

# 转角窗洞口对高层剪力墙住宅 结构的影响与设计建议

王泽军, 周文凯

(西安建筑科技大学土木工程学院, 陕西 西安 710055)

**摘要:**为了研究转角窗洞口对结构整体效应及局部构件受力的影响,以工程中常见的住宅结构平面布置形式为研究对象,采用结构计算软件 SATWE,通过变换洞口的大小,对结构的自振周期、顶点位移、基底反力以及角部构件的内力等进行了对比分析.分析结果表明:随着转角处墙肢洞口的增大,结构的自振周期和顶点位移在增大,基底反力在减小,转角处受力构件的内力明显增大,在结构中间楼层变化尤为显著.依据分析结果,并结合以往工程经验,针对该种结构的薄弱部分,给出一些设计建议,为以后工程设计提供参考.

**关键词:**高层住宅;剪力墙结构;转角窗;内力分析;结构设计

**中图分类号:** TU355

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-7930(2012)02-0210-07

近几年,随着国民经济的增长和工程技术的提高,人们对住宅的各方面要求越来越高,布局合理,视野开阔,采光通风好的户型备受人们所喜爱,转角窗的设置则较为突出,这样抗震很重要的角部墙肢,由于转角窗的设置而被减掉,因此在地震作用时转角窗处的构件受力便特别复杂,对于结构的抗震更为不利.本文结合实际工程,通过改变一些参数进行结构对比分析,给出相关的看法和解决措施.

## 1 转角窗的设置对结构的影响

就墙肢平面布置而言,由于角部外墙远离结构刚心,故在结构 X、Y 两个方向上均具有很大的抗扭刚度,同时还是协调纵横墙共同工作的重要部位,起到了调整整个结构设计指标的关键作用,而角部墙体开洞后,结构的抗震性能会减弱,特别是对结构抗扭刚度的影响(极易形成“扭转不规则”的平面类型).且很可能超过《抗规》<sup>[1]</sup> 3.4.3 条,和《高规》<sup>[2]</sup> 3.4.5 条的位移比与周期比限值.

结构转角处墙体开洞后,转角梁处于受力性能不佳的悬臂状态,其承受较大的剪力、扭矩,在结构中上部楼层尤为显著.由于在转角处无有效的竖向构件约束,只能靠转角窗上梁的水平约束,又因该梁的受力本质为悬挑梁,故转角处的楼板所受约束较弱,当结构的核心筒稍有偏置,或者结构总体布置明显不对称时,楼板会因水平向偏心而受扭,此时转角处的扭转应力集中,变形较大,甚至会被挤坏塌落.

剪力墙施工<sup>[3]</sup>一般采用大模板,转角处模板支护难度较大.且该处转角梁截面小,配筋多,不利于混凝土的浇筑和振捣.由于转角梁一般高于楼板兼做窗下墙,施工时混凝土浇筑大多分两次进行,楼板以下部分随下层墙体一起浇筑,楼板以上部分随本层一起浇筑,若施工缝处理不好,梁的强度还未达到就拆模,或较早承受较大荷载,会使两部分梁不能协同工作,严重时开裂,破坏整体结构的受力性能.

## 2 实例的电算结果与分析

采用结构计算软件 SATWE 对表 1 所示的八个结构模型进行计算,这八个模型所受荷载基本相同,平面布置、楼层数、层高以及大部分构件几何参数基本相同.仅在转角处有的模型设置了“L”型剪力墙,有的模型设置了交叉的转角梁,八种方案的底层结构平面布置图和部分构件尺寸如图 1 和表 1 所示.

收稿日期:2011-06-28 修改稿日期:2012-03-26

作者简介:王泽军(1962-),男,陕西延安人,硕士研究生导师,副教授,一级注册结构工程师,主要从事高层结构抗震研究.

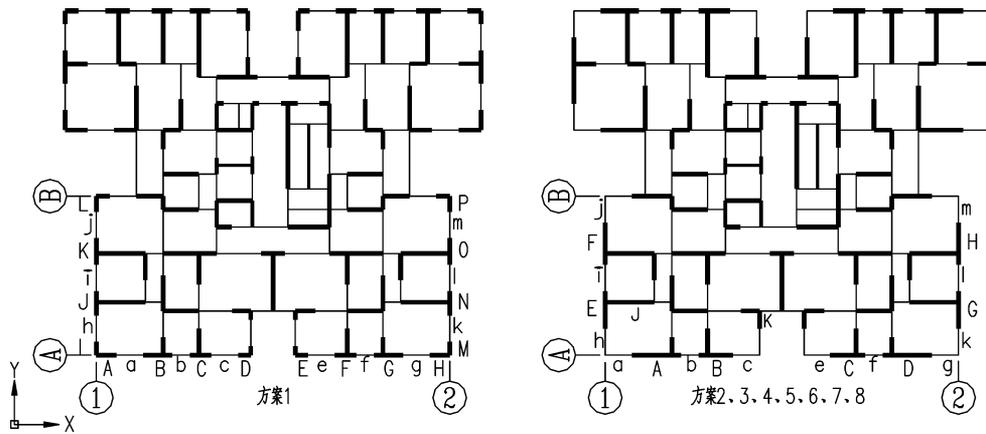


图 1 各种方案结构平面布置图

Fig. 1 Structure floor plan of various programmes

2.1 整体分析

计算结果如图 2、3、4 所示. 根据《荷规》<sup>[4]</sup>附录 E. 2 剪力墙的周期经验公式, 验算可知上述方案的模型基本符合要求. 周期比也满足《高规》<sup>[2]</sup>的要求, 从图 2、3、4 中可看出, 结构角部墙肢开洞与否, 对结构整体效应的影响较明显.

表 1 各种方案的力学模型及构件尺寸

Tab. 1 Model of mechanics and scantlings of various programmes

方案号	层数	角部开洞情况	
		洞口宽度/m	连梁高度/m
1	33	不开洞	——
2	33	开洞 1.8	0.4
3	33	开洞 1.8	0.6
4	33	开洞 1.8	0.9
5	33	开洞 1.8	1.2
6	33	开洞 2.1	0.4
7	33	开洞 2.4	0.4
8	33	开洞 2.4	0.9

注: 方案 1 角部房间墙肢开洞位置在该房间外墙中部, 宽度为 1.8 m, 连梁高度为 0.4 m.

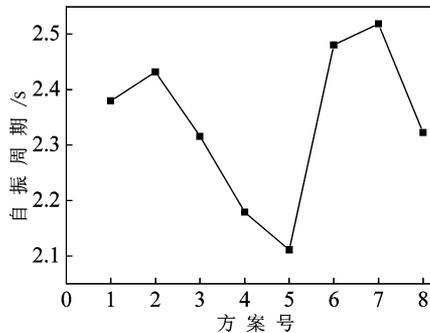


图 2 自振周期

Fig. 2 Natural period of vibration

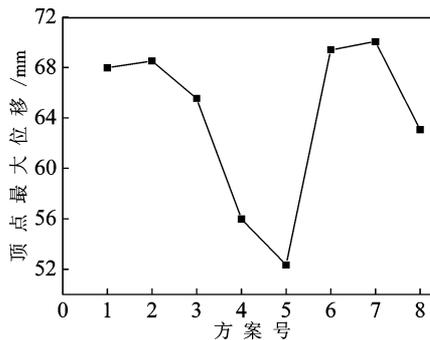


图 3 顶点最大位移

Fig. 3 The displacement of the vertex

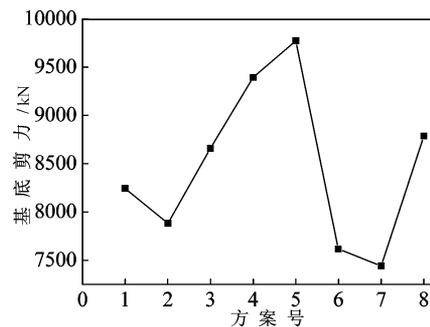


图 4 基底剪力

Fig. 4 Bottom shear

虽然上述八种方案的平面布置、荷载等相似, 构件尺寸相差也不大, 但结构的自振周期, 地震作用下的顶点最大位移、基底剪力、基底弯矩等差异较明显. 角部墙肢开洞后结构的自振周期, 与地震作用下的顶点最大位移变大, 而基底剪力与弯矩在减小. 如方案 1、2, 在其他条件相同情况下, X 向第一自振周期相差 2.17%; X 向地震作用下, 顶点最大位移相差 6.54%, 基底剪力相差 4.37%.

转角连梁的跨度、截面高度对整个结构的动力特性影响也较大,如角部同样开洞,但洞口大小不同,结构的整体效应相差是较明显的,如方案2、6、7,其它条件均相同,仅洞口的宽度不同,分别为1.8 m、2.1 m、2.4 m,它们在X向第一自振周期、顶点最大位移逐渐增大;而基底剪力依次减小。

如方案2、3、4、5,其他条件均相同,仅连梁的截面高度分别是0.4、0.6、0.9、1.2,它们在X向第一自振周期、顶点最大位移逐渐减小;而基底剪力依次增大。

## 2.2 局部分析

### (1)角部墙体开洞与否的影响

在高层结构分析中,为了方便说明问题,当在X方向地震作用下,将整个结构看做由若干榀开洞剪力墙组成。如轴线1、2所在的外墙称为翼缘开洞剪力墙,轴线A所在的外墙称为腹板开洞剪力墙,除此之外的墙肢均为其余剪力墙。由于该结构轴线A~B的结构平面布置特点(基本上关于结构平面中心Y轴对称,内力亦呈现轴对称关系),故取结构轴线A~B的左半部分为研究对象,如方案1中,墙肢I、J、K、L和连梁h、i、j构成了一榀翼缘开洞剪力墙(沿Y方向),墙肢A、B、C、D和连梁a、b、c构成了一榀腹板开洞剪力墙(沿X轴方向)。在X方向地震作用下,方案1、2的底层部分墙肢、连梁内力如表2、表4所示,方案1、2底层部分墙肢的弯矩比较如表3所示。

从表2中可看出,方案1中腹板墙肢轴力和弯矩呈现两端大,中间小的现象,而翼缘墙肢轴力较腹板处

表2 方案1、2底层部分墙体内力

Tab.2 Internal forces of partial wall on the first floor of programmes 1,2

方案	墙号	轴力/kN	X方向剪力/kN	X方向弯矩/kN·m
1	A	802.3	-44.7	-186.3
	B	689	-92.2	-229.7
	C	-385.9	-49.4	-88.1
	D	-233.1	-18.4	-56.1
	I	891.3	-8.2	9.8
	J	2090.2	-27.6	26.3
	K	2293.3	-32.6	31.6
	L	1071.5	-5.7	11.4
2	A	1951.7	-256.5	-439.1
	B	-1274.8	-125.8	-156.7
	E	2944.3	-28.5	32.9
	F	3272.7	-33.1	38.9

注:表2~表7中数据皆是在X方向地震作用下所得。

表3 方案1、2底层部分墙体弯矩比较

Tab.3 Moments of partial wall at the first floor of Programmes 1,2

方案	结构自重/kN	基底弯矩/kN·m	墙肢总弯矩/kN·m(A)	腹板墙肢总弯矩/kN·m(B)	翼缘墙肢总弯矩/kN·m(C)	B:A/%	C:A/%
1	303 608.18	477 922.09	25 835.3	1 120.6	158.2	4.34	0.61
2	288 891.02	450 353.38	23 568.3	1 204.6	143.6	5.11	0.61

注:(1)表中墙肢总弯矩仅指A轴线到B轴线之间所有墙肢X方向弯矩之和。

(2)表中翼缘、腹板部分仅指表2中选取研究部分的翼缘和腹板,并非结构所有翼缘、腹板部分。

更大,如方案1中1轴线上的4个墙肢轴力之和为6346.3 kN,而腹板左半部分的4个墙肢轴力之和只有872.3 kN,两者比值达到7.28;墙肢的剪力基本上是按墙肢刚度大小来分配,腹板与翼缘的剪力相差不大;腹板处弯矩比翼缘处大,腹板左半部分的4个墙肢弯矩之和达到-560.2 kN·m,而左翼缘处4个墙肢之和仅为79.1 kN·m,两者比值高达7.08。

腹板开洞剪力墙的端部墙肢、中间墙肢共同承担轴力、剪力与弯矩。角部墙肢开洞后,两端部墙肢不复存在,相邻墙肢轴力呈现为一拉一压,大小较

均匀,但单片墙肢上所承受轴力比不开洞时大很多,方案2与方案1中A墙肢轴力比值为2.43;腹板处各墙肢的弯矩比不开洞时增加较大,如方案1中腹板处左半部分的4个墙肢弯矩之和-560.2 kN·m,与方案2中A墙的肢弯矩-439.1 kN·m相差不大;而剪力亦明显增大,方案2与方案1腹板处左半

表4 方案1、2底层部分连梁内力

Tab.4 Internal forces of coupling beam at the first floor of Programmes 1,2

方案	梁号	梁上弯矩/kN·m		X方向剪力/kN	扭矩/kN·m
		左端	右端		
方案1	a	25.2	-25.4	-29.1	-0.3
	b	27.9	-23.8	-45.6	-0.5
	c	24.1	-23.8	-26.6	-0.4
方案2	a	3.4	-15.8	-10.7	-3.5
	b	34.5	-33.3	-56.5	-0.5
	c	15.6	-3.6	-10.6	-2.9

部分的墙肢剪力之和分别为 $-443.9\text{ kN}$ 、 $-278.8\text{ kN}$ ,其比值为 1.59.

可见,角部墙肢开洞后,外墙肢的轴力、剪力与弯矩都大大增加,尤其是腹板两端墙肢,若内外墙等厚,则此时外墙的轴压比较大,墙肢延性较小,所受的地震力亦相应大许多.在水平地震作用下结构的倾覆弯矩,除了由各墙肢承担一部分弯矩外,各墙肢的拉压轴力所形成的力偶分担了相当大一部分弯矩.由表 3 可知,方案 2 中结构 X 向墙肢总弯矩和基底总弯矩,均比方案 1 中的小,但腹板处墙肢总弯矩却比方案 1 中的大,且其所占总弯矩的比例是方案 1 中相应比例的 1.18 倍;但翼缘部分总弯矩比方案 1 中的小.

可见,墙体开洞后腹板承担的弯矩增加明显,这说明,由于开洞后相应墙体间的力臂减少较多,且其拉压轴力所形成的力偶亦相应减少较多,致使腹板墙肢的弯矩增加较多.

由表 4 可知,方案 1 中连梁两端剪力和弯矩基本相等;而方案 2 中转角处洞口连梁的弯矩相差较大,如连梁 a、c 两端弯矩差值分别  $12.4\text{ kN}\cdot\text{m}$ 、 $12\text{ kN}\cdot\text{m}$ .尤其需要注意的是,方案 2 中转角处洞口连梁受扭效应明显,如连梁 a 达到了 $-3.5\text{ kN}\cdot\text{m}$ ,而方案 1 中的连梁基本没有扭矩.

由于结构平面布置为“井”字型,在腹板剪力墙中部附近楼板开有大洞,深凹进去,故造成方案 1、2 均有扭转效应,方案 1 中角部抗扭刚度很大的“L”型剪力墙正好起到抵扭转的作用,但方案 2 中,角部墙肢被开洞,失去这一关键的受力构件,不仅结构抗扭能力减弱,而且翼缘和腹板也无法较好的协同工作,使得角部的墙肢、连梁和楼板的内力均增加,负担加大,致使该处构件易受破坏.

表 5 部分墙体内力

Tab.5 Internal forces of partial wall

层数	墙号	方案 4(8)			方案 3(5)		
		轴力/kN	剪力/kN	弯矩/kN·m	轴力/kN	剪力/kN	弯矩/kN·m
1	J	1073(1196)	-289(-301)	-1722(-1934)	847(1255)	-290(-290)	-1775(1709)
	K	-628(-349)	-4.1(-2.5)	9.1(5.1)	-443(-774)	-2.8(-5.3)	8.4(9.9)
16	J	779(805)	-86(-96.9)	292(303)	665(821)	-115.4(-65.4)	294(292)
	K	124(58)	-39(-29.6)	31.1(21.8)	79.(166)	-33.3(-41.2)	26.9(32.5)
33	J	-74(71)	51.1(53)	84.8(95.9)	70(-70)	39.2(49.6)	72.7(84.1)
	K	12(10)	-24(-16)	19.1(12.3)	7.2(17.2)	-20.7(-27.4)	16.4(21.1)

注:表 5、表 6 中括号外为方案 4 与方案 3 的数据,括号内为方案 8 与方案 5 的数据.

表 6 部分连梁内力

Tab.6 Internal forces of partial coupling beam

层号	梁号	方案 4(8)		方案 3(5)	
		最大弯矩/kN·m	最大剪力/kN	最大弯矩/kN·m	最大剪力/kN
1	a	-62.1(-54.9)	-36.3(-24.2)	-28.5(-122.5)	-17.5(-70)
	c	94(83)	-56(-36.7)	33.1(169)	-21.1(-97.9)
16	a	-134(-137)	-77.6(-59.8)	-72.7(-183.6)	-43.8(-104)
	c	214(216)	-126(-94.2)	108(272)	-66.8(-157)
33	a	30(-44.5)	17(-19)	30(-31.9)	17(-17.9)
	c	69.7(80.6)	-40.9(-34.7)	46.7(72.8)	-28.3(-42.7)

(2)由表 5、表 6 中方案 4、方案 8 的数据可知,连梁跨度对墙肢和连梁内力的影响:

跨度对结构转角处的外墙肢的轴力影响较明显,而对墙肢的剪力、弯矩影响均很小.如墙肢 K 的轴力伴随跨度的增大而逐渐减小,两方案之间的差值,在底层、中间层、顶层分别为:  $279.4\text{ kN}$ 、 $66\text{ kN}$ 、 $1.8\text{ kN}$ ,由下往上依次减小.由此可见连梁跨度的变化,对转角处的墙肢的轴力影响较明显.

在方案 4 中,转角处墙肢附近的连梁剪力基本比方案 8 中的大.连梁剪力变化并不明显;而固端弯矩变化较大,如连梁 a、c,表现为:在底部数层方案 4 大于方案 8,但到顶部楼层则相反,在中间楼层差值较小.两种方案的连梁剪力、弯矩、扭矩随着楼层数的增加,先变大然后变小,如图 5、6 所示.

由表5、表6中方案3、方案5的数据可知,连梁截面高度对墙肢和连梁内力的影响;

连梁截面高度对转角处附近的墙肢轴力影响较大,随着连梁截面高度的增大而增大,由下往上差异依次减小,如这两种方案的墙肢J,在底层的轴力分别是847.2 kN、1255.8 kN,差异较大;而顶层的轴力分别为70.7 kN、-70.8 kN,差异不大;墙肢的剪力、弯矩变化次之,在顶部与底部数层,方案5的墙肢剪力、弯矩基本接近或大于方案3,且方案之间的差异较小,但在中间数层方案之间的差异较大.

方案之间在转角处的连梁剪力、固端弯矩差异较明显,在结构中间楼层差异达到最大,在底部和顶部数层差异均较小,而连梁的铰接端(转角处两悬挑梁相交端)差异较小,由此可见随着连梁截面高度的增大,其刚度也随着增大,所分配的内力也随着增加.连梁上扭矩较小,但基本都存在,尤其是转角处连梁,在中间楼层处的扭矩比其他楼层大,如图5、图6所示.

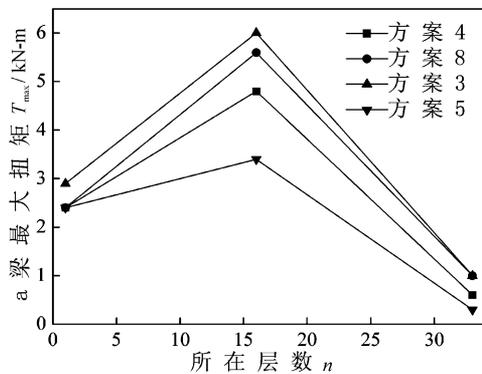


图5 a梁扭矩沿楼层的分布

Fig. 5 Distribution of floor torsional moment of Beam a

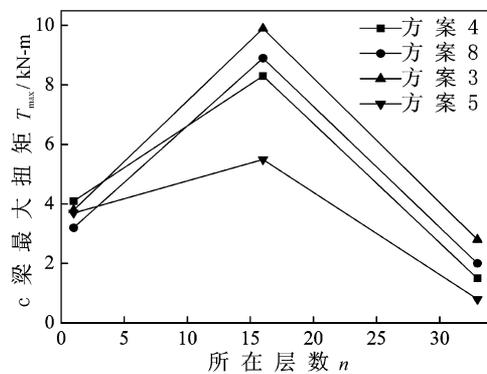


图6 c梁扭矩沿楼层的分布

Fig. 6 Distribution of floor torsional moment of Beam c

综上可知,连梁跨度和截面高度对结构转角处附近的墙肢轴力影响较明显,由下往上依次减小,而剪力和弯矩一般较小,基本按照刚度大小来分配;连梁的剪力、弯矩和扭矩在中间楼层处较大,尤其是角部墙肢开洞处与墙肢相连的梁端,其各方案之间的差异较大.

### 3 角窗的结构设计和构造措施

#### 3.1 角窗相连墙肢的设计与构造

控制角窗单面宽度尺寸,其最大边不宜超过1 800 mm.控制角部剪力墙开间宽度不宜大于4.9 m,在结构角部形成小开间切掉一角的剪力墙筒体结构.

洞口边剪力墙尽量设置端柱、翼墙或着暗柱,设置翼墙后结构刚度有所增加,轴压比减小,构件的延性得到改善,洞口两边的墙肢裂纹数量减少,其抗震性能也相应提高;转角窗处的墙肢暗柱均按约束边缘构件进行设计,宽度与窗台同宽.当其宽度受到限制时,此时需适当调整该处墙肢的厚度让其满足要求;控制剪力墙截面的高厚比 $\geq 8$ ,避免短肢剪力墙的出现,墙肢厚度可参照表7取值.

表7 楼层与墙厚关系表(mm)

Tab. 7 The relationship between floor and the thickness of wall

层数	3层以下	4~18	18层以上
墙厚	300	250	200

注:表7、表8皆是以30层左右住宅为例.

由于转角梁根部弯矩层层叠加,致使墙肢端部弯矩自上而下逐渐增大,在墙肢底部会非常大,故该墙肢应根据实际的弯矩来设计截面与配筋,且把柱内受拉钢筋分置到较大范围内,该范围一般相当于暗柱的宽度范围(通常为600 mm宽).

在工程上为简化计算,暗柱的配筋可直接套用表8的数据<sup>[6]</sup>.

表8 加强区范围内角窗相连暗柱配筋

Tab. 8 Reinforcements of concealed column of connected corner window within the strengthen areas

钢筋类别	墙厚			钢筋类别	抗震等级	
	200~300	300~400	400~600		一级	二级
暗柱主筋	8Φ22	10Φ22	12Φ22	暗柱箍筋	Φ8@100	Φ8@150

### 3.2 角窗上转角梁的设计与构造

转角窗上下均需设置转角梁(如图 7 所示),且尽可能设计为非落地窗,梁截面高度在允许范围内适当加大,其宽度与墙同宽,混凝土等级、抗震等级宜和其相连剪力墙的等级一致;加厚上下窗台板,使两块窗台板与转角梁形成“[”字形梁和端柱形成一个通过该梁的抗扭刚度来传递剪力、弯矩的抗侧力构件,再加上斜向钢筋加强带使整个结构抗震性能有较大幅度的改善<sup>[7]</sup>.

简化计算<sup>[8]</sup>,端部负弯矩取为  $1/2ql^2$  ( $q$  为转角梁竖向线荷载设计值,考虑地震作用时要放大 1.3 倍),底部正弯矩取为  $1/11ql^2$  (按一端简支,一端固定计算时底部跨中最大弯矩为  $9/128ql^2$ ,但考虑到该梁塑性调幅,应适当放大),该梁的主要受力钢筋(上部纵向受力钢筋)宜根据不同的抗震等级、混凝土等级,参照框架梁支座处最小配筋率(下部纵向受力钢筋不应小于  $2\Phi 20$ )来考虑,由《规范》<sup>[5]</sup>第 6.3.2 条计算确定.梁箍筋也宜根据框架梁最小配筋率确定,由《规范》<sup>[5]</sup>第 6.3.4 条计算可得.

在构造上,转角梁上部钢筋应向剪力墙内部延伸一定长度,通常向内延伸角窗长度的 1.2~1.5 倍以上,在相邻墙肢内形成暗托梁,若该墙肢为短肢剪力墙则需延伸至内跨梁.当转角梁 AOB 截面两腹板高度  $h_w \geq 450\text{mm}$  时,每侧应适当设置构造钢筋,该构造钢筋可以按剪力墙水平向钢筋直径与间距配置,其直径  $d \geq 12$ ,每侧构造钢筋的截面面积可按公式  $A_s \geq 0.1\%bh_w$  (式中  $b$ 、 $h_w$  分别为梁 AOB 的截面宽度、腹板高度)得出.由于在该种结构中楼层,转角梁的扭矩相对较大,构造钢筋宜适当加强.

### 3.3 板内暗拉梁的设计与构造

宜将转角窗所在房间的楼板厚度设计为  $\geq 150\text{mm}$ ,并在板内设置斜向拉结暗梁(如图 7 所示),其有效降低了作用在转角处楼板的扭转应力,从而避免了局部楼板变形过大,甚至挤坏塌落的可能.若允许适当增大斜梁的截面高度,便可使转角处纵横墙协同工作的能力得到提高,且其结构抗扭刚度增大.

构造上,暗梁配筋尽量上下相同,且配筋率宜大于  $45f_t/f_y$  与 0.2 中的较大者,通常做法是上下各配置  $4\Phi 16$ ,箍筋为  $\Phi 10@100$ .楼板在加厚的同时,宜双层双向配置分布钢筋( $\Phi 12@150 \sim \Phi 14@150$ ),且应直通入相邻房间板内相应长度(一般取房间短边的  $1/4$ ),其配筋率尽量不小于 0.25%~0.3%.

## 4 结 论

本文通过对 8 种方案进行整体和局部对比分析,可得到以下结论:

(1) 转角处墙肢开洞后,结构的自振周期、顶点位移均增大,基底反力减小,并且随着转角连梁跨度的加大和截面高度的增加,结构的自振周期与顶点位移逐渐增大,基底反力依次减小.

(2) 转角处墙肢开洞后,外墙肢的轴力、剪力与弯矩均大大增加,尤其是腹板剪力墙两端的墙肢,且转角处洞口连梁两端弯矩的差值增加较大,特别需注意的是,转角处洞口连梁受扭效应显著提高.由于转角处的墙肢、连梁、楼板负担加大,致使这些构件易受破坏.

(3) 转角处连梁的跨度对该处外墙肢的轴力影响较明显,而对墙肢的剪力、弯矩影响均很小;转角处连梁的跨度对该处连梁剪力影响并不明显,但对固端弯矩影响较大,且连梁的剪力、弯矩、扭矩随着楼层数的增加,先变大然后变小.

(4) 转角处连梁截面高度对转角处附近的墙肢轴力影响较大,随着连梁截面高度的增大而增大,由下往上影响逐渐减小,墙肢的剪力、弯矩变化次之,但对结构中间数层的墙肢剪力、弯矩影响较大;连梁截面高度对连梁剪力、固端弯矩影响较明显,且在结构中间楼层影响达到最大,而其对连梁上扭矩影响较小,且在中间楼层影响达到最大.

依据分析结果,并结合以往工程经验,给出一些设计建议:

控制角窗单面宽度尺寸,在洞口边剪力墙尽量设置端柱、翼墙或暗柱,并加强其配筋;将转角窗尽可

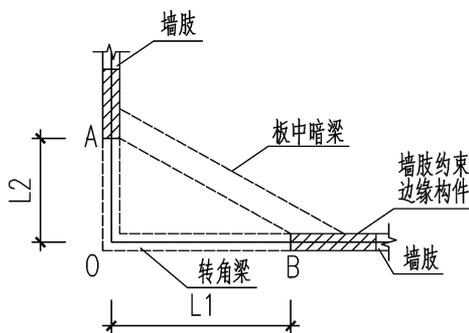


图 7 转角梁示意图

Fig. 7 Schematic diagrams of folded beam

能设计为非落地窗,且梁截面高度适当加大,其配筋可部分参照框架梁相关规定进行,构造钢筋宜适当加强;加大上下窗台板和楼板厚度,将楼板受力钢筋设计为双层双向直通式,并在板内设置斜向拉结暗梁。

## 参考文献 References

- [1] GB50011-2010,建筑抗震设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.  
GB50011-2010, Code for seismic design of building [S]. Beijing: China architecture & building press,2010.
- [2] JGJ3-2010,高层建筑混凝土结构技术规程[S].北京:中国建筑工业出版社,2010.  
JGJ3-2010, Technical specification for concrete structures of tall building [S]. Beijing: China architecture & building press, 2010.
- [3] 侯书利,汪明栋.小高层住宅结构方案——大开洞剪力墙与异型柱框剪结构对比分析[J].地震工程与工程振动,2006,26(3):149-151.  
HOU Shu-li, WANG Ming-dong. Comparison between large-opening shear wall and special-shaped column frame-shear wall in high-rise buildings [J]. EARTHQUAKE ENGINEERING AND ENGINEERING VIBRATION, 2006,26(3):149-151.
- [4] GB50009-2001,建筑结构荷载规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2001.  
GB50009-2001, Load code for the design of building structures [S]. Beijing: China architecture & building press,2001.
- [5] GB50010-2002,混凝土结构设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2002.  
GB50010-2002, Code for design of concrete structure [S]. Beijing: China architecture & building press,2002.
- [6] 章天恩.钢筋混凝土高层住宅转角窗处结构设计[J].建筑结构,2004,34(3):41-43.  
ZHANG Tian-en. Design of Structure near Rotational corner Windows for R. C. High Residence buildings [J]. Building Structures,2004,34(3):41-43.
- [7] 冯中伟,刘宜丰.高层剪力墙住宅结构优化设计[J].建筑结构,2010,40(9):124-127.  
FENG Zhong-wei, LIU Yi-feng. Optimization design of tall residential buildings with shear wall structures [J]. Building Structures,2010,40(9):124-127.
- [8] 刘铮,肖青.高层剪力墙住宅角窗处相关构件的简化设计方法及构造加强措施[J].工业建筑,2001(增刊):653-656.  
LIU Zheng, XIAO Qing. The calculation and structure on the angular window on the shearing stress wall for the higher building [J]. Industrial Construction,2001(sup):653-656.

## Effects of corner window opening on high-rise shear weall residential structure and relative design recommendation

WANG Ze-jun, ZHOU Wen-kai

(School of Civil Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China)

**Abstract:** In order to research the effects corner window opening on the integral effect of structure and stress of local members, taking the engineering of the common residential structure plan as the research object, using structure calculation software SATWE, through the transformation of the size of the openings of corner window, the comparative analysis of the structure of natural period of vibration, the displacement of the vertex, basal reaction force and internal force of the components are carried out. The analysis results show that as the size of the openings of corner window increase, the structure of the natural vibration period and the displacement of the vertex increase, while the basic reaction force decreases, and as the internal force of the components of corner window increases, the particularly significant change occurs in the middle of the floor according to the analysis result, and combined with past engineering experience. In order to Strengthen the weak part of structure, some advices of design are presented, which can be used as a reference to future project design.

**Key words:** *high-rise residence; shear wall structure; corner window; internal force analysis; structural design*