

高层建筑结构中剪力墙结构的要点研究

孙立冬

(长沙市规划勘测设计研究院, 湖南 长沙 410007)

【摘要】本文以高层建筑剪力墙结构设计工作为研究目标进行分析,在高层建筑设计中,剪力墙结构是十分重要的结构形式,对建筑整体性和抗侧刚度有重要作用,因此在设计过程中要严格控制剪力墙结构质量和安全。在进行剪力墙设计时,要根据建筑使用功能,合理选择剪力墙类型和布置形式,同时要在结构计算中充分考虑到剪力墙结构特点。本文结合某高层建筑设计案例,对剪力墙结构设计要点进行分析,希望可以为相关设计人员提供一定参考和借鉴。

【关键词】高层建筑;剪力墙;结构设计;应用

剪力墙结构在高层建筑结构中被广泛应用,可以保证建筑主体结构受力更加合理,具有较好的抗震性、抗风能力,同时还可以提升建筑本身的经济效益。剪力墙结构在高层建筑中应用广泛,与框架结构相比,具有非常明显的特点。高层建筑在使用过程中对墙体抗剪能力要求比较高,如果墙体出现局部破坏,将会造成严重后果,因此,需要提高剪力墙结构设计水平。在实际设计中,设计人员需要综合考虑地震等因素对剪力墙结构产生的影响,采取合理的设计方法和措施进行分析和改进,保证整个高层建筑结构的稳定性。

一、高层建筑设计中剪力墙结构设计原则

(一)合理选择剪力墙类型

在进行剪力墙结构设计时,要根据建筑具体功能来选择合理的剪力墙类型,在选择剪力墙时,要充分考虑建筑使用功能对剪力墙要求,同时要对建筑使用功能进行充分分析。例如高层建筑使用功能是办公和酒店,在进行剪力墙设计时,要考虑到两种类型建筑具体的使用需求。一般情况下,办公建筑对于空间分割要求较高,所以在设计时要选择部分框架柱替代剪力墙形成较大开间、较少数量剪力墙来保证空间分割效果;而酒店则对建筑使用功能有较高要求,在设计时可选择较小开间、较多数量剪力墙来保证空间分割效果。除了以上两种类型外,在进行剪力墙设计时还要对楼层高度进行严格控制。一般情况下,楼层越高对楼层强度和刚度要求越高,因此在设计时要充分考虑到楼层高度。

(二)结构设计要考虑到实际情况

1. 在进行剪力墙结构计算时,要根据实际情况考虑到剪力墙数量和尺寸,例如,高层建筑层数较多、高度较大时,可以设置一定数量连梁和型钢结构墙肢,

必要时设置剪力墙核心筒;2. 要根据剪力墙布置形式和受力特点,计算出各墙肢水平力以及倾覆力矩,使其可以控制在规范范围内;3. 在进行结构计算时,要保证剪力墙结构具有较好的整体性和抗侧能力,避免出现薄弱环节,对于剪力墙数量要根据实际情况进行确定;4. 在进行剪力墙结构设计时要合理划分墙肢平面位置,避免出现过多的墙肢或过少的墙肢。在设计过程中要采用合适的计算方法,并对结构进行分析和计算,保证各个计算参数的结果合理,满足规范要求。为了调整结构出现薄弱环节,在设计过程中要注重将结构薄弱处的刚度较小的墙肢适当加强成弹性刚度较大的长墙肢,避免结构出现严重的偏心和扭转问题。

(三)优化剪力墙布置方式

在进行剪力墙结构设计时,要根据建筑使用功能需求,合理选择剪力墙布置方式和结构体系,保证剪力墙结构设计合理性。在高层建筑设计中,一般采用简单、规则、均匀、对称布置方式,并且要保证剪力墙结构具有必要的承载能力、刚度和延性,避免出现扭转现象。在进行剪力墙结构设计时,要充分考虑到建筑平面规则性,同时也要充分考虑到建筑使用功能和整体质量。在进行剪力墙结构设计时,还要根据不同使用功能选择不同剪力墙类型,保证其具有良好抗侧刚度和抗震能力,同时在进行剪力墙结构设计时,在保证墙体具有较好整体性和稳定性前提下,对墙体结构进行合理优化设计,避免出现倒塌现象,在进行墙体结构设计时要充分考虑到建筑高度对剪力墙结构带来的影响。

二、工程概况

某项目是一个商业综合体,地上建筑面积约为8.3万 m^2 ,地下建筑面积约为4.1万 m^2 。A楼为商务办公楼,

B 楼为酒店，裙房为商业中心以及三栋住宅，该项目属于商业综合体项目，该项目主要功能是服务于周边企业和员工，实现办公、商务、商业、住宅等多种功能，满足不同人群使用需求，该项目建筑采用剪力墙结构体系，设计时要结合建筑特点，合理确定结构刚度、强度以及抗震性能。

1. 结构体系：该工程属于高层建筑，主体为 A、B 两栋塔楼，其中 A 楼为商务办公楼，B 楼为酒店，裙房为商业中心；除商务办公楼采用框架剪力墙结构体系外，其余高层建筑采用钢筋混凝土剪力墙结构体系；

2. 结构设计：按建筑等专业条件，在建筑墙体内简单、规则、均匀、对称布置剪力墙，不能设剪力墙时布置框架柱，按功能空间及结构需要布置梁，按要求设置现浇钢筋混凝土楼板；

3. 抗震设防要求：本工程抗震设防类别为丙类，属于标准设防类，本项目建筑结构部分为 A 级高度；

4. 设计荷载：按现行建筑结构荷载规范执行；

5. 主要结构构件内力分析：根据本工程建筑高度、体型、竖向荷载以及抗震设防烈度等因素确定本工程主要结构计算参数，根据中国建筑科学研究院有限公司、北京构力科技有限公司研发的 PKPM 计算软件 SATWE 计算，保证各个计算参数的结果合理，满足规范要求。

三、高层建筑结构剪力墙设计要点分析

（一）剪力墙墙肢平面布置设计

在对剪力墙结构进行布置设计时，应力求简单、规则、避免刚度、质量和承载力分布不均匀。宜在纵横两个方向均匀、对称布置剪力墙，为限制剪力墙结构的扭转效应还应限制结构平面的不规则性和结构的扭转刚度不能太弱。对特别不规则的平面布置进行专门研究，不应采用严重不规则平面布置。在设计过程中需要对剪力墙结构进行科学合理布置，使结构有足够的侧向刚度，如果墙肢之间没有连梁连接，剪力墙结构整体抗震性能就不会得到有效提升，同时还会导致结构抗扭能力下降。在实际设计中应该综合考虑建筑功能、使用需求及结构抗侧力体系需要，选择合适布置形式，形成多道抗震防线，形成良好的屈服机制。剪力墙间距不宜过大或过小，结构的刚度中心宜与质量中心重合。在对剪力墙结构进行设计时，尽量避免出现一字型或者短肢墙等平面布置形式。如图 1：

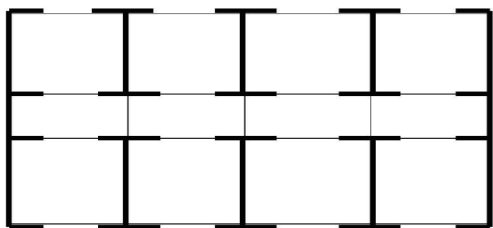


图 1 剪力墙平面布置形式

在对剪力墙结构进行设计时，建筑平面中存在一个核心筒区域是非常重要的，核心筒区域对剪力墙结构具有很强约束作用。在设计过程中需要对剪力墙结构进行合理布置和设计，使核心筒区域与非核心筒区域保持协调、均衡和对称。在实际设计过程中需要对核心筒区域与非核心筒区域之间连接进行科学合理设计。在设计过程中还需要注意避免出现偏心问题，保证剪力墙结构稳定性和安全性。

（二）墙肢长度、厚度设计

合理设计墙肢长度。为了保证墙体结构稳定性和安全性，在进行剪力墙结构设计时，需要按照相关规定对墙肢长度进行合理设置，剪力墙墙肢长度不宜超过 8 米，较长剪力墙宜设置跨高比较大（大于 6）的连梁均匀分成几段，过长墙肢会导致墙体抗剪能力下降。在实际设计中，如果选择墙肢长度超过一定限度，在受到地震作用时会出现墙体剪切变形破坏等现象，会使剪力墙结构出现破坏，另外，当墙肢长度过小时形成短肢剪力墙，还会影响到墙体整体刚度和承载力，一般情况下不宜采用。对于截面高度和厚度之比 $h_w/b_w \leq 4$ 的墙肢，应按框架柱设计。所以，设计人员在进行设计时需要综合考虑墙肢长度对剪力墙结构的影响。

合理设计墙肢厚度，为了保证墙体结构整体性，需要按照《建筑抗震设计规范》要求进行设计。一般情况下，层高较高的办公楼、酒店等公共建筑，剪力墙结构中墙体厚度不宜小于 300mm，当墙体厚度小于 300mm 时，需要对墙体厚度进行稳定性验算，使其满足相关要求。抗震设计时，剪力墙在重力荷载代表值作用下轴压比不宜超过规范要求。因此设计人员需要结合实际情况合理确定墙肢厚度。

（三）墙肢竖向设计

对抗震有利的建筑，竖向布置应使体型规则、均匀，避免有较大的外挑和内收，结构承载力和刚度宜自下而上逐渐减小，结构竖向抗侧力构件宜上下连续。在高层建筑结构设计过程中，剪力墙竖向设计是关键之一，应优先设计成延性剪力墙。一般情况下，剪力墙分为筒体剪力墙和平面剪力墙。一般在一些较高建筑结构中才会使用普通筒体剪力墙。如果是异形柱框架结构中的剪力墙，其高度较低，可用平面剪力墙也可以采用普通筒体剪力墙。为了有效地控制地震力和风荷载等各种因素对高层建筑结构产生的影响，设计人员需要依据其楼层侧向刚度比及楼层间抗侧力结构的受剪承载力间的比例关系确定采用合理墙肢厚度及高度。

高层建筑结构设计中剪力墙结构墙肢的竖向设计要求主要包括以下几点：1. 整体性考虑：在独立结构单元内，应首先满足概念设计的要求考虑结构竖向布置，确保结构竖向形状简单、规则，减少偏心；2. 在抗震设计时，为保证剪力墙底部出现塑性铰后具有足够的延性，应对底部设置加强区，对底部加强区加强抗震措施，包括提高其抗剪切破坏能力、设置约束边缘构件等；3. 配筋要求：剪力墙的竖向和水平分布筋的最小配筋率不应小于0.25%；四级及非抗震时不应小于0.20%。此外，短肢剪力墙的全部竖向钢筋的配筋率，在不同部位和抗震等级下也有具体的要求；4. 施工缝处处理：剪力墙水平施工缝处可能出现滑移，应通过抗滑移验算确定是否配置抗滑移钢筋，其全部竖向钢筋截面面积，包括竖向分布钢筋、附加竖向插筋以及边缘构件纵向钢筋的总截面面积，应符合特定的设计要求。5. 应避免使用错洞墙和叠合错洞墙，因为这些类型的墙体在剪力墙很长时，边墙肢的拉（压）力会很大，可能需要人为加大洞口来应对这一问题。

（四）边缘构件设计

在剪力墙结构设计时需要充分考虑到抗震性能，在设计过程中需要对边缘构件抗震性能进行考虑。一般设计人员需要按照相应规定对边缘构件进行设置，在实际设计过程中，需要充分考虑到各种因素对剪力墙结构产生的影响，选择合理抗震构造措施。1. 对于剪力墙的边缘结构，需要根据其抗震等级、墙肢底截面的轴压比、结构形式和相关承载力的规定来决定其墙体边缘是设置约束性边缘构件还是构造边缘构件；2. 设置边缘构件的目的在于提高剪力墙墙体的延性和塑性变形能力，在相同的轴压力作用下，设置端柱或翼缘的剪力墙的受压区高度小于一字型剪力墙；3. 剪力墙的边缘构件设计应符合规范特定的要求，包括但不限于构造边缘构件的设计原则；4. 确定剪力墙约束性边缘构件长度 L_c 时剪力墙墙肢长度 H_w 应为整片墙长度；5. 实际设计过程中，需要加强对边缘构件的质量控制。设计人员在进行剪力墙结构设计时，需要充分考虑到地震等因素对结构产生的影响，因此，要对建筑结构进行全面分析和判断。设计人员需要按照相应的规定和要求进行操作，确保设计具有较高的科学性和合理性。

（五）连梁设计

连梁是剪力墙结构的重要组成部分，一般在剪力墙跨高比较大时，宜按框架梁进行设计。但是在

地震等作用下，连梁的屈服机制通常表现为剪切破坏，而剪跨比过小时将会发生剪切破坏，因此在设计过程中需要对连梁进行加强设计，以防止出现剪切破坏。也可设置水平缝形成跨高比较大的双连梁或多连梁。1. 连梁的设计应考虑到其对高层建筑结构整体性能的影响，包括受力原理和破坏形式，因此连梁不仅要满足基本的承载力要求，还要考虑到其在特定荷载作用下的表现；2. 剪力墙结构应双向布置，形成空间结构，以提高结构的抗震性能。连梁在设计时需要考虑与剪力墙的整体配合，以及如何通过调整连梁的设计来实现两个方向刚度的平衡；3. 连梁的设计还应考虑到其在风荷载和地震荷载作用下的内力问题。当连梁的内力很大时，设计时应采取降低连梁内力的各种措施，如加大剪力墙的洞口高度、在连梁中部设水平缝等。4. 为防止连梁过早出现斜裂缝，抗剪钢筋未屈服的情况下，连梁砼发生斜压破坏，应限制连梁截面的平均剪应力与砼轴心抗压强度的比值，即限制连梁剪压比；5. 在现行结构设计规范中，对于剪力墙及连梁的配筋提出了具体的要求，因此连梁在设计时需要有足够的配筋来保证其在各种荷载作用下的稳定性和安全性；6. 连梁不宜承受较大的竖向荷载，平面外不宜布置较大的楼面梁，确实需开洞时按规范补强设计。

结语

综上，剪力墙结构是建筑工程中重要的组成部分，为保证高层建筑剪力墙结构设计的合理性，在进行剪力墙结构设计时，需要合理选择剪力墙类型、采用简单、规则、均匀、对称布置方式，强墙肢、弱连梁，强剪弱弯，限制轴压比、剪压比设计形成延性剪力墙，更好地实现建筑结构的合理性与安全性，以促进建筑行业的发展。

参考文献：

- [1] 陆日起,高术森,王松帆.某超高层建筑结构结构设计分析[J].建筑结构,2022,52(S2):131-138.
- [2] 柴继锋,季泓,朱鹏等.某核心筒偏置高层建筑结构设计分析[J].建筑结构,2022,52(S2):193-197.
- [3] 郑炜鋈.某超高层住宅剪力墙结构设计[J].福建建材,2023,(12):77-80+59.

作者简介：

孙立冬(1975.10-),男,汉族,大学本科,籍贯:湖南邵阳,高级工程师,研究方向:建筑工程。