

建筑结构设计中的剪力墙结构设计难点分析

卢永亮

河北建筑设计研究院有限责任公司, 河北 石家庄 050000

[摘要]随着城市化进程的加速,高层建筑日益增多,剪力墙结构作为一种高效的抗震结构形式,被广泛应用于现代建筑设计中。然而,设计剪力墙结构时,诸多挑战不容忽视,特别是在进行应力分析、剪力墙的合理配置以及精心规划构件的钢筋配置等方面。本篇论文对建筑结构设计中的剪力墙结构的关键技术难题进行了深入研究,并据此提出了切实可行的解决方案,同时结合具体设计案例,对剪力墙结构的优化设计策略进行了详尽探讨。在建筑抗震设计中,剪力墙结构扮演着至关重要的角色,文章分析了设计过程中常见的问题及其应对策略,旨在为设计师提供坚实的理论支撑与实践指导,以期在确保安全性的同时,优化剪力墙结构设计经济效益。

[关键词]剪力墙结构; 建筑结构; 设计; 难点

DOI: 10.33142/ect.v3i4.16124

中图分类号: TU9

文献标识码: A

Analysis of Difficulties in Shear Wall Structure Design in Building Structure Design

LU Yongliang

Hebei Institute of Architectural Design & Research Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract: With the acceleration of urbanization and the increasing number of high-rise buildings, shear wall structures, as an efficient seismic resistant structural form, are widely used in modern building design. However, when designing shear wall structures, many challenges cannot be ignored, especially in conducting stress analysis, rational configuration of shear walls, and carefully planning the reinforcement configuration of components. This paper conducts in-depth research on the key technical challenges of shear wall structures in building structural design, and proposes practical and feasible solutions based on this. At the same time, combined with specific design cases, the optimization design strategies of shear wall structures are discussed in detail. In seismic design of buildings, shear wall structures play a crucial role. This article analyzes common problems and their corresponding strategies in the design process, aiming to provide designers with solid theoretical support and practical guidance, in order to optimize the economic benefits of shear wall structure design while ensuring safety.

Keywords: shear wall structure; building structure; design; difficulty

引言

在高层与超高层建筑领域,承载力卓越且抗震性能出色的剪力墙结构,以其独特的设计理念,已然成为建筑结构设计中的优选方案。建筑物在遭遇地震时,剪力墙作为关键构件,不仅显著增强其抗震性能,亦确保整体结构的稳固与安全。剪力墙因受力状况复杂、功能多变,且设计时需综合诸多因素,因此其构造始终面临不小的挑战。在剪力墙结构设计过程中,需兼顾抗震性能、结构安全性以及经济性,科学设定剪力墙的布局、尺度与配筋设计,从而保障建筑在遭遇地震等极端环境时的稳定性能。本文旨在针对剪力墙设计阶段所遭遇的种种难题,进行细致剖析,进而探讨并确立改进设计的策略与途径。

1 剪力墙结构设计的基本概述

剪力墙结构是现代高层建筑、超高层建筑和部分工业建筑中常用的抗震结构形式。作为建筑物的主要抗震构件,剪力墙承担着建筑物在地震作用下的水平荷载,能够有效地防止建筑物在强烈地震作用下发生倾斜、倒塌等危险情况。剪力墙是一种垂直的墙体结构,其主要作用是通过其

自身的刚度和强度来抵抗水平力,尤其在地震时具有至关重要的作用^[1]。

在剪力墙结构的构造中,涉及对墙体几何尺寸的精确设定、材料挑选、受力状况的深入剖析,以及与其他结构部件的连接方式等多个关键环节。在建筑物的核心筒地带,通常配置有剪力墙,该结构成为承载体系的重要组成部分。在结构体系内,剪力墙因其抗震效能而扮演着至关重要的角色,其设计合理性直接决定了建筑整体的安全性。高层建筑的设计中,剪力墙需同时应对竖向荷载与水平地震力及风荷载,因此对各类荷载作用需综合考量。

在剪力墙的设计中,材料的选择至关重要。在工程实践中,剪力墙结构多采用钢筋混凝土材料,钢筋与混凝土的优化配比,显著提升了墙体在剪切力作用下的抵抗性能。在项目规划阶段,必须依据相关规范对钢筋配置、配筋比例以及混凝土的强度级别进行严谨的科学推算。科技进步推动下,高强度混凝土与复合材料等新型材料被引入剪力墙设计领域,显著增强其抗震性能。在剪力墙的构造过程中,设计层面不仅要考虑静态力的作用,亦需深入探讨动态力的影响。

2 剪力墙结构设计中的难点

剪力墙结构设计是现代高层建筑中至关重要的环节,尤其是在抗震设计中,剪力墙起到了至关重要的作用。然而,剪力墙结构在承受力方面呈现复杂性,对设计规范提出严格要求,其设计过程往往充斥着众多难题与挑战。确定剪力墙的适宜位置与恰当尺寸,此乃关键之举。建筑的抗震性能与结构稳定性,均受高层建筑中剪力墙布局的直接影响。设计师需要根据建筑的高度、功能需求以及地震带等多种因素来合理安排剪力墙的位置。例如,当剪力墙的配置过于密集时,易引发建筑侧向刚度异常增大,进而导致结构局部失去平衡^[2]。

剪力墙的抗震性能分析与优化也是设计中的难点之一。建筑物在承受竖向荷载的同时,剪力墙亦需高效抵御水平地震力,详细分析剪力墙在承受力量时的形态变化,以及其剪切能力与局部屈曲等关键性能。抗震设计中,剪力墙需拥有充足抗剪强度与抗弯能力,并确保其刚度达到抗震标准要求。在地震荷载作用下,设计师需精心选取剪力墙的厚度与高度,并合理配置钢筋,以保障其免遭破坏。在建筑结构中,对剪力墙构件进行配筋设计的流程,实为一个繁复之举。在建筑结构设计,配筋的布置不仅要确保剪力墙的负载承载,亦需综合考量建筑整体结构性能的优化。基于剪力墙的力学特性,设计者需科学地确定钢筋的配置及其分布,以防止出现局部过密或稀疏情况,从而保障剪力墙的稳定性和抗震性能。

设计阶段中,剪力墙与结构其他部分的协同作业是一项至关重要的挑战。在承担荷载的同时,剪力墙需与其他结构构件如楼板、梁柱等紧密协作,共同构筑稳固的体系,探讨剪力墙设计中的连接合理性,以及剪力墙刚度与其他结构配合的协调性,实为设计过程中的关键议题。建筑结构中,剪力墙与楼板的衔接及与梁柱的交互作用,对结构整体的受力状态与抗震能力有着显著影响,因此,剪力墙之设计务必与建筑整体结构实现全面协调与优化策略。

3 剪力墙设计优化策略

3.1 采用先进分析方法提升剪力墙设计精度

随着建筑结构设计的发展,传统的静力分析方法已难以满足现代复杂建筑物对抗震设计的高要求。尤其是在剪力墙设计中,精确的分析方法对于确保结构安全性至关重要。为了提高剪力墙设计的精度,越来越多的工程师开始采用先进的分析方法,结合现代计算机技术进行结构的精细化模拟和计算。常见的先进分析方法包括有限元分析(FEA)、时程分析、响应谱分析等^[3]。

有限元分析是目前应用最为广泛的一种方法。对结构中的剪力墙在承受多种荷载作用时产生的力学反应进行全方位探究,通过将结构分解为若干个子模块,仿真各模块的受载状态,进而对结构在复杂荷载影响下的形变与应力分布进行预测。设计人员运用有限元分析手段,对剪力墙

抗震效能进行深入剖析,从而对墙体几何构型与配筋布局实施优化调整。设计精度的提升,剪力墙的优化,不仅助力设计师洞悉潜在的结构瑕疵与薄弱区域,更能有效规避安全隐患之风险。模拟地震对剪力墙动态响应的时程分析,是一项至关重要的技术手段。在地震实际发生过程中,剪力墙承受的力瞬息万变,而时程分析技术则擅长模仿地震波传播轨迹,并捕捉剪力墙在地震中的动态反应。

响应谱分析则是一种简化的地震荷载分析方法,它通过考虑建筑物在不同振动模式下的响应,快速评估剪力墙在地震中的表现。大多数建筑在初始设计时期,采纳此法可进行抗震效能的细致评估。在剪力墙抗震设计领域,响应谱分析往往作为一项辅助手段,与多种分析技术相融合,共同提高设计工作的精确度。在采纳了诸多前沿的分析手段之余,伴随着建筑信息模型技术的广泛运用,剪力墙设计领域在精确度和效能上亦实现了显著进步。精确建模剪力墙几何形态,运用BIM技术模拟其受力与变形,设计人员可据此获得更为直观的分析数据,在剪力墙设计领域,BIM技术与有限元分析、时程分析等手段的融合运用,显著提升了集成化设计的整体效果。

通过采用这些先进的分析方法,剪力墙的设计精度得到了大幅提升,不仅能够满足抗震设计的要求,还能够为施工提供更加明确的指导。未来,随着计算机技术的进一步发展,剪力墙的设计分析将会更加精准和高效,进一步提升建筑物的安全性^[4]。

3.2 剪力墙合理布置与结构整体性设计

高层建筑中,剪力墙的合理布局与抗震构件的设置紧密相连,这对建筑的抗震性能与整体结构稳定性具有决定性影响。通过优化剪力墙的布局设计,显著增强建筑在地震中的抵御力量,降低震后破坏程度,进而促进结构整体性能的提升。在布置剪力墙时,务必充分考虑力学性能需求,同时需兼顾建筑功能布局、空间需求及形状等要素,进行全方位的优化设计。

根据建筑物所处的地震带和设计的抗震烈度,剪力墙应设置在合理的位置,以最大化其抗震效果。在建筑核心部位布置剪力墙,可有效地汇集并抵御来自四面八方的地震作用力。高层建筑结构中,剪力墙沿竖向对称布置,旨在保障结构受力的均衡性,楼梯间、管道井等区域,应避免被剪力墙占据,以防影响其功能使用,减少室内空间占用。在高层建筑中,虽然剪力墙是至关重要的抗震部件,然而其空间占用亦是显而易见。为确保建筑内部空间的有效利用,巧妙设计应得以实施,如将剪力墙合理布局于电梯井、管道井、楼梯间等区域,这些区域不会对居住功能造成影响。抗震性能的优化与建筑空间利用的最大化,均依赖于剪力墙的科学布局。此外,剪力墙的布置还需要考虑到门窗开口的数量和位置,避免影响建筑的自然采光和通风^[5]。

确保结构协同作业,设计要求中强调剪力墙与其他构

件之间必须建立优异的连接。在进行剪力墙的构造规划时,必须充分考量剪力墙自身的强度与韧性,同时亦需重视其与楼板、梁、柱等结构组件之间的紧密耦合。在结构体系中,剪力墙与楼板之间的连接普遍运用钢筋混凝土现浇连接板或是钢筋环形连接技术,旨在显著提升二者间的协同工作效能。在构建结构中,柱与剪力墙间的联结环节,得以通过加密配筋或是钢筋骨架的设置,得以显著提升整体结构性能。建筑物的设计过程中,务必兼顾其使用功能,并确保结构系统在抗震挑战中实现高效协作,以实现最佳的抗震性能。在处理外立面设计复杂的建筑时,必须对剪力墙的配置精心考量,确保其与建筑外立面设计保持和谐,以免对建筑整体外观造成不利影响。在确保结构抗震能力的前提下,设计师需巧妙地变动剪力墙的布局与坐落点,将剪力墙科学布置,并融入结构整体性设计,有效增强建筑抗震性能与安全性。确保地震等极端事件发生时,建筑具备更强的抵抗能力。建筑技术的进步和抗震设计标准的提高,促使剪力墙的配置趋向于更为细致与专属,旨在适应各类建筑的特殊要求。

3.3 配筋设计与施工工艺优化

结构安全性与抗震能力,其关键在于剪力墙的配筋设计。高层建筑中的剪力墙因承担巨大水平荷载,因此需精确进行配筋设计以确保其结构强度、刚度与稳定性。在抗震需求的基础上,剪力墙的配筋设计需兼顾施工的实际操作和经济成本。在建筑技术不断进步的背景下,剪力墙的配筋设计正逐步提升至更高标准,而施工工艺的改进亦能有效增强剪力墙的整体功能。建筑中的剪力墙,在承受剪力、弯矩及轴力等多重力作用下,其设计阶段必须对建筑荷载进行精准分析,进而实现配筋的合理布局。在剪力墙的构造中,配筋设计至关重要,它由纵向钢筋与横向钢筋两大组成部分构成,其中,纵向钢筋主要负责应对轴力和弯矩的挑战,而横向钢筋则肩负着抵抗剪力的重任。在考虑剪力墙厚度与长度以及其承受力状况的基础上,设计者必须准确选定适宜的钢筋配比,以保障其在地震载荷冲击下展现出优异的力学表现^[6]。

在高层建筑施工中,施工条件往往复杂,施工周期较长,因此,设计人员需要根据施工工艺的要求来合理安排配筋。精心规划钢筋配置,在高层建筑中,普遍采用现浇混凝土剪力墙结构,此结构需确保配筋设计充分考虑施工阶段钢筋布置与绑扎的复杂程度。设计人员为提升施工效

率,务必合理选取钢筋直径、间距与弯折方式,并严格保证施工中钢筋定位精准,以杜绝因钢筋配置失误造成的结构缺陷。施工环节中,确保质量关的重要性不言而喻。混凝土浇筑作业必须遵循设计规范,施工人员需一丝不苟,以保证浇筑质量,杜绝空洞、裂缝等瑕疵的产生。在施工过程中,必须确保钢筋合理布局,防止其偏移或交错,以保障剪力墙整体承载能力的完整性。随着施工技术的持续精进,高层建筑中的剪力墙施工工艺正逐步趋向自动化与精细化的方向演变。在此过程中,智能化施工设备的运用亦助力施工效率与品质的双重提升。

4 结语

上文针对现代建筑结构设计中的剪力墙结构设计的难点进行了分析和探讨,以期对相关设计人员具有一定的启迪作用。剪力墙结构设计面临的挑战不仅仅是技术层面的,更包括结构功能、空间布局、施工管理等多方面的协调与优化。随着建筑行业技术的不断进步,现代建筑设计中剪力墙的设计方法和施工工艺将不断得到改进和完善。通过采用先进的分析方法、优化剪力墙布置、提高配筋设计精度和完善施工工艺,能够有效解决设计中的难点,为建筑物提供更高的抗震能力和安全性。未来,随着智能化技术和信息化管理的不断发展,剪力墙的设计与施工将更加精准、有效,为建筑结构安全性提供更加可靠的保障。

【参考文献】

- [1]汪加乐.剪力墙结构设计在建筑结构设计中的运用研究分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(27):43-45.
 - [2]高杰.剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用分析[J].城市建筑,2023,20(12):175-177.
 - [3]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.
 - [4]袁硕.建筑结构设计中的剪力墙结构设计的应用策略分析[J].低碳世界,2021,11(6):170-171.
 - [5]王同森.高层建筑中剪力墙结构设计要点及其运用分析[J].房地产世界,2021(2):13-15.
 - [6]熊晨玲.剪力墙结构设计在建筑结构设计中的应用分析[J].现代物业(中旬刊),2020(1):93.
- 作者简介:卢永亮(1985.1—),男,汉族,毕业学校:河北建筑工程学院,现工作单位:河北建筑设计研究院有限责任公司。