

住宅建筑设计中的剪力墙结构设计研析

陈凯雄

中土国际工程设计有限公司, 河北 石家庄 050000

[摘要] 随着建筑技术的发展和居住环境要求的提升, 高层住宅建筑成为城市建设的主流。高层建筑在地震和风荷载等复杂环境下的稳定性和安全性是主要挑战。剪力墙结构因其优越的抗震性能和空间利用效率, 广泛应用于高层住宅。自 20 世纪中期以来, 随着抗震设计理论和计算技术的进步, 剪力墙结构的设计方法和施工技术不断完善。现代剪力墙结构不仅要求具备足够的抗剪能力和刚度, 还需考虑材料经济性、施工可操作性和建筑美观性, 这对设计师和工程师提出了更高要求, 促使他们在理论研究和工程实践中不断创新。从剪力墙的作用和分类入手, 系统阐述其设计原则和应用方法, 为高层住宅建筑的剪力墙结构设计提供理论依据和实践指导, 推动其在住宅建筑中的科学应用和技术进步。

[关键词] 建筑结构; 设计; 剪力墙结构

DOI: 10.33142/ucp.v1i2.13606

中图分类号: TU318

文献标识码: A

Research and Analysis of Shear Wall Structure Design in Residential Building Structure Design

CHEN Kaixiong

Zhongtu International Engineering Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the development of building technology and the improvement of living environment requirements, high-rise residential buildings have become the mainstream of urban construction. The stability and safety of high-rise buildings in complex environments such as earthquakes and wind loads are the main challenges. Shear wall structures are widely used in high-rise residential buildings due to their superior seismic performance and space utilization efficiency. Since the mid-20th century, with the advancement of seismic design theory and calculation technology, the design methods and construction techniques of shear wall structures have been continuously improved. Modern shear wall structures not only require sufficient shear resistance and stiffness, but also need to consider material economy, construction operability, and building aesthetics. This puts higher demands on designers and engineers, prompting them to constantly innovate in theoretical research and engineering practice. Starting from the role and classification of shear walls, this article systematically elaborates on their design principles and application methods, providing theoretical basis and practical guidance for the design of shear wall structures in high-rise residential buildings, and promoting their scientific application and technological progress in residential buildings.

Keywords: building structure; design; shear wall structure

引言

剪力墙结构作为现代住宅建筑中的重要结构形式, 因其优越的抗震性能和较高的承载能力而被广泛应用。随着城市化进程的加快和建筑高度的不断增加, 如何科学合理地设计和优化剪力墙结构, 确保在各种复杂荷载条件下的稳定性和安全性, 成为建筑工程领域亟待解决的问题。深入探讨剪力墙结构在住宅建筑设计中的应用, 分析其基本设计原则和具体设计方法, 以期对相关工程实践提供参考和指导。

1 剪力墙结构概述

1.1 剪力墙的作用

剪力墙是现代建筑中不可或缺的结构元件, 主要用于抵抗建筑物在水平荷载下的剪切力, 它的设计和布置直接影响到建筑的稳定性和安全性。在建筑中剪力墙通常设置于结构的核心区域, 如电梯井、楼梯井等, 这些位置的剪力墙不仅承担了竖向荷载, 还有效地分担了由风荷载、地

震等水平荷载引起的剪力。剪力墙的主要作用体现在以下几个方面: 首先, 它通过提供一个坚固的侧向支撑系统, 提高建筑物的整体刚度, 降低由于水平荷载引发的变形和倾斜。其次, 剪力墙能有效地增强建筑物的抗震能力, 在地震等极端情况下减少建筑的震动和结构破坏, 保障居住安全。此外, 剪力墙还有助于减少建筑物的沉降差异, 保持结构的均匀性, 从而提高建筑物的耐久性和稳定性。

1.2 剪力墙的分类

剪力墙可根据功能、构造形式以及使用的材料进行分类。在功能上剪力墙通常分为两类: 水平剪力墙和垂直剪力墙。水平剪力墙主要用于抵抗水平荷载, 如风荷载和地震力, 而垂直剪力墙则负责承受竖向荷载, 并提供水平稳定性。根据构造形式, 剪力墙可以分为整体剪力墙和分段剪力墙。整体剪力墙通常是一整块墙体, 具有良好的整体性和稳定性; 而分段剪力墙则由多个墙体组成, 通过连接件或梁形成整体, 这种形式更适用于复杂的建筑结构^[1]。

从材料角度来看,剪力墙分为钢筋混凝土剪力墙、钢板剪力墙和混合剪力墙。钢筋混凝土剪力墙是最常见的一种,因强度高、刚度大、施工方便而广泛应用。钢板剪力墙则主要用于需要大开口或者承受极端荷载的结构中,它结合了钢材的优良力学性能与剪力墙的结构优势。混合剪力墙则将不同材料的优势结合起来,通过综合利用混凝土和钢材,提高了结构的综合性能。

2 剪力墙结构设计的基本原则

2.1 科学设计墙体受力

科学设计剪力墙的受力是确保建筑物安全和稳定的关键。首先,需要精确计算剪力墙所承受的各种荷载,包括竖向荷载(如自重、使用荷载)和水平荷载(如风荷载、地震力)。通过对这些荷载进行合理的分析,可以确定墙体的承载能力和变形特性从而避免过度或不足设计。其次,剪力墙的受力设计应考虑墙体的边界条件、配筋配置及墙体的几何形状。例如,在设计过程中需要合理安排剪力墙的钢筋分布,保证能够有效地传递和分担荷载,同时防止出现局部应力集中或混凝土开裂现象。此外,墙体的厚度、配筋量及其分布应根据实际荷载情况进行优化调整,确保剪力墙在各种荷载作用下均能保持良好的结构性能。进一步来说科学设计还需要综合考虑建筑物的使用功能和布局,合理配置剪力墙的位置和布置,避免墙体的设置对建筑空间的功能和使用产生负面影响。

2.2 平面内搭接的注意事项

平面内搭接是剪力墙设计中的一个重要环节,合理的搭接设计可以显著提升剪力墙的整体稳定性和承载能力。在进行平面内搭接时,需要关注以下几个方面:首先,搭接部位的设计应确保足够的承载力和连接强度,搭接区域通常是剪力墙的薄弱环节,因此必须确保钢筋在搭接处有足够的锚固长度充分发挥其强度。搭接长度应符合设计规范的要求,避免出现钢筋锚固不足或混凝土裂缝等问题。其次,搭接部位的混凝土浇筑应均匀密实,确保搭接区域的结构完整性。在实际施工中需避免出现混凝土不均匀和气泡,这可能会影响搭接区域的承载能力和耐久性。此外,搭接的设计应避免在受力较大的区域设置过多的搭接点,以免造成局部应力集中。应合理安排搭接位置,尽量远离主受力区域避免对剪力墙的整体稳定性产生不利影响。最后,对于不同材质的搭接,必须确保良好的黏结性。例如,在混凝土与钢材的搭接中,应处理好表面清洁和粗糙度提高二者之间的黏结效果。

2.3 调整最小剪力系数

调整最小剪力系数是剪力墙设计中的关键步骤,确保结构在各种荷载作用下的稳定性与安全性。最小剪力系数的设置直接影响剪力墙的设计强度和承载能力,因此需要根据实际情况进行合理调整。首先,应根据建筑物的地震烈度、风荷载等环境条件来确定最小剪力系数,设计过程

中需参考相关规范和标准,对剪力墙的剪力承载能力进行准确评估,尤其在地震多发地区或高风压区,适当提高最小剪力系数可以增强剪力墙对水平荷载的抵抗能力,从而提升建筑物的抗震和抗风性能。其次,应考虑建筑物的实际使用功能和布局。例如,对于高层建筑和大开间的建筑,通常需要增加剪力系数满足结构的稳定性要求。同时,要兼顾建筑物的实际受力状态和剪力墙的布置情况,确保设计中的剪力系数与实际情况相符。最后,在调整最小剪力系数时,还需综合考虑剪力墙的材料特性和施工工艺。不同材料和施工方法可能影响剪力墙的实际承载能力,因此在设计中应适当调整系数,以适应材料性能的变化和施工的实际情况。

3 剪力墙结构在住宅建筑设计中的应用

3.1 剪力墙的定位与布置

剪力墙的定位与布置对住宅建筑的稳定性和使用功能具有重要影响。在设计过程中,剪力墙的合理布局不仅可以有效抵抗水平荷载,还能优化建筑的空间利用。首先,剪力墙应布置在建筑物的核心区域,如电梯井、楼梯井和管道井周围。这些位置不仅能够集中布置剪力墙,形成结构上的“核心筒”,有效分担来自各个方向的水平荷载,还能最大程度地减少对居住空间的干扰。在布置时应考虑剪力墙连续性和相互配合,避免因局部设置导致的力学不均衡。其次,剪力墙的布置应遵循对称性原则,确保结构的均匀受力。建筑物的剪力墙应尽量对称设置,减少因不对称布局造成的偏心力矩,从而提高结构的整体稳定性。在高层住宅建筑中,尤其要注意剪力墙与结构的连接部位,确保能够有效地传递剪力和抵抗水平荷载。此外,在考虑剪力墙的定位时,还需兼顾建筑的功能需求和空间规划。例如,居住空间的布局应避免剪力墙直接穿越主要生活区域,如客厅和卧室,以保持良好的使用功能。合理的剪力墙布置能够有效优化建筑内部的空间分布,同时保证建筑的结构安全。

3.2 剪力墙的厚度控制与配筋设计

剪力墙的厚度控制与配筋设计是确保承载能力和结构性能的关键环节。合理的厚度和配筋方案能够有效提高剪力墙的抗剪和抗弯性能,确保建筑物在各种荷载条件下的稳定性和安全性。首先,剪力墙的厚度设计应根据荷载要求和结构功能来确定,墙体厚度直接影响抗剪强度和刚度。通常高层建筑和大跨度结构需要较厚的剪力墙,以提供足够的抗剪能力和稳定性。设计时应遵循相关规范的最小厚度要求,并综合考虑结构的实际受力情况以优化墙体厚度。其次,配筋设计是确保剪力墙强度和稳定性的另一个关键因素,钢筋的配置应根据墙体的受力计算结果来确定,包括主筋和箍筋的规格、数量及分布^[2]。主筋主要承担剪力墙的主要受力,箍筋则用于增强剪力墙的抗剪能力,并防止混凝土开裂。在设计时应确保钢筋的锚固长度和间距符合规范要求,避免因配筋不足而导致的结构性能问题。此外,配筋设计还需考虑墙体的施工难度和经济性,

在确保结构安全的前提下合理选择钢筋规格和数量,可以有效降低施工成本并简化施工工艺。同时,施工过程中应严格控制钢筋的摆放位置和混凝土的浇筑质量,以确保配筋的实际效果与设计要求一致。

3.3 连梁的设计与优化

连梁是剪力墙结构中连接墙肢的重要构件,设计与优化对整体结构的抗震性能和稳定性起着至关重要的作用。合理的连梁设计不仅能提高剪力墙的整体刚度,还能有效分配和传递荷载,增强结构的抗剪能力。首先,连梁的设计应根据墙肢的受力情况和建筑物的功能需求进行优化,连梁的截面尺寸和配筋需要满足结构荷载的要求,确保在受力情况下不发生过度变形或失稳。一般来说连梁的高度和厚度应与墙肢的尺寸相协调,形成有效的力学组合提高整体抗剪性能。其次,连梁的配筋设计是优化的重要环节,钢筋的配置应确保连梁在弯矩和剪力作用下具有足够的强度和延性。通常连梁内需配置纵向钢筋和箍筋,其中纵向钢筋主要承担弯矩作用,箍筋则提供抗剪能力和防止裂缝的扩展,在高抗震设防区连梁的配筋应适当增加提高其抗震性能。此外,连梁的优化设计还需考虑其与墙肢和楼板的连接方式,合理的连接设计能够有效传递连梁的剪力和弯矩,避免局部应力集中和连接失效。采用高强度连接材料和优化的连接节点设计,可以增强连梁的整体性能和耐久性。最后,连梁的施工质量是确保设计效果的关键,施工过程中应严格按照设计图纸进行钢筋绑扎和混凝土浇筑,确保连梁的尺寸和配筋符合要求。同时,需注意施工细节,如混凝土的密实度和养护,防止因施工缺陷导致的连梁性能下降。

3.4 边缘构件的选择与设计

边缘构件是剪力墙结构中的关键部分,选择与设计直接影响结构的整体稳定性和抗震性能。合理的边缘构件设计能够有效提高剪力墙的承载能力和抗变形能力,确保建筑物在地震和风荷载作用下的安全性。首先,边缘构件的选择应根据剪力墙的受力特点和建筑物的具体要求进行优化。常见的边缘构件包括暗柱、端柱和翼墙等,这些构件通常设置在剪力墙的边缘部位,以增强墙体的局部刚度和承载能力^[3]。在高层建筑和抗震设防区边缘构件的选择尤为重要,应采用高强度材料和优化的截面形式提高其抗震性能。其次,边缘构件的设计需综合考虑其受力特点和连接方式,边缘构件通常承受较大的弯矩和剪力,设计时应确保具有足够的强度和刚度。钢筋的配置应根据受力情况进行合理布置,确保纵向钢筋和箍筋能够充分发挥作用。同时,边缘构件与剪力墙和其他结构构件的连接方式需合理设计,确保荷载的有效传递和整体结构的协调工作。此外,边缘构件的设计还需考虑施工工艺和经济性。在满足结构性能要求的前提下,应优化边缘构件的截面尺寸和钢筋配置降低施工难度和成本。合理的设计和施工工艺能够提高边缘构件的施工质量,确保其在实际使用中的性能和耐久

性。最后,边缘构件的施工质量控制是确保设计效果的关键,施工过程中应严格按照设计要求进行钢筋绑扎和混凝土浇筑,确保边缘构件的尺寸和配筋符合规范。加强施工现场的质量检查和监督,防止施工缺陷导致的结构性能下降。

3.5 转换层的结构布局

转换层在高层建筑中起着承上启下的关键作用,结构布局直接影响整个建筑的稳定性和承载能力。合理的转换层设计能够有效地将上部荷载传递至下部结构,确保建筑在地震和风荷载作用下的安全性。首先,转换层的结构布局应确保荷载的均匀传递和分配,在高层建筑中上部结构的荷载通过转换层传递至下部结构,因此转换层的刚度和强度必须足够高,以避免出现过大的变形或结构失稳。通常转换层采用厚板、梁板组合或桁架等高刚度构件,以满足其承载要求。其次,转换层的设计应考虑整体结构的协调性和连续性,转换层与上下部结构的连接应确保刚度和强度的连续过渡,避免因刚度突变导致的应力集中和结构弱点。通过优化转换层的布置和构件配置,可以实现荷载的平稳过渡和传递,提升整体结构的稳定性。此外,转换层的布局需结合建筑的功能需求和空间规划,转换层通常设置在建筑的功能分区处,如商业区与住宅区的交界处,以有效利用空间并满足使用要求。在设计转换层时,应考虑上下部功能区的空间需求,确保转换层的布置不影响建筑的使用功能和美观性。在施工过程中,转换层的施工质量控制至关重要,由于转换层通常承载较大荷载,施工质量直接关系到整个建筑的安全性。施工中应严格按照设计要求进行,确保钢筋绑扎和混凝土浇筑的质量,加强现场检查和监督防止施工缺陷影响结构性能。

4 结语

剪力墙结构在住宅建筑设计中具有重要地位,合理设计与应用直接关系到建筑物的稳定性和安全性。通过科学的剪力墙定位与布置、优化的厚度控制与配筋设计,以及连梁、边缘构件和转换层的精心设计,可以显著提升建筑的抗震性能和使用寿命。在实际工程中,严格遵循设计原则和施工规范,注重细节处理和质量控制是确保剪力墙结构发挥最佳效果的关键。未来,随着建筑技术的不断发展,剪力墙结构将继续在住宅建筑中发挥重要作用,为构建更加安全、舒适的居住环境提供有力保障。

[参考文献]

- [1] 张文涛. 住宅建筑设计中的剪力墙结构设计析[J]. 居舍, 2024(7): 104-106.
- [2] 贾惠鹏. 剪力墙结构设计在建筑设计中的实践初探[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023(30): 148-150.
- [3] 赵亮. 剪力墙结构设计在建筑设计中的应用[J]. 石河子科技, 2023(3): 37-38.

作者简介: 陈凯雄(1993.5—), 中级职称, 籍贯: 河北省石家庄市。