

土木工程结构设计中的剪力墙结构设计

汪宇航

温州信达交通工程试验检测有限公司 浙江 温州 325000

摘要：随着大家生产生活水平的不断提高，人们对土木工程施工质量的要求越来越高。本文深入探讨了土木工程结构设计中的剪力墙结构设计。概述了剪力墙结构设计的基本概念与重要性，阐述了剪力墙结构设计的原则，分析了其在土木工程结构设计中的具体应用，包括大墙肢处理、截面厚度设计、高层建筑中的设计要点、边缘构件及连梁设计等方面。提出了材料选择与优化、截面形状与尺寸的优化等策略。旨在为土木工程领域的剪力墙结构设计提供理论参考和实践指导。

关键词：土木工程；结构设计；剪力墙结构设计；优化

引言：在土木工程结构设计中，剪力墙结构因其良好的抗震性能和承载能力而得到广泛应用。随着建筑高度的不断增加和建筑功能的多样化，对剪力墙结构的设计提出了更高的要求。本文将从剪力墙结构设计的基本概念出发，探讨其设计原则及在土木工程结构设计中的具体应用，旨在深入理解剪力墙结构设计的精髓，为实际工程提供有力的理论支撑和实践指导。

1 剪力墙结构设计概述

剪力墙结构，是通过设置钢筋混凝土墙体来抵抗水平荷载（如风荷载、地震荷载）的一种结构形式。这些墙体不仅作为建筑的承重构件，还承担着抵抗侧向变形的重要任务。与传统的框架结构相比，剪力墙结构具有更高的刚度和承载力，能够有效减少建筑物的水平位移，提高整体结构的抗震性能。在设计剪力墙结构时，需要综合考虑多种因素。要根据建筑物的使用功能、高度、地理位置和气候条件等确定合理的结构布置和墙体尺寸^[1]。要充分考虑墙体的受力特点和变形性能，通过精确的计算和分析，确定墙体的配筋和截面尺寸，以确保墙体的承载力和稳定性满足设计要求。剪力墙结构的设计还需要考虑施工的可操作性和经济性。在施工过程中，要确保墙体的浇筑、振捣和养护等工序符合规范要求，以保证墙体的质量和性能。同时要合理控制工程造价，通过优化设计、选用经济合理的材料和施工方法等措施，降低工程成本。随着建筑技术的不断进步和新型建筑材料的不断涌现，剪力墙结构的设计也在不断创新和发展。通过采用高性能混凝土、高强度钢材等新型材料，可以进一步提高剪力墙的承载力和抗震性能；通过采用新型连接技术和构造措施，可以优化墙体的受力性能和变形性能，提高结构的整体稳定性和耐久性。

2 剪力墙结构设计原则

2.1 位置选定原则

剪力墙的位置选择能保障建筑结构的整体稳定性和安全性，剪力墙应在建筑物两侧均匀分布，以确保结构在水平荷载作用下的受力均衡。对于造型曲折多样的区域，如楼顶等，应尽量减少剪力墙的布置，以避免结构复杂化和应力集中^[2]。在横向布置时，要充分遵循对称原则。如果实际结构无法完全对称，则应尽可能使结构的质心接近地面，以减少结构在水平荷载作用下的扭转效应。在剪力墙上打洞时应谨慎处理。孔洞应置于墙体正中，远离墙脚等关键部位，以避免对结构安全造成不利影响。孔洞的大小和形状也应经过精确计算，以确保墙体的整体稳定性和承载力不受影响。

2.2 间距和厚度设置原则

剪力墙的间距和厚度设置对于结构的整体刚度和承载力具有重要影响。在设计时，确保剪力墙的最大间距在规定范围内，以保证屋面的侧向刚度，防止楼板在横向荷载过大时发生弯曲和变形。根据《建筑混凝土结构技术规程》等相关规定，合理确定剪力墙的厚度。在确定剪力墙厚度时，综合考虑结构的整体稳定性、承载力以及施工可行性等因素。剪力墙的厚度应根据其所在楼层的高度、所受荷载的大小以及墙体的受力特点等因素进行确定。注意避免墙体过薄导致承载力不足，或墙体过厚导致材料浪费和施工困难等问题。

2.3 墙肢长度确定原则

墙肢长度的选择应根据具体情况进行确定，但一般应小于8米。这是因为过长的墙肢在受力时容易发生断裂，从而影响结构的整体稳定性。墙肢也不能过短，否则会影响墙体的整体刚度和承载力。在确定墙肢长度时，可以将其确定为墙体厚度的8倍左右，且总长度应小

于4米。如果必须设计更长的墙体,可以通过在墙体上打孔的方法来增长墙体。但需要注意的是,打孔的位置、大小和数量应经过精确计算,以确保墙体的整体稳定性和承载力不受影响。

2.4 数量确定原则

剪力墙的数量对于结构的整体稳定性和安全性也具有重要影响。但并不意味着剪力墙的数量越多越好。过多的剪力墙会增加结构自身的重量和所受荷载,从而增加结构破坏的风险。同时,过多的剪力墙也会浪费材料,增加施工成本。在确定剪力墙数量时,在满足建筑设计要求的前提下尽量少采用剪力墙。这可以通过优化结构设计、提高材料的利用率以及采用先进的施工技术等措施来实现。注意避免剪力墙数量过少导致结构整体刚度和承载力不足的问题。在确定剪力墙数量时,综合考虑结构的整体稳定性、承载力、施工可行性以及经济性等因素,以确保结构的整体安全性和稳定性。

3 剪力墙结构设计在土木结构设计中的具体应用

3.1 大墙肢的处理

剪力墙作为建筑结构中的重要组成部分,其延性至关重要。为了确保剪力墙在受力时能够表现出良好的延性,避免脆性剪切破坏,需要对高宽比小于2的剪力墙进行特殊处理。这类剪力墙在受力时容易发生弯曲破坏,因此需要通过设计手段将其转变为易弯曲破坏的延性剪力墙。当剪力墙的长度较长时,为了确保其稳定性和安全性,需要将其拆分成多个独立的墙段。拆分的方法之一是通过开洞将长墙均匀分割成合格的独立墙段。这样每个墙段的宽高比都会不小于2,从而提高了墙体的延性和稳定性。由于墙体截面相对较小,弯曲产生的裂缝宽度也会相对较小,这有助于墙体钢筋充分发挥其支撑作用。在实际应用中,可以通过两种方式来开洞处理大墙肢。一种是施工孔,即在混凝土施工过程中在剪力墙上预留孔洞,在施工结束后填充这些孔洞。另一种是计算孔,即在剪力墙的结构计算中设置计算孔,但在实际施工过程中仍然保留混凝土墙。

3.2 剪力墙结构截面厚度设计

剪力墙结构的截面厚度设计关乎剪力墙的平面外刚度和稳定性,直接影响到建筑的整体性能。为了确保剪力墙的平面外刚度和稳定性,设计中必须明确剪力墙的最小厚度。这一厚度的确定需基于建筑的高度和无肢长度的较小值进行计算。当相交剪力墙出现平面外时,合理设计截面厚度,有助于提升剪力墙在复杂受力环境下的整体性能。在技术应用层面,设计者在确定剪力墙截面厚度时,需进行详尽的调查、分析和计算。包括对

建筑主体各构件的压力和偏心压力进行精确评估,以确保所设计的截面厚度能够满足实际受力需求。设计者在设计剪力墙截面时还需严格遵循“强剪弱弯”的基本原则。这意味着在剪力墙截面压力较大的情况下,应相应增大剪力设计值,以增强其抗剪能力。相反当剪力墙截面压力较弱时,应适当减小弯矩增大系数,以避免结构在受力时发生过大的弯曲变形。

3.3 高层建筑中剪力墙结构设计

随着城市化进程的加速,高层建筑的数量和规模日益扩大,对结构稳定性和安全性的要求也越来越高。剪力墙结构设计正是应对这一挑战的关键技术^[3]。高层建筑的剪力墙结构设计,应注意以下几方面:(1)要考虑结构的整体稳定性和抗侧力性能。剪力墙通过其强大的刚度和承载力,能够有效地抵抗水平荷载,如风荷载和地震荷载,从而确保高层建筑的稳定性和安全性。剪力墙结构设计采用了多种技术手段。通过精确计算和分析,确定剪力墙的合理布置和尺寸,以确保其能够充分发挥抗侧力性能。为了优化结构性能,还采用了开洞、设置连梁等技术手段,以调整剪力墙的刚度和承载力分布。(2)要考虑施工的可操作性和经济性。为了满足施工要求,剪力墙的截面形状和尺寸需要合理设计,以便于模板制作和混凝土浇筑。为了降低施工成本,需要优化剪力墙的数量和布置,以减少材料消耗和施工周期。(3)剪力墙结构设计还常常与其他结构形式相结合,如框架-剪力墙结构、筒体结构等。这些复合结构形式能够充分发挥各自的优势,提高整体结构的稳定性和承载能力。

3.4 边缘构件设计

边缘构件,作为剪力墙结构的核心组成部分,其性能与配置直接关系到整个结构的稳定性和承载能力。一般而言,边缘构件主要分为约束性边缘构件和无约束能力的边缘构件两大类。在实际施工中,约束性边缘构件因其卓越的承载力表现,相较于无约束能力的边缘构件,其承载力几乎高出40%,这使得约束性边缘构件成为众多工程中的首选。在边缘构件的设计过程中,需严格遵循标准化施工要求,确保各项参数的合理配置。其中联合箍筋与配筋特征值的运用,是提升边缘构件性能的关键。通过精心设计的联合箍筋,可以有效增强边缘构件的抗剪能力和整体稳定性。配筋特征值的合理选取,也能够保证结构安全的前提下,实现材料的最大化利用。墙肢长度的合理利用,以及结构尺寸与形态大小的精确控制,都是确保边缘构件设计合理性的重要因素。在优化边缘构件设计的过程中,通过科学合理地配置纵向钢筋,可以进一步优化建筑结构,降低剪力墙的刚

度,从而实现对结构内边缘构件的有效约束。

3.5 连梁设计

在剪力墙结构中,连梁的存在对于提升整个结构的承载性能和稳定性具有至关重要的作用。连梁的设计并非易事,其受到跨度、截面大小以及受力状态等多种因素的影响。在连梁设计中,需要考虑的是连梁的承载性能。由于连梁需要承受来自墙肢的水平荷载作用力,因此其承载性能的好坏直接关系到整个剪力墙结构的稳定性和安全性。为了确保连梁的承载性能,可以在设计中适当应用连梁装置,如设置暗梁、加腋等措施,以提高墙体的稳定性。连梁的设计还需要考虑其截面尺寸和形状。在实际工程中,由于连梁的跨度较大,且需要承受较大的弯矩和剪力,因此其截面尺寸和形状的设计必须十分谨慎。为了确保连梁的承载性能和稳定性,需要根据受力状态和工程要求,合理确定连梁的截面尺寸和形状。在连梁的设计中,还需要注重连梁参数的优化调整。通过综合考虑跨度、截面大小、受力状态以及材料性能等因素,对连梁的参数进行优化调整,以实现连梁性能的最大化利用。要充分考虑其与周围结构的相互作用。

4 剪力墙结构设计的优化与改进

4.1 材料选择与优化

材料是剪力墙结构设计的基础,其性能直接影响结构的承载能力和耐久性。传统的剪力墙结构多采用钢筋混凝土材料,但随着以下新型材料的不断涌现,材料的选择与优化成为提升剪力墙性能的重要途径。(1)高性能混凝土的应用。高性能混凝土具有高强度、高耐久性、高工作性等特点,能够显著提升剪力墙的承载能力和抗震性能。通过优化混凝土配合比,采用低水灰比、高效减水剂等措施,可以进一步提高混凝土的密实度和强度,从而增强剪力墙的整体性能。(2)新型钢材的引入。在剪力墙结构中,钢材主要用于制作钢筋和型钢^[4]。新型钢材如高强度钢筋、耐腐蚀钢筋、形状记忆合金等,具有更高的强度和更好的耐久性,能够显著提升剪力墙的承载能力和抗震韧性。形状记忆合金等智能材料的应用,可以实现剪力墙结构的自修复和自适应功能。(3)复合材料的应用探索。复合材料如碳纤维增强复合材料(CFRP)、玻璃纤维增强复合材料(GFRP)等,具有

轻质高强、耐腐蚀、耐疲劳等优点,在剪力墙结构设计中具有广阔的应用前景。

4.2 截面形状与尺寸的优化

通过合理的截面设计和尺寸调整,可以显著提高剪力墙的承载能力和抗侧力性能。以上是具体要求优化措施:(1)截面形状的优化。传统的剪力墙截面形状多为矩形或正方形,但随着设计理念的更新,出现了许多新型截面形状,如T形、L形、十字形等。这些新型截面形状能够更有效地利用材料,提高剪力墙的承载能力和抗侧力性能。通过调整截面形状的长宽比和厚度,还可以进一步优化剪力墙的刚度分布和受力性能。(2)尺寸的优化调整。通过精确计算和分析,可以确定剪力墙的合理尺寸,包括墙体的厚度、高度和宽度等。这些尺寸的确定需要综合考虑结构的承载能力、稳定性、抗震性能以及施工可行性等因素。通过优化尺寸设计,可以确保剪力墙在承受各种荷载时保持稳定的性能。(3)开洞与设置连梁的优化。通过合理开洞和设置连梁,可以调整剪力墙的刚度和承载力分布,提高结构的整体性能。在开洞设计中,需要综合考虑开洞位置、大小和形状等因素对结构性能的影响。连梁的设置也需要根据结构的受力特点和抗震需求进行合理设计。

结束语:剪力墙结构设计在土木工程领域具有举足轻重的地位。通过深入探讨其设计原则、具体应用及优化改进策略,可以更好地理解剪力墙结构的性能特点,能为实际工程提供更为科学、合理的设计方案。随着科技的不断进步和设计理念的不断更新,剪力墙结构设计必将迎来更加广阔的发展前景。

参考文献

- [1]王倩.建筑结构设计剪力墙结构设计应用[J].土木工程技术与设计,2019(19):1066.
- [2]魏世坤,邹彬.建筑结构设计剪力墙结构设计的应用探析[J].中国房地产业,2019(35):74.
- [3]建筑结构设计剪力墙结构设计的应用综述[J].刘建辉.居舍.2020(24):65-94
- [4]孙国华,顾强,齐永胜,等.钢板剪力墙结构的剪切变形分析[J].沈阳建筑大学学报(自然科学版),2021(02):78-79.