图 2-2 所示, 可分为下列两种情况。

1) $h_j > l_{aE}(l_a)$: 墙插筋插至基础板底部支在底板钢筋网上, 弯折 $15d$; 墙插筋在柱内设置锚固横向钢筋, 锚固区横向钢筋应满足“直径 $\geq d/4$ (d 为插筋最大直径), 间距 $\leq 10d$ (d 为插筋最小直径) 且 ≤ 100 mm”的要求。

2) $h_j \leq l_{aE}(l_a)$: 墙插筋插至基础板底部支在底板钢筋网上, 且锚固垂直段长度 $\geq 0.6l_{abE}(l_{ab})$, 弯折 $15d$; 墙插筋在柱内设置锚固横向钢筋, 锚固区横向钢筋要求同上。

(3) 墙外侧纵筋与底板纵筋搭接

基础底板下部钢筋弯折段应伸至基础顶面标高处, 墙外侧纵筋插至板底后弯锚、与底板下部纵筋搭接“ $l_{lE}(l_l)$ ”, 且弯钩水平段长度 $\geq 15d$; 墙插筋在基础内设置间距 ≤ 500 mm, 且不少于两道水平分布筋与拉筋。

墙内侧纵筋的插筋构造同上。

2. 剪力墙柱柱身钢筋构造

(1) 剪力墙边缘构件纵向钢筋连接构造

剪力墙边缘构件纵向钢筋连接构造, 如图 3-10 所示。

图 3-10(a): 剪力墙边缘构件纵向钢筋可在楼层层间任意位置搭接连接, 搭接长度为 $1.2l_{aE}$ 止, 搭接接头错开距离 500 mm, 钢筋直径大于 28 mm 时不宜采用搭接连接。

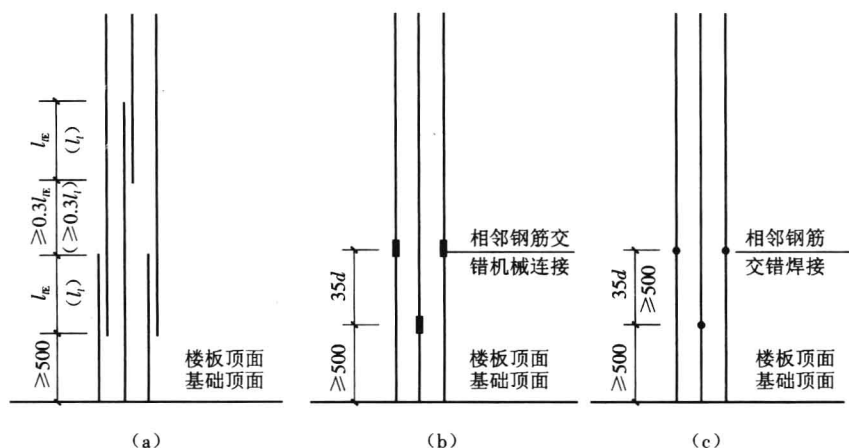


图 3-10 边缘构件钢筋纵向钢筋连接构造

(a) 绑扎搭接; (b) 机械连接; (c) 焊接连接

图 3-10(b):当采用机械连接时,纵筋机械连接接头错开 $35d$;机械连接的连接点距离结构层顶面(基础顶面)或底面大于或等于 500 mm。

图 3-10(c):当采用焊接连接时,纵筋焊接连接接头错开 $35d$ 且大于或等于 500 mm;焊接连接的连接点距离结构层顶面(基础顶面)或底面大于或等于 500 mm。

(2)约束边缘构件和构造边缘构件截面配筋构造要求

约束边缘构件和构造边缘构件中,暗柱、端柱、翼墙、转角墙的纵筋和箍筋,均应设置在剪力墙边缘构件的核心部位,即图 3-11~图 3-14 中的阴影部位。其中,我们重点介绍暗柱和端柱结构。

1)约束边缘构件。

图 3-11 主要介绍了约束边缘构件的构造。

左图——非阴影区设置拉筋:

非阴影区的配筋特点为加密拉筋;普通墙身的拉筋是“隔一拉一”或“隔二拉一”,而在这个非阴影区是每个竖向分布筋都设置拉筋。

右图——非阴影区设置封闭箍筋:

当非阴影区设置外围封闭箍筋时,该封闭箍筋伸入到阴影区内一倍纵向钢筋间距,并箍住该纵向钢筋。封闭箍筋内设置拉筋,拉筋应同时钩住竖向钢筋和外封闭箍筋。

非阴影区外围是否设置封闭箍筋或满足条件时,由剪力墙水平分布筋替代,具体方案由设计单位确定。

其中,从约束边缘端柱的构造图中我们可以看出:阴影部分(即配箍区域),不但包括矩形柱的部分,而且还伸出一段翼缘,这段翼缘长度为 300 mm,但我们不能因此就判定约束边缘端柱的伸出翼缘一定为 300 mm,只能说,当设计上没有定义约束边缘端柱的翼缘长度时,我们就把端柱翼缘净长度定义为 300 mm;而当设计上有明确的端柱翼缘长度标注时,就按设计要求来处理。

2)构造边缘构件。

构造边缘暗柱构造,如图 3-12(a)所示。主要在阴影部分设置了暗柱的纵筋、箍筋和拉筋,凡是拉筋都应该拉住纵横方向的钢筋,所以,暗柱的拉筋也要同时钩住暗柱的纵筋和拉筋。

构造边缘端柱构造,如图 3-12(b)所示。其进展矩形柱的范围内布置纵筋和拉筋,箍筋布置为复合箍筋。从图中我们可以看出:图中并没有规定端柱伸出的翼缘长度,也没有在伸出的翼缘上布置箍筋,但不能由此断定构造边缘端柱就一定没有翼缘。

(3)剪力墙水平钢筋计入约束边缘构件体积配箍率的构造

剪力墙水平钢筋计入约束边缘构件体积配箍率的构造做法,如图 3-15 所示。

约束边缘阴影区的构造特点为:水平分布筋和暗柱箍筋“分层间隔”布置,即一层水平分布筋、一层箍筋,再一层水平分布筋、一层箍筋……依次类推。计入的墙

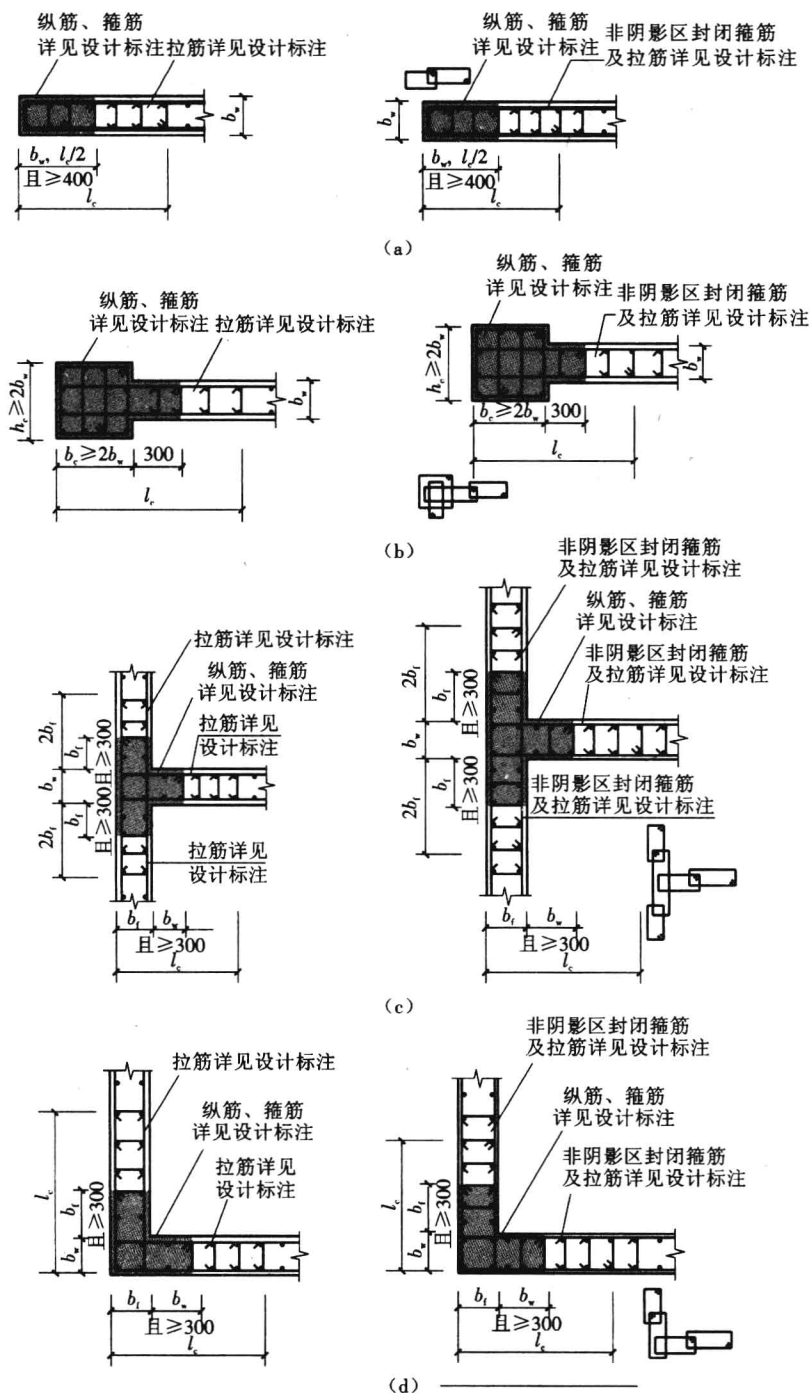


图 3-11 约束边缘构件

(a)约束边缘暗柱;(b)约束边缘端柱;(c)约束边缘翼墙;(d)约束边缘转角墙

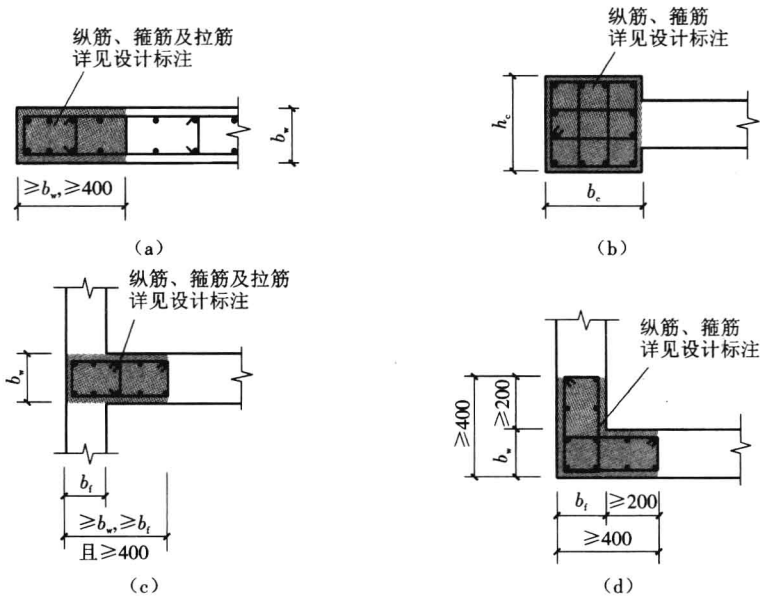


图 3-12 构造边缘构件

(a)构造边缘暗柱;(b)构造边缘端柱;
(c)构造边缘翼墙;(d)构造边缘转角墙

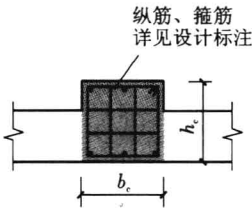


图 3-13 扶壁柱

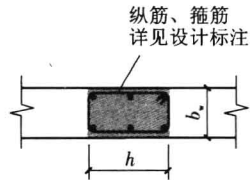


图 3-14 非边缘暗柱

水平分布钢筋的体积配箍率不应大于总体积配箍率的 30%。

约束边缘非阴影区构造做法同上。

3.5.2 剪力墙身钢筋构造

1. 剪力墙身水平钢筋构造

剪力墙设有端柱、翼墙、转角墙,边缘暗柱、无暗柱封边构造、斜交墙和扶壁柱等竖向约束边缘构件时,剪力墙身水平钢筋构造要求如下所述。

(1)水平分布钢筋在端柱锚固构造

剪力墙设有端柱时,水平分布筋在端柱锚固的构造要求,如图 3-16 所示。

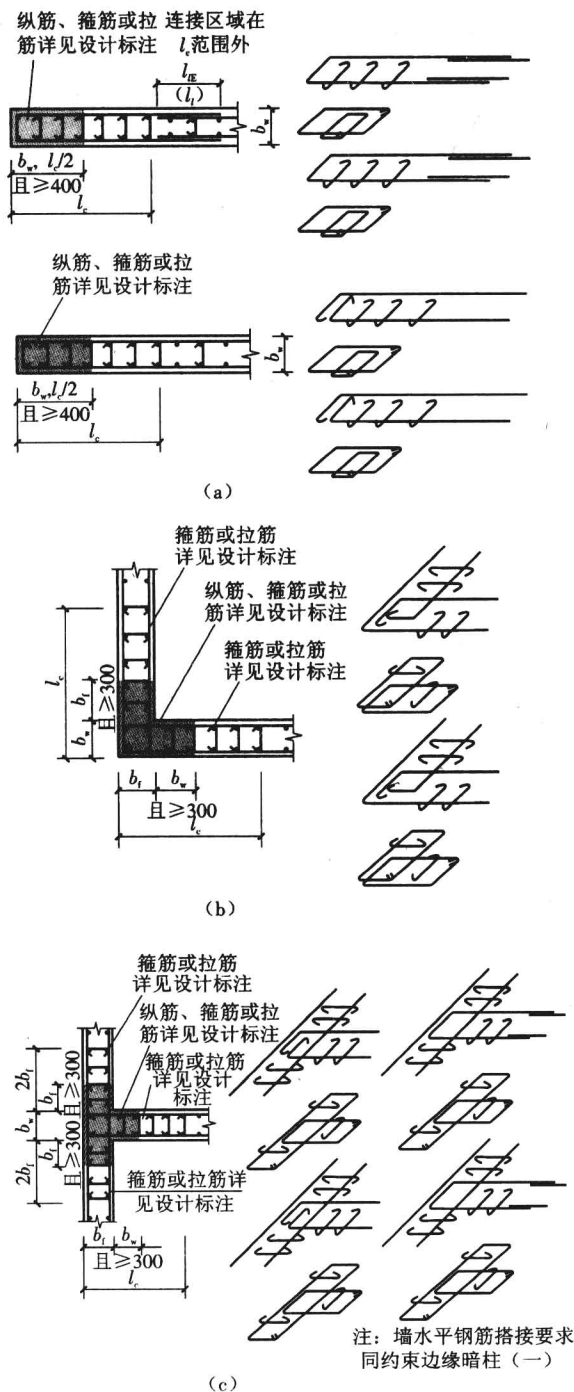


图 3-15 剪力墙水平钢筋计入约束边缘构件体积配箍率的构造做法

(a)约束边缘暗柱;(b)约束边缘转角墙;(c)约束边缘翼墙

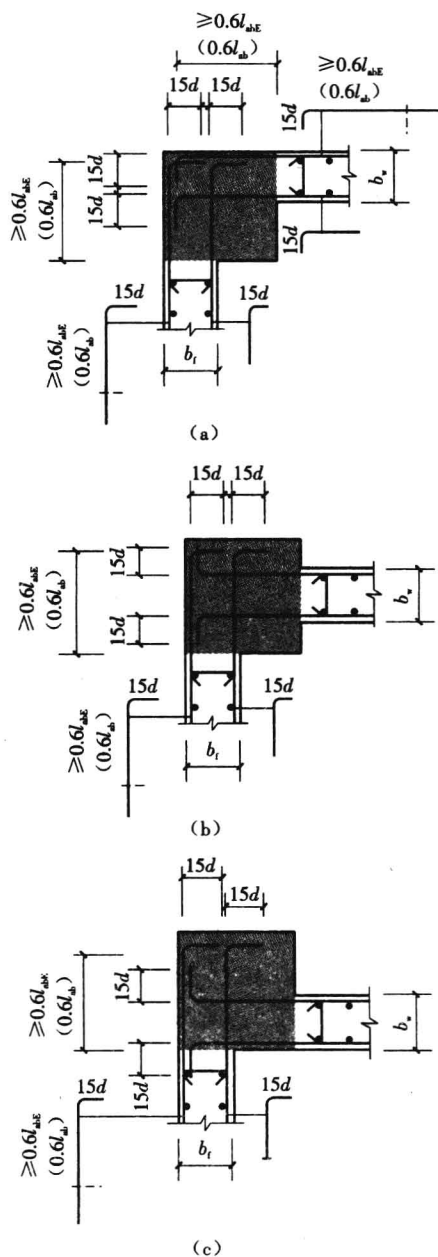


图 3-16 设置端柱时剪力墙水平钢筋锚固构造

(a) 转角处; (b) 丁字相连处; (c) 端部

端柱位于转角部位时,位于端柱宽出墙身一侧的剪力墙水平分布筋伸入端柱水平长度 $\geq 0.6l_{abE}$ ($0.6l_{ab}$),弯折长度 $15d$;当直锚深度 $\geq l_{aE}$ (l_a)时,可不设弯钩。

位于端柱与墙身相平一侧的剪力墙水平分布筋绕过端柱阳角,与另一片墙段水平分布筋连接;也可不绕过端柱阳角,而直接伸至端柱角筋内侧向内弯折 $15d$ 。

非转角部位端柱,剪力墙水平分布筋伸入端柱弯折长度 $15d$;当直锚深度 $\geq l_{aE}$ (l_a) 时,可不设弯钩。

(2) 水平分布钢筋在翼墙锚固构造

水平分布钢筋在翼墙的锚固构造要求,如图 3-17 所示。

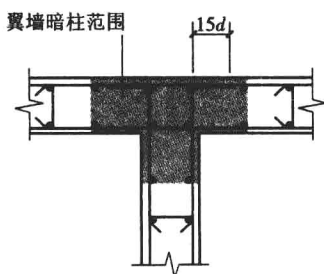


图 3-17 设置翼墙时剪力墙水平钢筋锚固构造

翼墙两翼的墙身水平分布筋连续通过翼墙;翼墙肢部墙身水平分布筋伸至翼墙核心部位的外侧钢筋内侧,水平弯折 $15d$ 。

(3) 水平分布钢筋在转角墙锚固构造

剪力墙水平分布钢筋在转角墙锚固构造要求,如图 3-18 所示。

图 3-18(a):上下相邻两排水平分布筋在转角一侧交错搭接连接,搭接长度 $\geq 1.2l_{aE}$ ($1.2l_a$),搭接范围错开间距 500 mm;墙外侧水平分布筋连续通过转角,在转角墙核心部位以外与另一片剪力墙的外侧水平分布筋连接,墙内侧水平分布筋伸至转角墙核心部位的外侧钢筋内侧,水平弯折 $15d$ 。

图 3-18(b):上下相邻两排水平分布筋在转角两侧交错搭接连接,搭接长度 $\geq 1.2l_{aE}$ ($1.2l_a$);墙外侧水平分布筋连续通过转角,在转角墙核心部位以外与另一片剪力墙的外侧水平分布筋连接,墙内侧水平分布筋伸至转角墙核心部位的外侧钢筋内侧,水平弯折 $15d$ 。

图 3-18(c):墙外侧水平分布筋在转角处搭接,搭接长度为 l_{lE} (l_l),墙内侧水平分布筋伸至转角墙核心部位的外侧钢筋内侧,水平弯折 $15d$ 。

(4) 水平分布筋在端部无暗柱封边构造

剪力墙水平分布钢筋在端部无暗柱封边构造要求的,如图 3-19 所示。

剪力墙身水平分布筋在端部无暗柱时,可采用在端部设置 U 形水平筋(目的是箍住边缘竖向加强筋),墙身水平分布筋与 U 形水平筋水平搭接;也可将墙身水平分布筋伸至端部弯折 $10d$ 。

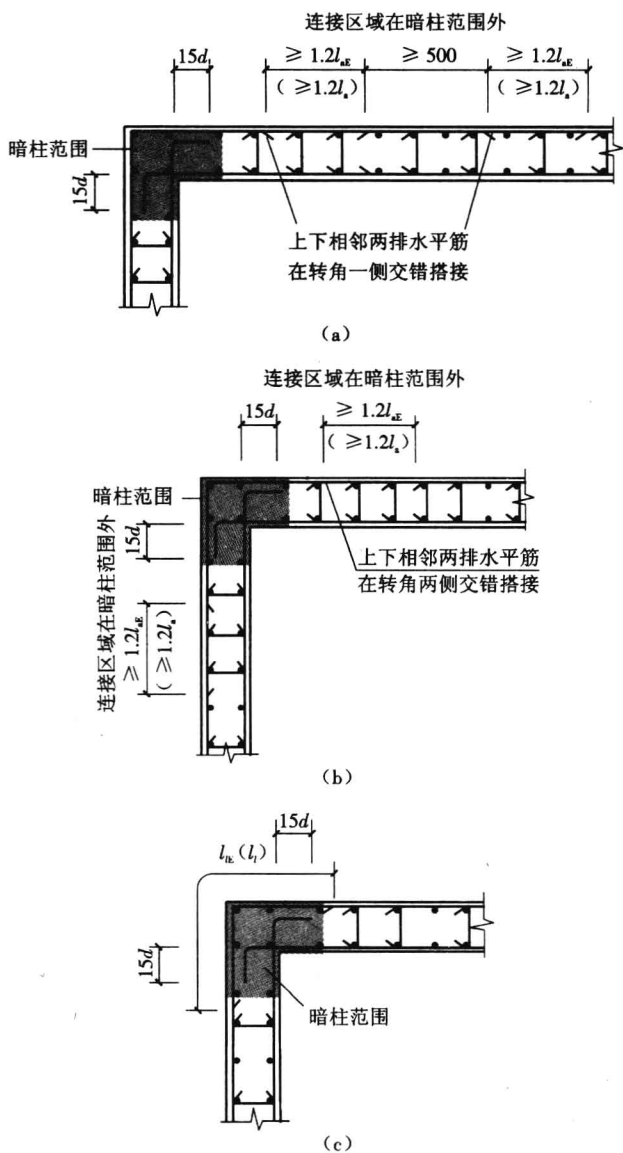


图 3-18 设置转角墙时剪力墙水平钢筋锚固构造

(5)水平分布筋在端部有暗柱封边构造

剪力墙水平分布钢筋在端部有暗柱封边构造要求的,如图 3-20 所示。

剪力墙身水平分布筋伸至边缘暗柱角筋外侧,弯折 $10d$ 。

(6) 水平分布筋交错连接构造

剪力墙身水平分布筋交错连接时,上下相邻的墙身水平分布筋交错搭接连接,搭接长度 $\geq 1.2l_{aE}(1.2l_a)$,搭接范围交错 ≥ 500 mm,如图 3-21 所示。

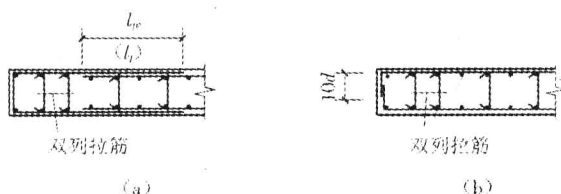


图 3-19 无暗柱时水平钢筋锚固构造

(a)封边方式 1(墙厚度较小);(b)封边方式 2



图 3-20 有暗柱时水平钢筋锚固构造

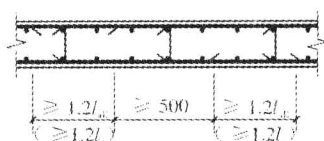


图 3-21 剪力墙水平钢筋交错搭接

(7)水平分布筋斜交墙构造

剪力墙斜交部位应设置暗柱,如图 3-22 所示。斜交墙外侧水平分布筋连续通过阳角,内侧水平分布筋在墙内弯折锚固长度为 $15d$ 。

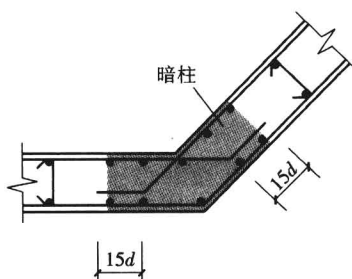


图 3-22 斜交墙暗柱

(8)水平分布筋多排配筋

剪力墙水平分布筋多排配筋构造共分为双排配筋、三排配筋、四排配筋三种情况,如图 3-23 所示。

图 3-23(a):当 b_w (墙厚度) ≤ 400 mm 时,设置双排配筋。

图 3-23(b):当 400 mm $< b_w$ (墙厚度) ≤ 700 mm 时,设置三排配筋。

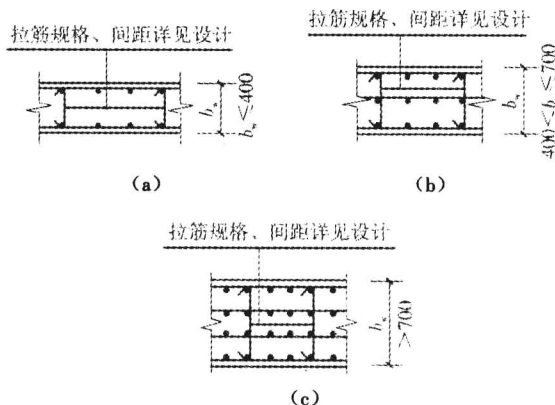


图 3-23 剪力墙多排配筋构造

(a) 剪力墙双排配筋; (b) 剪力墙三排配筋; (c) 剪力墙四排配筋

图 3-23(c): 当 b_w (墙厚度) > 700 mm 时, 设置四排配筋。

剪力墙设置各排钢筋网时, 水平分布筋置于外侧, 垂直分布筋置于水平分布筋的内侧。拉筋要求同时构筑水平分布筋和垂直分布筋。其中三排配筋和四排配筋的水平竖向钢筋需均匀分布, 拉筋需与各排分布筋绑扎。由此可以看出, 剪力墙的保护层是针对水平分布筋来说的。

(9) 地下室外墙水平钢筋构造

地下室外墙水平钢筋构造, 如图 3-24 所示。

1) 地下室外墙水平钢筋分为: 外侧水平贯通筋、外侧水平非贯通筋和内侧水平贯通筋。

2) 角部节点构造(“①”节点): 地下室外墙外侧水平筋在角部搭接, 搭接长度“ $l_{lE}(l_t)$ ”——“当转角两边墙体外侧钢筋直径及间距相同时可连通设置”; 地下室外墙内侧水平筋伸至对边后弯 $15d$ 直钩。

3) 外侧水平贯通筋非连接区: 端部节点“ $l_{n1}/3, H_n/3$ 中较小值”, 中间节点“ $l_{nx}/3, H_n/3$ 中较小值”; 外侧水平贯通筋连接区为相邻“非连接区”之间的部分(“ l_{nx} 为相邻水平跨的较大净跨值, H_n 为本层层高”)。

2. 剪力墙身竖向分布钢筋构造

剪力墙身竖向分布钢筋连接构造、变截面竖向分布钢筋构造、墙顶部竖向分布钢筋构造等内容, 其主要内容如下所述。

(1) 竖向分布筋连接构造

剪力墙身竖向分布钢筋通常采用搭接、机械和焊接连接三种连接方式, 如图 3-25 所示。

剪力墙身竖向分布钢筋连接构造如图 3-25 所示。

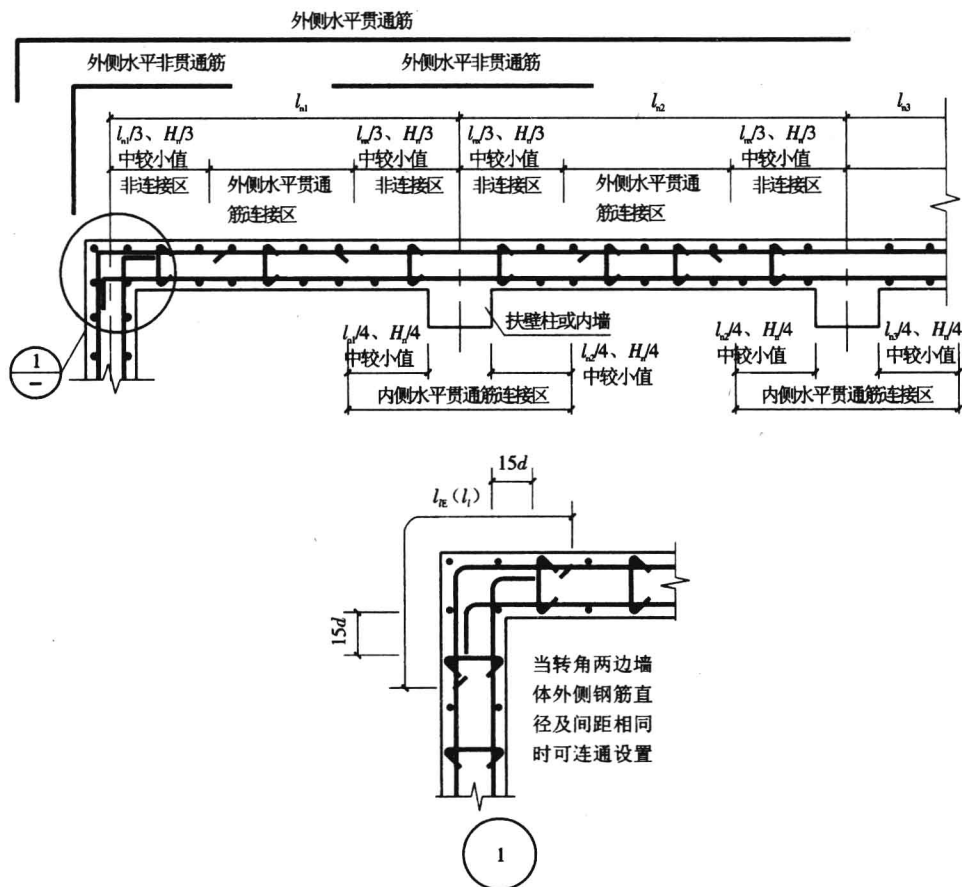


图 3-24 地下室外墙水平钢筋构造

图 3-25(a): 一、二级抗震等级剪力墙底部加强部位的剪力墙身竖向分布钢筋可在楼层层间任意位置搭接连接, 搭接长度为 $1.2l_{aE}$ 止, 搭接接头错开距离 500 mm, 钢筋直径大于 28 mm 时不宜采用搭接连接。

图 3-25(b): 当采用机械连接时, 纵筋机械连接接头错开 $35d$; 机械连接的连接点距离结构层顶面(基础顶面)或底面大于或等于 500 mm。

图 3-25(c): 当采用焊接连接时, 纵筋焊接连接接头错开 $35d$ 且大于或等于 500 mm; 焊接连接的连接点距离结构层顶面(基础顶面)或底面大于或等于 500 mm。

图 3-25(d): 一、二级抗震等级剪力墙非底部加强部位或三、四级抗震等级或非抗震的剪力墙身竖向分布钢筋可在楼层层间同一位置搭接连接, 搭接长度为 $1.2l_{aE}$ 止, 钢筋直径大于 28 mm 时不宜采用搭接连接。

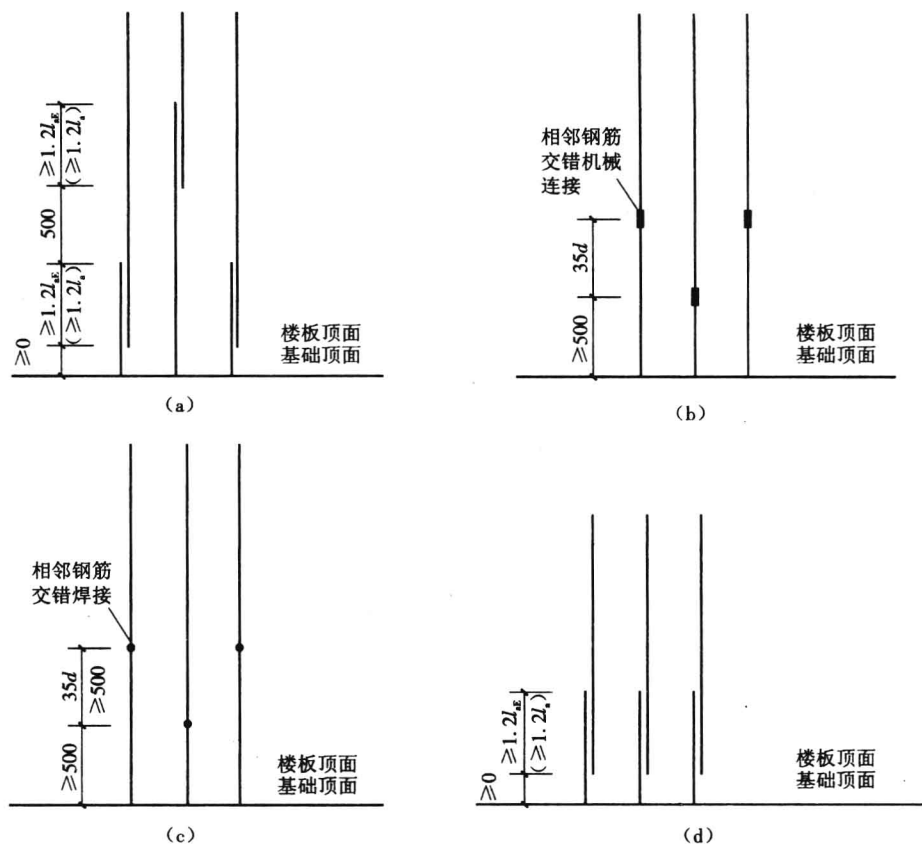


图 3-25 剪力墙身竖向分布钢筋连接构造

(2) 变截面竖向分布筋构造

当剪力墙在楼层上下截面变化,变截面处的钢筋构造与框架柱相同。除端柱外,其他剪力墙柱变截面构造要求,如图 3-26 所示。

变截面墙柱纵筋有两种构造形式:非贯通连接[见图 3-26(a)、(b)、(d)]和斜锚贯通连接[见图 3-26(c)]。

当采用纵筋非贯通连接时,下层墙柱纵筋伸至基础内变截面处向内弯折 $12d$,至对面竖向钢筋处截断,上层纵筋垂直锚入下柱 $1.2l_{aE}$ ($1.2l_a$)。

当采用斜弯贯通锚固时,墙柱纵筋不切断,而是以 $1/6$ 钢筋斜率的方式弯曲伸到上一层楼。

(3) 墙身顶部竖向分布钢筋构造

墙身顶部竖向分布钢筋构造,如图 3-27 所示。竖向分布筋伸至剪力墙顶部后弯折,弯折长度为 $12d$;当一侧剪力墙有楼板时,墙柱钢筋均向楼板内弯折,当剪力墙两侧均有楼板时,竖向钢筋可分别向两侧楼板内弯折。而当剪力墙竖向钢筋在

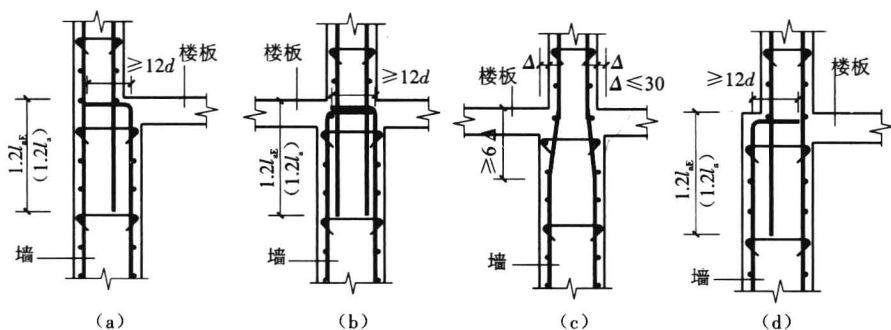


图 3-26 剪力墙变截面竖向钢筋构造

(a)边梁内侧非贯通连接;(b)中梁非贯通连接;(c)中梁贯通连接;(d)边梁外侧非贯通连接

边框梁中锚固时,构造特点为直锚 l_{aE} (l_a)。

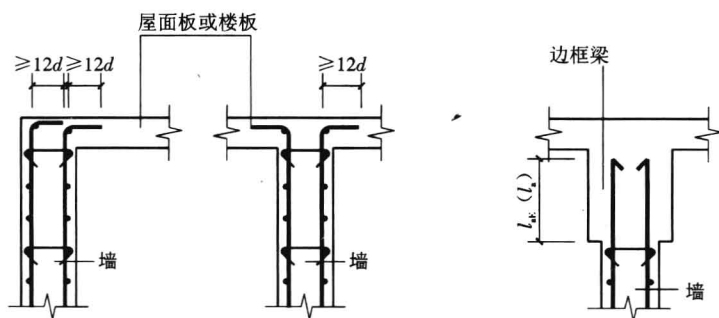


图 3-27 剪力墙墙身顶部竖向钢筋构造

(4) 地下室外墙竖向钢筋构造

地下室外墙竖向钢筋构造,如图 3-28 所示。

1) 地下室外墙竖向钢筋分为外侧竖向贯通筋、外侧竖向非贯通筋,内侧竖向贯通筋,还有“墙顶通长加强筋”(按具体设计)。

2) 角部节点构造。

“②”节点(顶板作为外墙的简支支承):地下室外墙外侧和内侧竖向钢筋伸至顶板上部弯 $12d$ 直钩。

“③”节点(顶板作为外墙的弹性嵌固支承):地下室外墙外侧竖向钢筋与顶板上部纵筋搭接“ l_{aE} (l_i)”;顶板下部纵筋伸至墙外侧后弯 $15d$ 直钩;地下室外墙内侧竖向钢筋伸至顶板上部弯 $15d$ 直钩。

3) 外侧竖向贯通筋非连接区:底部节点“ $H_{-2}/3$ ”,中间节点为两个“ $H_{-x}/3$ ”,顶部节点“ $H_{-1}/3$ ”;外侧竖向贯通筋连接区为相邻“非连接区”之间的部分(“ H_{-x} 为 H_{-1} 和 H_{-2} 中的较大值”)。

内侧竖向贯通筋连接区:底部节点“ $H_{-2}/4$ ”,中间节点为楼板之下部分“ $H_{-2}/4$ ”,楼板之上部分“ $H_{-1}/4$ ”。

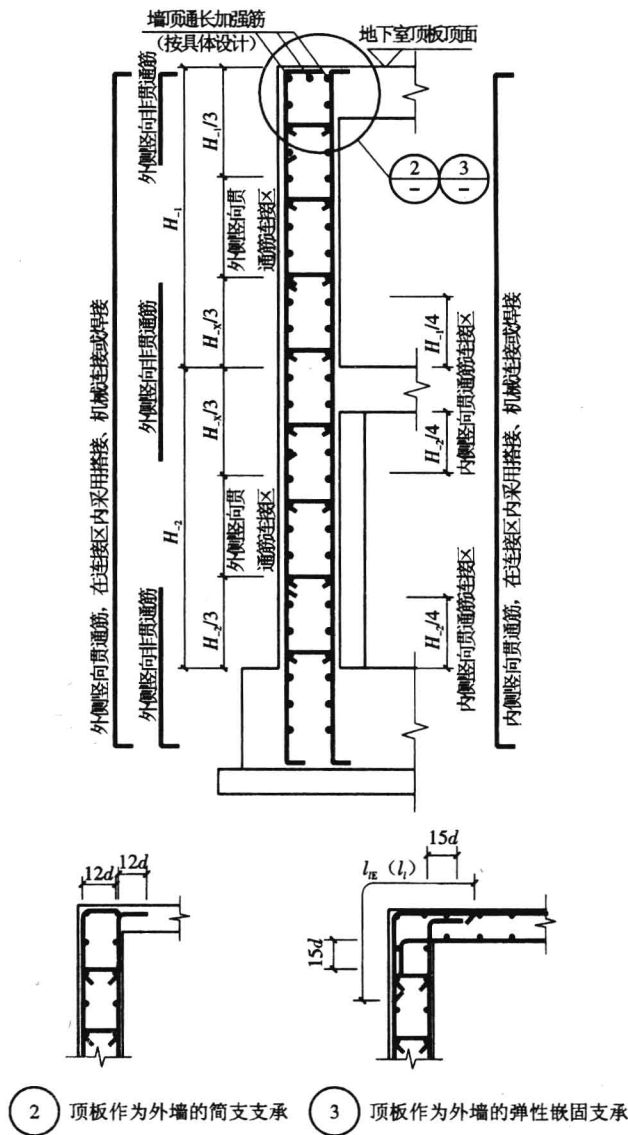


图 3-28 地下室外墙竖向钢筋构造

3. 剪力墙身拉筋构造

剪力墙身拉筋有矩形排布与梅花形排布两种布置形式,如图 3-29 所示。剪力墙身中的拉筋要求布置在竖向分布筋和水平分布筋的交叉点,同时拉住墙身竖向分布筋和水平分布筋;拉筋选用的布置形式应在图纸中用文字表示。若拉筋间距相同,梅花形排布的布置形式约是矩形排布形式用钢量的两倍。

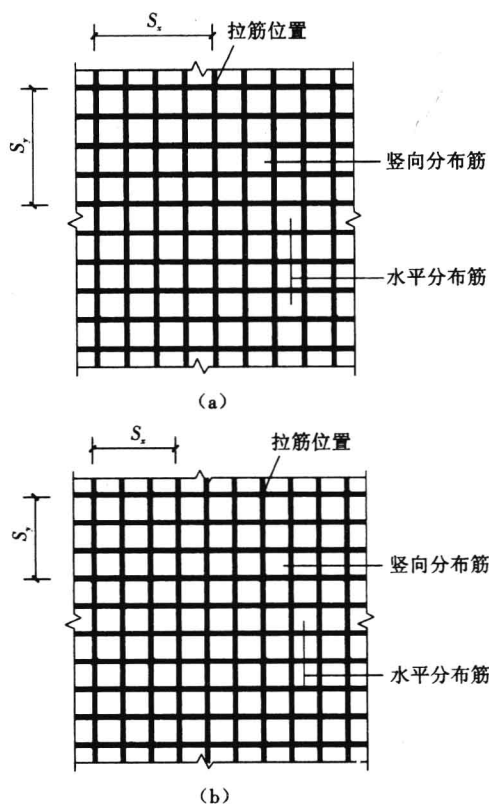


图 3-29 剪力墙身拉筋布置形式

(a)梅花形排布;(b)矩形排布

3.5.3 剪力墙梁钢筋构造

1. 剪力墙连梁钢筋构造

剪力墙连梁设置在剪力墙洞口上方,连接两片剪力墙,宽度与剪力墙同厚。连梁有单洞口连梁与双洞口连梁两种情况。

(1) 单洞口连梁构造

当洞口两侧水平段长度不能满足连梁纵筋直锚长度 $\geq \max [l_{aE}(l_a), 600 \text{ mm}]$ 的要求时,可采用弯锚形式,连梁纵筋伸至墙外侧纵筋内侧弯锚,竖向弯折长度为 $15d$ (d 为连梁纵筋直径),如图 3-30(a)所示。

洞口连梁下部纵筋和上部纵筋锚入剪力墙内的长度要求为 $\max [l_{aE}(l_a), 600 \text{ mm}]$,如图 3-30(a)所示。

(2) 双洞口连梁构造

当两洞口的洞间墙长度不能满足两侧连梁纵筋直锚长度 $\min [l_{aE}(l_a), 1200 \text{ mm}]$ 的要求时,可采用双洞口连梁,如图 3-31 所示。其构造要求为:连梁上

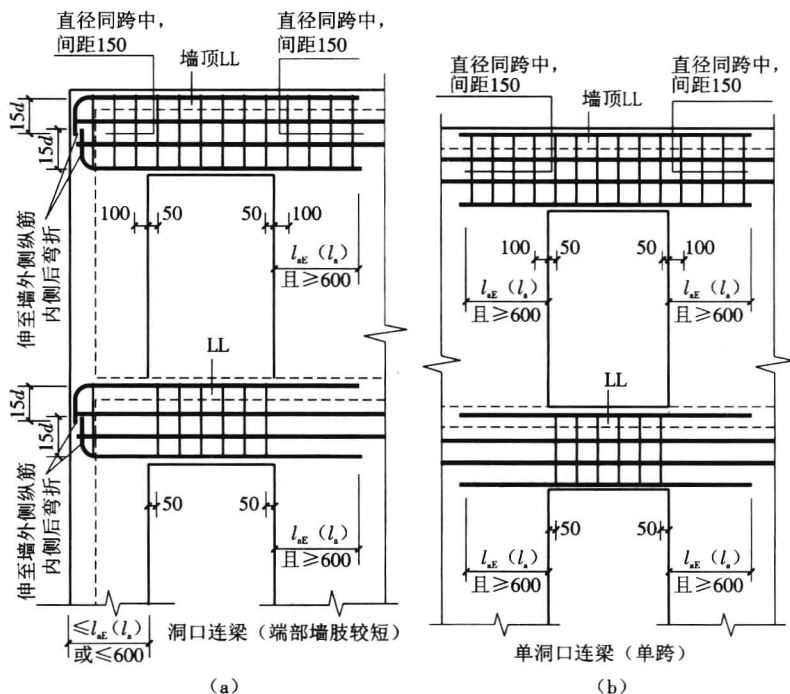


图 3-30 单洞口连梁钢筋构造

(a) 墙端部洞口连梁构造; (b) 墙中部洞口连梁构造

部、下部、侧面纵筋连续通过洞间墙,上下部纵筋锚入剪力墙内的长度要求为 $\max(l_{aE}, 600 \text{ mm})$ 。

(3) 连梁箍筋和拉筋

连梁第一道箍筋在距离支座边缘 50 mm 处开始设置。

剪力墙中间层连梁锚入支座长度范围内不需设置箍筋;剪力墙顶层连梁锚入支座长度范围应设置箍筋,箍筋直径与跨中箍筋相同,间距为 150 mm,距离支座边缘 100 mm 开始设置,在该范围内箍筋的主要作用是增强顶层连梁上部纵筋的锚固性能,因此,为施工方便,可采用下开口的箍筋形式。

连梁拉筋直径和间距要求为:当梁宽 $\leq 350 \text{ mm}$ 时,拉筋直径取 6 mm,当梁宽 $> 350 \text{ mm}$ 时,拉筋直径取 8 mm;拉筋间距为两倍连梁箍筋间距,竖向沿侧面水平分布筋隔一拉一(间距为两倍连梁侧面水平构造钢筋间距)。

(4) 连梁交叉斜筋配筋构造

当洞口连梁截面宽度 $\geq 250 \text{ mm}$ 时,连梁中应根据具体条件设置斜向交叉斜筋配筋,如图 3-32 所示。斜向交叉钢筋锚入连梁支座内的锚固长度应大于或等于 $\max[l_{aE}(l_a), 600 \text{ mm}]$;交叉斜筋配筋连梁的对角斜筋在梁端部应设置拉筋,具体值见设计标注。

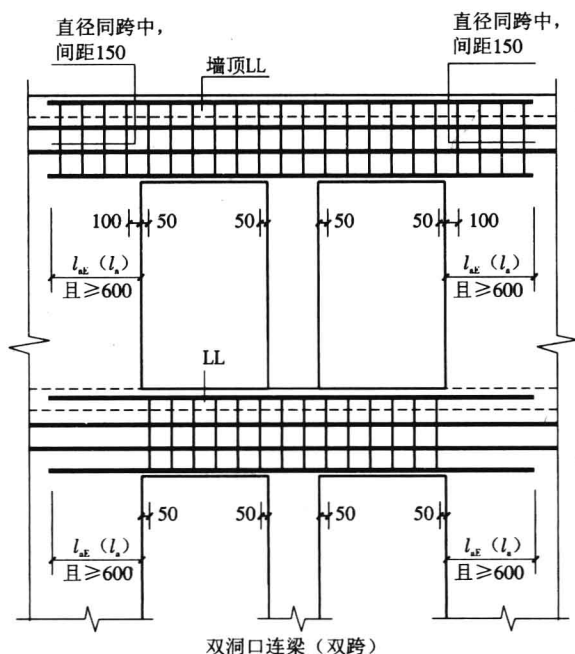


图 3-31 双洞口连梁构造

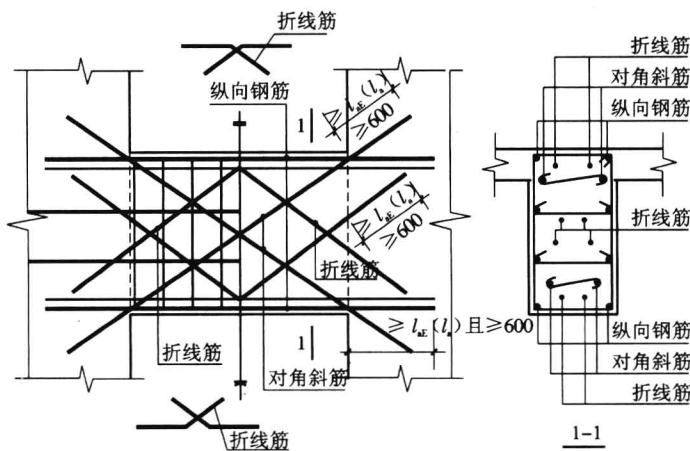


图 3-32 连梁交叉斜筋配筋构造

交叉斜筋配筋连梁的水平钢筋及箍筋形成的钢筋网之间应采用拉筋拉结, 拉筋直径不宜小于 6 mm, 间距不宜大于 400 mm。

(5) 连梁对角配筋构造

当连梁截面宽度 ≥ 400 mm 时, 连梁中应根据具体条件设置集中对角斜筋配筋或集中暗撑配筋, 如图 3-33 所示。

集中对角斜筋配筋连梁构造, 如图 3-33(a) 所示, 应在梁截面内沿水平方向及

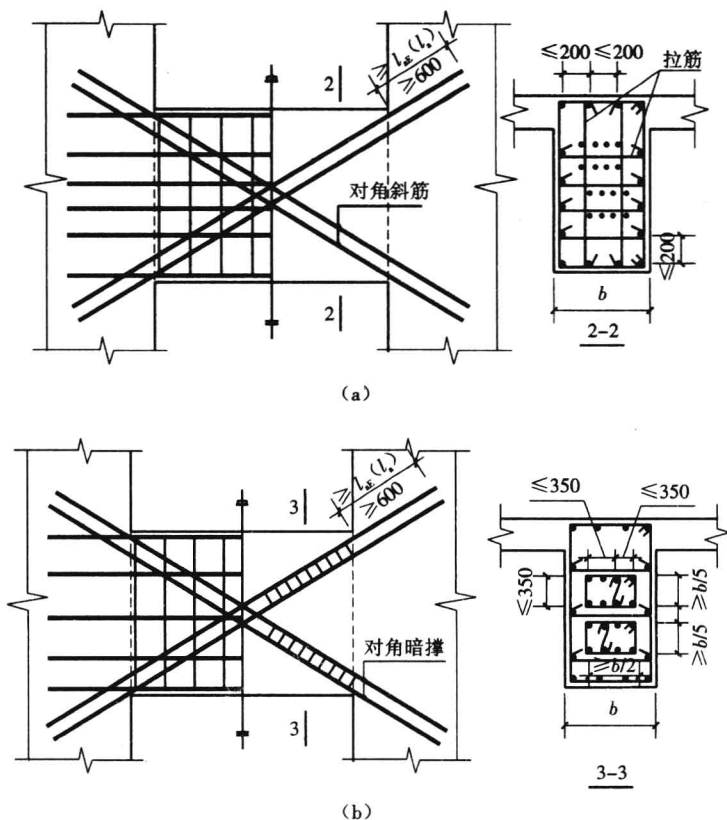


图 3-33 连梁对角配筋构造

(a) 对角斜筋配筋; (b) 对角暗撑配筋

竖直方向设置双向拉筋,拉筋应钩住外侧纵向钢筋,间距不应大于 200 mm,直径不应小于 8 mm。集中对角斜筋锚入连梁支座内的锚固长度 $\geq \max(l_{aE}, 600 \text{ mm})$ 。

对角暗撑配筋连梁构造,如图 3-33(b)所示,其箍筋的外边缘沿梁截面宽度方向不宜小于连梁截面宽度的一半,另一方向不宜小于 $1/5$;对角暗撑约束箍筋肢距不应大于 350 mm。当为抗震设计时,暗撑箍筋在连梁支座位置 600 mm 范围内进行箍筋加密;对角交叉暗撑纵筋锚入连梁支座内的锚固长度 $\geq \max(l_{aE}, 600 \text{ mm})$ 。其水平钢筋及箍筋形成的钢筋网之间应采用拉筋拉结,拉筋直径不宜小于 6 mm,间距不宜大于 400 mm。

2. 剪力墙边框梁或暗梁与连梁重叠钢筋构造

边框梁或暗梁与连梁重叠的特点一般是两个梁顶标高相同,而暗梁的截面高度小于连梁,所以连梁的下部纵筋在连梁内部穿过,因此,搭接时主要应关注暗梁或边框梁与连梁上部纵筋的处理方式。

顶层边框梁或暗梁与连梁重叠时的配筋构造,如图 3-34 所示。

楼层边框梁或暗梁与连梁重叠时的配筋构造,如图 3-35 所示。

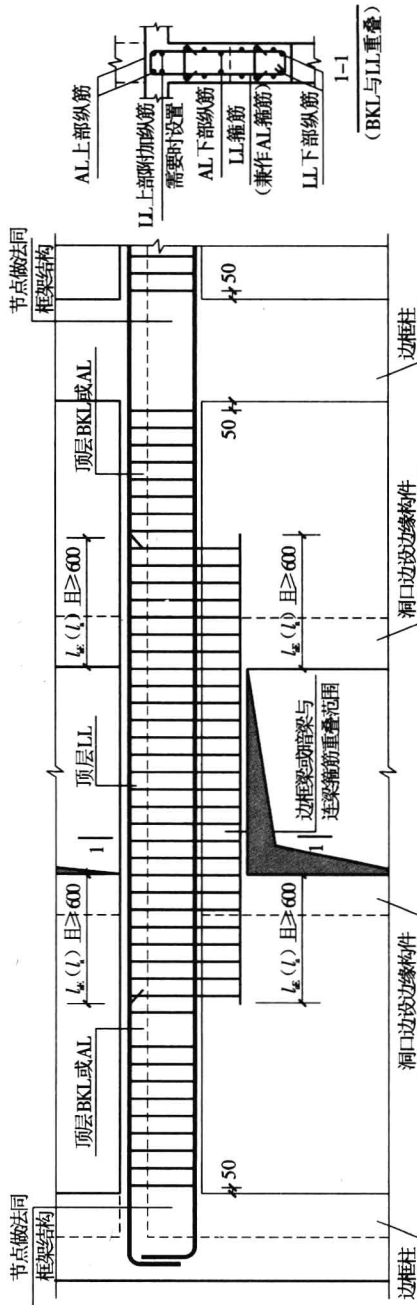


图 3-35 楼层边框梁或暗梁与连梁重叠时配筋构造

从 1-1 断面图可以看出重叠部分的梁上部纵筋。

第一排上部纵筋为 BKL 或 AL 的上部纵筋。

第二排上部纵筋为“连梁上部附加纵筋,当连梁上部纵筋计算面积大于边框梁或暗梁时需设置”。

连梁上部附加纵筋、连梁下部纵筋的直锚长度为“ $l_{aE}(l_a)$ 且 ≥ 600 ”。

以上是 BKL 或 AL 的纵筋与 LL 纵筋的构造。它们的箍筋如下所述。

由于 LL 的截面宽度与 AL 相同(LL 的截面高度大于 AL),所以重叠部分的 LL 箍筋兼做 AL 箍筋。但是 BKL 就不同,BKL 的截面宽度大于 LL,所以 BKL 与 LL 的箍筋是各布各的,互不相干。

3. 剪力墙洞口补强钢筋构造

(1) 剪力墙矩形洞口补强钢筋构造

剪力墙由于开矩形洞口,需补强钢筋,当设计注写补强纵筋具体数值时,按设计要求,当设计未注明时,依据洞口宽度和高度尺寸,按以下构造要求。

1) 剪力墙矩形洞口宽度和高度均不大于 800 mm。

剪力墙矩形洞口宽度、高度不大于 800 mm 时的洞口需补强钢筋,如图 3-36 所示。

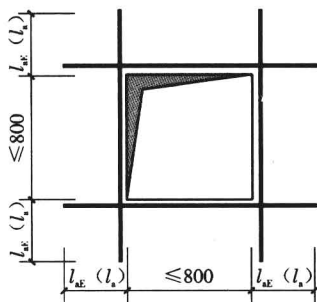


图 3-36 剪力墙矩形洞口补强钢筋构造

(剪力墙矩形洞口宽度和高度均不大于 800 mm)

补强钢筋面积:按每边配置两根直径不小于 12 mm 且不小于同向被切断纵筋总面积的一半补强。

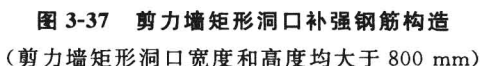
补强钢筋级别:补强钢筋级别与被截断钢筋相同。

补强钢筋锚固措施:补强钢筋两端锚入墙内的长度为 $l_{aE}(l_a)$,洞口被切断的钢筋设置弯钩,弯钩长度为过墙中线加 $5d$ (即墙体两面的弯钩相互交错 $10d$),补强纵筋固定在弯钩内侧。

2) 剪力墙矩形洞口宽度或高度均大于 800 mm。

剪力墙矩形洞口宽度、高度均大于 800 mm 时的洞口需补强暗梁,如图 3-37 所示,配筋具体数值按设计要求。

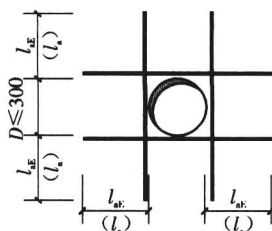
当洞口上边或下边为连梁时,不再重复补强暗梁,洞口竖向两侧设置剪力墙边



(剪力墙矩形洞口宽度和高度均大于 800 mm)

(2) 剪力墙圆形洞口补强钢筋构造

剪力墙圆形洞口直径不大于 300 mm 时的洞口需补强钢筋。剪力墙水平分布竖向分布筋遇洞口不截断,均绕洞口边缘通过;或按设计标注在洞口每侧补强,锚固长度为两边均不小于 $l_{aE}(l_a)$,如图 3-38 所示。



(圆形洞口直径不大于 300 mm)

剪力墙圆形洞口直径大于 300 mm 且小于或等于 800 mm 的洞口需补强钢筋。

3) 剪力墙圆形洞口直径大于 800 mm。

(3) 连梁中部洞口

连梁中部有洞口时,洞口边缘距离连梁边缘不小于 $\max(h/3, 200 \text{ mm})$ 。洞

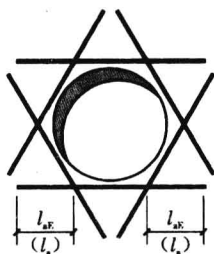


图 3-39 剪力墙圆形洞口补强钢筋构造
(圆形洞口直径大于 300 mm 且小于或等于 800 mm)

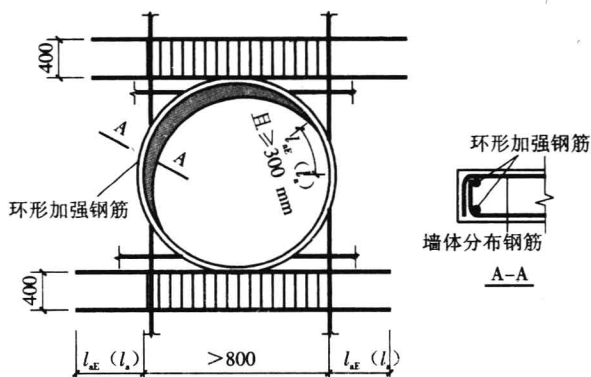


图 3-40 剪力墙圆形洞口补强钢筋构造
(圆形洞口直径大于 800 mm)

口每侧补强纵筋与补强箍筋按设计标注,补强钢筋的锚固长度为不小于 l_{aE} (l_a),如图 3-41 所示。

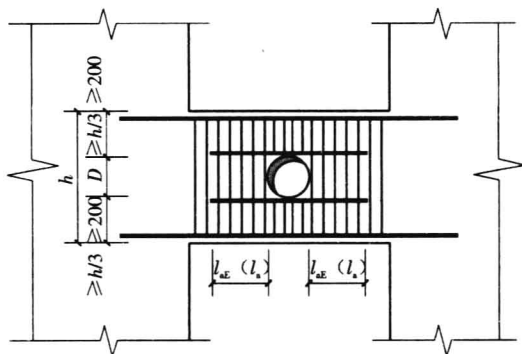


图 3-41 剪力墙连梁洞口补强钢筋构造

3.6 剪力墙钢筋快算

3.6.1 剪力墙身钢筋计算

1. 顶层纵筋计算

(1) 中墙顶层纵筋(见图 3-42、3-43)

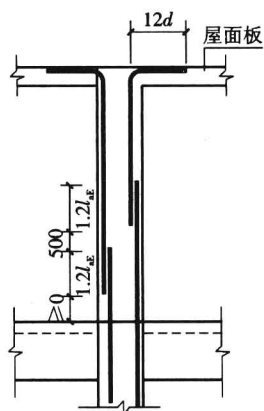


图 3-42 中墙顶层纵筋(绑扎搭接)

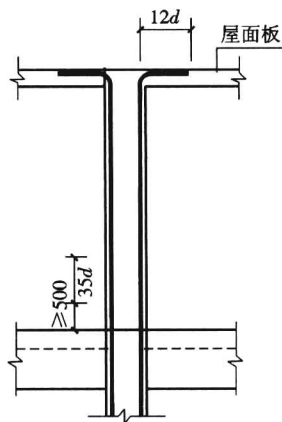


图 3-43 中墙顶层纵筋(机械/焊接连接)

1) 绑扎搭接。

与短筋连接的钢筋长度=顶层层高-顶层板厚+顶层锚固总长度 l_{aE}

与长筋连接的钢筋长度=顶层层高-顶层板厚-($1.2l_{aE}+500$)+顶层锚固总长度 l_{aE}

2)机械(焊接)连接。

与短筋连接的钢筋长度=顶层层高-顶层板厚-500+顶层锚固总长度 l_{aE}

与长筋连接的钢筋长度=顶层层高-顶层板厚-500-35d+顶层锚固总长度 l_{aE}

(2)边墙顶层纵筋构造(见图 3-44、3-45)

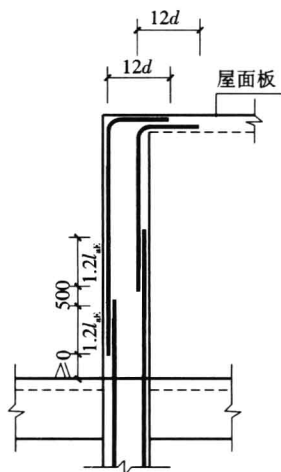


图 3-44 边墙顶层纵筋(绑扎搭接)

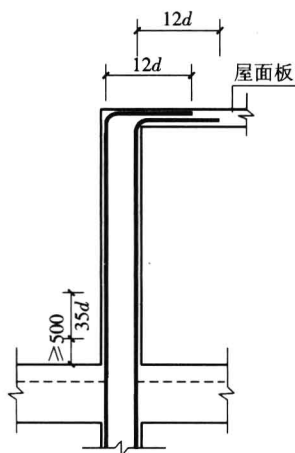


图 3-45 边墙顶层纵筋(机械/焊接连接)

1)绑扎搭接。

与短筋连接的钢筋长度=顶层层高-顶层板厚+顶层锚固总长度 l_{aE}

与长筋连接的钢筋长度=顶层层高-顶层板厚-($1.2l_{aE}+500$)+顶层锚固总长度 l_{aE}

2) 机械(焊接)连接。

与短筋连接的钢筋长度=顶层层高-顶层板厚-500+顶层锚固总长度 l_{aE}

与长筋连接的钢筋长度=顶层层高-顶层板厚-500-35 d +顶层锚固总长度 l_{aE}

【例 3-1】

某剪力墙中墙身顶层竖向分布筋, 钢筋直径为 $\phi 32$ (HRB335 级钢筋), 抗震等级为二级, 混凝土强度等级为 C35。采用机械连接, 其层高为 3.2 m, 屋面板厚 150 mm, 试计算其顶层分布钢筋的下料长度。

【解】

已知 $d=32\text{ mm}>25\text{ mm}$, HRB335 级钢筋。

顶层室内净高=层高-屋面板厚度=3.2-0.15=3.05 (m)

C35 时的锚固值 $l_{aE}=40d$ 。

代入公式:

$$\begin{aligned}\text{与短筋连接的钢筋长度} &= \text{顶层室内净高} + l_{aE} - 500 \\ &= 3.05 + 40 \times 0.032 - 0.5 \\ &= 3.83 \text{ (m)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{与长筋连接的钢筋长度} &= \text{顶层室内净高} + l_{aE} - 500 - 35d \\ &= 3.05 + 40 \times 0.032 - 0.5 - 35 \times 0.032 \\ &= 2.71 \text{ (m)}\end{aligned}$$

2. 墙身变截面纵筋计算

剪力墙柱变截面的纵筋构造, 如图 3-46 所示。

(1) 内、外侧错台 Δ

1) 截断边。

与短筋连接的钢筋长度=层高一板保护层厚度+墙厚-2×墙保护层厚度

与长筋连接的钢筋长度=层高一板保护层厚度-1.2 l_{aE} +墙厚-2×墙保护层厚度

2) 仅在墙身一侧插筋。

与短筋连接的钢筋长度=1.2 l_{aE} +2.4 l_{aE} +500

与长筋连接的钢筋长度=1.2 l_{aE} +1.2 l_{aE}

(2) 错台 Δ 较大

1) 下层插筋。

与短筋连接的钢筋长度=层高一板保护层厚度+墙厚- Δ -2×墙保护层厚度 c

与长筋连接的钢筋长度=层高一板保护层厚度-1.2 l_{aE} +墙厚- Δ -2×墙保护层厚度

2) 上层插筋。

与短筋连接的钢筋长度=1.2 l_{aE} +2.4 l_{aE} +500

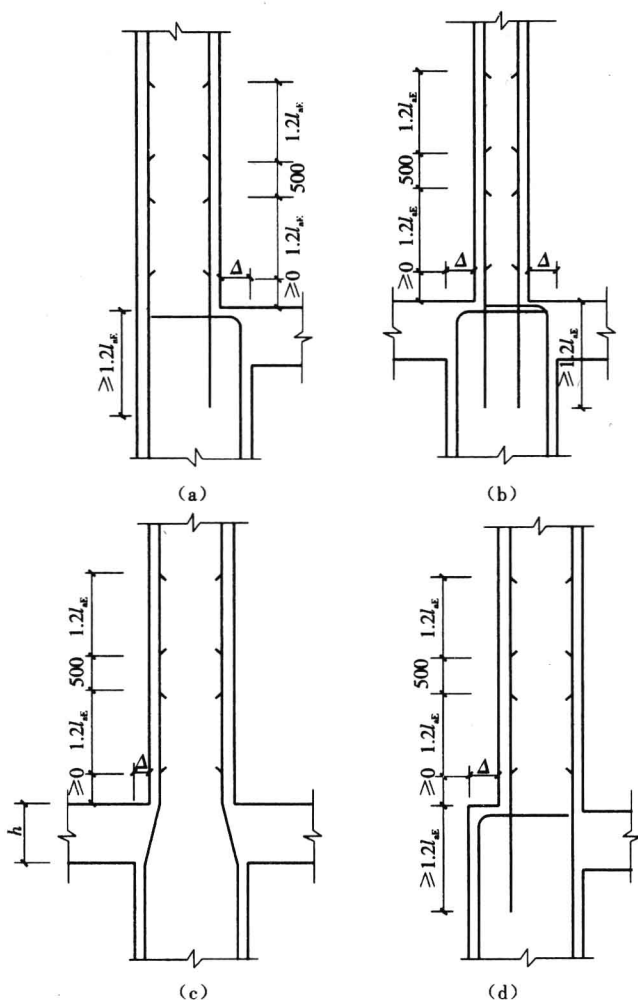


图 3-46 变截面钢筋绑扎连接

(a) 内侧错台 Δ ; (b) 错台 Δ 较大; (c) 错台 $\Delta \leq 30$; (d) 外侧错台 Δ

与长筋连接的钢筋长度 = $1.2l_{aE} + 1.2l_{aE}$

(3) 错台 $\Delta \leq 30$

变截面处纵筋长度 = 层高 + 斜度延伸长度 ($+1.2l_{aE}$)

3.6.2 剪力墙梁钢筋计算

剪力墙梁包括连梁、暗梁和边框梁,剪力墙梁中的钢筋类型有纵筋、箍筋、侧面钢筋、拉筋等。连梁纵筋长度需要考虑洞口宽度、纵筋的锚固长度等因素,箍筋需考虑连梁的截面尺寸、布置范围等因素;暗梁和边框梁纵筋长度需考虑其设置范围

和锚固长度等,箍筋需考虑截面尺寸、布置范围等。暗梁和边框梁纵筋长度计算方法与剪力墙身水平分布钢筋基本相同,箍筋的计算方法和普通框架梁相同。因此,文中以连梁为例介绍其纵筋、箍筋的相关计算方法。

根据洞口的位置和洞间墙尺寸以及锚固要求,剪力墙连梁有单洞口和双洞口连梁,根据连梁的楼层与顶层的构造措施和锚固要求不同,连梁有中间层连梁与顶层连梁。根据以上分类,剪力墙连梁钢筋计算分以下几部分讨论。

(1) 剪力墙端部单洞口连梁[见图 3-30(a)]钢筋计算

1) 中间层钢筋计算方法。

连梁纵筋长度=左锚固长度+洞口长度+右锚固长度

$$=(\text{支座宽度}-\text{保护层}+15d)+\text{洞口长度}+\max(l_{aE}, 600)$$

$$\text{箍筋根数}=\frac{\text{洞口宽度}-2\times 50}{\text{间距}}+1$$

2) 顶层钢筋计算方法。

连梁纵筋长度=左锚固长度+洞口长度+右锚固长度

$$=\max(l_{aE}, 600)+\text{洞口长度}+\max(l_{aE}, 600)$$

箍筋根数=左墙肢内箍筋根数+洞口上箍筋根数+右墙肢内箍筋根数

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{左侧锚固长度水平段}-100}{150}+1+\frac{\text{洞口宽度}-2\times 50}{\text{间距}}+1+ \\ &\quad \frac{\text{右侧锚固长度水平段}-100}{150}+1 \\ &= \frac{\text{支座宽度}-100}{150}+1+\frac{\text{洞口宽度}-2\times 50}{\text{间距}}+1+\frac{\max(l_{aE}, 600)-100}{150}+1 \end{aligned}$$

(2) 剪力墙中部单洞口连梁[见图 3-30(b)]钢筋计算

1) 中间层钢筋计算方法。

连梁纵筋长度=左锚固长度+洞口长度+右锚固长度

$$=\max(l_{aE}, 600)+\text{洞口长度}+\max(l_{aE}, 600)$$

$$\text{箍筋根数}=\frac{\text{洞口宽度}-2\times 50}{\text{间距}}+1$$

2) 顶层钢筋计算方法。

连梁纵筋长度=左锚固长度+洞口长度+右锚固长度

$$=\max(l_{aE}, 600)+\text{洞口长度}+\max(l_{aE}, 600)$$

箍筋根数=左墙肢内箍筋根数+洞口上箍筋根数+右墙肢内箍筋根数

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{左侧锚固长度水平段}-100}{150}+1+\frac{\text{洞口宽度}-2\times 50}{\text{间距}}+1 \\ &= \frac{\text{右侧锚固长度水平段}-100}{150}+1 \\ &= \frac{\max(l_{aE}, 600)-100}{150}+1+\frac{\text{洞口宽度}-2\times 50}{\text{间距}}+1+\frac{\max(l_{aE}, 600)-100}{150}+1 \end{aligned}$$

(3) 剪力墙双洞口连梁(见图 3-31)钢筋计算

1) 中间层钢筋计算方法。

$$\begin{aligned} \text{连梁纵筋长度} &= \text{左锚固长度} + \text{两洞口宽度} + \text{洞口墙宽度} + \text{右锚固长度} \\ &= \max(l_{aE}, 600) + \text{两洞口宽度} + \text{洞口墙宽度} + \max(l_{aE}, 600) \end{aligned}$$

$$\text{箍筋根数} = \frac{\text{洞口 1 宽度} - 2 \times 50}{\text{间距}} + 1 + \frac{\text{洞口 2 宽度} - 2 \times 50}{\text{间距}} + 1$$

2) 顶层钢筋计算方法。

$$\begin{aligned} \text{连梁纵筋长度} &= \text{左锚固长度} + \text{两洞口宽度} + \text{洞间墙宽度} + \text{右锚固长度} \\ &= \max(l_{aE}, 600) + \text{两洞口宽度} + \text{洞口墙宽度} + \max(l_{aE}, 600) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{箍筋根数} &= \frac{\text{左侧锚固长度} - 100}{150} + 1 + \frac{\text{两洞口宽度} + \text{洞间墙} - 2 \times 50}{\text{间距}} + 1 + \\ &\quad \frac{\text{左侧锚固长度} - 100}{150} + 1 \\ &= \frac{\max(l_{aE}, 600) - 100}{150} + 1 + \frac{\text{两洞口宽度} + \text{洞间墙} - 2 \times 50}{\text{间距}} + 1 + \\ &\quad \frac{\max(l_{aE}, 600) - 100}{150} + 1 \end{aligned}$$

(4) 剪力墙连梁拉筋根数计算

剪力墙连梁拉筋根数计算方法为每排根数 \times 排数,即:

$$\text{拉筋根数} = \left(\frac{\text{连梁净宽} - 2 \times 50}{\text{箍筋间距} \times 2} + 1 \right) \times \left(\frac{\text{连梁高度} - 2 \times \text{保护层}}{\text{水平筋间距} \times 2} + 1 \right)$$

1) 剪力墙连梁拉筋的分布。

竖向:连梁高度范围内,墙梁水平分布筋排数的一半,隔一拉一。

横向:横向拉筋间距为连梁箍筋间距的两倍。

2) 剪力墙连梁拉筋直径的确定。

梁宽 ≤ 350 mm,拉筋直径为 6 mm;梁宽 > 350 mm,拉筋直径为 8 mm。

【例 3-2】

单洞口 LL1 施工图,如图 3-47 所示。设混凝土强度为 C30,抗震等级为一级,计算连梁 LL1 中的各种钢筋。

【解】

由表 1-5 查得,混凝土强度为 C30,抗震等级为一级时, $l_{aE} = 33d$,再代入式(1-3)、式(1-4)得 $l_{aE} = 38d$ 。

1) 中间层。

① 上、下部纵筋。

中间层上、下部纵筋=净长+两端锚固

$$\begin{aligned} \text{锚固长度} &= \max(l_{aE}, 600) \\ &= \max(38 \times 25, 600) \end{aligned}$$

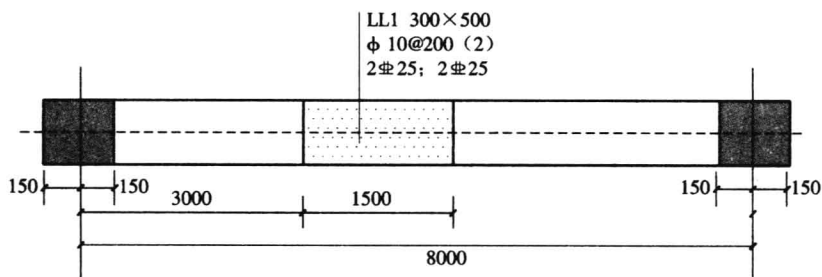


图 3-47 LL1 钢筋计算图

$$= 950 \text{ (mm)}$$

$$\text{总长度} = 1500 + 2 \times 950 = 3400 \text{ (mm)}$$

② 箍筋长度。

$$2 \times [(300 - 2 \times 15) + (500 - 2 \times 15)] + 2 \times 11.9 \times 10 = 1718 \text{ (mm)}$$

③ 箍筋根数。

$$(1500 - 2 \times 50) / 200 + 1 = 7 \text{ (根)}$$

2) 顶层。

① 上、下部纵筋。

顶层上、下部纵筋 = 净长 + 两端锚固

$$\text{锚固长度} = \max(l_{aE}, 600)$$

$$= \max(38 \times 25, 600)$$

$$= 950 \text{ (mm)}$$

$$\text{总长度} = 1500 + 2 \times 950 = 3400 \text{ (mm)}$$

② 箍筋长度。

$$2 \times [(300 - 2 \times 15) + (500 - 2 \times 15)] + 2 \times 11.9 \times 10 = 1718 \text{ (mm)}$$

③ 箍筋根数。

$$\text{洞宽范围内箍筋根数} = (1500 - 2 \times 50) / 200 + 1 = 8 \text{ (根)}$$

$$\text{纵筋锚固长度内箍筋根数} = (950 - 100) / 200 + 1 = 5 \text{ 根}$$

【例 3-3】

端部洞口连梁 LL5 施工图, 如图 3-48 所示。设混凝土强度为 C30, 抗震等级为一级, 计算连梁 LL5 中间层的各种钢筋。

【解】

1) 上、下部纵筋:

上、下部纵筋 = 净长 + 左端柱内锚固 + 右端直锚

$$\text{左端支座锚固} = h_c - c + 15d = 300 - 15 + 15 \times 25 = 660 \text{ (mm)}$$

$$\text{右端直锚固长度} = \max(l_{aE}, 600)$$

$$= \max(38 \times 25, 600)$$

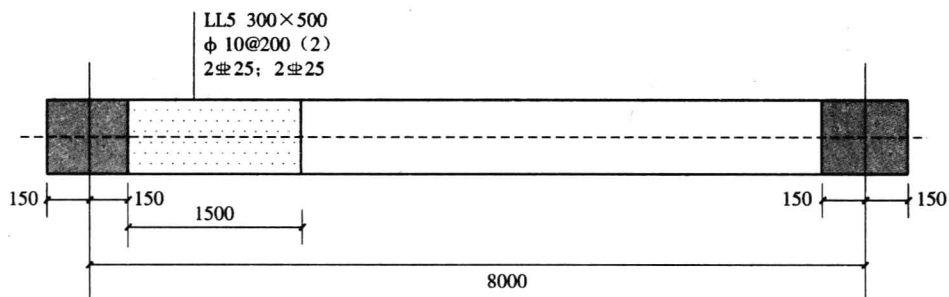


图 3-48 LL5 钢筋计算图

$$= 950 \text{ (mm)}$$

$$\text{总长度} = 1500 + 660 + 950 = 3110 \text{ (mm)}$$

2) 箍筋长度:

$$2 \times [(300 - 2 \times 15) + (500 - 2 \times 15)] + 2 \times 11.9 \times 10 = 1718 \text{ (mm)}$$

3) 箍筋根数:

$$\text{洞宽范围内箍筋根数} = (1500 - 2 \times 50) / 200 + 1 = 8 \text{ (根)}$$

4 新、旧图集对照

本章主要通过新、旧图集的对照及其说明讲解 11G101 系列图集中有关框架—剪力墙结构的重点变化内容。

4.1 框架梁

4.1.1 加腋梁的标注

【旧图集】

当为加腋梁时,用 $b \times h \text{ Y}c_1 \times c_2$ 表示,其中 c_1 为腋长, c_2 为腋高。

【新图集】

当为竖向加腋梁时,用 $b \times h \text{ GY}c_1 \times c_2$ 表示,其中 c_1 为腋长, c_2 为腋高。

当为水平加腋梁时,用 $b \times h \text{ PY}c_1 \times c_2$ 表示,其中 c_1 为腋长, c_2 为腋宽。

【对照说明】

新图集中,将加腋梁分为竖向加腋梁和水平加腋梁两种情况,腋长 \times 腋高(宽)前的字母也就有所不同。

4.1.2 抗震楼层框架梁纵向钢筋构造

【旧图集】

抗震楼层框架梁纵向钢筋构造,如图 4-1 所示。

【新图集】

抗震楼层框架梁纵向钢筋构造,如图 2-19~图 2-21 所示。

【对照说明】

(1)端支座水平锚固段引注

新图集中,上部纵筋“伸至柱外侧纵筋内侧,且 $\geq 0.4l_{aE}$ ”;下部纵筋“伸至梁上部纵筋弯钩段内侧或柱外侧纵筋内侧,且 $\geq 0.4l_{aE}$ ”。

旧图集中,上部纵筋“伸至柱外侧纵筋内侧,且 $\geq 0.4l_{aE}$ ”;下部纵筋“伸至梁上部纵筋弯钩段内侧或柱外侧纵筋内侧,且 $\geq 0.4l_{aE}$ ”。

(2)端支座加锚头(锚板)构造

这一构造为新图集新增内容。

上下纵筋端部引注“伸至柱外侧纵筋内侧,且 $\geq 0.4l_{aE}$ ”。

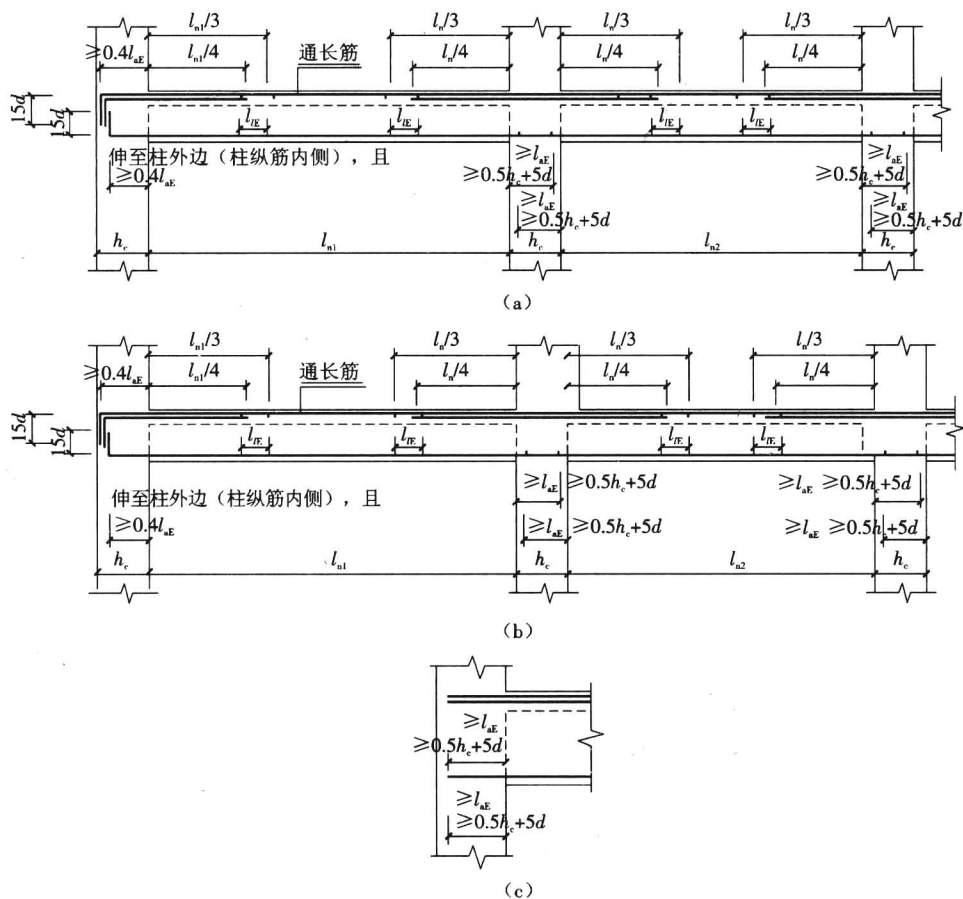


图 4-1 抗震楼层框架梁纵向钢筋构造

(a)一、二级抗震等级;(b)三、四级抗震等级;(c)纵筋在端支座直锚

(3)端支座直锚

新图集中,上下纵筋端部锚入柱内长度“ $\geq 0.5h_c + 5d$ 且 $\geq l_{aE}$ ”。旧图集中,上下纵筋端部锚入柱内长度“ $\geq 0.5h_c + 5d$ 且 $\geq l_{aE}$ ”。

4.1.3 抗震屋面框架梁纵向钢筋构造

【旧图集】

抗震屋面框架梁纵向钢筋构造,如图 4-2 所示。

【新图集】

抗震屋面框架梁纵向钢筋构造,如图 2-27~图 2-31 所示。

【对照说明】

新图集中,在端支座处梁上部纵筋只是象征性地画出“下弯”,并无引注尺寸,其顶层端节点处梁上部钢筋与附加角部钢筋构造,如图 2-90 所示。

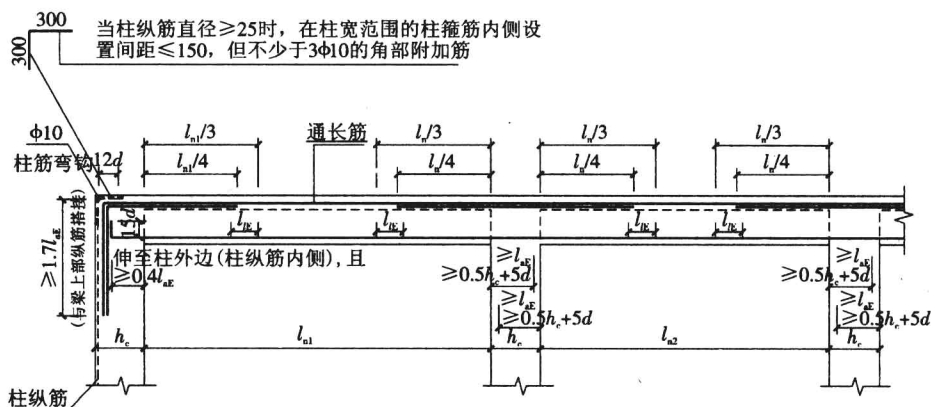
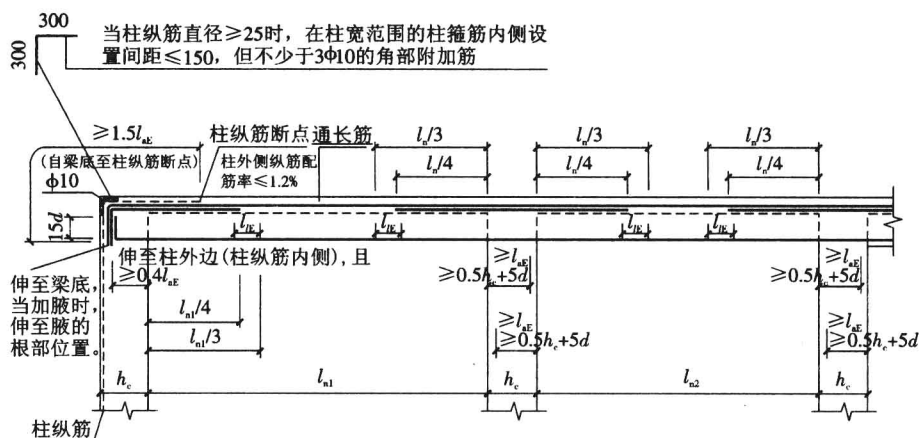


图 4-2 抗震屋面框架梁纵向钢筋构造

梁下部纵筋水平锚固段：“伸至梁上部纵筋弯钩段内侧，且大于或等于 $0.4l_{aE}$ ”，弯钩段长度为“ $15d$ ”。

新图集新增了以下构造：

- ①“顶层端节点梁下部钢筋端头加锚头(锚板)锚固”构造。
- ②“顶层端支座梁下部钢筋直锚”构造。
- ③“顶层中间节点梁下部筋在节点外搭接”构造。

4.1.4 WKL、KL 中间支座纵向钢筋构造

【旧图集】

WKL、KL 中间支座纵向钢筋构造，如图 4-3、图 4-4 所示。

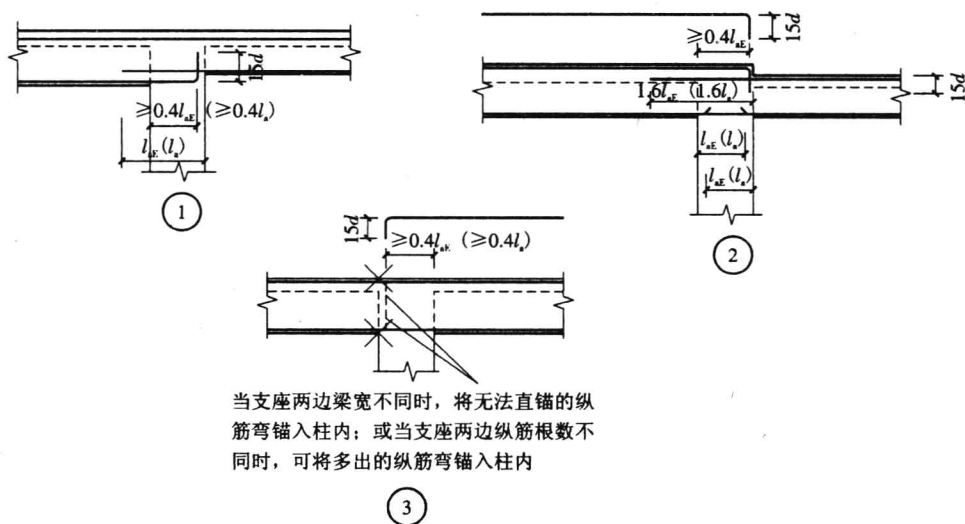


图 4-3 屋面框架梁中间支座纵向钢筋构造

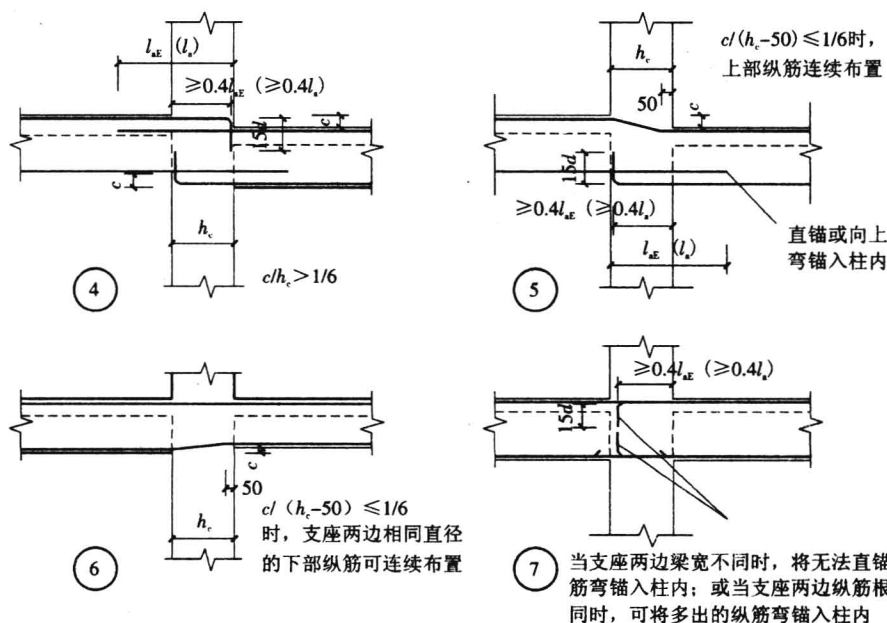


图 4-4 楼层框架梁中间支座节点构造

【新图集】

KL、WKL 中间支座纵向钢筋构造, 如图 2-38~图 2-43 所示。

【对照说明】

(1) 节点数量

新图集中, ①~③节点为“WKL”, ④~⑥为“KL”。

旧图集中, ④~⑦节点为“KL”。

(2) 高差

新图集中, 高差用“ Δ_h ”表示; 旧图集中, 高差用“ c ”表示。

(3) 节点①

新图集中, 左梁下部纵筋标注“可直锚”, 图示弯锚水平段长度“ $\geq 0.4l_{aE} (\geq 0.4l_{ab})$ ”。

旧图集中, 左梁下部纵筋未标注“可直锚”, 图示弯锚水平段长度“ $\geq 0.4l_{aE} (\geq 0.4l_a)$ ”。

新图集中, 新增标注“当 $\Delta_h / (h_c - 50)$ 小于或等于 $1/6$ 时参见节点⑤做法”。

(4) 节点②

新图集中, 左梁上部纵筋弯锚, 弯钩长度为“ $\Delta_h + l_{aE}(l_a) - \text{保护层}$ ”; 旧图集中, 弯钩长度为“ $c + 15d$ ”。

新图集中, 右梁直锚长度为“ $l_{aE}(l_a)$ ”; 旧图集中为“ $1.6l_{aE}(1.6l_a)$ ”。

(5) 节点③

右梁不能直锚的钢筋(或多出的钢筋)弯锚。

新图集中, 上部纵筋弯钩段长度为“ $l_{aE}(l_a)$ ”; 旧图集为“ $15d$ ”。

新图集中, 右梁下部纵筋新增标注“可直锚”。

(6) 节点④

新图集中, 左梁上部纵筋、右梁下部纵筋新增标注“可直锚”。

(7) 节点⑤

新图集中, 将旧图集的节点⑤和节点⑥两个构造合为一个构造, 即梁上部(下部)纵筋可连续布置(弯曲通过中间节点)。

(8) 节点⑥

新图集中, 右梁上、下部纵筋新增标注“可直锚”。

4. 1. 5 非抗震框架梁 KL、WKL 箍筋构造

【旧图集】

非抗震框架梁 KL、WKL 箍筋构造, 如图 4-5 所示。

【新图集】

非抗震框架梁 KL、WKL 箍筋构造, 如图 2-46 所示。

【对照说明】

新图集将“非抗震框架梁 KL、WKL 箍筋构造”分为两种情况(见图 2-46); 其中一种箍筋间距构造, 同旧图集; 两种箍筋间距构造为新增内容。

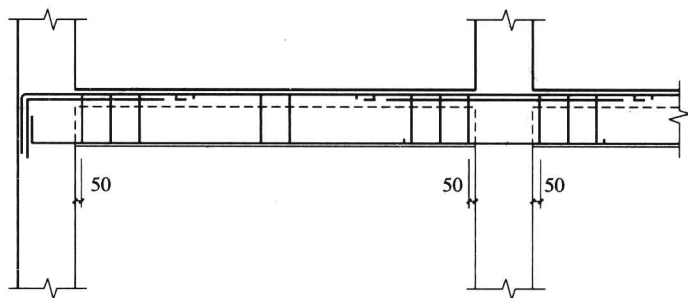


图 4-5 非抗震框架梁 KL、WKL 箍筋构造

4.1.6 抗震框架梁 KL、WKL 箍筋加密区构造

【旧图集】

抗震框架梁 KL、WKL 箍筋加密区构造,如图 4-6 所示。

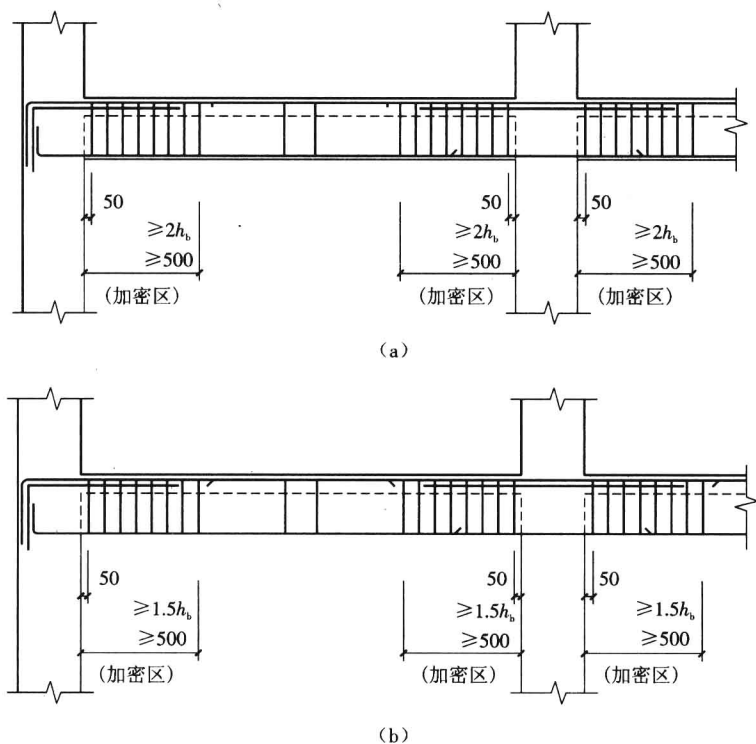


图 4-6 抗震框架梁 KL、WKL 箍筋加密区构造

(a)一级抗震;(b)二至四级抗震

【新图集】

抗震框架梁 KL、WKL 箍筋加密区构造,如图 2-44、图 2-45 所示。

【对照说明】

新图集将“抗震框架梁 KL、WKL 箍筋加密区构造”的一级抗震和二至四级抗震情况在一张图中表示了出来,新增了“抗震框架梁 KL、WKL(尽端为梁)箍筋加密区范围”的构造。

4.1.7 非框架梁配筋构造

【旧图集】

非框架梁配筋构造,如图 4-7 所示。

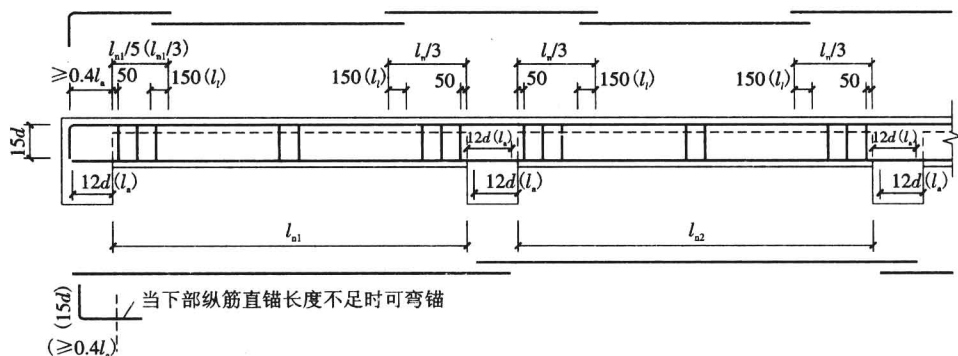


图 4-7 非框架梁配筋构造

【新图集】

非框架梁配筋构造,如图 2-47 所示。

【对照说明】

(1)梁端支座处标注上部纵筋弯锚水平段长度

新图集中规定为:设计按铰接时上部纵筋弯锚水平段长度 $\geq 0.35l_{ab}$;充分利用钢筋的抗拉强度时上部纵筋弯锚水平段长度 $\geq 0.6l_{ab}$ 。

旧图集中规定为: $0.4l_a$ 。

(2)梁端支座处标注上部非贯通筋延伸长度

新图集中规定为,设计按铰接时上部非贯通筋延伸长度为 $l_{n1}/5$,充分利用钢筋的抗拉强度时上部非贯通筋延伸长度为 $l_{n1}/3$ 。

旧图集中,未作出说明如何取值。

4.1.8 纯悬挑梁

【旧图集】

纯悬挑梁构造,如图 4-8 所示。

【新图集】

纯悬挑梁构造,如图 2-57 所示。

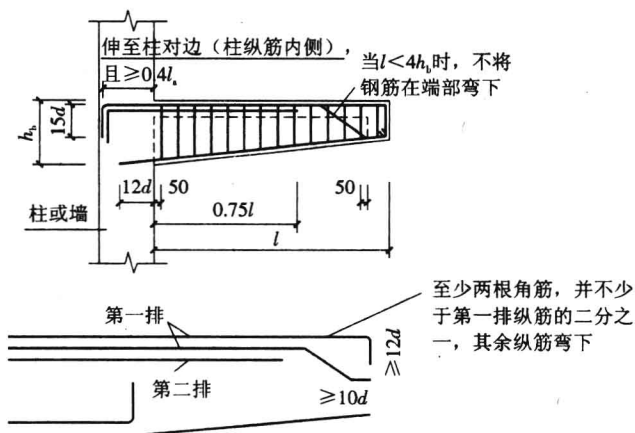


图 4-8 纯悬挑梁

【对照说明】

新图集中,上部纵筋弯锚:弯锚水平段“伸至柱外侧纵筋内侧,且 $\geq 0.4l_{ab}$ ”,弯钩长度“ $15d$ ”。第二排上部纵筋在伸出 $0.75l$ 之后,弯折到梁下部,再向梁尽端弯出“大于或等于 $10d$ ”,下部纵筋直锚长度“ $15d$ ”。

旧图集中,上部纵筋弯锚:弯锚水平段“伸至柱外侧纵筋内侧,且 $\geq 0.4l_a$ ”,弯钩长度“ $15d$ ”。第二排上部纵筋延伸 $0.75l$ 之后截断。下部纵筋直锚长度“ $12d$ ”。

4.1.9 各类的悬挑端配筋构造

【旧图集】

各类的悬挑端配筋构造,如图 4-9 所示。

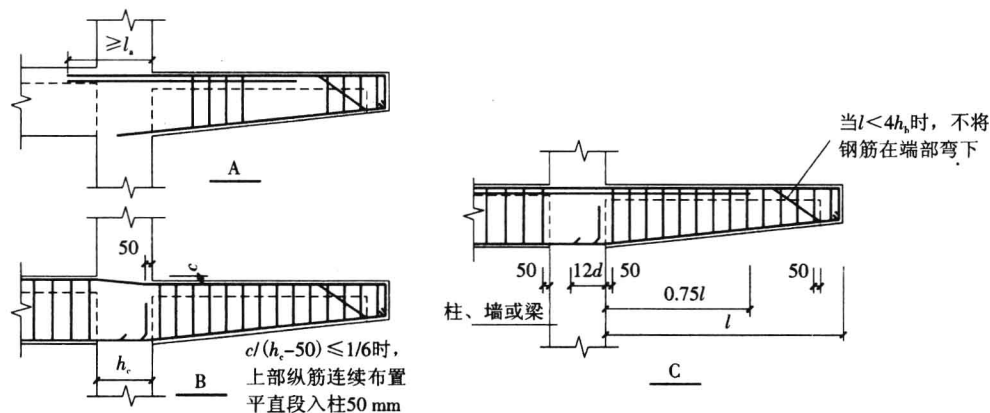


图 4-9 各类的悬挑端配筋构造

【新图集】

各类的悬挑端配筋构造,如图 2-58 所示。

【对照说明】

新图集中,“各类的悬挑端配筋构造”共给出了 7 种结构做法:A~E 为楼层框架梁悬挑端,F、G 为屋面框架梁悬挑端。与旧图集相比改动较大,具体构造要点见本书第 2.2.5 节相关内容。

4.1.10 KZL、KZZ 配筋构造

【旧图集】

KZL、KZZ 配筋构造,如图 4-10、图 4-11 所示。

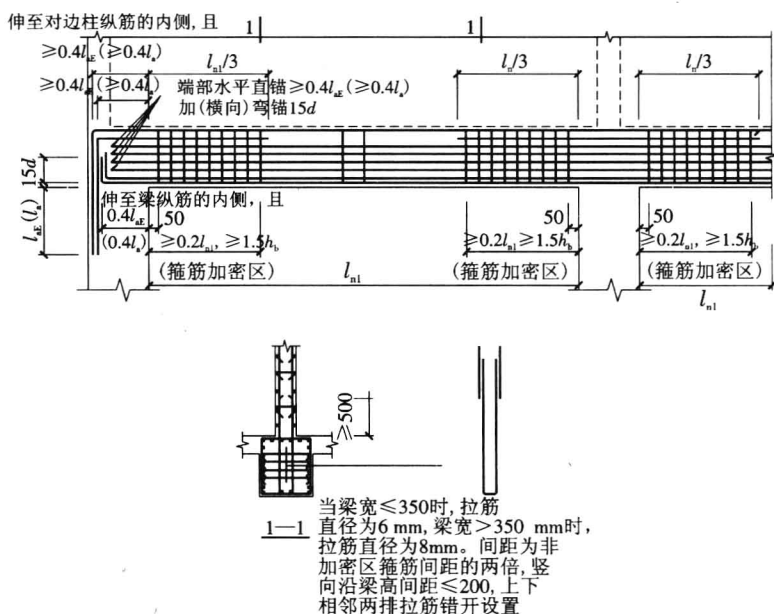


图 4-10 KZL 配筋构造

【新图集】

KZL、KZZ 配筋构造,如图 2-60、图 2-61 所示。

【对照说明】

新图集中“KZZ、KZL 配筋构造”中构造图及标注与旧图集有以下不同点:

①新图集中,框支梁上下纵筋在端支座弯锚的水平锚固段长度“ $\geq 0.4l_{aE}$ ($\geq 0.4l_{ab}$)”,而不是旧图集中的“ $\geq 0.4l_{aE}$ ($\geq 0.4l_a$)”。

②新图集中(图 2-60),1—1 剖面图中,“墙体竖向钢筋锚固长度 $\geq l_{aE}$ ($\geq l_a$)”。

旧图集中为“U 形筋绕过梁底筋”。

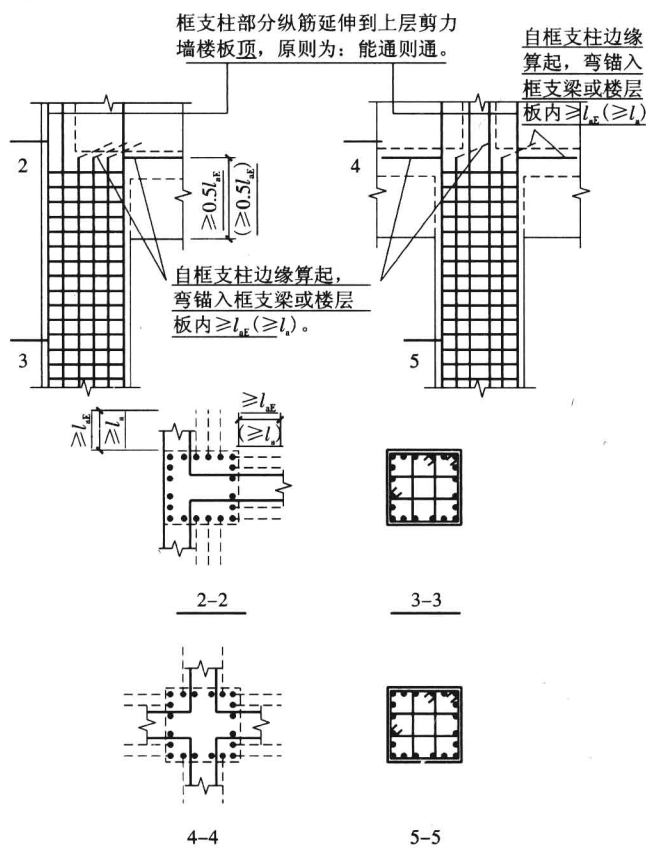


图 4-11 KZZ 配筋构造

4.1.11 井字梁 JZL 配筋构造

【旧图集】

井字梁 JZL 配筋构造,如图 4-12 所示。

【新图集】

井字梁 JZL 配筋构造,如图 2-62 所示。

【对照说明】

新图集中“井字梁 JZL 配筋构造”图及标注与旧图集的不同之处如下所述。

新图集“井字梁在端支座弯锚”构造中,弯锚水平段长度规定为:设计按铰接时大于或等于 $0.35l_{ab}$;充分利用钢筋的抗拉强度时大于或等于 $0.6l_{ab}$ 。旧图集未进行区分,统一规定为大于或等于 $0.4l_a$ 。

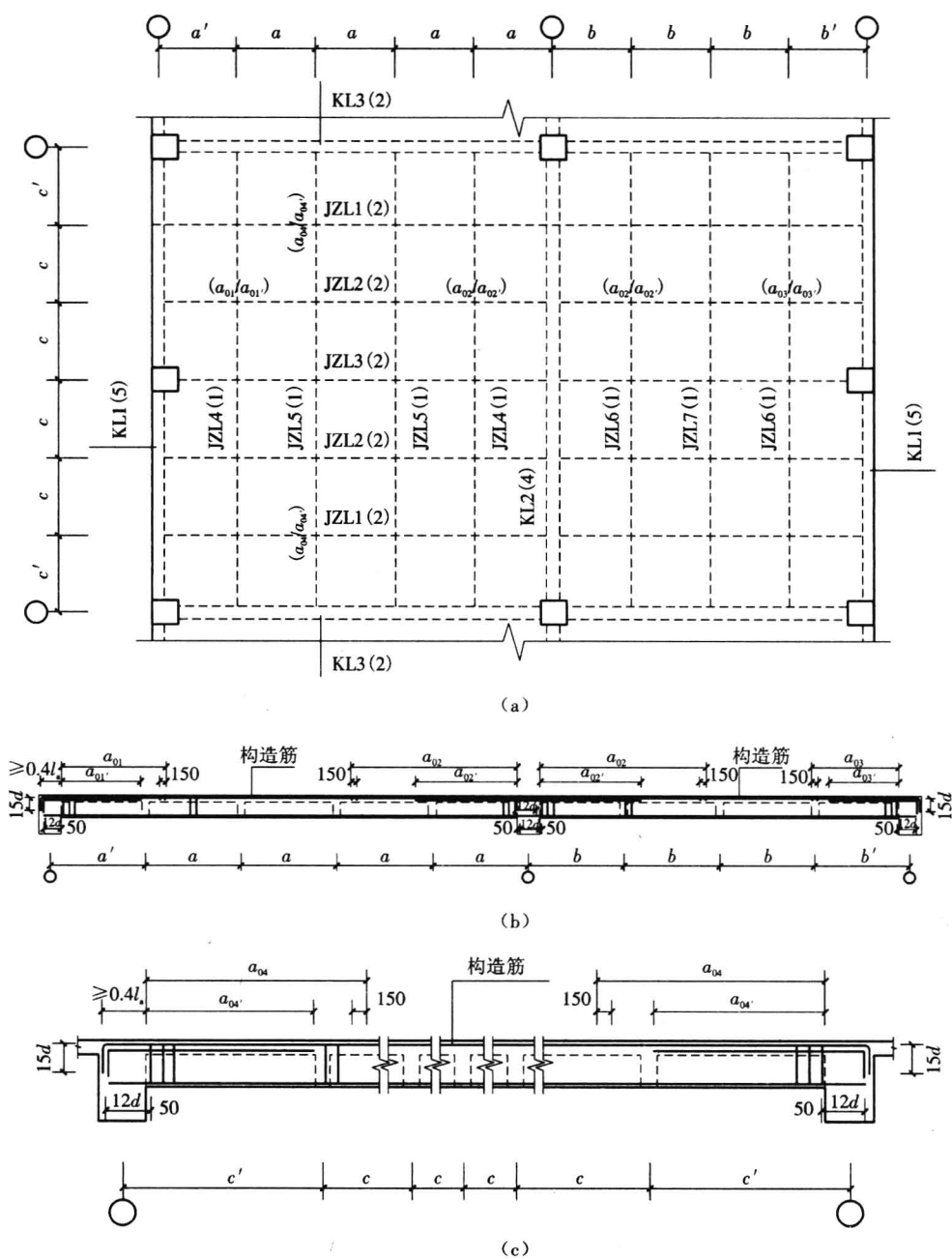


图 4-12 井字梁 JZL 配筋构造

(a)平面布置图;(b)JZL2(2)配筋构造;(c)JZL5(1)配筋构造

4.2 框架柱

4.2.1 上部嵌固部位及地下室问题

【旧图集】

抗震框架柱纵向钢筋连接构造,如图 4-13 所示。

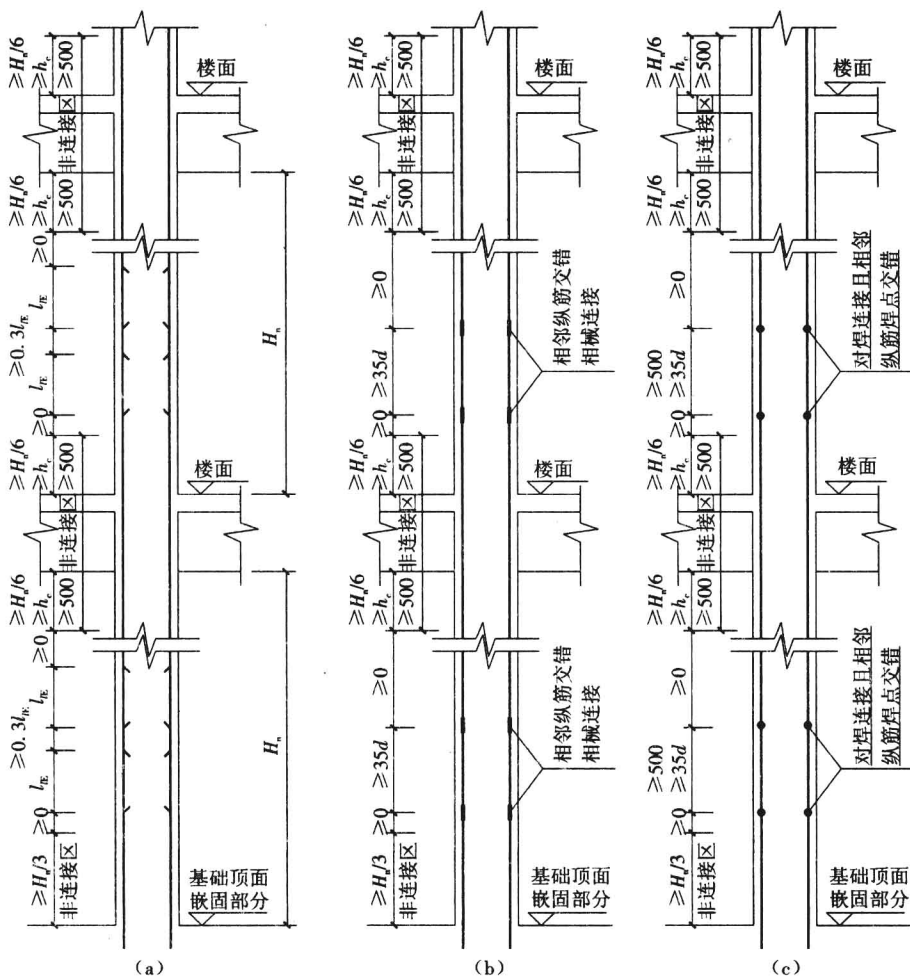


图 4-13 抗震框架柱纵向钢筋构造

(a) 绑扎搭接; (b) 机械连接; (c) 焊接连接

【新图集】

抗震框架柱纵向钢筋连接构造,如图 2-80 所示。

【对照说明】

旧图集中柱根标高的标注为“基础顶面嵌固部位”，而新图集为“嵌固部位”。这个改动可看出以下内容。

①“嵌固部位”在基础顶面，此时与旧图集一致（注：旧图集所描述的基础顶面以上各楼层不包括地下室楼层在内）。

②“嵌固部位”不在基础顶面，又可分为两种情况。

a. “嵌固部位”在地下室顶面，此时嵌固部位以上（即地下室顶面以上）就是上部结构各层的楼面，其间的柱纵筋及柱箍筋构造，如图 2-80 所示。

b. “嵌固部位”在地下室中间楼层的顶面，此时的嵌固部位以上各层，包括地下室中间楼层和地下室顶层楼面都同图 2-80 所示的“楼面”，箍筋加密区也是按“三选一”，即按 $\max(\geq H_n/6, \geq h_c, \geq 500)$ 执行。

4.2.2 柱变截面构造做法

【旧图集】

抗震框架柱柱变截面位置纵向钢筋构造，如图 4-14 所示。

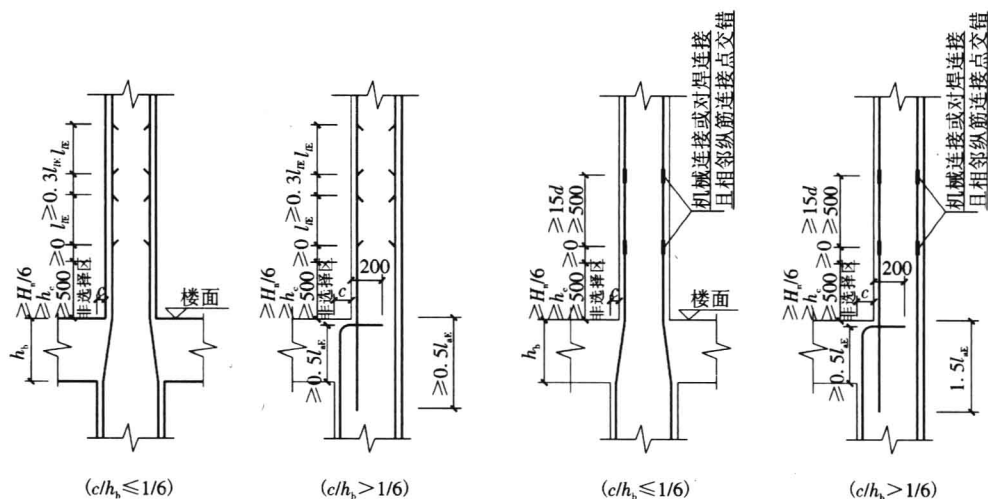


图 4-14 抗震框架柱柱变截面位置纵向钢筋构造

【新图集】

抗震框架柱柱变截面位置纵向钢筋构造，如图 2-88 所示。

【对照说明】

新图集中，“抗震框架柱柱变截面位置纵向钢筋构造”给出了 5 种柱变截面构造做法，变更内容包括：

(1) 两侧变截面 ($\Delta/h_b > 1/6$)

下筋直锚段大于或等于 $0.5l_{aE}$ ，弯折段长度 $12d$ ；上筋直锚长度 $= 1.2l_{aE}$ 。

(2) 一侧变截面 ($\Delta/h_b > 1/6$)

新图集中, 下筋直锚段大于或等于 $0.5l_{aE}$, 弯折段长度 $12d$; 上筋直锚长度 = $1.2l_{aE}$ 。

旧图集中, 下筋直锚段大于或等于 $0.5l_{aE}$, 弯折段长度 200 mm ; 上筋直锚长度 = $1.5l_{aE}$ 。

(3) 一侧变截面 ($\Delta/h_b \leq 1/6$)

下层柱纵筋弯曲伸到上层, 一侧变截面 (另一侧有梁): 上筋直锚长度 = $1.2l_{aE}$; 下层柱纵筋直钩 = $\Delta + l_{aE}$ - 保护层; 不限定“下筋直锚段大于或等于 $0.5l_{aE}$ ”

4.2.3 剪力墙上柱、梁上柱

【旧图集】

剪力墙上柱、梁上柱纵筋构造, 如图 4-15、图 4-16 所示。

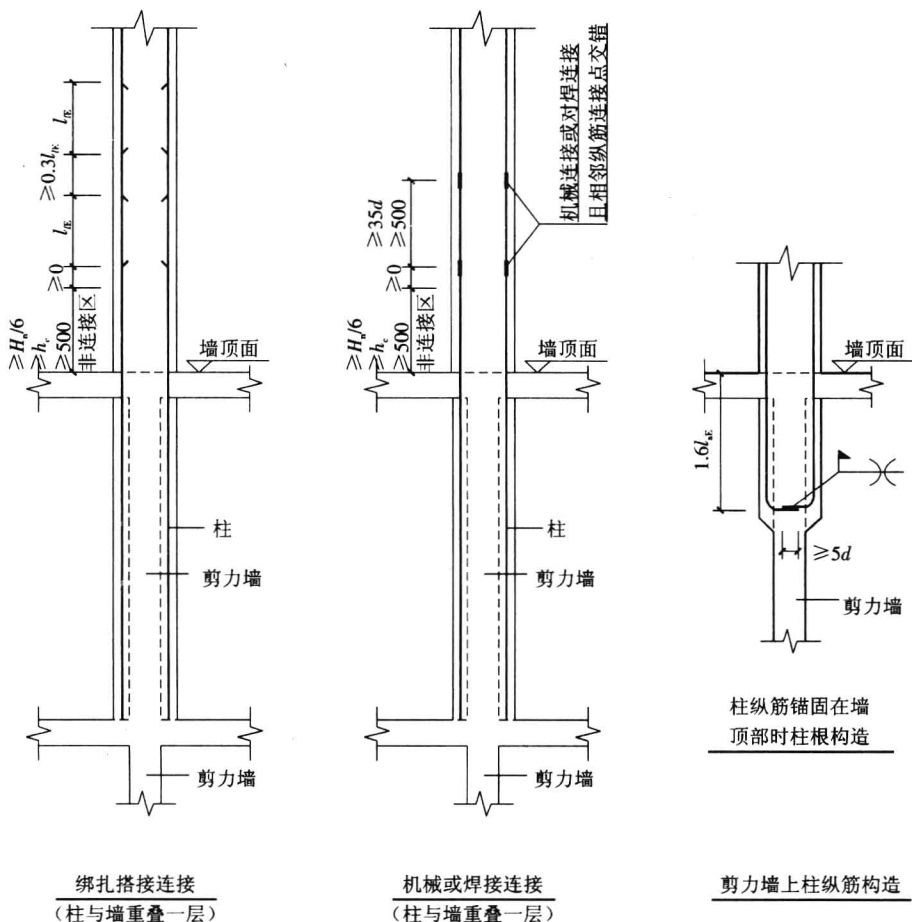


图 4-15 剪力墙上柱纵筋构造

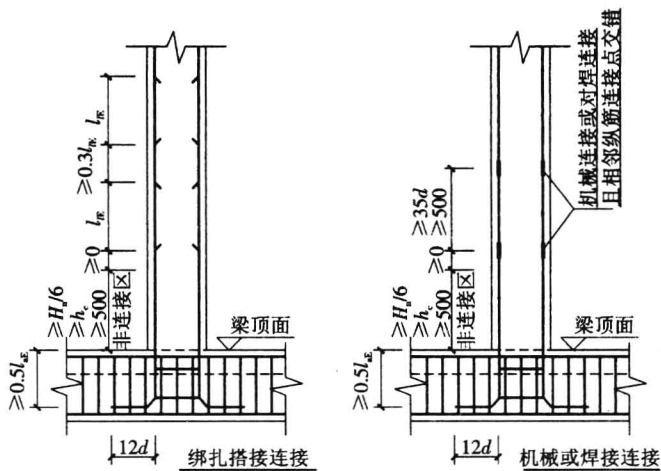


图 4-16 梁上柱纵筋构造

【新图集】

剪力墙上柱、梁上柱纵筋构造,如图 2-92、图 2-94 所示。

【对照说明】

(1) 剪力墙上柱纵筋构造

新图集取消了旧图集中“剪力墙上端做牛腿,柱纵筋锚入深度 $1.6l_{aE}$,端部弯直钩重叠大于或等于 $5d$ 且采用双面焊接”的做法。

(2) 梁上柱纵筋构造

新图集中,锚入深度 $\geq 0.5l_{aE}$;旧图集中,锚入深度 $\geq 0.5l_{aE}$ 。

4.3 剪力墙

4.3.1 编号规定

1. 墙柱编号

【旧图集】

剪力墙柱编号,由墙柱类型代号和序号组成,表达形式见表 4-1。

表 4-1 墙柱编号

墙柱类型	编号	序号
约束边缘暗柱	YAZ	××
约束边缘端柱	YDZ	××

续表

墙柱类型	编号	序号
约束边缘翼墙(柱)	YYZ	××
约束边缘转角墙(柱)	YJZ	××
构造边缘端柱	GDZ	××
构造边缘暗柱	GAZ	××
构造边缘翼墙(柱)	GYZ	××
构造边缘转角墙(柱)	GJZ	××
非边缘暗柱	AZ	××
扶壁柱	FBZ	××

【新图集】

墙柱编号,由墙柱类型代号和序号组成,表达形式见表 3-1。

【对照说明】

新图集的边缘构件都是以“Y”打头的,显然是为了展示约束边缘构件的标注方法。除此之外,旧图集的端柱、翼墙柱和转角墙柱在编号上就能清楚区分开来,而新图集只能通过图上每个构件的具体形状才能区分出端柱、翼墙柱和转角墙柱来。

2. 剪力墙梁编号

【旧图集】

剪力墙梁编号,由墙梁类型、代号和序号组成,表达形式见表 4-2。

表 4-2 墙梁编号

墙梁类型	代号	序号
连梁(无交叉暗撑及无交叉钢筋)	LL	××
连梁(有交叉暗撑)	LL(JC)	××
连梁(有交叉钢筋)	LL(JG)	××
连梁(集中对角斜筋配筋)	LL(DX)	××
暗梁	AL	××
边框梁	BKL	××

【新图集】

墙梁编号,由墙梁类型、代号和序号组成,表达形式见表 3-2。

【对照说明】

新图集对连梁的编号进行了进一步的说明。

4.3.2 剪力墙洞口的补强构造**1. 标注说明****【旧图集】**

4. 洞口每边补强钢筋,分为以下几种不同情况:

(1)当矩形洞口的洞宽、洞高均不大于 800 mm 时,如果设置构造补强纵筋,即洞口每边加钢筋大于或等于 $2\phi 12$ 且不小于同向被切断钢筋总面积的 50%,本项免注。

(2)当矩形洞口的洞宽、洞高均不大于 800 mm 时,如果设置补强纵筋大于构造配筋,此项注写洞口每边补强钢筋的数值。

(3)当矩形洞口的洞宽大于 800 mm 时,在洞口的上、下需设置补强暗梁,此项注写为洞口上、下每边暗梁的纵筋与箍筋的具体数值(在标准构造详图中,补强暗梁梁高一律定为 400 mm,施工时按标准构造详图取值,设计不注。当设计者采用与该构造详图不同的做法时,应另行注明);当洞口上、下边为剪力墙连梁时,此项免注;洞口竖向两侧设置边缘构件时,也不在此项表达。

【新图集】

(4)洞口每边补强钢筋,分为以下几种不同情况:

1)当矩形洞口的洞宽、洞高均不大于 800 mm 时,此项注写为洞口每边补强钢筋的具体数值(如果按标准构造详图设置补强钢筋时可不注)。当洞宽、洞高方向补强钢筋不一致时,分别注写洞宽方向、洞高方向补强钢筋,以“/”分隔。

2)当矩形或圆形洞口的洞宽或直径大于 800 mm 时,在洞口的上、下需设置补强暗梁,此项注写为洞口上、下每边暗梁的纵筋与箍筋的具体数值(在标准构造详图中,补强暗梁梁高一律定为 400 mm,施工时按标准构造详图取值,设计不注。当设计者采用与该构造详图不同的做法时,应另行注明),圆形洞口时尚需注明环向加强钢筋的具体数值;当洞口上、下边为剪力墙连梁时,此项免注;洞口竖向两侧设置边缘构件时,也不在此项表达(当洞口两侧不设置边缘构件时,设计者应给出具体做法)。

【对照说明】

新图集“剪力墙洞口的表示方法”中规定了洞口每边补强钢筋或补强暗梁的注写规则。除此之外,把圆形洞口直径 >800 mm 的情况统一在了矩形洞口洞宽 >800 mm 的情况内。

2. 钢筋构造**【旧图集】**

无。

【新图集】

剪力墙圆形洞口直径大于 800 mm 时的洞口需补强钢筋。其构造如图 3-40 所示。

【对照说明】

该构造为新增内容。增加了“环形加强钢筋”，“墙体分布钢筋延伸至洞口边弯折”，且绕过环形加强钢筋伸至对边后截断(见图 3-40 中剖面图“A-A”)。

4.3.3 剪力墙身水平钢筋构造

【旧图集】

(1) 水平分布钢筋在端柱锚固的构造

剪力墙设有端柱时,水平分布钢筋在端柱锚固的构造,如图 4-17 所示。

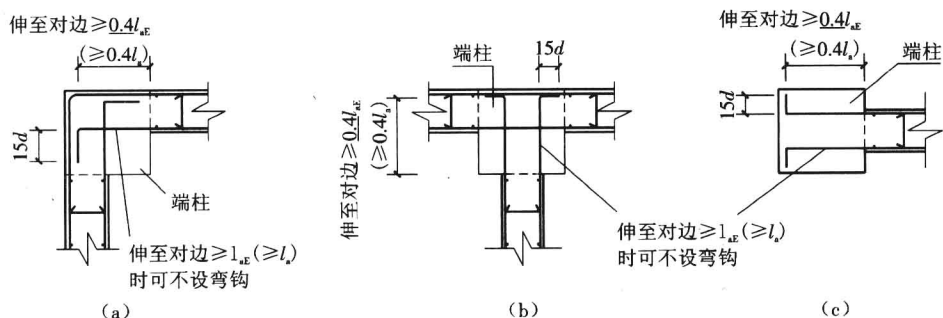


图 4-17 设置端柱时剪力墙水平钢筋锚固构造

(a) 转角处; (b) 丁字交接处; (c) 端部

(2) 水平分布钢筋在翼墙锚固的构造

水平分布钢筋在翼墙锚固的构造,如图 4-18 所示。

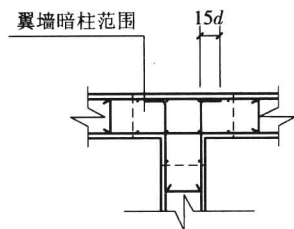


图 4-18 设置翼墙时剪力墙水平钢筋锚固的构造

(3) 水平分布钢筋在转角墙锚固的构造

剪力墙水平分布钢筋在转角墙锚固的构造,如图 4-19 所示。

(4) 水平分布钢筋在端部无暗柱封边构造

剪力墙水平分布钢筋在端部无暗柱封边构造,如图 4-20 所示。

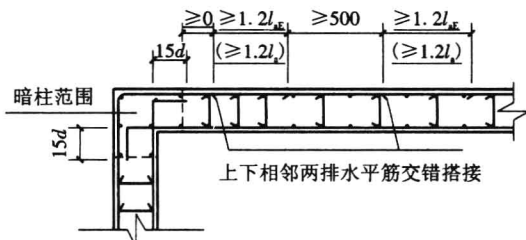


图 4-19 设置转角墙时剪力墙水平钢筋锚固构造

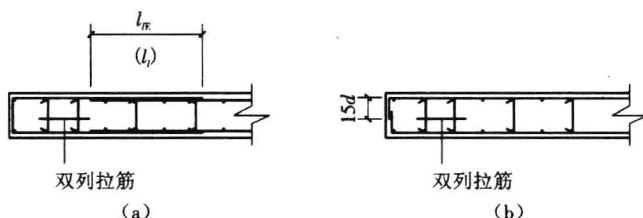


图 4-20 无暗柱时水平钢筋锚固构造

(a) 封边方式 1 (墙厚度较小); (b) 封边方式 2

(5) 水平分布钢筋在端部有暗柱封边构造

剪力墙水平分布钢筋在端部有暗柱封边构造, 如图 4-21 所示。

(6) 水平分布钢筋交错连接构造

剪力墙水平钢筋交错连接构造, 如图 4-22 所示。

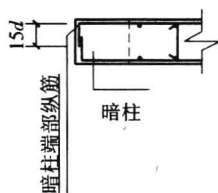


图 4-21 有暗柱时水平钢筋锚固构造

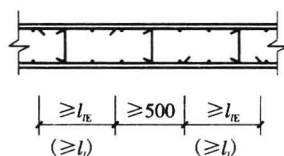


图 4-22 剪力墙水平钢筋交错连接构造

(7) 水平分布钢筋斜交墙构造

剪力墙斜交部位应设置暗柱, 如图 4-23 所示。

【新图集】

剪力墙身水平分布钢筋构造, 如图 3-16~图 3-22 所示。

【对照说明】

(1) 无暗柱时水平钢筋锚固的构造

新图集做法与旧图集相同。

(2) 水平分布钢筋在端部有暗柱封边的构造

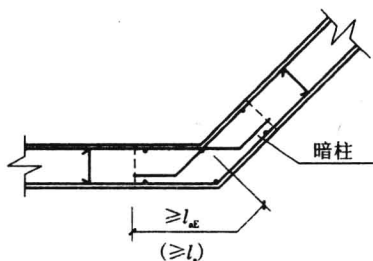


图 4-23 斜交墙暗柱

新图集中,其构造做法为:水平分布钢筋绕过暗柱端部纵筋的外侧,然后弯 $15d$ 的直钩。

旧图集中,其构造做法为:水平分布钢筋在暗柱端部纵筋的内侧,然后弯 $15d$ 的直钩。

(3) 水平分布钢筋交错连接构造

新图集中,搭接长度为“ $\geq 1.2l_{aE} (\geq 1.2l_a)$ ”;旧图集中为“ $\geq l_{lE} (\geq l_l)$ ”。

(4) 水平分布钢筋在转角墙锚固构造

新图集比旧图集增加了两种做法,如图 3-18(b)和(c)所示。

(5) 水平分布钢筋斜交墙构造

新图集中,外侧筋连续通过转角,内侧筋伸至对边后拐弯“ $15d$ ”;旧图集中为“内侧筋锚入对边大于或等于 l_{aE} (大于或等于 l_a)”。

(6) 水平分布钢筋在翼墙锚固构造

新图集做法与旧图集相同。

(7) 水平分布钢筋在端柱锚固构造

旧图集只有一个“端柱翼墙”节点:翼墙水平筋伸至对边且“ $\geq 0.4l_{aE} (\geq 0.4l_a)$ ”,然后弯 $15d$ 直钩。图集增加了两个节点,如图 3-16(b)所示。

(8) 端柱端部墙

旧图集的“端柱端部墙”节点中:墙水平筋伸至对边且“ $\geq 0.4l_{aE} (\geq 0.4l_a)$ ”,然后弯 $15d$ 直钩。新图集的“端柱端部墙”节点中:墙水平筋伸至对边,然后弯 $15d$ 直钩。

4.3.4 剪力墙身竖向钢筋构造

【旧图集】

(1) 变截面处竖向分布筋构造

剪力墙变截面处竖向分布筋构造,如图 4-24 所示。

(2) 墙身顶部竖向分布钢筋构造

墙身顶部竖向分布钢筋构造,如图 4-25 所示。

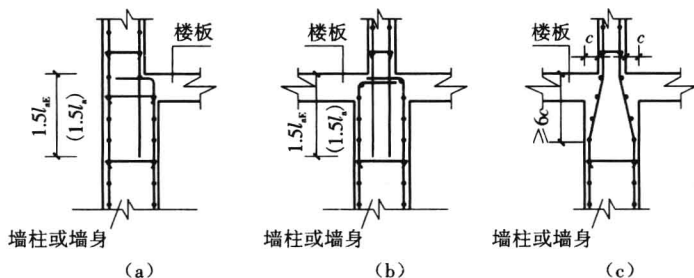


图 4-24 剪力墙变截面竖向分布钢筋构造

(a)边梁非贯通连接;(b)中梁非贯通连接;(c)中梁贯通连接

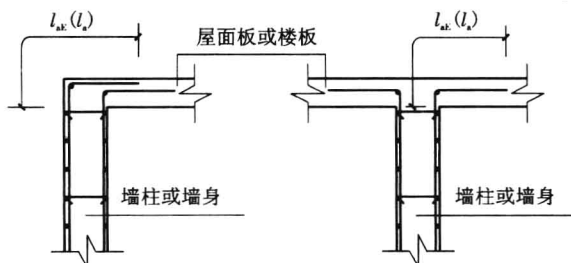


图 4-25 剪力墙竖向分布钢筋顶部构造

【新图集】

剪力墙变截面处竖向分布筋构造,如图 3-26 所示。

墙身顶部竖向分布钢筋构造,如图 3-27 所示。

【对照说明】

(1) 剪力墙竖向分布钢筋顶部构造

新图集新增了“剪力墙竖向分布钢筋顶部构造”(边框梁)。

(2) 剪力墙变截面处竖向分布钢筋构造

新图集中,“剪力墙变截面处竖向分布钢筋构造”可分为四种情况,比旧图集多一种情况。

① 单侧变截面(外侧一平,内侧错台):

新图集中,变截面的一侧下层墙竖向筋伸至楼板顶部弯直钩“大于或等于 $12d$ ”;上层墙竖向筋直锚长度“ $\geq 1.2l_{aE}(\geq 1.2l_a)$ ”。

旧图集中,变截面的一侧下层墙竖向筋伸至楼板顶部弯直钩,弯折长度未作标注;上层墙竖向筋直锚长度“ $\geq 1.5l_{aE}(\geq 1.5l_a)$ ”。

② 双侧变截面(错台较大):

新图集中,双侧下层墙竖向筋伸至楼板顶部弯直钩“大于或等于 $12d$ ”;上层墙竖向筋直锚长度“ $\geq 1.2l_{aE}(\geq 1.2l_a)$ ”。

旧图集中, 双侧下层墙竖向筋伸至楼板顶部弯直钩, 弯折长度未作标注; 上层墙竖向筋直锚长度“ $\geq 1.5l_{aE} (\geq 1.5l_a)$ ”。

③ 双侧变截面 ($\Delta \leq 30$):

新旧图集构造相同, 剪力墙竖向筋弯折连续通过变截面处。

④ 单侧变截面 (内侧一平, 外侧错台):

该情况为新图集新增内容, 变截面的一侧下层墙竖向筋伸至楼板顶部弯直钩“大于或等于 $12d$ ”; 上层墙竖向筋直锚长度“ $\geq 1.2l_{aE} (\geq 1.2l_a)$ ”。

4.3.5 约束边缘构件 YBZ 构造

【旧图集】

约束边缘构件构造, 如图 4-26 所示。

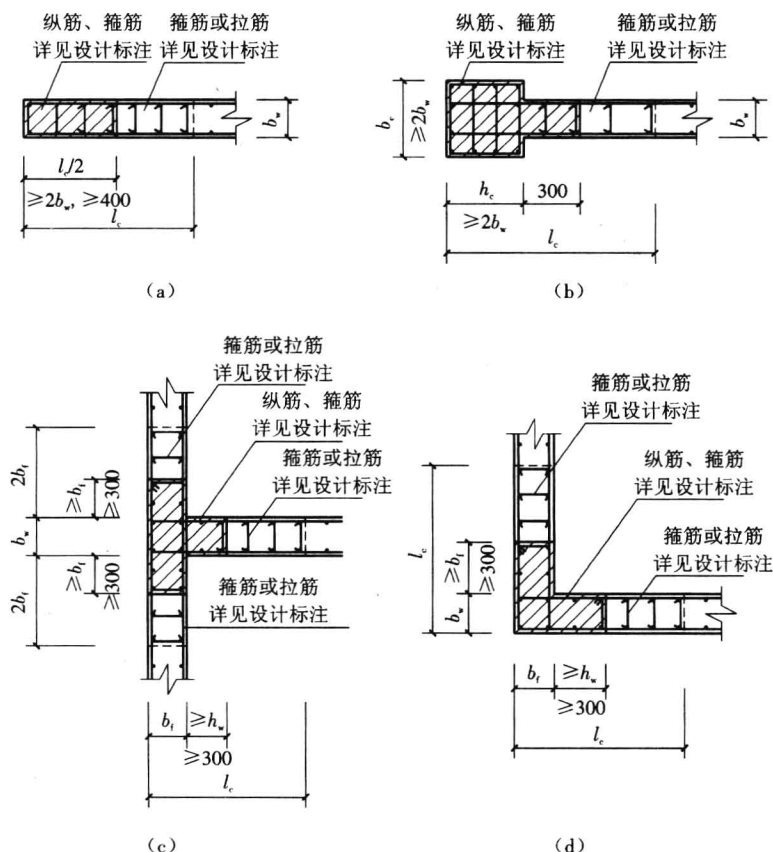


图 4-26 约束边缘构件构造

(a) 约束边缘暗柱; (b) 约束边缘端柱; (c) 约束边缘翼墙(柱); (d) 约束边缘转角墙(柱)

【新图集】

约束边缘构件构造,如图 3-11 所示。

【对照说明】

新图集新增了“约束边缘暗柱”、“约束边缘端柱”、“约束边缘翼墙”、“约束边缘转角墙”的“非阴影区外围设置封闭箍筋”构造。

这些非阴影区外围的箍筋及其拉筋,应由设计者在施工图中注明。

4.3.6 剪力墙边缘构件纵向钢筋连接构造

【旧图集】

约束边缘构件纵向钢筋连接构造,如图 4-27 所示。

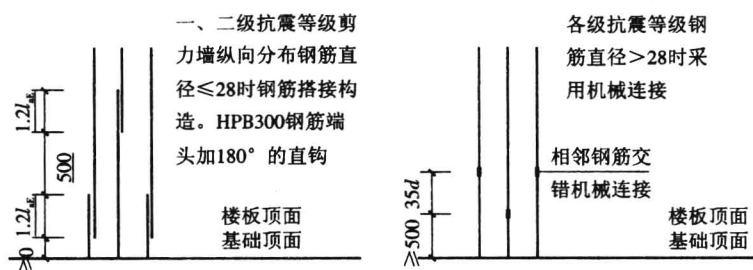


图 4-27 约束边缘构件纵向钢筋连接构造

【新图集】

约束边缘构件纵向钢筋连接构造,如图 3-10 所示。

【对照说明】

与旧图集相比,新图集做了以下一些变更:

(1) 绑扎搭接

新图集从距楼板顶面、基础顶面“大于或等于 500 mm”时开始搭接,搭接区长度“ $\geq l_{lE}$ ($\geq l_l$)”;相邻搭接区净距“ $\geq 0.3l_{lE}$ ($\geq 0.3l_l$)”。

旧图集从距楼板顶面、基础顶面“大于或等于 0”时开始搭接,搭接区长度“ $\geq 1.2l_{aE}$ ($\geq 1.2l_a$)”;相邻搭接区净距为“500 mm”。

(2) 焊接连接

该结构为新图集新增内容。

4.3.7 连梁 LL 配筋构造

【旧图集】

连梁配筋构造,如图 4-28 所示。

【新图集】

连梁配筋构造,如图 3-30、图 3-31 所示。

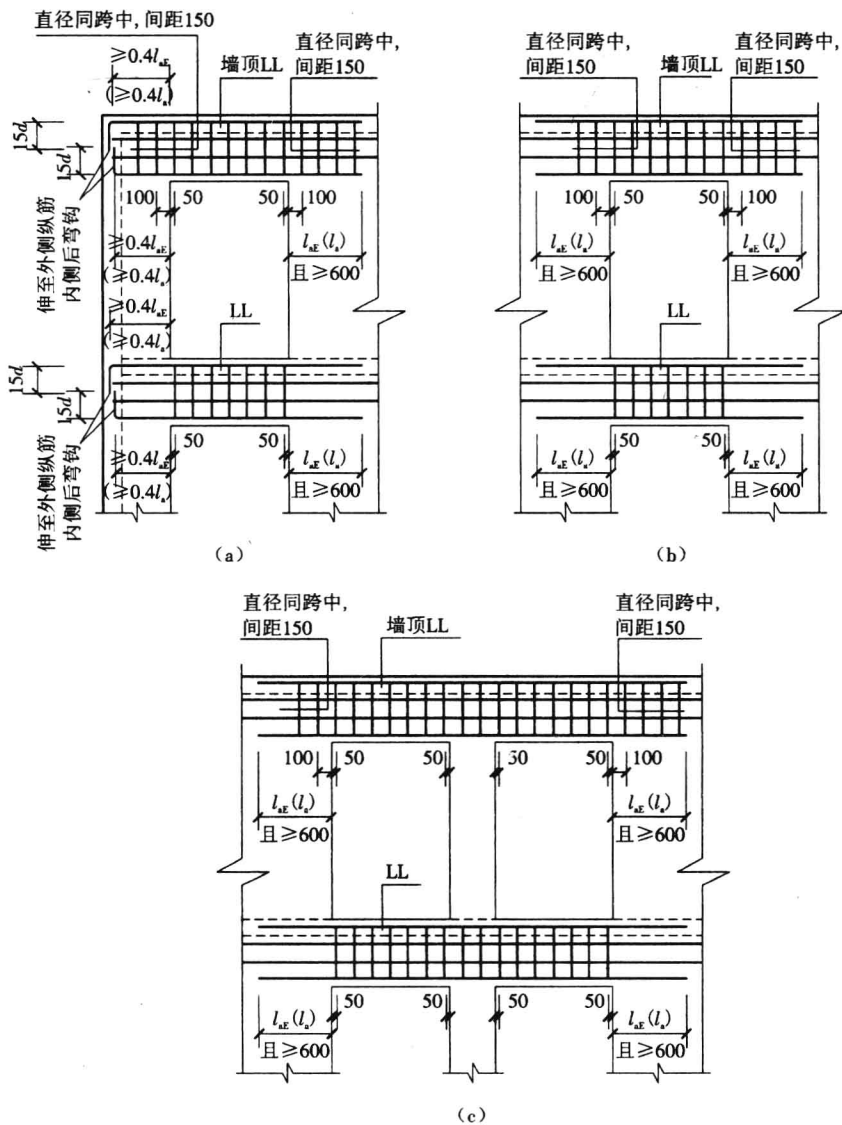


图 4-28 连梁配筋构造

(a)墙端部洞口;(b)单洞口连梁(单跨);(c)双洞连梁(双跨)

【对照说明】

新图集的“连梁 LL 配筋构造”基本与旧图集相同,其不同之处在于:

新图集中,端支座标注的弯锚水平段长度“ $\leq l_{aE}$ (l_a)或 ≤ 600 ”时弯锚,弯折段“ $15d$ ”;旧图集在此处还有标注长度“ $\geq 0.4l_{aE}$ ($\geq 0.4l_a$)”。

附录 A 普通钢筋、预应力筋的强度标准值、设计值和弹性模量

普通钢筋的屈服强度标准值 f_{yk} 、极限强度标准值 f_{stk} 应按表 A-1 采用；预应力钢丝、钢绞线和预应力螺纹钢筋的屈服强度标准值 f_{pyk} 、极限强度标准值 f_{ptk} 应按表 A-2 采用。

表 A-1 普通钢筋强度标准值 (MPa)

牌号	符号	公称直径 d/mm	屈服强度标准 值 f_{yk}	极限强度标准值 f_{stk}
HPB300	ϕ	6~22	300	420
HRB335	Φ	6~50	335	455
HRBF335	Φ^F			
HRB400	Φ	6~50	400	540
HRBF400	Φ^F			
RRB400	Φ^R			
HRB500	Φ	6~50	500	630
HRBF500	Φ^F			

表 A-2 预应力筋强度标准值 (MPa)

种类		符号	公称直径 d/mm	屈服强度标准 值 f_{pyk}	极限强度标准 值 f_{ptk}
中强度预应力 钢丝	光面 螺旋肋	ϕ^{PM} ϕ^{HM}	5、7、9	620	800
				780	970
				785	1270
预应力螺纹 钢筋	螺纹	ϕ^T	18、25、 32、40、 50	785	980
				930	1080
				1080	1230

续表

种类		符号	公称直径 d/mm	屈服强度标准 值 f_{pyk}	极限强度标准 值 f_{ptk}
消除应力钢丝	光面 螺旋肋	ϕ^{P} ϕ^{H}	5	—	1570
				—	1860
			7	—	1570
			9	—	1470
				—	1570
钢绞线	1×3 (三股)	ϕ^{S}	8、6、10、8、 12、9	—	1570
				—	1860
				—	1960
	1×7 (七股)		9、5、12、7、 15、2、17、8	—	1720
				—	1860
				—	1960
			21.6	—	1860

注：极限强度标准值为 1960 MPa 的钢绞线作后张预应力配筋时，应有可靠的工程经验。

普通钢筋的抗拉强度设计值 f_y 、抗压强度设计值 f'_y 应按表 A-3 采用；预应力筋的抗拉强度设计值 f_{py} 、抗压强度设计值 f'_{py} 应按表 A-4 采用。

当构件中配有不同种类的钢筋时，每种钢筋应采用各自的强度设计值。横向钢筋的抗拉强度设计值 f_{yv} 应按表中 f_y 的数值采用；当用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，其数值大于 360 MPa 时应取 360 MPa。

表 A-3 普通钢筋强度设计值 (MPa)

牌号	抗拉强度设计值 f_y	抗压强度设计值 f'_y
HPB300	270	270
HRB335、HRBF335	300	300
HRB400、HRBF400、RRB400	360	360
HRB500、HRBF500	435	410

表 A-4 预应力筋强度设计值 (MPa)

种类	极限强度标准值 f_{ptk}	抗拉强度设计值 f_{py}	抗压强度设计值 f'_{py}
中强度预应力钢丝	800	510	410
	970	650	
	1270	810	
消除应力钢丝	1470	1040	410
	1570	1110	
	1860	1320	
钢绞线	1570	1110	390
	1720	1220	
	1860	1320	
	1960	1390	
预应力螺纹钢筋	980	650	410
	1080	770	
	1230	900	

注：当预应力筋的强度标准值不符合表 A-4 的规定时，其强度设计值应进行相应的比例换算。

普通钢筋和预应力筋的弹性模量 E_s 应按表 A-5 采用。

表 A-5 钢筋的弹性模量 ($\times 10^4$ MPa)

牌号或种类	弹性模量 E_s
HPB300 钢筋	2.10
HRB335、HRB400、HRB500 钢筋 HRBF335、HRBF400、HRBF500 钢筋 RRB400 钢筋 预应力螺纹钢筋	2.00
消除应力钢丝、中强度预应力钢丝	2.05
钢绞线	1.95

注：必要时可采用实测的弹性模量。

附录 B 混凝土轴心抗拉强度设计值

混凝土轴心抗压强度的设计值 f_c 应按表 B-1 采用；轴心抗拉强度的设计值 f_t 应按表 B-2 采用。

表 B-1 混凝土轴心抗压强度设计值 (MPa)

强度	混凝土强度等级													
	C1	C2	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_c	7.2	9.6	11.9	14.3	16.7	19.1	21.1	23.1	25.3	27.5	29.7	31.8	33.8	35.9

表 B-2 混凝土轴心抗拉强度设计值 (MPa)

强度	混凝土强度等级													
	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60	C65	C70	C75	C80
f_t	0.91	1.10	1.27	1.43	1.57	1.71	1.80	1.89	1.96	2.04	2.09	2.14	2.18	2.22

参 考 文 献

- [1] 中国建筑标准设计研究院. 11G101—1 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土框架、剪力墙、梁、板)[S]. 北京:中国计划出版社,2011.
- [2] 中国建筑标准设计研究院. 11G101—2 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(现浇混凝土板式楼梯)[S]. 北京:中国计划出版社,2011.
- [3] 中国建筑标准设计研究院. 11G101—3 混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(独立基础、条形基础、筏形基础及桩基承台)[S]. 北京:中国计划出版社,2011.
- [4] 中国建筑标准设计研究院. 06G901—1 混凝土结构施工钢筋排布规则与构造详图(现浇混凝土框架、剪力墙、框架—剪力墙)[S]. 北京:中国计划出版社,2008.
- [5] 国家标准. GB/T 50105—2010 建筑结构制图标准[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [6] 国家标准. GB 50011—2010 建筑抗震设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.
- [7] 国家标准. GB 50010—2010 混凝土结构设计规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.