

建筑工程结构设计中剪力墙结构设计要点分析

李少勇

内蒙古中域航天工程规划设计有限公司 内蒙古 呼和浩特 010051

摘要：本文概述了剪力墙的定义、作用及其结构设计要点。剪力墙作为高层建筑的关键结构元素，承担着水平剪力和竖向压力，其设计需综合考虑建筑高度、层数、功能及地区抗震设防等因素。文章详细探讨了剪力墙结构参数、平面布置、配筋设计、边缘构件及连梁设计的关键要点，旨在确保剪力墙在复杂受力环境下的稳定性和安全性。合理的剪力墙设计对于提升高层建筑的整体刚度和抗震性能具有重要意义。

关键词：建筑工程结构设计；剪力墙结构设计；要点

引言

在现代建筑工程领域，尤其是高层建筑设计中，结构的稳定性和安全性至关重要。剪力墙作为一种关键的结构形式，承担着抵抗水平力和竖向荷载的重要使命。其合理设计是确保建筑在风荷载、地震等自然灾害作用下安然无恙的关键。从理解剪力墙的基本概念和作用，到深入探究其结构设计的各个要点，是保障建筑质量和人员安全的必经之路。我们将在本文中全面剖析剪力墙及其结构设计的相关内容。

1 剪力墙及其结构设计概述

1.1 剪力墙的定义与作用

剪力墙是一种特殊的结构墙体，它在高层建筑中承担着多重重要功能。从力学角度来看，它主要承受沿其平面作用的水平剪力和弯矩，这是抵抗风荷载和地震作用等水平力的关键。同时，剪力墙也承担着竖向压力，这是由于建筑物自身重量以及使用过程中的活荷载所产生的。在实际的建筑结构受力环境中，剪力墙处于复合应力状态下工作，这意味着它需要同时应对多种不同方向和性质的力。

1.2 剪力墙结构设计的重要性

剪力墙结构设计在高层建筑中扮演着至关重要的角色，其重要性不容忽视。作为高层建筑结构体系的核心组成部分，剪力墙不仅承载着建筑物的自重，更在风荷载、地震等自然灾害面前，扮演着“守护神”的角色。在高层建筑中，结构的稳定性和安全性是设计的首要原则。而剪力墙结构设计正是这一原则的具体体现。合理的剪力墙布局和尺寸设计，能够显著提升建筑物的整体刚度和强度，使其在遭遇极端天气或地质条件时，依然能够保持结构的完整性和稳定性。如果剪力墙设计不合理，将直接威胁到建筑物的安全。刚度不足、强度不够或延性差等问题，都可能导致建筑物在自然灾害面前不堪一击，出现严重的破坏甚至倒塌。这样的后果不堪设想，不仅会造成巨大的经济损失，更可能危及人们的生命安全。因此，合理的剪力墙结构设计是确保高层建筑安全的关键。它要求设计师在充分理解建筑物受力特性的基础上，科学规划剪力墙的布局和尺寸，以确保建筑物在承受设计荷载范围内保持稳定。同时，剪力墙还应具备一定的耗能机制和延性性能，以便在超过设计荷载时，能够通过自身的变形和耗能来吸收和分散能量，避免结构的突然破坏。

堪一击，出现严重的破坏甚至倒塌。这样的后果不堪设想，不仅会造成巨大的经济损失，更可能危及人们的生命安全。因此，合理的剪力墙结构设计是确保高层建筑安全的关键。它要求设计师在充分理解建筑物受力特性的基础上，科学规划剪力墙的布局和尺寸，以确保建筑物在承受设计荷载范围内保持稳定。同时，剪力墙还应具备一定的耗能机制和延性性能，以便在超过设计荷载时，能够通过自身的变形和耗能来吸收和分散能量，避免结构的突然破坏。

1.3 剪力墙的受力特点与性能要求

(1) 受力特点。剪力墙在水平荷载作用下，墙肢内会产生轴力、弯矩和剪力。由于其平面特性，水平力在墙体内的分布与墙体的刚度和几何形状有关。在竖向荷载作用下，剪力墙则像普通墙体一样承受压力，但其承载能力和稳定性与墙体的厚度、配筋等因素密切相关。此外，在地震等往复荷载作用下，剪力墙的受力情况更为复杂，会出现反复的拉压和剪切变形。(2) 性能要求。为了保证剪力墙在复杂受力环境下的正常工作，它需要满足一系列性能要求。首先是刚度要求，足够的刚度能够保证在正常使用荷载下结构的变形在允许范围内，避免因过大的变形影响建筑的使用功能^[1]。其次是强度要求，要能够承受设计荷载产生的内力而不发生破坏。最重要的是延性和能量耗散能力，在非弹性变形反复循环下，如地震作用时，剪力墙需要通过自身的塑性变形来吸收和耗散能量，以保护整个结构的完整性。

2 建筑工程结构设计中剪力墙结构设计要点

2.1 剪力墙结构参数设计

剪力墙数量的多少直接影响到结构的整体刚度和抗侧力能力。在确定剪力墙数量时，需要综合考虑建筑的高度、层数、功能用途以及所在地区的抗震设防烈度、风荷载大小等因素。一般来说，高层建筑需要更多的剪

力墙来抵抗较大的水平力。对于抗震要求较高的地区,适当增加剪力墙数量可以提高结构的抗震性能。同时,建筑的功能布局也会对剪力墙数量产生影响,例如商业建筑由于空间开阔,可能需要更合理地布置剪力墙以满足结构要求。

剪力墙的尺寸包括长度、高度和厚度等。墙肢截面的高厚比应大于8,且高度不宜超过8m。这一要求是为了保证剪力墙在受力过程中的稳定性和合理性。在设计时,需要根据建筑的平面布局和结构受力分析来确定墙肢的长度。对于长墙肢,可能需要设置洞口等措施来避免墙体过长而产生的不利影响,如应力集中等问题。而剪力墙的厚度则需要根据其承担的竖向荷载和水平力大小来确定,同时还需考虑到防火、隔音等建筑功能要求。

剪力墙的高度通常与建筑的总高度相关。在设计中,要确保剪力墙从基础到屋顶连续设置,形成一个完整的抗侧力体系。对于有地下室的建筑,剪力墙应延伸至地下室底部,并与地下室的结构有效地连接,以保证水平力能够有效地传递到基础。在一些多层地下室的情况下,需要根据地下室的层数和结构形式,合理调整剪力墙在地下室部分的厚度和配筋等参数,以适应不同高度处的受力特点。随着建筑高度的增加,水平力对结构的影响呈非线性增长,因此需要增加剪力墙的数量、厚度或提高其配筋率等。抗震要求也是重要考量因素,在高烈度抗震区,剪力墙的设计需要更加严格,例如增加约束边缘构件的设置范围、提高配筋率等措施。风载较大的地区,需要重点考虑剪力墙的抗风能力,适当调整剪力墙的布置和尺寸,以减小风荷载作用下建筑物的侧移。

2.2 剪力墙平面布置要点

同一方向的墙肢均匀对齐布置,可以在平面上形成多道联肢剪力墙协同工作。这种布置方式的优点在于能够将水平力均匀地分配到各个墙肢上,避免单个墙肢独立抵抗水平作用而导致受力过大。在实际设计中,可以根据建筑的功能分区和结构柱网来规划墙肢的位置,使墙肢在纵横向都能形成有规律的排列^[2]。例如,在住宅建筑中,可以结合房间的分隔墙来布置剪力墙墙肢,这样既不影响建筑的使用功能,又能满足结构要求。

剪力墙双向布置且两个方向的刚度接近对于提高结构的稳定性至关重要。在水平荷载作用下,建筑在两个主轴方向都会受到力的作用,如地震时的双向地震波。如果剪力墙仅在一个方向布置或两个方向刚度差异过大,结构在受力时会出现较大的扭转效应,导致部分墙肢受力过大而破坏。为实现双向布置且刚度接近,可以根据建筑平面形状和尺寸,合理分配两个方向的剪力墙

数量和尺寸。对于矩形平面建筑,可以在长向和短向分别布置适量的剪力墙,并通过调整墙肢的长度和厚度等参数来平衡两个方向的刚度。

将剪力墙布置在建筑物的外围有诸多优点。首先,外围剪力墙能够有效地将水平力传递到基础,减少结构内部的内力分布不均匀性。其次,这种布置方式可以提高建筑物的抗扭能力,因为外围的剪力墙离结构的扭转中心较远,力臂较大。然而,在布置外围剪力墙时,需要注意避免对建筑外观和使用功能的不利影响。例如,在设计商业建筑的外立面时,要考虑如何将剪力墙与玻璃幕墙等装饰元素相结合,或者在住宅建筑的阳台、窗户等位置合理设置剪力墙,避免对采光和通风的过度干扰。

短肢墙在受力性能上相对较差,其延性和抗剪能力不如普通剪力墙。在地震等水平力作用下,短肢墙容易发生脆性破坏,对结构的整体稳定性产生不利影响。因此,在设计中应尽量少出现短肢墙。当必须使用短肢墙时,需要严格控制轴压比。通过合理的结构计算,确定短肢墙能够承受的竖向荷载,调整其截面尺寸和配筋,以保证在设计荷载范围内不会发生因轴压比过大而导致的破坏。同时,对于短肢墙较多的结构,还需要加强结构的整体分析和抗震措施。

2.3 剪力墙配筋设计要点

墙体厚度是决定配筋排数的重要因素。当墙体厚度大于0.7m时,采用四排钢筋,这是因为较厚的墙体在受力时,内部应力分布复杂,需要更多的钢筋来承担拉力和剪力,同时也能更好地控制墙体的裂缝开展。墙体厚度小于40cm时,采用双排钢筋即可满足受力要求,这种情况下墙体相对较薄,双排钢筋能够有效地承担内力。而墙体厚度在40-70cm时,采用三排钢筋,通过合理的钢筋布置,可以在保证结构受力性能的同时,节约钢材用量。在实际设计中,需要根据具体的墙体厚度精确计算和确定配筋排数,以确保墙体的承载能力和延性。

在一、二、三级抗震设计和非抗震设计中,剪力墙竖向配筋与水平配筋的配筋率应不小于0.25%,配筋直径应不小于8mm,间距应不大于30cm。这一配筋率要求是为了保证剪力墙在受力过程中有足够的钢筋来承担内力,提高墙体的强度和延性。适当的配筋直径和间距可以使钢筋均匀地分布在墙体内,有效地抵抗拉力和剪力,同时避免因钢筋过密或过疏而产生的施工困难或结构性能问题。对于某些框支剪力墙结构,由于其受力更为复杂,配筋率要求提高到不小于0.3%,并且对配筋直径和间距也有更严格的规定,以确保在转换层等关键部位结构的安全性。

2.4 剪力墙边缘构件设计

约束边缘构件设置在矩形墙两端,对于提高墙体的延性和抗剪能力有着显著作用。它能够有效地防止剪力墙在水平剪切力作用下发生滑动,提高墙体的抗剪承载能力。约束边缘构件主要包括暗柱、端柱和翼壁等类型。暗柱是隐藏在墙体内部的柱形构件,通过增加钢筋和箍筋的配置来提高墙体端部的强度和延性。端柱则是位于墙体端部的突出柱体,其较大的截面尺寸可以更好地承受端部的集中力。翼壁则是与墙体相连的薄板状构件,能够增加墙体的侧向刚度和抗扭能力。

构造边缘构件的设置需要根据墙肢轴压比等因素来确定。当墙肢轴压比满足一定条件时,需要设置构造边缘构件,以提高墙体的稳定性和整体性。在设计构造边缘构件时,需要根据规范要求确定其截面尺寸、配筋等参数。一般来说,构造边缘构件的配筋相对约束边缘构件要少,但也要满足相应的最小配筋率要求,以保证在正常使用和一定程度的超载情况下墙体的性能^[3]。同时,构造边缘构件的设置位置和形式也要结合建筑的平面布局 and 结构整体要求进行合理规划。

2.5 剪力墙结构连梁设计

连梁的截面高度不宜小于400mm,宽度不宜小于200mm。这一规定是基于连梁在结构中的受力特点和功能要求。连梁作为连接剪力墙墙肢的构件,在水平荷载作用下会承受较大的剪力和弯矩。足够的高度和宽度可以保证连梁有足够的承载能力和刚度,有效地传递墙肢之间的内力,协调墙肢的变形。同时,合适的截面尺寸也有利于连梁与墙肢的连接,保证结构的整体性。在实际设计中,连梁的高度和宽度还需要根据墙肢的间距、层数等因素进行适当调整。

连梁的跨高比是其设计中的一个重要参数。当跨高比小于5时按连梁设计,跨高比不小于5时按框架梁设

计。这是因为跨高比不同的梁在受力性能上有很大差异。跨高比较小的连梁,其受力更偏向于剪切受力,需要更强的抗剪能力,在设计中需要重点考虑其箍筋配置等抗剪措施。而跨高比较大的梁,其受力更接近框架梁,弯矩的影响相对较大,设计时需要更多地考虑正截面抗弯能力和纵筋配置。在设计过程中,要准确计算连梁的跨高比,并根据其值采用相应的设计方法。

连梁顶面、底面纵向受力钢筋伸入墙内的锚固长度需满足抗震或非抗震设计要求,且不应小于600mm。这一锚固长度要求是为了保证连梁与剪力墙墙肢之间的可靠连接,使连梁在受力过程中能够有效地将内力传递到墙肢上。在抗震设计中,足够的锚固长度还可以防止连梁在地震作用下从墙肢中拔出,避免结构的破坏。连梁的配筋除了考虑锚固长度外,还需要根据其内力计算结果确定纵筋和箍筋的数量和直径,以满足强度和延性要求。

结束语

总之,剪力墙结构设计是建筑工程结构设计中的重要环节。从参数确定到平面布置,从配筋到边缘构件、连梁设计,每一个环节都紧密相连,关乎着整个建筑结构的稳定性和安全性。在实际设计过程中,设计师必须充分考虑建筑的各种条件和要求,严格遵循相关规范,精心设计每一个细节,确保剪力墙在复杂的受力环境下能够正常工作,实现保障建筑安全的目标,为人们创造安全、舒适的居住和使用环境。

参考文献

- [1]王震.高层建筑剪力墙结构优化设计分析探讨[J].中国建筑金属结构,2021(04):70-71.
- [2]刘淑荣.建筑结构设计剪力墙结构的运用[J].建筑技术开发,2021,48(04):1-2.
- [3]聂良珍.建筑工程结构设计中剪力墙结构设计要点分析[J].建材与装饰,2022,18(34):57-59.