

剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用分析

孙晗

淮安市建筑设计研究院有限公司

摘要:在建筑结构设计中,不仅要对建筑工程本身的安全性、实用性充分考虑,还要突出工程的多样化、个性化特征。所处地区的不同,建筑结构形式需求存在的差异较大,应该利用不同的结构设计方案。现阶段,剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用广泛,对建筑抗风与抗震能力的提升有促进作用,能够增强建筑的稳定性。因此为提高建筑结构设计效果,应该对剪力墙结构设计灵活运用。

关键词:剪力墙结构设计; 建筑结构设计; 应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.04.097

引言

在我国建筑结构设计中,对抗震性能的关注度较高。为保证建筑结构的抗震性整体优化,剪力墙结构设计备受关注。将剪力墙结构设计应用到建筑结构设计中,可以增强人居环境的舒适性,防止建筑结构出现变形、位移等问题。为提升建筑结构设计水平,设计人员采用多种方式提高结构强度和刚度,而剪力墙结构设计完全能够满足此要求,因此在业内的应用广泛。

一、剪力墙结构分类及设计控制指标

(一) 剪力墙分类

在剪力墙结构设计过程中,类型主要可以分为4种:

(1) 整体剪力墙.具体如图1所示,没有洞口或者存在少量的小洞口。剪力墙门窗洞口面积不会大于剪力墙体总面积的15%。由于此类剪力墙没有突变和反弯点,所以整体变形为弯曲变形。

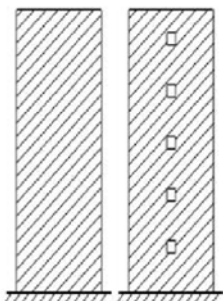


图1 整体剪力墙

(2) 整体小开口墙。具体如表2所示,此种类型的剪力墙门窗洞口尺寸面积大于总墙体面积的15%。由于此类剪力墙只会在有连梁的地方出现突变,墙肢的高度通常不会有反弯点,因此为弯曲变形。

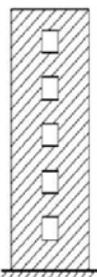


图2 整体小开口墙

(3) 联肢剪力墙。具体如图3所示,其在剪力墙上开有一列或者多列尺寸较大的洞口,门窗洞口面积大于剪力墙墙体总面积的30%~50%。变形主要为剪切变形。

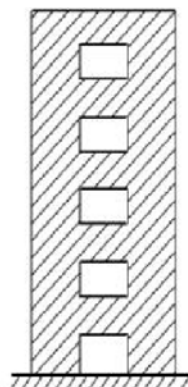


图3 联肢剪力墙

(4) 壁式框架。具体如图4所示,此类剪力墙洞口上的洞口尺寸宽且大,门窗洞口的总面积大于剪力墙墙体总面积的50%。墙肢宽度较小,变形主要为剪切变形。

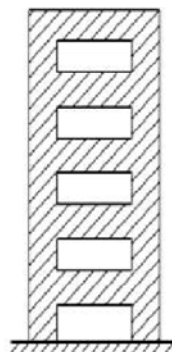


图4 壁式框架

(二) 控制剪力墙结构设计的指标

(1) 轴压比。该设计指标对剪力墙结构设计的控制有直接影响,在具体计算过程中,需要严格按照公式展开,具体为:

$$\mu_N = N_w / (f_c A_w)$$

在公式中:

μ_N 代表的是轴压比;

N_w 代表重力荷载代表值作用下剪力墙墙肢的轴向压力设计值;

A_w 代表的是截面面积;

f_c 代表的是混凝土轴心抗压强度设计值。

在剪力墙结构设计过程中,轴压比的主要作用是对结构的延性加以控制,保证剪力墙的塑性变形,避免出现脆性破坏的问题出现。轴压比的大小与剪力墙在地震影响下的塑形变形能力有一定关联,如果中剪力墙轴压比低,延性便会增大,轴压比高,会减小剪力墙的延性^[1]。现阶段,结合我国相关技术规范了解,针对剪力

墙轴压比，明确了限制的要求，具体如表1所示。

表1 剪力墙墙肢轴压比限制

抗震等级	一级（9度）	一级（6、7、8度）	二、三级
轴压比限制	0.4	0.5	0.6

（2）剪重比。在地震作用下，因为复杂程度较

表2 楼层最小地震剪力系数

类型	6度	7度	8度	9度
扭转效应明显或基本周期小于3.5s的结构	0.008	0.016（0.024）	0.032（0.048）	0.064
基本周期大于5s的结构	0.006	0.012（0.018）	0.024（0.036）	0.048

在结构计算期间，剪重比若无法达到设计要求，可以采取对水平地震总剪力和各楼层的水平地震剪力调整的方法，让限值达到设计标准。也可以对结构的高度加以调节，尽可能与设计要求吻合，在水平地震作用计算期间，采取的公式如下：

$$V_{Eki} = \lambda \sum_{j=1}^n G_j$$

在公式中：

V_{Eki} 代表的是第*i*层对应水平地震作用标准值的剪力；

G_j 代表的是第*j*层的重力荷载代表值；

n 代表的是结构计算总高度；

λ 代表的是水平地震剪力系数；

（3）位移比。在剪力墙结构设计期间，结构平面的规则与否会对结构的扭转有一定影响。为保证结构平面扭转不会出现过大的情况，需要对位移比合理限制，促进结构平面规则性的增强，确保结构偏心问题出现概率能降低，将不稳定因素彻底清除。

二、剪力墙结构设计在建筑设计中的具体应用

在建筑工程中，剪力墙的优势颇多，诸如抗压性强、减震效果良好等。并且在建筑工程项目建设阶段，剪力墙还具有较强的抗变形性，能够对建筑物的使用寿命延长。剪力墙结构具有多样性特征，在设计过程中，设计人员应该严格地依照的情况与要求，对施工现场合理分析，广泛收集各方面资料，对剪力墙结构灵活设计，保证剪力墙施工建设能稳定开展，提升工程的整体质量，规避施工期间存在的潜在风险。

（一）基础和承重构件设计

在建筑工程项目实施过程中，剪力墙结构设计中的基础与承重构件设计至关重要，可以增强建筑物不同方向受力的稳定性、安全性。所以在设计期间，应该加强对此的环节的重视，对配筋率等关键数据指标展开精准且详细计算，结合《建筑结构荷载规范》进行结构荷载取值，具体如表3所示，以便后续施工能有序推进。设计人员需要结合建筑工程项目的具体建设情况，了解施工场地的各方面条件，诸如环境条件、地质条件，认真计算水平、竖直方向上的配筋率^[2]。承重结构在设计过程中，应该将关注点放在墙体配筋率方面，水平以及竖直方向上的配筋率应该大于0.25%，少部分框支剪力墙结构在设计环节，底部加强位置的配筋率应该大于0.3%。为促进剪力墙结构设计的合理性与科学性，需要对现浇段较、装配式构件材料的配置比例加强控制，必须与设计要求吻合。同时对剪力墙的平面墙肢结构展开准确测算，做好统计与分析，确保基础及承重构件的设计方案与既定要求相同，提高设计的精准性与实用性。

大，会对结构造成不同程度的影响和破坏。在剪力墙结构设计期间，振型分解反应谱法应用广泛，但却无法保证计算的精准性。为增强剪力墙结构的稳定性与安全性，避免计算存在差异，需要对剪重比合理考量，具体如表2所示。

表3 结构荷载取值

序号	荷载类别	标准值（kN/m ² ）
1	客厅、卧室、书房	2.0
2	卫生间	2.0
3	其他	2.0
4	电梯机房、通风机房	7.0
5	楼梯、走廊、门厅	3.5
6	屋面（不上人）	0.5
7	阳台	2.50

（二）剪力墙结构设计

在组织开展建筑结构设计工作过程中，剪力墙结构设计对其防御性能的增强有促进作用，同时也能保证建筑工程的整体稳定性与安全性。为提高设计可行性与合理性，在开展剪力墙结构设计期间，应该对外部建筑结构的刚度、应力数据指标等严格管控。部分配置剪力墙结构的建筑物，要进行双向设计，针对墙体内部的固定墙肢，在长度方面有明确规定，对剪力墙的刚度中心位置做出精准测算，以便墙肢长度与连梁高度等各项数据指标能达到设计标准。如果剪力墙结构刚度和建筑物中心位置存在较大偏差，应该对墙肢长度、连梁高度等参数数据合理调整^[3]。对于中低层的建筑来说，剪力墙结构有较强的承载能力，但对于指定平面外的承载力和刚度，整体偏弱。因此要对平面方向梁结构合理选择与应用，对墙肢平面弯矩参数适当调整，结合规范限制平面尺寸及突出部位尺寸的比值，具体如表4所示，对设计不断优化。

表4 平面尺寸及突出部位尺寸的比值限制

设防烈度	L/B	l/B_{max}	l/b
6、7度	≤6.0	≤0.35	≤2.0
8、9度	≤5.0	≤0.30	≤1.5

（三）大墙肢处理

在剪力墙结构设计期间，应该对大墙肢结构科学且集中处理，保证建筑物主体结构不会受到影响，促进建筑物安全性和稳定性的提升。为提高剪力墙结构设计有效性，科学处理其中的不稳定因素。大墙肢和短墙肢结构在不同类型建筑工程中的应用较为广泛，可以利用短距离开孔等办法，施工完毕后，将孔洞及时封堵，保证剪力墙结构的抗空间抗震性能指标不会受到任何干扰。在剪力墙结构设计过程中，在达到建筑承载要求的基础上，对封层间隔设计方法合理使用，将较大的剪力墙结构划分成相应数量的独立墙段，增强剪力墙稳定性，防止出现剪力墙结构破坏等问题^[4]。如果想要加固建筑物四周墙体墙面，还要结合大墙肢结构的平面位置关系，有针对性地规划，对大墙肢的

配筋比例数量灵活调整,保证大墙肢和短墙肢结构承载力能增强,刚度与设计要求吻合。

(四) 控制剪力墙的厚度和配筋

为促进剪力墙结构设计合理性与科学性的提高,在开展设计工作过程中,应该加强对剪力墙厚度的管控,做好配筋设计工作,结合国家既定的标准以及行业技术规范,对建筑工程项目抗震等级灵活设定。结合建筑物的具体功能及各项性能参数,多方对比与研究,保证制定的设计方案能达到最佳。在剪力墙厚度控制及配筋设计期间,精准测算出高厚比数据参数,如果高厚比低于4,可以对柱结构的设计方式合理运用,如果高厚比超过4,可以使用异形柱结构设计方案,对双向受压结构灵活设计。依照国家既定的要求,如果建筑物的抗震等级为一级或者二级,在剪力墙结构设计环节,加强底部,让底部的厚度超过200mm,并与建筑物楼层的1/6高度展开对比测算。剪力墙结构其他厚度数据指标同样要加强控制,必须大于160mm。设计人员在剪力墙厚度控制期间,应该加强对关键数据参数的控制,诸如墙体截面强度指标等,对墙体厚度指标灵活调整,以便结构抗震性能整体提升,促进建筑物稳定性与安全性的提高。将国家规定要求作为基础,依照建筑物抗震等级,对剪力墙结构配筋比例严格控制,确保建筑物外部墙体的结构能满足安全要求,提升建筑整体稳定性,为后续施工作业的顺利开展打下坚实基础^[5]。

(五) 连梁设计与优化

建筑工程项目在实施过程中,设计工作是关键,尤其是剪力墙结构设计,关系到工程的整体稳定性与牢固性。在剪力墙结构设计过程中,连梁设计是较为重要的一个环节,对建筑外部墙体的稳固性有促进作用,同时也能对剪力墙结构设置方案中不合理的数据参数约束和限制。为提高剪力墙基础结构设计的可行性与合理性,在对连梁设计工作开展期间,对墙肢受力情况合理分析,选择不同的连梁设计方案,保证剪力墙数据参数能和设计一致,不会出现偏差过大的情况。设计人员可以利用折减连梁刚度参数的手段,让墙肢结构的稳定性增强,促进剪力墙墙体结构安全性的提高。设计人员应该对剪力墙结构中的洞口宽度灵活调整,保证水平、竖向受力状态不会受到干扰,让剪力墙结构的厚度适当增加,由此达到对建筑物主体结构安全提高的目的。

(六) 剪力墙边缘构件设计

在剪力墙边缘构架设计过程中,应该对构件结构科学规划,对施工现场的具体情况充分了解,明确环境以及施工特点,在对施工方法和技术掌握的前提下,对边缘构件灵活优化与调整,满足剪力墙设置标准,增强结构安全性。在边缘构件设计期间,认真分析不同构件的性能,将构件在剪力墙结构中的作用充分发挥出来。设计人员要将对各项重要参数了然于心,诸如箍筋、配筋特征值、墙肢长度等,以此为前提,对剪力墙边缘构件合理设计。在纵向钢筋配置期间,倘若约束构件对相关结构的约束力强,可以采取对剪力墙刚度降低的办法,提升边缘构件设计效果。

三、剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用注意事项

(一) 保证剪力墙设计的科学性

在剪力墙结构设计过程中,如果设计方案合理、科学,建筑物的使用安全性自然会提高,有利于建筑物的正常运行,更能增强剪力墙在建筑整体结构中的性能,

延长建筑物的使用寿命。在具体设计期间,需要对受力分布情况充分掌握,保证在自然灾害或者地震出现时,局部结构受力不会出现不均衡的情况,确保建筑物能始终处在安全状态。做好剪力墙的设置和规划,保证施工工期在缩短的同时,剪力墙的性能可以得到优化。诸如剪力墙分布均匀,承受荷载的均匀度会提高;加强对剪力墙布置数量的管理和控制,能够促进建筑物稳定性的增强。在设计过程中,严格依照规范展开,保证简洁性,避免发生单向设置的问题,让空间功能性得到有效发挥。设计人员应该到施工现场认真勘察,强化对各类资料的收集,诸如地质、环境、天气等,对市场数据对比研究,加大优化设计力度,结合相关标准与规范,有针对性地进行布置,确保建筑工程安全且合理使用,促进建筑工程整体经济效益的提高。

(二) 加大设计创新力度

任何工作的开展都需要人才作为支撑,在剪力墙结构设计期间,同样要加强对人才的引进,加大剪力墙技术研究力度,在对成本管控的前提下,提高安全系数。强化对先进技术手段的利用,诸如BIM广联达软件等,做好建模,实现剪力墙设计方式的创新,对剪力墙布置方案不断完善与优化,促进计算准确性的提高。加强对创新型人才的培养,对设计思路持续拓宽,积极开展研讨会等各项活动,强化人才的交流,让思路不断碰撞,为剪力墙结构及建筑结构的设计提供新思路与方法,提升剪力墙结构设计的创新性,真正做到打破传统。

(三) 保证墙体受力设计科学性

在剪力墙结构设计过程中,应该结合钢筋混凝土板以及混凝土墙面完成受力传递,对墙体处理情况合理设计与测算,深入研究剪力墙在外力作用下的负载,了解剪力墙承受的水平及竖直压力。为提高设计可行性,采取剪力墙模拟量化分析的方式,对墙体的延展性深入研究,通过良好的整体延展性,对剪力墙的抗震性能不断增强。对剪力墙结构的尺寸、轴压比等各项参数规范设计,选择最合适的钢筋混凝土材料,保证剪力墙的高度能满足设计要求,在外力作用下能更为稳定和安全,延长建筑工程使用年限。

结束语

综合而言,剪力墙结构设计不仅可以提升建筑的抗风与抗震能力,还可以延长建筑的整体使用寿命,对工程整体质量的增强有促进作用。因此为提升建筑结构设计合理性、安全性和可行性,应该加强对剪力墙结构设计的应用。虽然剪力墙结构设计呈现出来的优势较多,但并不适用于所有建筑类型,所以在设计期间,设计人员需要对建筑类型合理分析,对影响剪力墙结构的因素充分考量,合理制定设计方案,保证剪力墙结构的价值与优势能充分发挥。

参考文献:

- [1] 程江勇. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用分析[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(23): 87-89.
- [2] 孙玉婷, 张明宇, 吴凤霞. 建筑结构设计中的剪力墙结构设计应用思考与分析[J]. 居舍, 2022(28): 81-84.
- [3] 王春燕. 剪力墙结构在建筑工程结构设计中的应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(18): 97-99.
- [4] 王娟. 建筑结构设计中的剪力墙结构设计的应用[J]. 大众标准化, 2022(12): 46-48.
- [5] 刘书贤. 剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用分析[J]. 居业, 2022(05): 107-109.