

北京市地方标准

DB

编号： DBxx xxx-201x

装配式剪力墙结构设计规程

（征求意见稿）

北京地方标准《装配式剪力墙结构设计规程》编制组

2012 年 10 月

前 言

按照北京市规划委员会和北京市质量技术监督局的标准化工作计划，北京市建筑设计研究院有限公司广泛调查研究和征求意见，总结工作经验，并经专家深入论证，对《装配式剪力墙结构设计规程》进行了修编。

本规程依据《装配式大板结构技术规程》(JGJ 1-91)、《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010、《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1-XXX 进行编制，同时吸收了近年来国内外相关研究成果。拟包括的章节为：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.材料；5 结构设计.基本规定；6.装配式钢筋混凝土剪力墙结构设计；7.圆孔板剪力墙结构设计；8.装配式型钢混凝土剪力墙结构设计。

本标准由北京市规划委员会归口管理，北京市建筑设计研究院有限公司负责具体解释，标准日常管理机构为北京市城乡规划标准化办公室。在实施过程中如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄送北京市建筑设计研究院有限公司结构所（通讯地址：北京市西城区南礼士路 62 号，联系电话*****）。

本规范主编单位：北京市建筑设计研究院有限公司

本规范参编单位：

本规程主要起草人：

本规程主要审查人：

目 录

1 总 则	3
2 术语和符号	4
2.1 术语	4
2.2 符号	5
3 基本规定	7
4 材料	8
4.1 混凝土、钢筋和钢材	8
4.2 连接材料	8
5 结构设计基本规定	10
5.1 一般规定	10
5.2 作用及作用组合	14
5.3 结构分析	14
5.4 预制构件设计	15
5.5 连接设计	20
5.6 楼盖设计	23
6 装配式钢筋混凝土剪力墙结构	26
6.1 一般规定	26
6.2 预制墙板设计	26
6.3 连接设计	33
7 圆孔板剪力墙结构设计	38
7.1 一般规定	38
7.2 预制圆孔墙板设计	39
7.3 连接设计	40
8 装配式型钢混凝土剪力墙结构设计	43
8.1 一般规定	43

8.2 型钢混凝土剪力墙墙板设计	43
8.3 连接设计	44

1 总 则

1.0.1 为了在装配式剪力墙结构的设计中做到安全适用、经济合理、技术先进，促进住宅产业化发展，制定本规程。

【说明】装配式混凝土结构具有现场人工少、施工快捷、湿作业量少、材料用量少、施工现场扬尘及建筑垃圾少等优点。装配式混凝土结构在许多发达国家已有广泛应用。近年来，我国及北京地区相关研究已逐步展开。为了促进住宅产业化发展，推广装配式剪力墙结构的应用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京市抗震设防烈度为 7~8 度的住宅建筑装配式剪力墙结构；适用的最大高度应符合本规程的有关规定，不适用于平面、竖向特别不规则的建筑。

【说明】本规程适用于采用装配式剪力墙结构的住宅类建筑。高度超出本规程规定或平面、竖向特别不规则的建筑采用装配式剪力墙结构时，应进行专门研究和论证。

1.0.3 装配式剪力墙结构设计除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和北京市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 装配式剪力墙结构

混凝土结构的部分或全部采用承重预制墙板，通过节点部位的连接形成的具有可靠传力机制，并满足承载力和变形要求的剪力墙结构，简称装配式剪力墙结构。

2.1.2 预制构件

在工厂或现场预制的混凝土构件，包括墙板、飘窗板、叠合梁、叠合板、梯段板、阳台板等。

2.1.3 钢筋套筒灌浆连接接头

通过在金属套筒中灌注水泥基灌浆料，与被连接钢筋共同形成的机械连接接头。

2.1.4 钢筋连接用灌浆套筒

钢筋套筒灌浆连接所用的金属套筒，通常采用铸造工艺或者机械加工工艺制造，简称灌浆套筒。

2.1.5 钢筋约束浆锚搭接连接接头

在预制混凝土相邻受力钢筋的预留孔中插筋并灌浆或直接在现浇混凝土中进行。

2.1.6 混凝土抗剪粗糙面

采用特殊的工具或工艺形成混凝土凹凸不平或骨料显露的表面，实现预制构件与现浇混凝土的牢固接合，简称粗糙面。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

- E_c —— 混凝土弹性模量；
- E_s —— 钢材、钢筋弹性模量；
- G_c —— 混凝土剪切模量；
- C20 —— 表示立方体强度标准值为 20N/mm^2 的混凝土强度
- f_{ck} 、 f_c —— 混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；
- f_{tk} 、 f_t —— 混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；
- f_{yk} —— 普通钢筋强度标准值；
- f_y 、 f_y' —— 普通钢筋的抗拉、抗压强度设计值。
- f —— 钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；
- f_v —— 钢材的抗剪强度设计值；
- f_{ce} —— 钢材的端面承压强度设计值。

2.2.2 作用，作用效应及承载力

- S —— 结构或构件的作用效应组合设计值；
- N —— 轴向力设计值；
- M —— 弯矩设计值；
- M_k 、 M_q —— 按荷载效应的标准组合、准永久组合计算的弯矩值；
- M_{cr} —— 受弯构件的正截面开裂弯矩值；
- V —— 剪力设计值；
- $w_{\max}$ —— 按荷载效应的标准组合并考虑长期作用影响计算的最大裂缝宽度；
- u —— 结构定点位移；
- Δ_u —— 结构层间相对位移；

2.2.3 几何参数

W —— 截面受拉边缘的弹性抵抗矩；

W_0 —— 换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩；

I —— 截面惯性矩；

I_0 —— 换算截面惯性矩；

h —— 层高；

H —— 房屋总高；

t —— 墙厚。

3 基本规定

3.0.1 装配式结构设计应重视概念设计和预制构件的连接设计。应采用超静定结构，设计合理的结构方案，采取适当的连接构造措施，选用可靠的受力钢筋连接接头技术，加强结构的整体性。对重要构件和关键传力部位应增加冗余约束或有多条传力途径。必要时，应进行防连续倒塌设计。对新型、复杂的装配式结构构件和连接节点构造，应进行专门研究。

3.0.2 装配式结构的连接节点构造应受力明确、传力可靠，满足结构的承载力、延性和耐久性要求。

3.0.3 应根据预制构件的功能部位、采用的材料、加工制作等因素，确定合理的公差。在必要的精度范围内，宜选用较大的基本公差。

3.0.4 装配式结构的构件拆分设计，应满足下列要求：

1 被拆分的预制构件应符合模数协调原则，优化预制构件的尺寸，减少预制构件的种类；

2 预制构件的拼接部位宜设置在构件受力较小的部位；

3 相关的连接接缝构造应简单，构件传力路线明确，所形成的结构体系承载能力安全可靠；

4 被拆分的预制构件应满足施工吊装要求，且应便于施工安装和进行质量控制。

3.0.5 装配整体式结构的预制构件在制作前，设计应向制作、施工单位进行技术交底，明确工程中预制构件的技术要求和质量验收标准。

4 材料

4.1 混凝土、钢筋和钢材

4.1.1 预制构件的混凝土强度等级不宜低于 C30，现浇混凝土构件的强度等级不应低于 C20，预制预应力构件混凝土的强度等级不宜低于 C40，且不应低于 C30。

4.1.2 装配式结构中普通受力钢筋的选用应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定，其中采用套筒灌浆和浆锚搭接方法连接的钢筋应采用屈服强度标准值不大于 500MPa 的带肋钢筋。

4.1.3 装配式结构中，混凝土的各项力学指标和有关结构混凝土材料的耐久性基本要求，以及钢筋的各项力学指标均应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定；钢材的各项性能指标应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

4.1.4 预制构件中采用的钢筋焊接网，应符合现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114 的规定。

4.1.5 预制构件脱模、翻转、吊装用内埋式螺母应采用碳素结构钢或低合金钢加工制作，内埋式吊杆及配套吊具一般采用铸钢件，其材质和性能应根据相应的产品标准和应用技术规定选用；当采用吊环时，应采用未经冷加工的 HPB300 钢筋制作。

4.2 连接材料

4.2.1 钢筋套筒灌浆连接接头的性能必须满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中 I 级接头的要求，同时应满足现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ xxx 的要求。

4.2.2 钢筋套筒灌浆连接接头用灌浆套筒应满足现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接用套筒》JG xxx 的要求。

4.2.3 钢筋套筒灌浆连接接头用单组份水泥基灌浆料应满足现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接用灌浆料》JG xxx 的要求。

4.2.4 当预制构件受力钢筋的连接采用浆锚搭接连接时，所采用的预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、灌浆料和被锚固的带肋钢筋，应进行连接适配性的试验验证，经鉴定确认安全可靠后方可采用；必要时尚应对预制构件进行连接性能的试验验证。

4.2.5 约束浆锚钢筋搭接连接应采用专业工厂生产的单组份预拌水泥基灌浆料，灌浆料的物理、力学性能应满足表 4.2.5 的要求。

表 4.2.5 约束浆锚钢筋搭接连接用灌浆料性能要求

项目		性能指标	试验方法
泌水率（%）		0	GB/T 50080-2002
流动度（mm）	初始值	≥ 200	GB/T 50448-2008
	30min 保留值	≥ 150	
竖向膨胀率（%）	3h	≥ 0.02	GB/T 50448-2008
	24h 与 3h 的膨胀值之差	0.02 ~ 0.5	
抗压强度（MPa）	1d	≥ 30	GB/T 50448-2008
	3d	≥ 50	
	28d	≥ 70	
对钢筋锈蚀作用		无	GB 8076-1997

4.2.6 预制构件连接用预埋件，应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

4.2.7 预制构件连接用钢筋锚固板，应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256-2011 的规定。

4.2.8 预制构件用连接件的钢材，以及焊接材料或螺栓材料应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 及行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

4.2.9 预制构件连接部位座浆材料的强度等级不应低于被连接构件混凝土的强度等级，且应满足表 4.2.9 的要求。

表 4.2.9 座浆用砂浆性能要求

项目	性能指标	试验方法
砂浆流动度	130mm~170 mm	GB/T 2419-2005
抗压强度_1 天	30 MPa	GB/T 17671-1999

5 结构设计基本规定

5.1 一般规定

5.1.1 装配式剪力墙结构适用的最大高度应符合表 5.1.1 的规定。

表 5.1.1 装配式剪力墙结构适用的最大高度 (m)

结构类型		设防烈度	
		7 度 (0.15g)	8 度 (0.2g)
装配式钢筋混凝土 剪力墙	外墙装配, 内墙现浇	100	90
	外墙装配, 内墙装配	90	80
圆孔板剪力墙		80	60
装配式型钢混凝土剪力墙		100	80

注: 1 房屋高度指室外地面到主楼屋面板板顶的高度(不包括局部突出屋顶部分);

2 外墙装配是指外墙由预制墙板和现浇段组成, 且其所占外墙总长度的比例不宜小于 90%;

3 内墙为部分装配、部分现浇时, 适用高度可在全装配的基础上适当提高。

5.1.2 装配式剪力墙结构的高宽比不宜超过表 5.1.2 的数值。

表 5.1.2 装配式剪力墙结构适用的最大高宽比

设防烈度	7 度 (0.15g)	8 度 (0.20g)
建筑高宽比	5.5	5.0

5.1.3 抗震设计时, 装配式剪力墙结构应根据抗震设防类别、烈度和房屋高度采用不同的抗震等级, 建筑的抗震等级应按表 5.1.3 确定。

表 5.1.3 装配式剪力墙结构的抗震等级

抗震设防烈度	7			8		
高度 (m)	≤24	>24 且 ≤70	>70	≤24	>24 且 ≤70	>70
剪力墙	四	三	二	三	二	一

注: 1 建筑场地为 I 类时, 应允许 8 度(0.20g)按照表内降低一度所对应的抗震等级采取抗震构造措施, 但相应的计算要求不应降低;

2 接近或等于高度分界时, 应允许结合房屋的建筑规则性、场地、地基条件确定抗震等

级；

- 3 建筑场地为Ⅲ、Ⅳ类时，对设计基本地震加速度为 0.15g 的地区，宜分别按抗震设防烈度 8 度（0.20g）时各类建筑的要求采取抗震构造措施。

5.1.4 装配式剪力墙结构的建筑平面、立面和竖向剖面布置的规则性应综合考虑安全性能、使用性能、经济性能等因素。宜选择整体简单、规则、均匀、对称的建筑方案，不规则的建筑结构应采取加强措施，不应采用特别不规则的建筑。剪力墙的布置尚应符合下列规定：

- 1 宜沿两个主轴或其他方向双向布置，且两个主轴方向的侧向刚度不宜相差过大。
- 2 自下而上宜连续布置，避免层间抗侧刚度突变。
- 3 门窗洞口宜上下对齐、成列布置，形成明确的墙肢和连梁；抗震设计时，一、二、三级剪力墙底部加强部位不应采用错洞墙，结构全高均不应采用叠合错洞墙。
- 4 剪力墙墙段长度不宜大于 8m，各墙段高度与长度的比值不宜小于 3。
- 5 内墙采用部分装配、部分现浇的结构形式时，现浇剪力墙的布置宜均匀、对称，对预制墙板宜形成可靠地拉结；宜在下列部位布置现浇剪力墙：

- 1) 电梯筒、楼梯间、公共管道井和通风排烟竖井等部位；
- 2) 抗震设防的重要构件，包括墙体和连梁；
- 3) 结构重要的连接部位，有较大应力和应变集中的部位；
- 4) 其他不宜采用预制剪力墙墙板的部位。

5.1.5 装配式剪力墙结构高层建筑宜设置地下室，地下室应采用现浇结构。抗震等级为一级时，结构底部加强部位应采用现浇剪力墙；二、三级时，结构底部加强部位宜采用现浇剪力墙。

5.1.6 装配式剪力墙结构伸缩缝的最大间距不宜大于 60m。

5.1.7 抗震设防烈度为 7 度时，不宜采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构；8 度时不应采用具有较多短肢剪力墙的剪力墙结构。短肢剪力墙墙肢的截面厚度不应小于 200mm。

- 注：1 短肢剪力墙是指，截面厚度不大于 300mm、墙肢截面高度与厚度之比的最大值大于 4 但不大于 8 的剪力墙；
- 2 有较多短肢剪力墙是指，在规定的水平地震作用下，短肢剪力墙承担的底部倾覆力矩大于结构底部总地震倾覆力矩的 30%。

5.1.8 装配式剪力墙结构的承载力极限状态和正常使用极限状态计算、结构抗风计算和多遇地震作用计算，可采用《混凝土结构设计规范》GB 50010、《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中剪力墙结构的计算方法；并宜符合下列规定：

- 1 接缝处混凝土的等效抗压强度应取预制构件、接缝处灌浆材料和现浇混凝土构件强度的较低值。
- 2 底部加强部位使用预制墙板时，对一、二级现浇剪力墙的剪力设计值宜取 1.2 的增大系数。
- 3 复合外墙板的混凝土外叶墙板刚度不应计入结构总抗侧刚度。
- 4 预制构件应对脱模、起吊、运输、安装等制作和施工阶段进行承载力和裂缝控制验算，此时结构重要性系数 γ_0 可取 0.9。

5.1.9 重力荷载代表值作用下，预制墙板构件的轴压比不应超过表 5.1.9 的限值。

表 5.1.9 预制剪力墙墙板构件轴压比限值

抗震等级		一级 (7、8 度)	二、三级
轴压比限值	普通墙	0.50	0.60
	短肢墙	0.45	0.55

5.1.10 装配式钢筋混凝土剪力墙结构应采用叠合楼盖、现浇楼盖或装配式整体式楼盖；采用叠合楼盖或现浇楼盖时，宜符合下列规定：

- 1 叠合楼盖可采用单向板、双向板和悬挑板的设计方案。
- 2 预制板宜采用每个房间一块的设计方案。
- 3 预制板厚度不应小于 50mm，且不宜大于楼板总厚度的二分之一；现浇层厚度不宜小于 60mm，且应满足管线的铺设和连接要求。
- 4 预制板顶面和侧边应设置抗剪粗糙面，平均凸凹不应小于 6mm。
- 5 预制板端部进入剪力墙的长度不应小于 15mm，且应伸出钢筋与墙体连接成为整体；锚固于墙体的钢筋面积不应小于该方向受力钢筋总面积的 50%，距离不宜大于 2 倍受力钢筋间距；钢筋宜伸过墙体中心线 50mm，且长度不应小于 150mm。
- 6 叠合双向板采用小板拼接方案时，拼接缝宜设在距支座边 0.2~0.4 倍净跨度的位置，拼接缝宽度不宜小于 150mm。
- 7 预制板宜设置桁架钢筋，桁架钢筋宜满足下列要求：

- 1) 沿板主受力方向单向布置;
- 2) 边距不宜大于 300mm, 间距不宜小于 400mm, 且不应大于 800mm;
- 3) 纵向钢筋直径不宜小于 8mm, 横向钢筋直径不应小于 4mm;
- 4) 桁架钢筋顶面混凝土保护层厚度不应小于 15mm。

5.1.11 装配式钢筋混凝土剪力墙结构在楼盖处应设置封闭的水平现浇带, 在屋盖和立面收进的楼盖处应设置封闭的现浇混凝土圈梁, 配筋宜符合表 5.1.11 的规定; 并宜符合下列规定:

- 1 水平现浇带的截面高度不应小于楼板的厚度, 且不宜小于 150mm。
- 2 圈梁的截面高度不应小于楼屋面板的厚度, 且不应小于 200mm。

表5.1.11 现浇圈梁和水平现浇带的配筋要求

抗震设防烈度		7度		8度	
现浇带	最小纵筋	2 ϕ 14		2 ϕ 14	
圈梁	最小纵筋	4 ϕ 12		4 ϕ 14	
	箍筋最大间距 (mm)	连梁、边缘构件区	150	连梁、边缘构件区	100
		其他区域	200	其他区域	150
	箍筋直径	≥ 8 mm		≥ 8 mm	

注: 1 水平现浇带和现浇圈梁在门窗洞口处应根据连梁设计要求, 综合确定配筋和构造。

2 当水平现浇带按暗梁设计时, 要求同现浇圈梁。

5.1.12 建筑外墙宜采用装饰、保温、结构一次成型的预制复合圆孔板墙板, 保温材料与圆孔墙板之间的拉结件宜采用非金属材料。

【说明】装饰、保温、结构一次成型可大幅度减少现场工作量, 保证构件的质量。

5.1.13 装配式钢筋混凝土剪力墙结构设计中, 应综合考虑预制构件制作和安装阶段误差的影响, 采取有效措施消除误差影响, 防止误差累积; 且应符合下列规定:

- 1 根据预制构件在制作、吊装和固定连接阶段的具体情况, 确定合理的误差系统。
- 2 预制构件之间应设置安装缝, 安装缝宽度不应小于 10mm。

5.1.14 抗震设计时, 构件及接缝的承载力抗震调整系数应按表 5.1.13 采用。当仅考虑竖向地震作用组合时, 抗震调整系数均应取为 1.0。

表 5.1.13 预制构件及接缝承载力抗震调整系数 γ_{RE}

构件及接缝类型及受力性质		γ_{RE}
外墙挂板	受弯	0.75
轴压比小于 0.15 的柱	偏压	0.75
轴压比不小于 0.15 的柱	偏压	0.80
剪力墙	偏压	0.85
各类构件	受剪、偏拉	0.85
接缝	受弯、偏拉、受剪	0.85
	局部受压	1.0

5.2 作用及作用组合

5.2.1 装配式剪力墙结构上的荷载应根据国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011、《高层建筑混凝土结构设计规程》JGJ 3 确定。

5.2.2 对预制构件进行计算时采用的荷载组合应符合《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定，并满足下列要求：

- 1 承载力(包括失稳)计算，应采用荷载的基本组合；
- 2 裂缝控制一、二级构件、预应力构件的变形、抗裂验算应采用荷载的标准组合；
- 3 裂缝控制三、四级构件的变形及裂缝宽度验算，应采用荷载的准永久组合。

5.2.3 进行后浇叠合层混凝土施工阶段验算时，叠合楼盖的施工活荷载取值应考虑实际施工情况且不宜小于 1.5 kN/m^2 。

5.3 结构分析

5.3.1 装配整体式结构承载能力极限状态及正常使用极限状态的作用效应分析可采用线弹性方法。

5.3.2 按弹性方法计算的风荷载或多遇地震标准值作用下的楼层层间最大水平位移与层高之比 $\Delta u/h$ 不宜大于 $1/1000$ 。

5.4 预制构件设计

5.4.1 装配式剪力墙结构中预制构件应考虑脱模、翻转、运输、安装和使用各个阶段的不同工况，并应根据相应的荷载值，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的规定，进行各个阶段的承载力、变形及裂缝控制验算。

5.4.2 预制构件应合理选择吊具和吊点的数量和位置，使其在脱模、翻转、运输及安装阶段满足设计要求。

5.4.3 建筑外墙宜采用预制夹心外墙板(图 5.4.3)，并应符合下列规定：

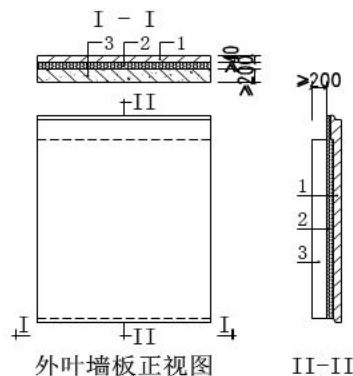


图 5.4.3 预制混凝土夹心保温外墙板构造示意

1—外叶墙板；2—保温层；3—内叶墙板

1 外叶墙板的厚度不应小于 40mm，且不宜大于 60mm，局部突出的建筑装饰线脚厚度尺寸不宜大于 100mm；混凝土强度等级不应低于 C30；墙板内应配置单层双向钢筋网片，钢筋直径不宜小于 4mm，钢筋间距不宜大于 150mm。

2 内叶墙板与外叶墙板之间应填充高效保温材料，保温材料应符合北京市对建筑节能和防火的性能要求；采取的构造措施，应使保温材料满足结构设计使用年限的耐久性能要求。

3 内叶墙板厚度不应小于 200mm，且应满足本章的各项规定。

4 预制夹心外墙板应通过连接件将内、外叶墙板及保温层连接成为整体，连接件的数量和布置方式应由计算确定；连接件的性能尚应符合下列规定：

- 1) 在正常使用极限状态、规定的地震作用和风荷载作用下，具有规定的抗拉、抗剪、抗折承载能力；
- 2) 内、外叶墙板在规定的变形下，应避免相互影响；
- 3) 在内、外叶墙板中应有可靠的锚固性能；

- 4) 连接件的材料和构造做法应避免产生冷桥；
- 5) 应具有符合结构设计使用年限规定的耐久性能。

5.4.4 预制墙板侧面、顶面及底面与现浇混凝土的结合面应做成抗剪粗糙面或抗剪键槽；当采用抗剪键槽时，键槽的数量应按计算确定，且每边不宜少于 4 个，抗剪键槽应与抗剪粗糙面共同使用；并应符合下列规定：

- 1 预制墙板底面抗剪粗糙面的凸凹不应小于 4mm。
- 2 抗剪键槽的深度不宜小于 30mm，底面宽度不宜小于 50mm，底面长度宜为 150~250mm，抗剪键槽端部斜面与水平面夹角宜为 $30^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ；抗剪键槽顶面到墙板边的距离不宜小于 40mm，抗剪键槽顶面的净间距不宜小于 150mm(图 5.4.4)。

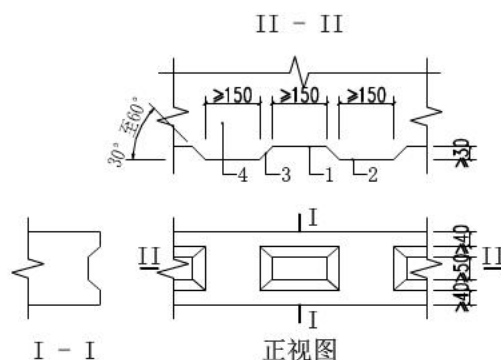


图 5.4.4 抗剪键槽构造示意

1—底面；2—顶面；3—斜面；4—墙板

5.4.5 预制墙板的配筋应满足《建筑抗震设计规范》GB 50011 和《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3 中对剪力墙、连梁和边缘构件的要求，并宜符合下列规定：

- 1 一级和二、三级预制墙板的竖向连接钢筋面积应计算确定，且应分别不少于 1.2 和 1.1 倍墙体竖向钢筋实配面积。
- 2 预制墙板钢筋宜采用机械锚固措施（图 5.4.5-1），钢筋锚固长度折减系数不宜小于 0.65；端部设置弯钩和螺栓锚头做法（图 5.4.5-1 a 至 c）可用于水平钢筋，螺栓锚头和端部贴焊锚固钢筋的做法（图 5.4.5-1 c 至 e）可用于竖向钢筋；采用机械锚固措施时，连梁纵向受力钢筋的水平段锚固长度不应小于 400mm。

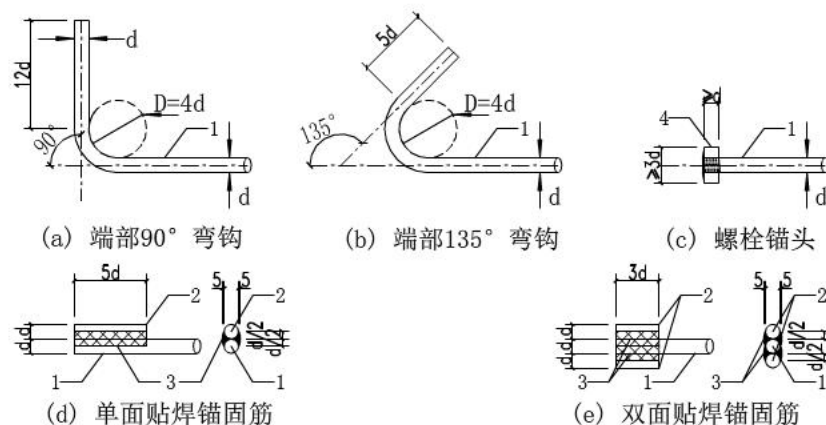


图 5.4.5-1 钢筋采取机械锚固措施构造示意

1—纵向钢筋；2—锚固钢筋；3—焊缝；4—螺栓锚头

3 在满足构造合理、制作和安装施工简便的要求下，预制墙板钢筋的混凝土保护层厚度宜适当加大；纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不宜小于 20mm 和钢筋直径的较大值。

4 预制墙板两侧伸出钢筋的长度、间距和端部做法宜采用统一的标准做法；钢筋锚固于现浇段边缘构件区域内时，可采用直锚形式，锚固长度不应小于 250mm；钢筋锚固于现浇段墙体区域内时，可采用弯锚形式，水平段锚固长度不宜小于 150mm（图 5.4.5-2）。

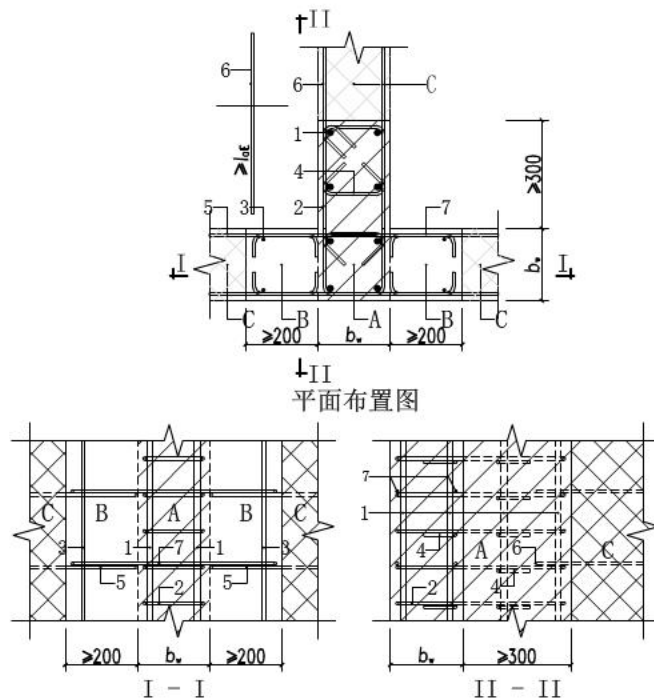


图 5.4.5-2 预制墙板水平钢筋连接、锚固构造示意

A—现浇段边缘构件区；B—现浇段墙体区；C—预制墙板

1—现浇段边缘构件纵筋；2—现浇段边缘构件箍筋；3—现浇段墙体竖向分布筋；
4—现浇段边缘构件拉筋；5，6—预制墙板水平分布钢筋；7—现浇段水平连接钢筋

5 预制墙板洞口上部的预制连梁可与水平现浇带、圈梁合并为一个整截面连梁进行设计；预制墙板顶面应伸出连接开口箍筋，箍筋的间距不宜大于 300mm 和 2 倍箍筋间距的较小值，预制墙板顶面的抗剪粗糙面凸凹不应小于 4mm。当按整截面高度计算连梁跨高比小于等于 2.5 时，宜按双连梁设计；预制墙板顶面伸出的连接开口箍筋间距不宜大于 400mm 和 3 倍箍筋间距的较大值（图 5.4.5-3），预制墙板顶面抗剪粗糙面的凸凹可取为 2mm。

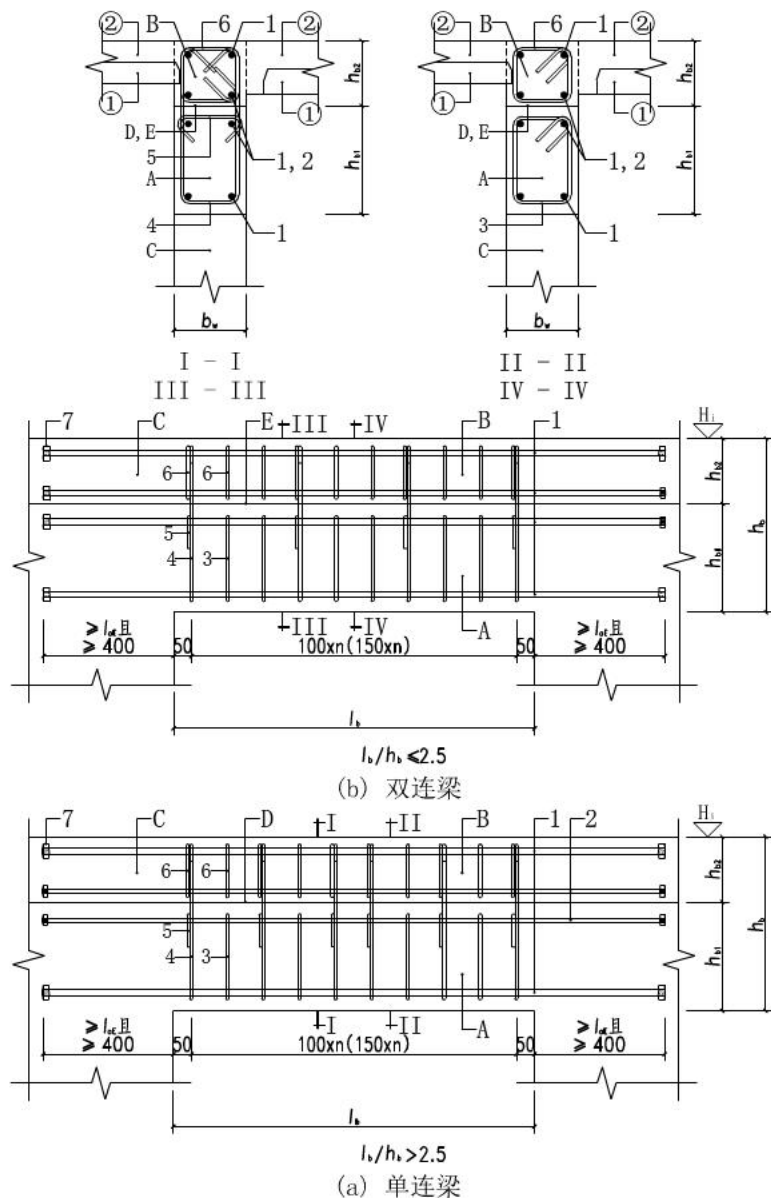


图 5.4.5-3 预制墙板连梁构造示意

A—预制连梁；B—水平现浇带，圈梁；C—预制墙板；D，E—抗剪粗糙面；H₁—楼层结构标高

①—预制楼板；②—现浇楼板

1—连梁纵筋；2—连梁架立钢筋；3—预制连梁箍筋；4—连接开口箍筋；5—拉筋；

6—水平现浇带箍筋；7—螺栓锚头

6 预制墙板边无边缘构件时，宜配置 2 根直径不小于 10mm 的纵向钢筋；沿高度方向应设置拉筋，直径不宜小于 6mm、间距不宜大于 300mm 和 2 倍水平钢筋间距的较大值。

7 墙体竖向和水平分布钢筋的配筋率，一、二、三级时不应小于 0.25%，四级时不应小于 0.20%；分布钢筋直径不应小于 8mm，且不宜大于墙板厚度的 1/10；分布钢筋的间距不宜大于 200mm。

5.4.6 预制墙板采用吊装用预埋螺母时，螺母中心宜与预制墙板截面重心重合；螺母周边宜设置螺旋箍筋，直径不小于 4mm、螺距不大于 60mm，螺旋箍筋有效约束区的直径不宜小于 2 倍预埋螺母的外径尺寸。

5.4.7 预制构件中普通钢筋及预应力筋的混凝土保护层厚度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的要求外，尚应符合相关规范的防火要求；当受弯构件的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，宜对保护层采取有效的防裂构造措施。

5.4.8 两端简支的预制板楼梯宜配置连续的上部钢筋，最小配筋率为 0.15%。分布钢筋直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 250mm；下部钢筋应按计算确定。

5.4.9 预埋吊件应满足下列要求：

1 预制构件吊装用预埋吊件的位置应能保证构件在吊装、运输过程中平稳受力。设置预埋件、吊环、吊装孔及各种内埋式预留吊孔具时，并对构件在该处承受的吊装作用效应进行承载力的验算，并应采取构造措施避免吊点处混凝土局部破坏；

2 内埋式螺母或内埋式吊杆的设计与构造，应满足起吊方便和和吊装安全的要求。专用内埋式螺母或内埋式吊杆及配套的吊具，应根据相应的技术规程选用；

3 吊环锚入混凝土的深度不应小于 $30d$ 并应焊接或绑扎在钢筋骨架上， d 为吊环钢筋的直径。在构件的自重标准值作用下，每个吊环按二个截面计算的吊环应力不应大于 65 N/mm^2 ；当在一个构件上设有四个吊环时，应按三个吊环进行计算。

5.4.10 预制墙板设计尚应符合下列规定：

1 机电设备预埋管线和线盒、制作和安装施工用预埋件、预留孔洞应统筹设置，对墙板结构性能的削弱应采取必要的加强措施。

2 预制墙板表面设置的连接、安装用预埋锚板、预埋螺栓和内置螺母等宜凹入墙板面 15mm；安装施工完成后，应使用提高一个强度等级的补偿收缩细石混凝土填实抹平。

5.4.11 预制墙板设有边长小于 800mm 的小洞口、且在结构整体计算中不考虑其影响

时，应在洞口上、下和左、右配置补强钢筋(图 5.4.11)；并应符合下列规定：

1 补强钢筋不宜小于 $2\phi 12$ ，且洞口每边设置的补强钢筋面积不应小于被洞口截断的墙板分布钢筋面积的 50%。

2 洞口边距预制墙板边的尺寸不宜小于 300mm。

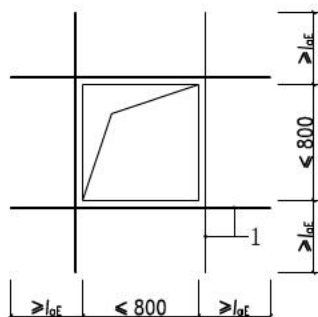


图 5.4.11 预制墙板小洞口补强配筋构造示意

1—补强钢筋；非抗震设计时图中 l_{aE} 取 l_a

5.5 连接设计

5.5.1 预制墙板与现浇混凝土连接缝的承载力应按下列要求进行验算：

1 持久设计状况、短暂设计状况：

$$\gamma_j \gamma_0 S_d \leq R_{jd} \quad (5.5.1-1)$$

2 地震设计状况：

$$\gamma_j S_d \leq R_{jdE}/\gamma_{RE} \quad (5.5.1-2)$$

在控制区域时，尚应满足： $R_{jdE} \geq \eta_j R_m$ (5.5.1-3)

注：控制区域是指预制墙板边缘构件区和结构的底部加强部位。

式中： S_d ——承载力极限状态下作用组合的效应设计值：对持久设计状况和短暂设计状况按作用基本组合计算，对地震设计状况按作用的地震组合计算；

R_{jd} ——静力承载力极限状态下接缝承载力设计值；

R_{jdE} ——地震作用承载力极限状态下接缝承载力设计值；

R_m ——地震作用承载力极限状态下被连接构件的承载力设计值，即被连接构件的正截面抗压、抗拉、抗弯承载力和斜截面抗剪承载力设计值；

η_j ——接缝强连接承载力增大系数，应按表 5.5.1-1 取用；

γ_0 ——结构重要性系数，按《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定取用；

γ_j ——接缝内力增大系数，应按表 5.5.1-2 取用；

γ_{RE} ——接缝承载力抗震调整系数，应按表 5.5.1-3 取用。

表 5.5.1-1 接缝强连接承载力增大系数 η_j

抗震等级	一	二	三	四
抗剪连接	1.5	1.3	1.2	1.1
其他连接	1.1	1.1	1.1	1.0

5.5.1-2 接缝内力增大系数 γ_j

抗震等级	一	二	三	四
抗剪连接	1.4	1.2	1.1	1.0
其他连接	1.1	1.1	1.0	1.0

表 5.5.1-3 预制混凝土构件和连接缝承载力抗震调整系数 γ_{RE}

预制混凝土构件类别及连接缝	承载力特征	γ_{RE}
梁	正截面受弯	0.75
剪力墙	偏心受压	0.85
各类构件及节点	斜截面受剪、偏心受拉	0.85
接缝	受弯、偏心受拉、受剪	0.85
	局部受压	1.0

注：预埋件锚筋截面计算的承载力抗震调整系数 γ_{RE} 应取为 1.0。

5.5.2 接缝受压、受拉及受弯承载力设计值，可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 构件的相应规定计算，其中接缝抗压强度，应取构件、灌浆材料以及后浇混凝土的抗压强度的较低值。

5.5.3 装配式剪力墙结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据受力特点选用机械连接、套筒灌浆连接、焊接连接、浆锚搭接连接；当采用机械连接时，应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的要求；当采用套筒灌浆连接时，应满足现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》的要求。

5.5.4 节点及接缝处的钢筋采用浆锚搭接连接时，宜采用配置约束螺旋箍筋的形式并应满足下列要求：

1 当位于同一连接区段的钢筋搭接接头面积百分率为 100% 时，受拉钢筋的搭接长度按下列公式计算：

$$l_l = \zeta l_a$$

式中：

l_l —— 受拉钢筋的搭接长度；

l_a — 受拉钢筋的锚固长度,按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 计算。当充分利用钢筋的抗压强度时,锚固长度不应小于受拉锚固长度的 0.7 倍。

ζ — 受拉钢筋搭接长度修正系数。

2 受拉钢筋搭接长度修正系数 ζ 应满足: $1.0 \leq \zeta \leq 1.6$, 此时螺旋箍筋配箍量由下式计算:

$$A_{sv} \geq \frac{1}{4\sigma_s} S_v \left[\frac{f_y d^2}{\zeta l_a} - f_{tk} \left(\frac{B}{2} - 2d \right) \right]$$

ρ_v — 螺旋箍筋体积配箍率;

A_{sv} — 螺旋箍筋截面面积 (mm^2);

S_v — 螺旋箍筋间距 (mm);

f_y — 纵筋抗拉强度设计值 (N/mm^2);

d — 纵筋直径 (mm);

B — 剪力墙厚度 (mm);

σ_s — 螺旋箍筋应力值, $\sigma_s = 2\alpha_E f_{tk}$;

α_E — 钢筋和混凝土弹性模量比值;

f_{tk} — 混凝土抗压强度标准值 (N/mm^2)。

3 约束浆锚钢筋搭接连接长度按较大直径钢筋计算,并不应小于 300mm。

4 在约束浆锚钢筋搭接连接长度范围内,螺旋箍筋直径不应小于 4mm,间距不应大于 80mm,两端并紧不宜少于两圈,混凝土保护层厚度不应小于受力钢筋保护层厚度。

5 直径大于 25mm 的钢筋、直接承受动力荷载构件的纵筋不宜采用约束浆锚搭接连接。

5.5.5 预制构件与现浇混凝土的结合面宜做成粗糙面或键槽,并应满足下列要求:

1 预制板与现浇混凝土之间的水平结合面宜做成粗糙面,凸凹不宜小于 4mm;

2 预制墙板的顶面、底面宜做成粗糙面,侧面宜做成粗糙面或键槽;粗糙面凸凹不宜小于 6mm,键槽深度不宜小于 20mm,键槽高度不宜大于深度的 3 倍,键槽端部斜面与侧面的倾角宜为 45° ;

3 采用化学处理时,露出骨料尺寸不宜小于骨料粒径的 1/3。

5.5.6 预制构件纵向受力钢筋宜在节点区直线锚固,当直线锚固长度不足时可采用弯折、锚固板、锚头等机械锚固措施。

5.5.7 采用预埋件连接时,应按施工过程和使用阶段中的各种不利荷载的组合进行预埋件等连接承载力的计算,并应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的要求。

5.5.8 连接节点应采取防腐蚀措施，其耐久性应满足工程设计使用年限的要求。所有外露金属件（包括连接件和预埋件）的设计均应考虑环境类别的影响进行封锚或防腐防锈处理。有防火要求的连接件应采取防火措施。

5.5.9 预制构件的精度和连接部位构造应与连接方式相适应。预制构件尺寸、连接筋、预留孔洞及预埋件等位置应符合有关规范的要求。

5.5.10 预制楼梯与支承构件之间宜采用简支连接，并应符合下列要求：

- 1 预制楼梯两端宜分别作为固定铰和滑动铰，并应留出转动的位移空间；
- 2 预制楼梯端部应有防止位移过大时楼梯从支承构件上滑落的构造措施，且在支承构件上的搁置长度不宜小于 75mm。

5.6 楼盖设计

5.6.1 装配式剪力墙结构的楼板宜采用叠合楼盖，也可采用装配整体式楼板，但各预制楼板之间应设置后浇带，保证预制楼板之间的有效连接。

5.6.2 楼板与墙之间的连接，应能起到传递水平力的作用，并采取相应的措施保证楼板平面内的整体刚度。

5.6.3 用于采用装配式楼盖的叠合楼板应符合下列要求：

- 1 叠合板的预制板厚度不宜小于 50mm，现浇层厚度不应小于 50mm；
- 2 当叠合板的预制板搁置在剪力墙上时，搁置长度不宜小于 15mm；
- 3 当叠合板中的预制板采用空心单孔板时，板端堵头宜留出不小于 50mm 的空腔，并采用强度等级不低于 C30 的混凝土浇灌密实；
- 4 对于楼板较厚及整体性要求较高的楼盖或屋盖结构，宜采用桁架钢筋叠合楼板。

5.6.4 对叠合面不配抗剪钢筋的叠合板，其叠合面的受剪强度应符合下列公式的要求：

$$\frac{V}{bh_0} \leq 0.4$$

式中：

- V — 水平结合面剪力设计值 (N)；
 b — 叠合面的宽度 (mm)；
 h_0 — 叠合面的有效高度 (mm)。

5.6.5 对以下情况，叠合板的叠合面应设置抗剪构造钢筋：

- 1 当叠合板跨度超过 5m 时的板，周边 1/4 的跨范围内；

2 当相邻悬挑板的上部钢筋伸入叠合板中的锚固范围内；

预埋在预制板内的抗剪构造钢筋，直径不应小于 6mm，中间间距不应小于 600mm，伸入到现浇层上部钢筋处且不应小于 40mm。

5.6.6 叠合楼板可采用单向或双向预制叠合板的形式。

5.6.7 叠合板端支座处，预制板内的纵向受力钢筋宜从板端伸出并锚入支撑梁或墙的现浇混凝土层中，锚固长度不应小于 $5d$ 及 100mm 的较大值，且宜伸过支座中心线。单向预制板的板侧支座处，钢筋可不伸出，支座处宜贴预制板顶面在现浇混凝土中设置附加钢筋；附加钢筋面积不宜小于预制板内同向钢筋面积，在现浇混凝土层内锚固长度不小于 $0.8l_a$ ，在支座内锚固长度不应小于 $5d$ 及 100mm 的较大值，且宜伸过支座中心线。

5.6.8 单向预制叠合板板侧的分离式拼缝宜配置附加钢筋，并应符合下列规定：

1 在接缝处贴预制板顶面设置垂直于板缝的接缝钢筋，接缝钢筋与预制板钢筋的搭接长度在板跨中部位不应小于 $1.2l_a$ ；

2 接缝钢筋配筋率不宜小于该方向预制板中受力钢筋的 30%，且配筋率不宜小于 0.3%；钢筋直径不宜小于 8mm，间距不宜大于 200mm。

5.6.9 双向预制叠合板板侧的整体式拼缝可采用后浇带的形式，并应符合下列规定：

1 接缝处板厚不应小于 $10d$ ， d 为接缝处两侧预制板中伸出受力钢筋的直径；

2 在接缝处预制板内的纵向受力钢筋自板侧伸出，并锚入现浇层内，锚固长度不应小于 l_a ；两侧钢筋在接缝处重叠的搭接长度不应小于 $10d$ ，钢筋弯折角度不应大于 30 度，弯折处应沿接缝方向配置不小于 2 6 通长构造筋，且直径不应小于 $0.5d$ ；

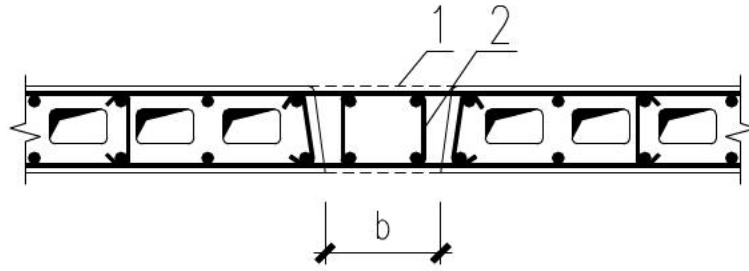
3 板侧应设置键槽或处理为粗糙面；

4 板缝内的后浇混凝土强度等级应高于预制板的混凝土强度等级，且不应低于 C30，宜采用补偿收缩混凝土；

5 接缝宜设置在叠合板的次要受力方向上且宜避开弯矩最大处；

6 可按弹性双向板计算垂直接缝的受力钢筋配置量并应增大 15% 配置。

5.6.10 装配整体式楼盖可采用空心楼板；采用空心楼板时，装配整体式楼板宜按单向板设计。装配整体式楼板之间的连接宜采用图 5.6.10 所示的方式，其中 b 的宽度不宜小于 300mm；



1—楼板间后浇区；2—预制楼水平甩出的分布筋； b—预制楼板水平间距

图 5.6.10 预制楼板之间连接示意图

5.6.11 板的负弯矩可进行调幅，设置在现浇层内的负弯矩钢筋应按叠合受弯构件的计算确定，其构造要求与现浇板的负弯矩钢筋相同。

5.6.12 阳台板宜采用预制构件或预制叠合构件。当采用预制叠合构件时，悬臂叠合构件负弯矩钢筋应在现浇层中锚固并应置于现浇层主要受力钢筋下侧。

6 装配式钢筋混凝土剪力墙结构

6.1 一般规定

6.2.1 本章适用于采用钢筋套筒灌浆连接接头、钢筋浆锚搭接连接接头、钢筋焊接连接接头等作为预制墙板竖向钢筋连接方式的装配式钢筋混凝土剪力墙结构。装配式钢筋混凝土剪力墙的最大高度、高宽比和抗震等级应符合本规程第 5 章的规定。装配式钢筋混凝土剪力墙结构的装配方案宜采用如下形式：

- 1 外墙为装配整体式剪力墙，内墙为现浇剪力墙；
- 2 外墙为装配整体式剪力墙，内墙部分为装配整体式剪力墙、部分为现浇剪力墙。

注：本章中预制墙板是预制混凝土剪力墙墙板的简称，包括普通预制剪力墙墙板和复合夹心保温混凝土外墙板。

6.1.2 对抗震等级四级和二、三级墙肢轴压比小于等于 0.3 时，底部加强部位可采用部分装配的结构形式，但应对预制墙板的连接采取加强措施，并宜符合下列规定：

- 1 预制墙板与现浇段接缝的承载力应符合本规程第 6.3.3 条的要求。
- 2 预制墙板两侧面、顶面及底面宜同时使用抗剪粗糙面和抗剪键槽的做法，且抗剪粗糙面的凸凹度宜大于等于 4mm。
- 3 预制墙板周边可设置抗剪件，构造做法可参照本规程第 8 章的相关规定。

6.2 预制墙板设计

6.2.1 预制墙板可采用一字形、L 形、T 形或 U 形等截面形状（图 6.2.1-1）。预制墙板两侧的拼接部位宜设在结构受力较小的部位，并应符合下列规定：

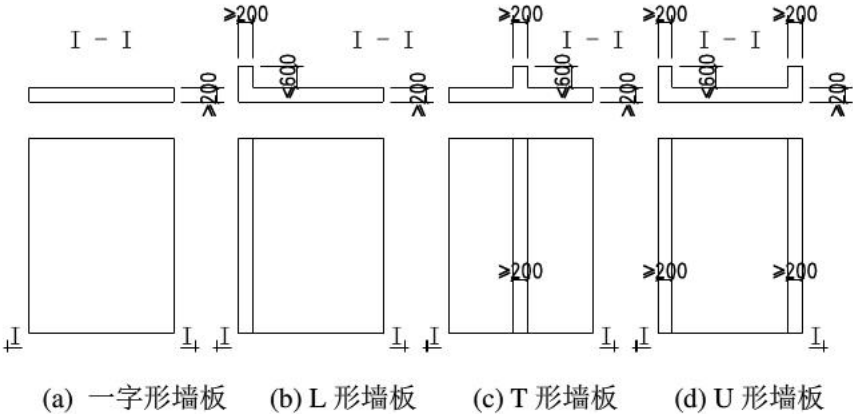


图 6.2.1-1 预制墙板截面类型示意

- 1 预制墙板宜按建筑开间和进深尺寸划分，宽度不宜大于 7.2m，高度不宜大于层高。
- 2 预制墙板截面厚度不宜小于 200mm。
- 3 L 形、T 形或 U 形预制墙板的短边宽度不宜大于 600mm。
- 4 预制墙板设有建筑门窗洞口时，洞口两侧的预制墙板宽度不宜小于 400mm，洞口上方和下方的高度不应小于 250mm，洞口宜在预制墙板宽度方向居中设置（图 6.2.1-2）。

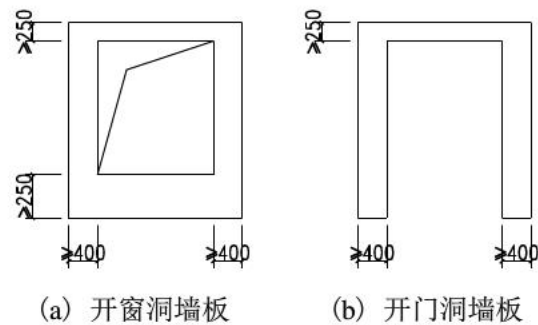


图 6.2.1-2 预制墙板尺寸要求

6.2.2 预制墙板竖向钢筋采用套筒灌浆钢筋连接接头时，宜符合下列规定：

- 1 预制墙板内构造边缘构件的范围宜按图 6.2.2-1 中阴影部分采用；构造边缘构件纵向受力钢筋的连接，一级时应逐根连接，二、三级时宜逐根连接，连接钢筋的最小配筋应满足表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 预制墙板构造边缘构件纵向连接钢筋的最小配筋

抗震等级	底部加强部位	其他部位
一	6 Φ 18	6 Φ 16
二	5 Φ 16	5 Φ 14
三	5 Φ 14	5 Φ 12
四	4 Φ 14	4 Φ 12

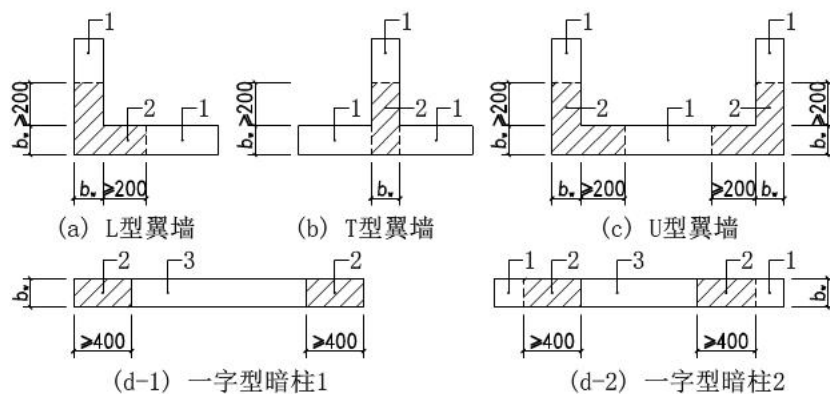


图 6.2.2-1 预制墙板的构造边缘构件范围

1—预制墙板墙体；2—预制墙板构造边缘构件；3—预制墙板洞口

2 预制墙板竖向分布钢筋可采用单排连接方式，套筒应在墙体厚度方向居中设置；沿墙体宽度方向的套筒中心距，一级时不宜大于 300mm，二、三级时不宜大于 400mm，四级时不宜大于 600mm；双列布置套筒时，套筒中心到预制墙板边不应小于 50mm，墙板厚度方向相邻套筒中心距不应小于 1.5 倍套筒直径(图 6.2.2-2)。

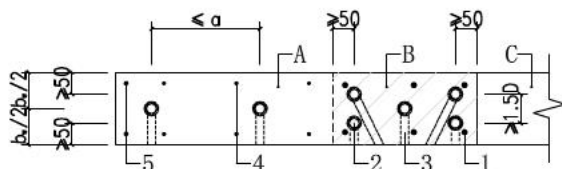


图 6.2.2-2 预制墙板内钢筋连接套筒布置示意

A—墙体；B—构造边缘构件；C—洞口；a—钢筋套筒沿墙宽的中心距

1—构造边缘构件纵筋；2—套筒；3—注浆/出浆口；4—竖向分布钢筋；5—端部纵筋，大于等于 2φ10

6.2.3 抗震设计时，非底部加强部位的二、三和四级预制墙板竖向钢筋连接可采用浆锚搭接钢筋连接接头的形式（图 6.2.3），并应符合下列规定：

1 二、三级预制墙板的竖向钢筋应逐根连接；连接钢筋面积应计算确定，且不应少于 1.1 倍墙体竖向钢筋实配面积；直径大于等于 20mm 的钢筋不宜采用浆锚搭接连接接头。

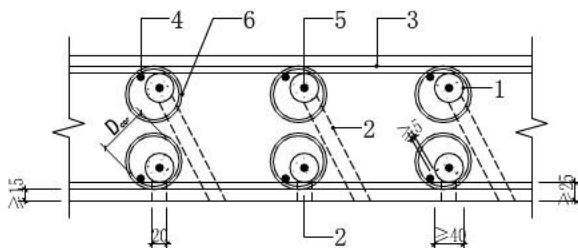


图 6.2.3 浆锚搭接钢筋连接接头构造示意

1—预留插筋孔；2—灌浆/出浆孔；3—水平钢筋；4—墙板纵筋；

5—连接纵筋；6—螺旋箍筋； D_{cor} —螺旋箍筋内径

2 预制墙板预留插筋孔的直径宜取 40mm 和 2.5 倍连接钢筋直径的较大值，灌浆孔边到墙板边的距离不宜小于 25mm。

3 预制墙板预留插筋孔下部应设置灌浆孔，灌浆孔中心至预制墙板底边的距离宜为 25mm；预制墙板预留插筋孔上部应设置出浆孔，出浆孔中心宜高于插筋孔顶面；灌浆孔和出浆孔的直径宜为 20mm，应布置于预制墙板的同一侧面，且在预制墙板表面宜均匀分布。

4 在钢筋连接范围应配置螺旋箍筋。螺旋箍筋直径不应小于 4mm，螺距不宜大于 15 倍箍筋直径和 80mm 的较小值，两端并紧不宜少于两圈；螺旋箍筋的围合直径不宜小于 4 倍连接钢筋的直径，混凝土保护层厚度不应小于 15mm，螺旋箍筋距灌浆孔边不宜小于 5mm；螺旋箍筋的最小配筋量应按表 6.2.3 的规定取用。

5 竖向钢筋可在同一截面进行 100%搭接连接，搭接长度按下式计算确定，且不应小于 300mm。

$$l_1 = \zeta l_a \quad (6.2.3)$$

式中： l_1 —— 钢筋搭接长度；

l_a —— 受拉钢筋的锚固长度，按《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定取用；抗震设计时， l_a 应取 l_{aE} ；当充分利用钢筋的抗压强度时，尚不应小于锚固长度的 0.7 倍；

ζ —— 钢筋搭接长度修正系数，取值范围是 1.0~1.6。

表 6.2.3 约束螺旋箍筋最小配筋

钢筋搭接长度修正系数 ζ	钢筋直径 d (mm)					
	8	10	12	14	16	18
1.6	——	——	——	——	——	4—60
1.4	——	——	——	——	4—60	4—50
1.2	——	——	——	4—60	4—50	4—40
1.0	4—60	4—60	4—60	4—50	4—40	6—60
螺旋箍筋最小内径 D_{cor} (mm)	70	70	75	75	80	80

注：1 表中数值 4—60 代表：螺旋箍筋直径—螺距。

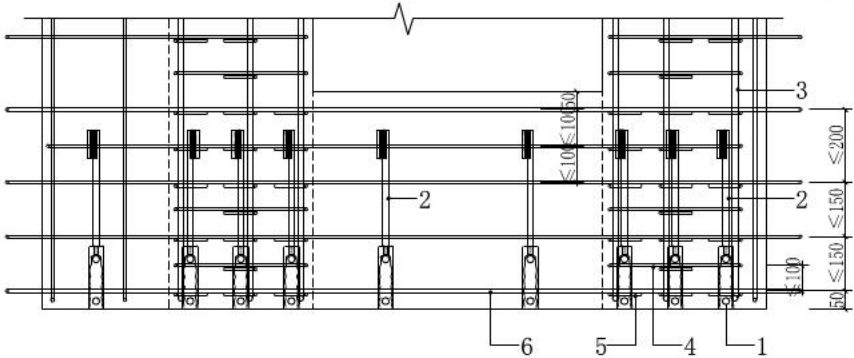
2 查表时，钢筋直径 d 取搭接钢筋中直径较大者。

6.2.4 预制墙板底部的竖向钢筋连接区内，水平钢筋应加密布置，加密布置高度不应小于 300mm，且在钢筋连接范围的双层钢筋网之间应设置拉筋，横向钢筋应符合

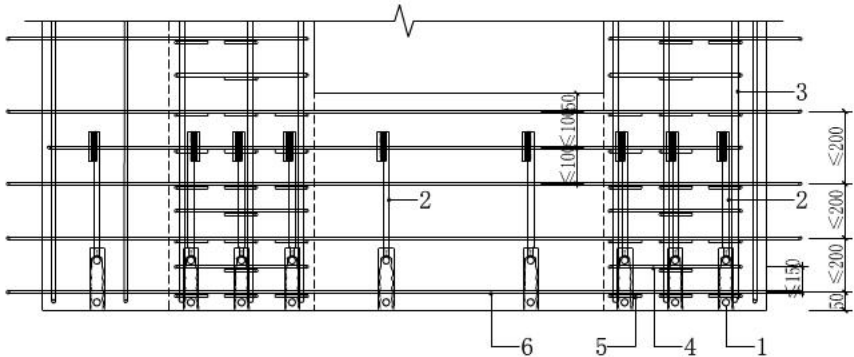
表 6.2.4 的设置要求；竖向钢筋连接在边缘构件区内时，横向钢筋宜采用封闭箍筋的形式(图 6.2.4)。

表6.2.4 水平钢筋和箍筋加密间距要求

抗震等级	部位	水平分布钢筋和箍筋		拉筋	
		最大间距	最小直径	最大间距	最小直径
一、二	边缘构件区域	100mm	8mm	300和2倍钢筋间距的较小值	8
	一般区域	150mm			8
三、四	边缘构件区域	150mm	8mm	450和3倍钢筋间距的较大值	6
	一般区域	200mm			6



(a) 一、二级抗震等级

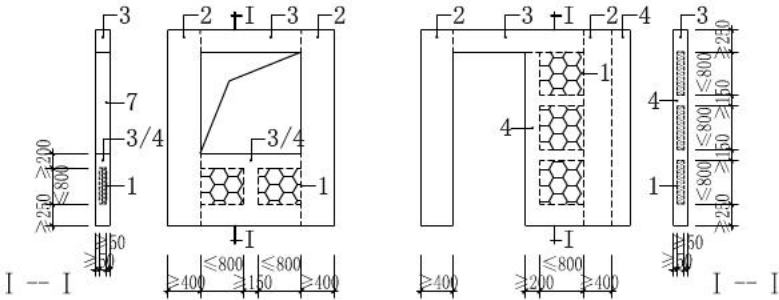


(b) 三、四级抗震等级

图 6.2.4 预制墙板底部竖向钢筋连接区段水平钢筋构造示意

1—套筒；2—锚固钢筋；3—纵向钢筋；4—箍筋；5—拉筋；6—水平钢筋

6.2.5 预制墙板内可采用填充轻质材料的做法(图 6.2.5)，并应符合下列规定：



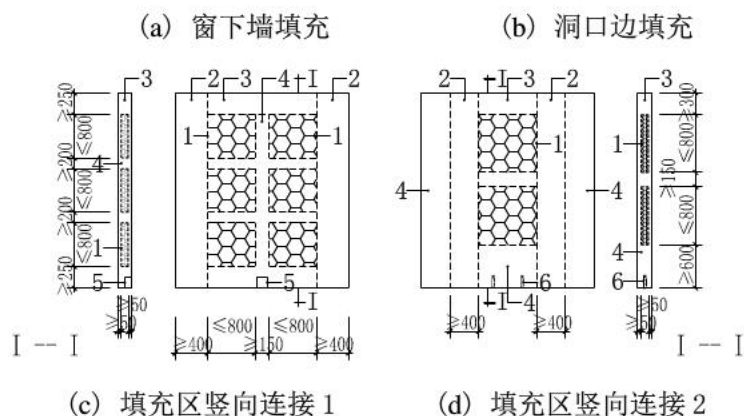


图 6.2.5 预制墙板设置填充材料构造示意

6—钢筋套筒或灌浆孔；7—洞口

2 填充体长边尺寸不宜大于 800mm, 填充体净间距不宜小于 150mm;

4 填充体至预制墙板内洞口的距离不宜小于 200mm。

注：Γ型预制墙板俗称“刀把板”，即一字型预制墙板的预制连梁一端为自由端。

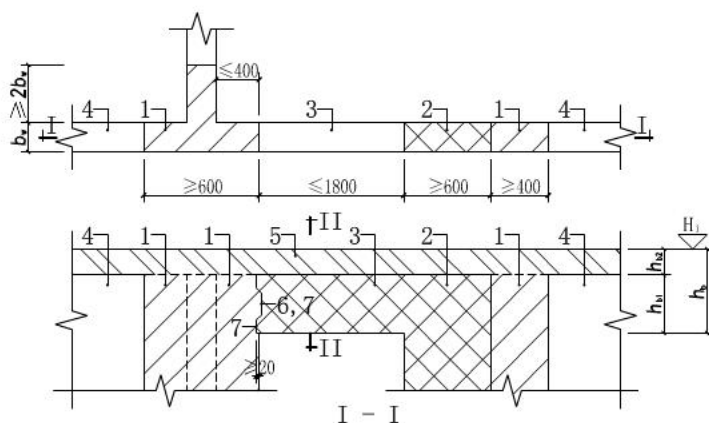


图 6.2.6 Γ 型预制墙板布置、构造示意

1—现浇段；2— Γ 型预制墙板墙肢；3— Γ 型预制墙板连梁；4—预制墙板；

5—水平现浇带，圈梁；6—抗剪键槽；7—抗剪粗糙面

A—纵筋；B—架立筋；C、D—开口箍筋；E—拉筋；F—封闭箍筋； H_1 —楼层结构标高

1 Γ 型预制墙板的墙肢宽度不宜小于 600mm；预制连梁长度不应大于 1.8m，高度不宜小于 300mm。

2 在预制连梁的自由端宜设置现浇边缘构件，边缘构件长度不宜小于 600mm。

3 预制连梁宜与楼层水平现浇带和圈梁形成整体受力的叠合梁；叠合梁的高度 h_b 不宜小于 400mm。

4 预制连梁伸入现浇段内长度不宜小于 20mm，端部侧边应设置抗剪键槽和抗剪粗糙面；粗糙面的凸凹尺寸不应小于 4mm，抗剪键槽的尺寸应符合第 5.4.4 条的规定；叠合连梁钢筋配置尚应符合下列规定：

- 1) 叠合连梁与现浇段宜采取刚接连接时，连梁纵筋在现浇段内的锚固长度不应小于 l_a ，抗震设计时不应小于 l_{aE} ；
- 2) 叠合连梁与现浇段采取简支连接时，现浇段应设置翼墙，翼墙的长度不宜小于 3 倍墙厚；叠合连梁纵筋在现浇段内的锚固长度不应小于 $0.7l_a$ ，且不应小于 300mm；
- 3) 叠合连梁的箍筋宜采用封闭箍筋形式，也可采用 U 型开口箍、现场封闭的形式，U 型箍筋搭接长度不应小于 10 倍箍筋直径。

6.2.7 楼梯间墙体为建筑外墙时，预制墙板的划分和连接构造除满足承载力要求外，墙体平面外稳定性尚应满足要求；并宜符合下列规定：

1 预制墙板的宽度不宜大于 4.0m，竖向钢筋宜采用双排连接，连接钢筋水平间距不宜大于 400mm(图 6.2.7)；

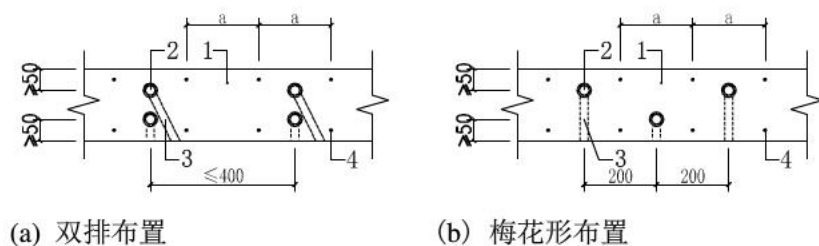


图 6.2.7 楼梯间外墙竖向连接钢筋布置示意

1—预制墙板；2—连接套筒；3—灌浆/出浆口；4—竖向钢筋；a—竖向钢筋间距

2 楼梯间墙体长度大于 5.0m 时，在墙体中间宜设置现浇段，现浇段的长度不宜小于 400mm；

3 每层应设置水平现浇带，现浇带的高度不宜小于 300mm，水平现浇带的配筋应符合本规程第 5 章现浇圈梁的规定；

4 楼梯平台板和楼梯梁宜采用现浇结构，平台板的厚度不宜小于 100mm；

5 预制楼梯侧面应设置连接件与预制墙板连接，连接件的水平间距不宜大于 1.5m。

6.3 连接设计

6.3.1 同一楼层内，预制墙板应通过竖向现浇段和水平现浇带或圈梁，实现墙体、墙体与楼盖结构的整体式连接。宜根据对连接性能的设计要求，分别采用适宜的连接方式。连接构造做法应与结构整体计算模型相吻合，并使预制墙板在制作和安装施工环节简便易行。

6.3.2 当预制墙板满足本规程第 6.2 节的规定，且预制墙板的连接构造满足第 6.3.4 条至 6.3.8 条的规定时，对预制墙板底面水平连接缝的正截面受压、受拉、受弯承载力和预制墙板两侧竖向连接缝的受剪承载力可不进行验算。

6.3.3 预制墙板底面水平接缝的受剪承载力设计值应按下列公式进行计算：

1 当轴力为压力时：

$$V_{jd}=0.6f_yA_s+0.8N \quad (6.3.3-1)$$

式中： V_{jd} —— 水平接缝处受剪承载力设计值；

f_y —— 钢筋抗拉强度设计值；

A_s —— 垂直于结合面的抗剪钢筋面积；

N —— 与剪力设计值 V 对应的垂直于结合面的轴力设计值；一级时，当轴力大于 $0.5f_cbh_0$ ，取为 $0.5f_cbh_0$ ；二、三、四级时，当轴力大于 $0.6f_cbh_0$ 时，取为 $0.6f_cbh_0$ 。

2 当轴力为拉力时：

$$V_{jd}=0.6(f_y A_s-N) \quad (6.3.3-2)$$

6.3.4 预制墙板之间的连接现浇段宜设置在纵横墙交叉处；现浇段的范围宜覆盖剪力墙边缘构件集中配筋的阴影区，且应符合下列规定：

1 现浇段为约束边缘构件时，T 型和 L 型翼墙水平段长度不宜小于 300mm，一字型现浇段长度不宜小于 600mm（图 6.3.4-1）。

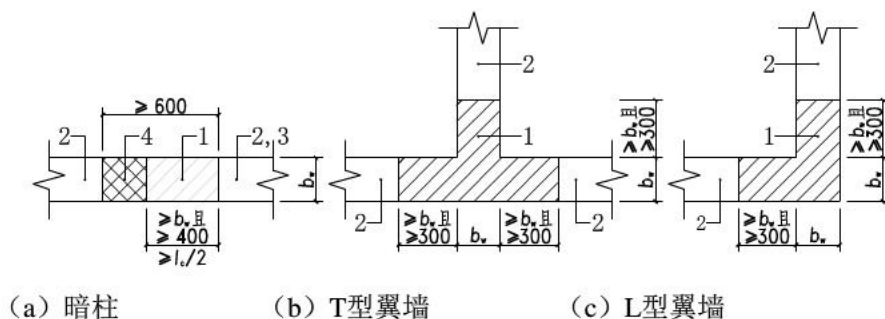


图6.3.4-1 现浇段为约束边缘构件区的布置要求

（图中阴影区为现浇段）

1—现浇段约束边缘构件阴影区；2—预制墙板；3—洞口或连梁；4—现浇段墙体

2 现浇段为构造边缘构件时，T 型和 L 型翼墙水平段长度不宜小于 200mm，一字型现浇段长度不宜小于 400mm（图 6.3.4-2）。

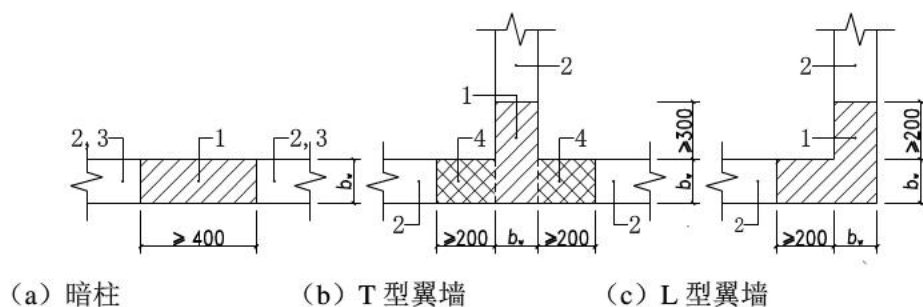


图 6.3.4-2 现浇段为构造边缘构件区的布置要求

（图中阴影区为现浇段）

1—现浇段构造边缘构件；2—预制墙板；3—洞口或连梁；4—现浇段墙体

6.3.5 预制墙板侧边采用抗裂连接方式时，现浇段的宽度不宜小于 200mm 和墙厚的较大值，预制墙板与现浇段的连接缝应满足正常使用阶段的抗裂要求，水平现浇带应采取加强措施（图 6.3.5）；并宜符合下列规定：

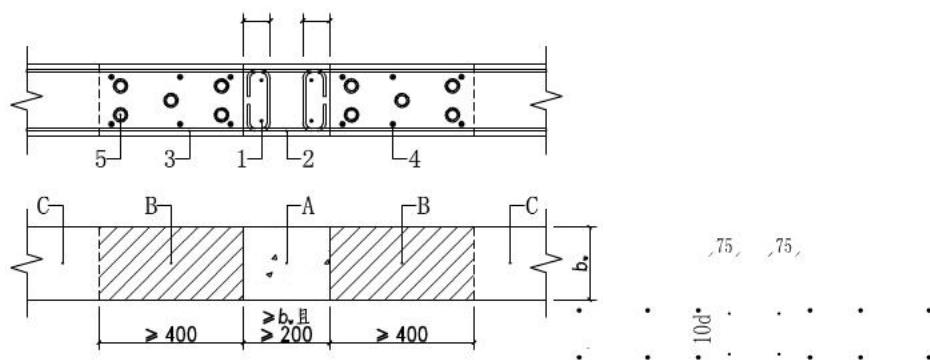


图 6.3.5 抗裂连接现浇段构造示意

A—现浇段；B—预制墙板边缘构件；C—墙板

1—现浇段纵筋；2—现浇段水平钢筋；3—预制墙板水平钢筋；

4—预制墙板边缘构件纵筋；5—套筒

- 1 现浇段两侧预制墙板内应设置边缘构件。
- 2 预制墙板伸出连接钢筋宜采用封闭式套箍，外伸长度不宜小于 50mm，直径不宜小于 6mm，竖向间距不应大于 300mm。
- 3 现浇段混凝土强度等级不宜小于 C20，配筋应符合表 6.3.5 的规定。
- 4 水平现浇带的截面高度不宜小于 200mm，且每边伸入预制墙板内的长度不应小于 600mm，配筋应符合表 6.3.5 的规定。

表 6.3.5 抗裂连接竖向现浇段和水平现浇带配筋要求

	竖向现浇段		水平现浇带	
现浇段长度(mm)	$a \leq 250$	$250 < a \leq 400$	$a \leq 250$	$250 < a \leq 400$
纵向钢筋	$4\phi 8$	$6\phi 8$	$4\phi 14$	
水平钢筋	$2\phi 6$ ，间距 250mm		$3\phi 8@100$	$4\phi 8@100$

6.3.6 预制墙板侧边采用抗剪连接方式时，现浇段的宽度不宜大于 200mm(图 6.3.6)；预制墙板与拼缝应满足正常使用阶段的抗裂要求，水平现浇带应采取加强措施，并符合第 6.3.5 条的规定。

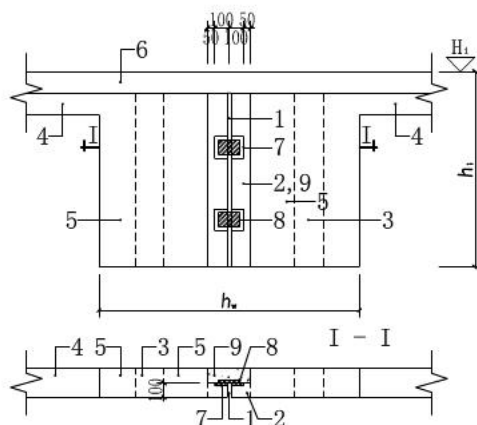


图 6.3.6 抗剪连接现浇段构造示意

1—安装缝；2—墙板凹口；3—预制墙板墙体；4—预制连梁；5—预制墙板边缘构件；
6—水平现浇带；7—预埋钢板；8—连接钢板；9—后浇混凝土

6.3.7 预制墙板洞口下墙体的构造做法应与结构整体计算的模型一致，且应符合下列规定：

1 窗下墙宽度大于等于 1.5m 时，与下层墙体之间宜设置竖向连接钢筋；连接钢筋可以单排布置，构造要求应符合第 6.2.2 条第 2 款的规定；

2 窗下墙按围护墙设计时，可采用填充轻质材料的做法；

3 窗下墙作为连梁时，应与下层连梁按组合连梁整体设计。

6.3.8 现浇段宜采用补偿收缩混凝土，混凝土强度等级不应低于预制墙板混凝土强度等级；外墙现浇段有抗渗设计要求时，抗渗等级宜取 P6 级。

6.3.9 预制墙板竖缝的受剪承载力设计值应按下列公式进行计算：

1 预制墙板竖缝的剪力设计值（图 6.3.9）可按下列公式计算：

$$V_{jv}=1.2 h_i V_i / h_w \quad (6.3.9-1)$$

2 预制墙板竖缝的受剪承载力设计值可按下列公式计算：

1) 当采用水平钢筋连接时：

$$V_{jv} \leq 0.5 (f_t b_w h_w + f_y A_s) \quad (6.3.9-2)$$

2) 当采用钢板连接时：

$$V_{jv} \leq 0.5 f_v A_{ss} \quad (6.3.9-3)$$

式中： V_{jv} —— 竖缝剪力设计值；

V_i —— 墙肢在该层的剪力设计值；

h_i —— 层高；

b_w 、 h_w —— 墙肢宽度、长度；

f_t —— 混凝土轴心抗拉强度设计值；

f_y —— 钢筋抗拉强度设计值；

A_s —— 墙肢水平连接钢筋面积；

f_v —— 钢材抗剪强度设计值；

A_{ss} —— 连接钢板计算方向截面面积。

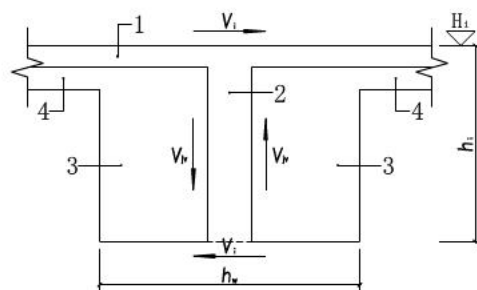


图 6.3.9 预制墙板竖缝剪力计算简图

1—水平现浇带；2—现浇段；3—预制墙板；4—连梁； H_i —楼层结构标高

6.3.10 在承载力极限状态下，叠合连梁竖向结合面的受剪承载力应符合本规程第 6.3.3 条的要求；结合面的受剪承载力设计值应按下式计算：

1 持久设计状况、短暂设计状况

$$V_{jb} = \max \{ (0.1f_c A_{c1} + 0.15f_c A_j), 2.1A_d (f_c f_y)^{1/2} \} \quad (6.3.10-1)$$

2 地震设计状况

$$V_{jbE} = 2.1A_d (f_c f_y)^{1/2} \quad (6.3.10-2)$$

式中： A_{c1} —— 叠合现浇层截面面积；

A_j —— 各剪力键的根部剪切面积之和；

V_{jb} 、 V_{jbE} —— 竖缝剪力设计值；

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值；

f_y —— 钢筋抗拉强度设计值；

A_d —— 销栓钢筋面积，取穿过结合面所有钢筋的面积，包括叠合层内的纵筋。

6.3.11 预制墙板底面与楼板之间的施工安装缝高度宜取 20mm，安装缝间应采用压力灌浆的方式填实，灌浆材料的性能应符合本规程第 4.2.1 条和第 4.2.2 条的规定；安装缝两侧宜采用弹性材料封闭，封闭材料的宽度不应大于 10mm。复合外墙板在外叶墙板底、顶面和两侧面应设置预留缝，缝宽度不应小于 10mm，且不宜大于 40mm；预留缝的宽度和混凝土截面形状设计除考虑安装施工因素外，尚应满足建筑保温、防火、防水和防渗等性能的要求。

7 圆孔板剪力墙结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于墙体采用预制钢筋混凝土圆孔板的预制剪力墙结构；预制圆孔墙板的每个圆孔内应配置连续的竖向钢筋网，并应现浇微膨胀混凝土；装配式型钢剪力墙结构的最大高度、高宽比和抗震等级应符合本规程第5章的规定。

【说明】圆孔内配筋、现浇混凝土使预制圆孔墙板成为实体墙板。圆孔内现浇微膨胀混凝土可减少混凝土的收缩。

7.1.2 圆孔板剪力墙结构整体弹性计算分析时，以及墙肢和连梁承载力计算时，墙肢、连梁的截面厚度应取预制圆孔墙板的厚度，门洞上方连梁的截面高度应取圈梁的截面高度，窗洞上方连梁的截面高度可取窗上圈梁的截面高度与上一层窗下墙截面高度之和。

【说明】窗洞上方的连梁，由窗上墙与上一层的窗下墙组成，窗上墙为现浇圈梁，窗下墙为预制圆孔墙板，可将两者视为叠合梁。

7.1.3 圆孔板剪力墙结构墙肢承载力计算应符合下列规定：

- 1 可采用现浇剪力墙结构墙肢承载力的计算公式计算；
- 2 计算墙肢受剪承载力时，应考虑预制圆孔墙板水平箍筋的作用；
- 3 计算墙肢受弯承载力时，应考虑圆孔内钢筋网竖向钢筋的作用，不应考虑预制圆孔墙板竖向钢筋的作用。

7.1.4 圆孔板剪力墙结构连梁的承载力计算应符合下列规定：

- 1 可采用现浇剪力墙结构连梁承载力的计算公式计算；
- 2 门洞上方连梁及窗洞上方连梁的受弯承载力可分别取门洞上方圈梁的受弯承载力及窗洞上方圈梁的受弯承载力；
- 3 门洞上方连梁及窗洞上方连梁的受剪承载力可分别取门洞上方圈梁的受剪承载力及窗洞上方圈梁的受剪承载力与窗下墙的受剪承载力之和，窗下墙的受剪承载力不应计入预制圆孔板内钢筋的作用。

【说明】采取措施后的圆孔板剪力墙结构的墙肢和连梁为实体墙肢和实体连梁，可采用与现浇剪力墙结构相同的方法计算其墙肢和连梁的承载力。窗洞上方连梁的受剪承载力取圈梁和窗下预制圆孔墙板受剪承载力之和。

7.1.5 圆孔板剪力墙结构在重力荷载代表值作用下墙肢的轴压比不宜大于 0.3。计算墙肢轴压比时，墙肢的截面面积不应扣除圆孔的面积。

【说明】墙肢轴压比限值取 0.3，目的是避免在底部加强部位采用约束边缘构件。由于建筑高度不超过 24m，一般都能满足。

7.2 预制圆孔墙板设计

7.2.1 预制圆孔墙板宽度可为 600mm、900mm、1200mm 和 1500mm，厚度不应小于 160mm。

【说明】墙板类型不宜过多，以利于标准化生产和现场施工安装。通过调节墙板之间现浇段的宽度，可拼装成所需长度的墙肢。墙板的最小厚度考虑圆孔的直径、混凝土的最小厚度确定。墙板高度可根据层高、圈梁高等确定。

7.2.2 预制圆孔墙板的混凝土强度等级不宜低于 C30。

7.2.3 预制圆孔墙板的圆孔直径不应小于 100mm，相邻圆孔之间混凝土的最小厚度不应小于 30mm，边缘的圆孔与墙板侧面之间混凝土的最小厚度不宜小于 100mm，圆孔与板面之间混凝土的最小厚度不应小于 30mm（图 7.2.3）。

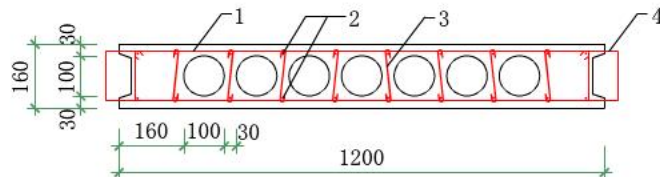


图 7.2.3 预制圆孔墙板剖面图

1—横向箍筋；2—竖向分布钢筋；3—拉筋；4—贴模钢筋

【说明】圆孔直径小于 100mm 时浇注混凝土困难。规定混凝土最小厚度，是为了避免构件制作、运输时混凝土开裂。

7.2.4 预制圆孔墙板的配筋应符合下列要求：

- 1 应配置横向箍筋和竖向分布钢筋形成双层钢筋网，钢筋网之间应配置拉结筋；
- 2 横向箍筋和竖向分布钢筋的直径均不应小于 8mm，拉结筋的直径不应小于 6mm；
- 3 横向箍筋的间距不应大于 200mm，墙板两端 300mm 高度范围内横向箍筋的间距不应大于 100mm；
- 4 相邻圆孔之间应配置竖向分布钢筋。

【说明】本条规定的是预制圆孔墙板的最低配筋要求。

7.2.5 预制圆孔墙板（包括预制窗下圆孔墙板）的顶面和底面宜做成粗糙面，两侧面可做成槽形及粗糙面，也可做键槽及粗糙面，顶面和底面的粗糙面凹凸不宜小于4mm，两侧面的粗糙面凹凸不宜小于4mm。

【说明】做成粗糙面或键槽的目的是增强墙板与现浇混凝土或座浆之间的整体性，避免预制墙板与现浇混凝土或座浆之间的接缝过早破坏。

7.2.6 预制圆孔墙板（包括窗下预制圆孔墙板）的底面两端可做成板腿，其高度不宜小于40mm、宽度不宜小于100mm。

【说明】墙板底面两端做成板腿便于施工安装，且墙板底面与楼板之间有高度不小于40mm的现浇混凝土对结构的整体性有利。

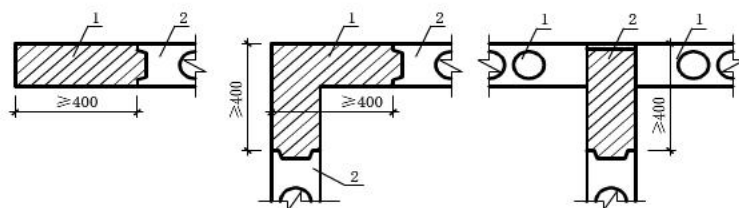
7.2.7 预制圆孔墙板的两侧面应从墙板内伸出U形贴模钢筋，其直径不应小于6mm，间距不宜大于200mm；贴模钢筋在墙板内应有足够长的锚固长度，伸出墙板侧面不应小于50mm。

【说明】贴模钢筋是使墙板与现浇连接柱成为整体的重要措施之一。

7.3 连接设计

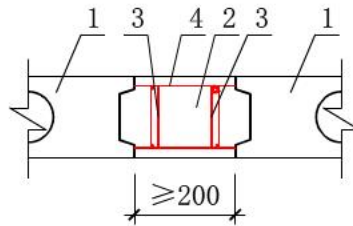
7.3.1 楼层内相邻预制圆孔墙板之间应设置现浇段，且应符合下列规定：

- 1 现浇段的厚度应与预制圆孔墙板的厚度相同；
- 2 洞口两侧及纵横墙交接处边缘构件位置，现浇段的长度宜符合图7.3.1-1的要求，其竖向钢筋配筋应满足受弯承载力要求及符合相同抗震等级现浇剪力墙结构构造边缘构件的规定；
- 3 非边缘构件位置现浇段的长度不宜小于200mm，其竖向钢筋的数量不应少于4根、直径不应小于10mm（图7.3.1-2）；
- 4 现浇段应配置箍筋，其直径不应小于6mm、间距不应大于200mm，箍筋应与预制圆孔墙板的贴模钢筋连接；
- 5 上下层现浇段的竖向钢筋应连续。



1—现浇边缘构件；2—预制圆孔墙板

图7.3.1-1 现浇段为边缘构件时的最小长度



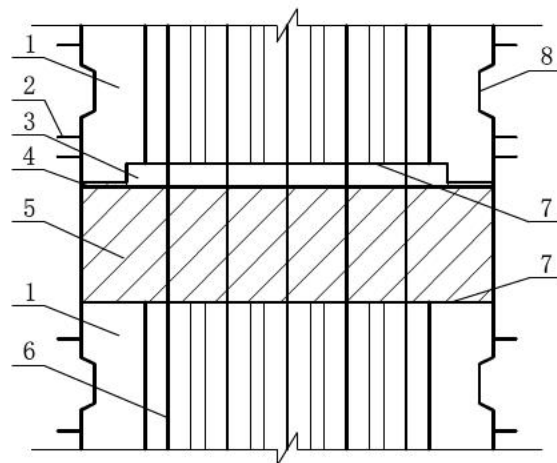
1—预制圆孔墙板；2—现浇段；3—贴模钢筋；4—箍筋

图7.3.1-2 非边缘构件位置现浇段

【说明】现浇段是保证圆孔板剪力墙结构整体性的关键之一。转角、纵横墙连接、门窗洞口、同一方向墙板之间，都应设置现浇段，外墙转角现浇段的截面长度宜适当大于内墙转角现浇段的截面长度。

7.3.2 上层墙板的板腿与下层圈梁之间预留间隙的高度宜为 10mm~20mm，且应采用座浆填实，座浆的立方体抗压强度宜高于墙板混凝土立方体抗压强度 5MPa 或以上；墙板与圈梁之间板腿以外的其它部分，应采用现浇混凝土填实。

【说明】墙板板腿与圈梁之间预留的间隙采用座浆填实，用于调整墙板的垂直度。浇筑圆孔内的混凝土时，同时用混凝土填实板腿以外的其它部分，使预制圆孔板的水平接缝具有更好的整体性。



1—预制圆孔墙板；2—贴模钢筋；3—现浇混凝土；4—座浆；

5—现浇圈梁；6—竖向钢筋网；7—粗糙面；8—键槽

图 7.3.2 预制圆孔墙板水平接缝构造

7.3.3 墙板的每个圆孔内配置的竖向钢筋网片应符合下列规定：

- 1 网片的竖向钢筋不应少于 2 根，直径不应小于 10mm；
- 2 网片横向钢筋的直径不宜小于 6mm，间距不宜大于 200mm；

3 网片应在墙板圆孔内通长配置;

4 相邻上下层钢筋网片应连续。

【说明】墙板圆孔内配置钢筋网片、现浇混凝土,使圆孔墙板成为实体墙;相邻上下层的钢筋网片连续,其竖向钢筋起到抗剪切滑移的作用和作为竖向分布钢筋抗弯的作用。

7.3.4 窗下预制圆孔墙板的每个圆孔内配置的竖向钢筋网片应符合下列规定:

1 网片的竖向钢筋可为 2 根,直径可为 10mm;

2 网片横向钢筋的直径可为 6mm,间距可为 200mm;

3 网片应在下一楼层的圈梁内预埋,伸进预制窗下墙圆孔内的长度不应小于 300mm。

【说明】通过本条规定的措施,以保证窗下预制圆孔墙板与圈梁有可靠的连接。

7.3.5 现浇段、圈梁及圆孔内的混凝土强度等级宜相同,且应高于墙板立方体抗压强度 5MPa 或以上。

【说明】现浇段、圈梁及圆孔内的混凝土同时浇筑,强度等级相同。

8 装配式型钢混凝土剪力墙结构设计

8.1 一般规定

8.1.1 本章适用于装配式型钢混凝土剪力墙结构设计；装配式型钢剪力墙结构的最大高度、高宽比和抗震等级应符合本规程第 5 章的规定。

注：本章的“型钢混凝土剪力墙结构”即“装配式型钢混凝土剪力墙结构”的简称。

【说明】本章中，钢骨剪力墙结构指装配式型钢剪力墙结构，其预制墙的边缘构件位置中预埋有型钢，边缘构件处的型钢在水平缝位置通过预埋型钢之间的焊接或机械连接完成；在水平缝位置设置钢板抗剪键抵抗水平剪力作用；竖缝采用钢板抗剪键连接。

8.1.2 型钢混凝土剪力墙结构计算时可采用现浇剪力墙结构的分析方法，应考虑其竖缝刚度低于现浇结构对整体计算的影响。进行多遇地震下的抗震分析时，墙体刚度需进行折减，墙体刚度折减系数可通过弹性有限元分析对比得到。

8.1.3 型钢混凝土剪力墙结构在罕遇地震下的弹塑性层间位移角不应大于 $1/120$ 。

【说明】钢骨剪力墙结构在侧向刚度弱于现浇混凝土结构，但其在罕遇地震下的耗能能力优于现浇结构；这里提高了其在罕遇地震下的侧向位移要求。

8.2 型钢混凝土剪力墙墙板设计

8.2.1 型钢混凝土剪力墙墙板厚度不应小于 180mm。

【说明】为保证埋设钢骨的空间，本条规定了型钢混凝土剪力墙墙板的最小厚度。

8.2.2 型钢混凝土剪力墙墙板中的型钢与板面之间混凝土的最小厚度不应小于 40mm。

【说明】由于钢骨至墙板表面的厚度内配置有箍筋，因此本条规定了型钢混凝土剪力墙墙板中型钢至板面的最小距离。

8.2.3 型钢混凝土剪力墙墙板的配筋应符合下列要求：

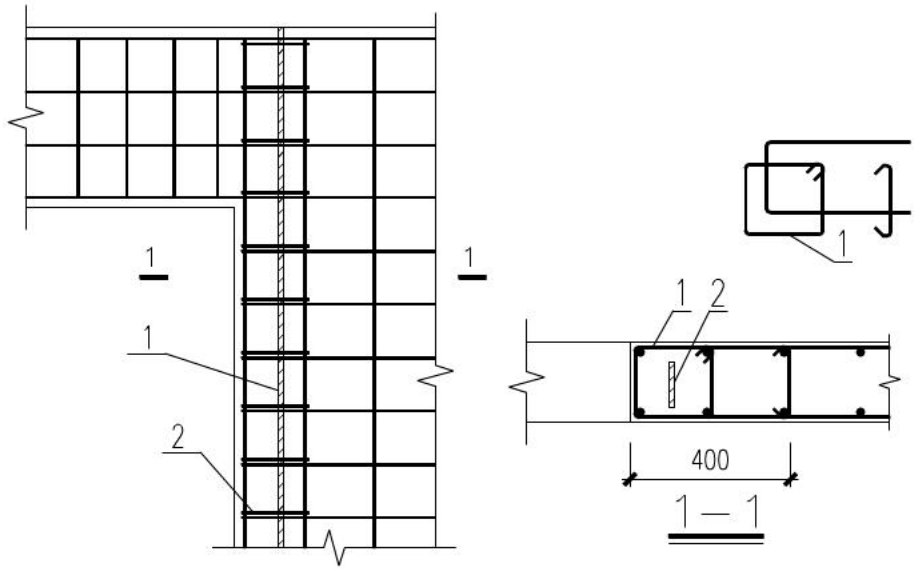
- 1 应配置横向箍筋和竖向分布钢筋形成双层钢筋网，钢筋网之间应配置拉结筋；
- 2 横向箍筋和竖向分布钢筋的直径均不应小于 8mm，拉结筋的直径不应小于 6mm；
- 3 横向箍筋的间距不应大于 200mm，墙板两端 300mm 高度范围内横向箍筋的间

距不应大于 100mm；

【说明】本条规定的是钢骨剪力墙墙板的最小截面及最低配筋要求。

8.2.4 型钢混凝土剪力墙墙板的顶面和底面宜制作成粗糙面，凹凸不宜小于 4mm；当竖缝采用后浇混凝土连接节点时，两侧面应制作成槽形及粗糙面，凹凸不宜小于 4mm。

8.2.5 型钢混凝土剪力墙结构应按现浇混凝土剪力墙结构采取基本抗震构造措施，其边缘构件的型钢截面一般可采用角钢或一字型钢板，如图 8.2.5 所示。可根据由计算和构造要求得到钢筋面积按等强度计算相应的型钢截面。边缘构件处箍筋应按现浇混凝土剪力墙结构设置，边缘构件处纵向钢筋不少于四根，直径同墙体竖向分布筋。



1—箍筋；2—边缘构件钢板；

图 8.2.5 洞口一体预制边缘构件示意图

8.2.6 型钢混凝土剪力墙结构墙肢和连梁的承载力验算，可按现浇剪力墙结构墙肢和连梁的承载力验算方法进行。

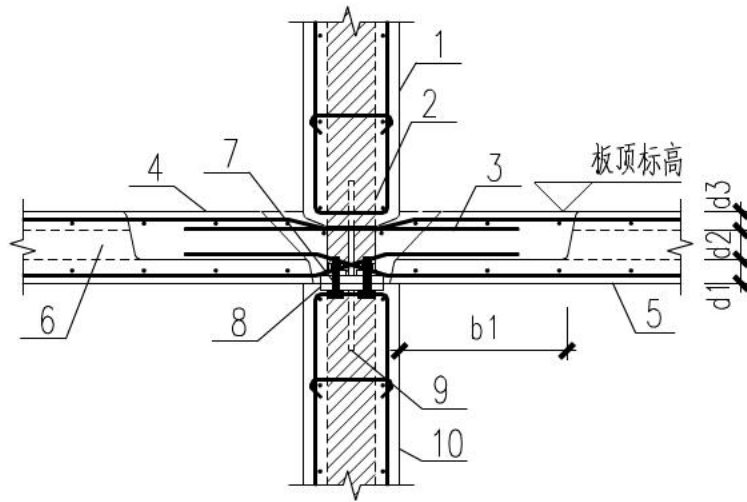
【说明】装配式型钢剪力墙墙板及连梁破坏模式与现浇剪力墙结构基本相同，可按现浇剪力墙结构的方法进行承载力验算。

8.3 连接设计

8.3.1 上下层相邻预制剪力墙的竖向钢骨和钢筋连接可采用图8.3.1-1~8.3.1-6所示的连接方式，并应符合下列规定：

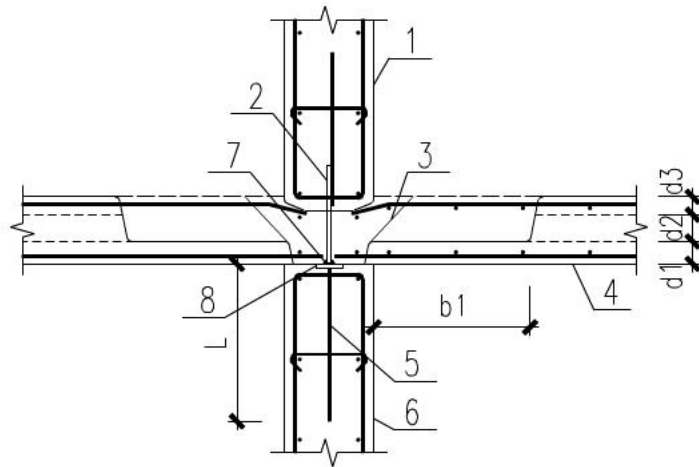
- 1 边缘构件的每根竖向钢骨应各自连接；

- 2 竖向分布钢筋宜各自伸入圈梁；
- 3 应设置预埋抗剪件抵抗水平剪力。



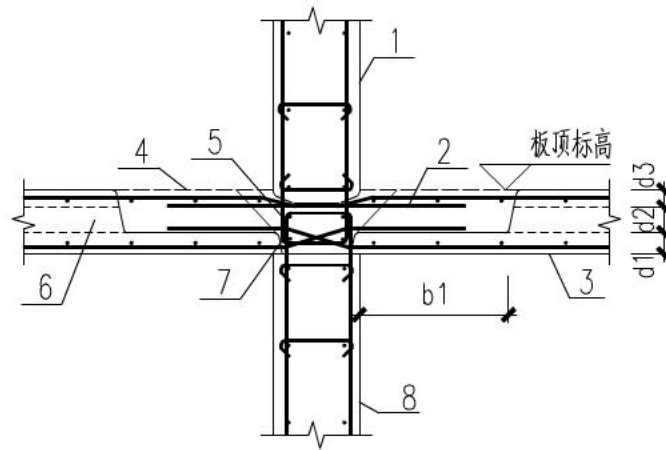
1—上层墙板；2—边缘构件钢板；3—对侧楼板甩筋；4—预制楼板肋板；5—预制楼板；
6—预制板孔；7—连接螺栓；8—法兰端板；9—法兰端板加劲肋板；10—下层墙板
b1—楼板后浇空间；d1—预制楼板下缘厚；d2—预制楼板孔高；d3—预制楼板下缘厚；

图 8.3.1-1 水平缝处内墙边缘构件连接示意图



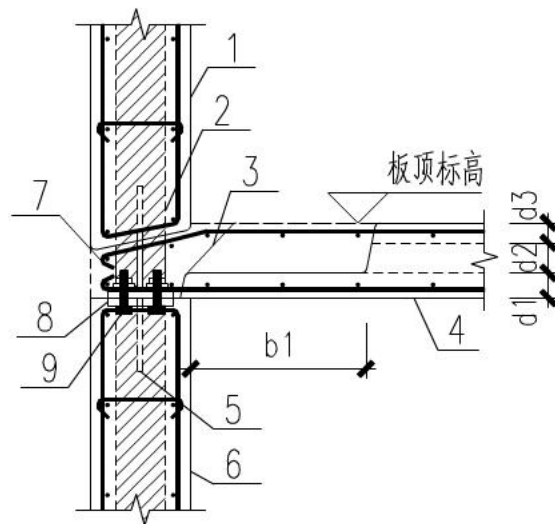
1—上层墙板；2—抗剪键钢板；3—预制楼板肋板；4—预制楼板；
5—连接板锚筋；6—下层墙板；7—现场连接焊缝；8—连接端板；b1—楼板后浇空间；
L—连接板锚筋长度；d1—预制楼板上缘厚；d2—预制楼板孔高；d3—预制楼板下缘厚；

图 8.3.1-2 水平缝处内墙抗剪键连接示意图



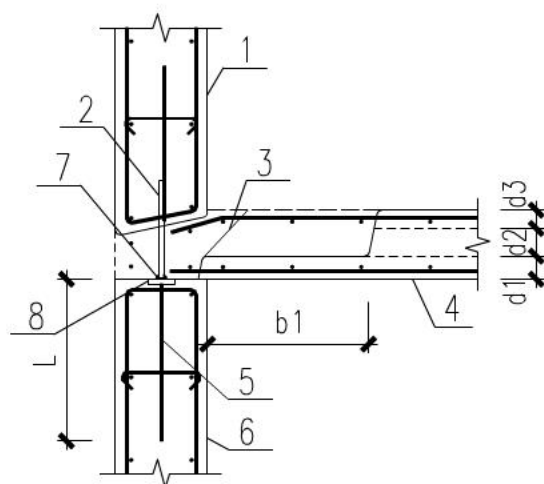
1—上层墙板；2—对侧楼板甩筋；3—预制楼板；4—预制楼板肋板；5—上层墙板甩封闭筋；
6—预制楼板孔；7—下层墙板甩封闭筋；8—下层墙板；
b1—楼板后浇空间；d1—预制楼板下缘厚；d2—预制楼板孔高；d3—预制楼板下缘厚；

图 8.3.1-3 水平缝处内墙一般位置连接示意图



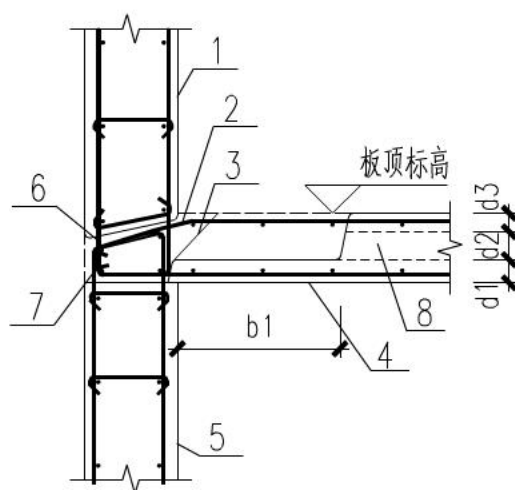
1—上层墙板；2—边缘构件钢板；3—预制楼板肋板；4—预制楼板；5—法兰端板加劲肋板；
6—下层墙板；7—预制板甩筋；8—法兰端板；9—连接螺栓；
b1—楼板后浇空间；d1—预制楼板下缘厚；d2—预制楼板孔高；d3—预制楼板下缘厚；

图 8.3.1-4 水平缝处外墙边缘构件连接示意图



1—上层墙板；2—抗剪键钢板；3—预制楼板肋板；4—预制楼板；
5—连接板锚筋；6—下层墙板；7—现场连接焊缝；8—连接端板；b1—楼板后浇空间；
L—连接板锚筋长度；d1—预制楼板上缘厚；d2—预制楼板孔高；d3—预制楼板下缘厚；

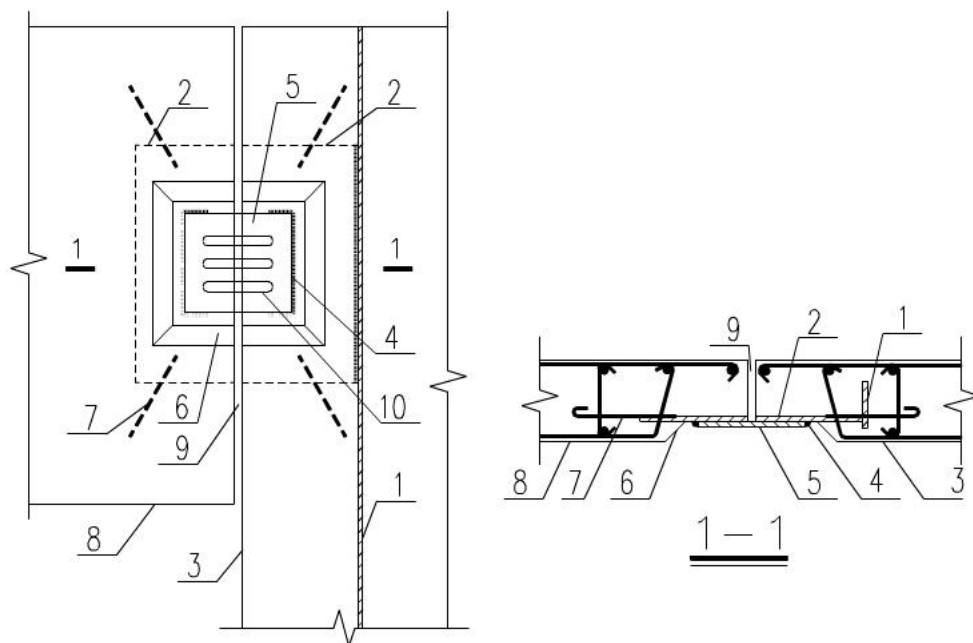
图 8.3.1-5 水平缝处外墙抗剪键连接示意图



1—上层墙板；2—对侧楼板甩筋；3—预制楼板肋板；4—预制楼板；5—下层墙板；
6—上层墙板甩封闭筋；7—下层墙板甩封闭筋；8—预制楼板孔；
b1—楼板后浇空间；d1—预制楼板下缘厚；d2—预制楼板孔高；d3—预制楼板下缘厚；

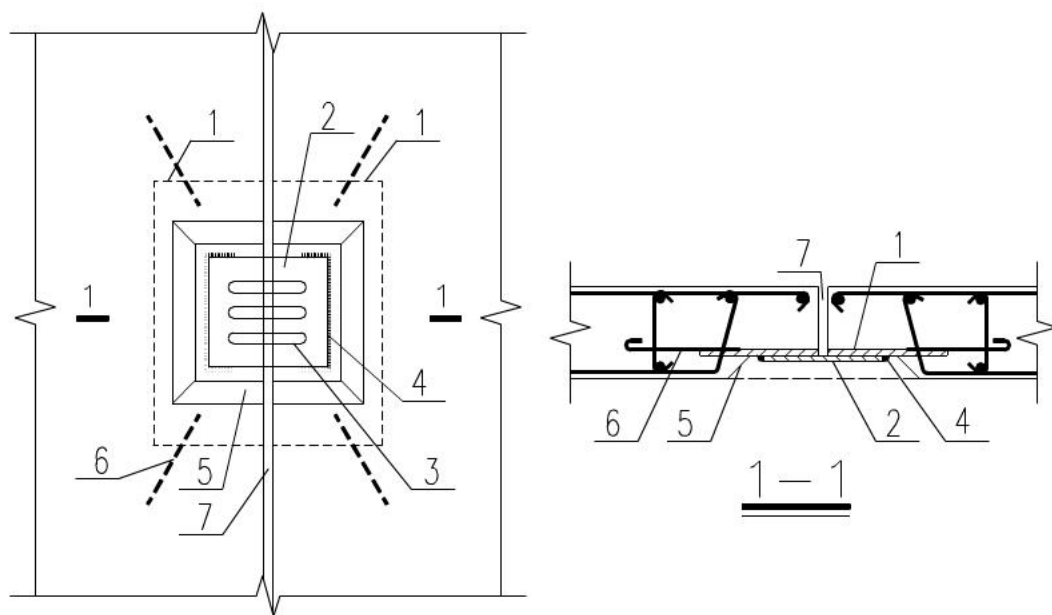
图 8.3.1-6 水平缝处外墙一般位置连接示意图

8.3.2 型钢混凝土剪力墙结构楼层内相邻预制剪力墙的连接可采用图8.3.2所示方式：



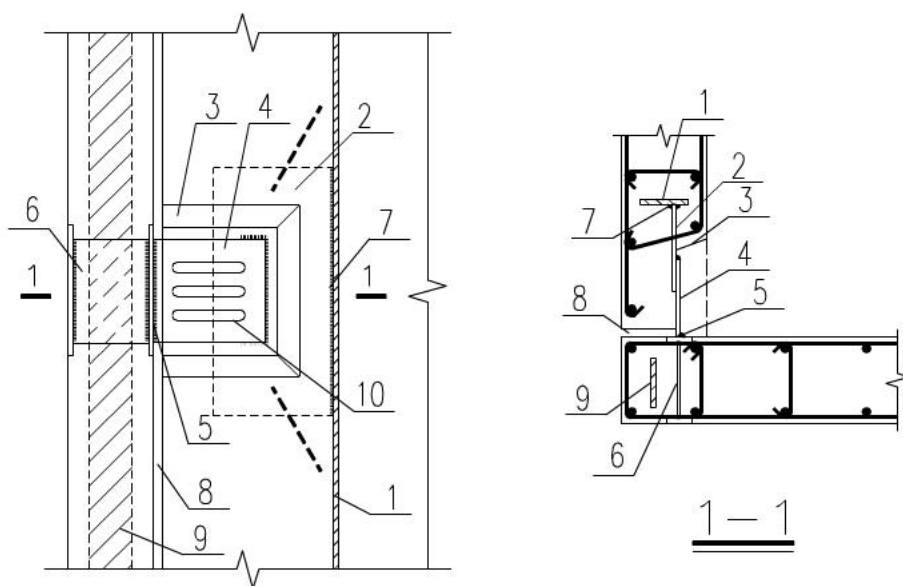
1—边缘构件钢板；2—预埋连接钢板；3—剪力墙墙肢；4—焊缝；
5—后焊连接钢板；6—凹槽；7—锚固钢筋；8—连梁；9—安装缝隙；10—连接板水平开孔

图 8.3.2-1 洞口连梁竖缝抗剪键连接示意图

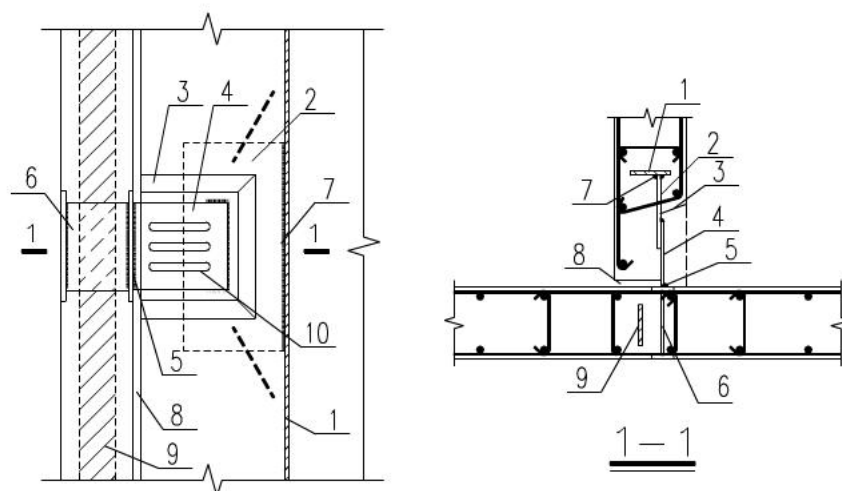


1—预埋连接钢板；2—后焊连接钢板；3—连接板水平开孔；4—焊缝；
5—凹槽；6—锚固钢筋；7—安装缝隙；

图 8.3.2-2 墙板间竖缝抗剪键连接示意图

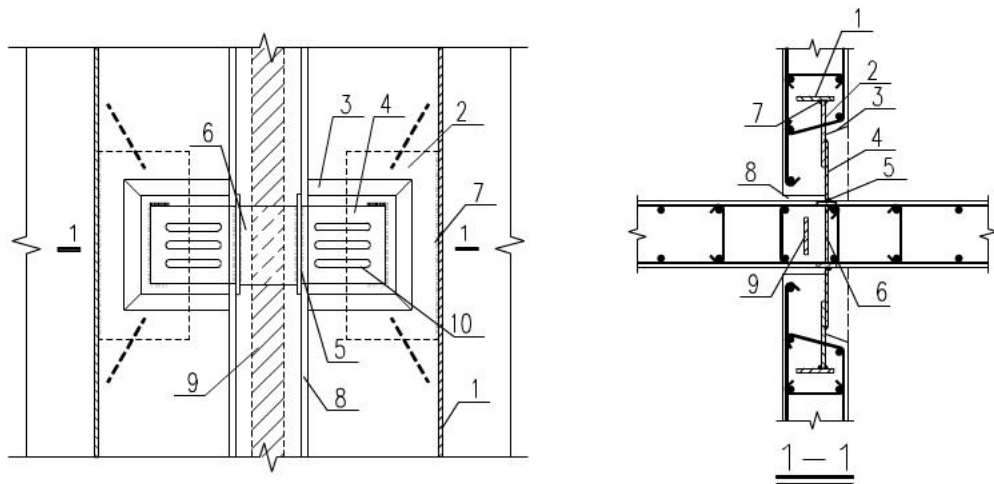


- 1—纵向边缘构件钢板；2—预埋连接钢板；3—凹槽；4—后焊连接钢板；5—现场连接焊缝；
6—预埋抗剪键连接件；7—与边缘构件钢板连接焊缝；8—安装空隙；
9—横向边缘构件钢板；10—连接板水平开孔



- 1—纵向边缘构件钢板；2—预埋连接钢板；3—凹槽；4—后焊连接钢板；5—现场连接焊缝；
6—预埋抗剪键连接件；7—与边缘构件钢板连接焊缝；8—安装空隙；
9—横向边缘构件钢板；10—连接板水平开孔

图 8.3.2-3 纵横墙 T 型节点竖缝抗剪键连接示意图



- 1—纵向边缘构件钢板；2—预埋连接钢板；3—凹槽；4—后焊连接钢板；5—现场连接焊缝；
6—预埋抗剪键连接件；7—与边缘构件钢板连接焊缝；8—安装空隙；
9—横向边缘构件钢板；10—连接板水平开孔

图 8.3.2-4 纵横墙十字型节点竖缝抗剪键连接示意图

8.3.3 水平缝抗弯承载力计算可采用现浇混凝土剪力墙结构墙肢计算方式，仅考虑钢筋受拉，不应考虑抗剪键的受拉；水平缝抗剪承载力计算仅考虑抗剪键的水平抗剪承载力。

8.3.4 楼层标高的圈梁内的通长钢筋在跨越竖缝位置时，应采用柔性材料握裹，柔性材料握裹后的总直径不应小于2cm，握裹范围为竖缝两侧各10cm。

【说明】试验和分析表明，罕遇地震作用下，楼层标高的圈梁在竖缝位置会有较为明显的开裂和错动，为防止圈梁钢筋被剪断，需采取柔性握裹措施。

本规范用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 规范中指定应按其它有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》 GB50009-2001 (2006 年版)
- 2 《混凝土结构设计规范》 GB50010-2010
- 3 《建筑抗震设计规范》 GB50011-2010
- 4 《钢结构设计规范》 GB50017-2003
- 5 《建筑结构可靠度设计统一标准》 GB50068-20
- 6 《装配式大板居住建筑设计和施工规程》 JGJ 1-91
- 7 《高层混凝土结构技术规程》 JGJ 3-2010
- 8 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18-96
- 9 《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》 JGJ 114-2003