

浅谈超限框支高层抗震墙建筑结构抗震设计

陈鹏

中乾工程勘察设计有限公司

摘要:在建筑行业蓬勃发展的今天,多种新型建筑材料投入使用,这就使得城市化进程中的建筑物楼宇高度大幅度增加,超限高层建筑物数量激增。本文将重点结合高层建筑抗震墙的设计情况展开分析,提出合理建议。

关键词:超限框支高层;抗震墙;抗震设计

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.14.079

随着国家经济的发展,建设用地日益紧张,这就使得超高层建筑数量明显增加。伴随着新型材料和施工技术的出现,超限高层建筑发展也拥有了稳固基础,与之相关的质量问题值得关注。近些年,地震灾害给国民经济造成了巨大损失,同时引发了严重的人员伤亡事故,必须从多个角度采取合理化手段,让超限高层建筑的抗震性能稳步提升,尽可能防范地震灾害产生的负面影响,让社会发展更加可靠,从根本上保障人民生命财产安全。

一、超限框支高层概述

建筑上的超高层建筑重点是指高度在100米以上的建筑物,结合结构设计专业角度来看,超高层建筑有着明确范围,同时也有不同的类型^[1]。不同工程有着不同的施工标准,在具体实践的环节需结合施工要求加以分析,还要遵循着特定原则以保证相关项目达到要求,避免出现多重风险,给施工全过程带来隐患。总而言之,应明确超限高层的特殊性,将各项细节性工作落实到位。

二、超限框支高层抗震墙设计理论

地震属于突发性自然灾害,主要是在各个板块运动下发生挤压碰撞产生的自然现象,其中涉及构造地震以及火山地震等不同的类型,以构造地震和陷落地震最为常见。根据超限框支高层抗震墙的设计理论加以分析,在具体设计中要明确结构动力学理论的基础地位,还要判断高层建筑结构的整体抗震性能。根据实际所用的理论,将高层建筑结构抗震理论细化出反应谱理论、动力理论以及静力理论三个阶段。选择合理化手段才能有效的抵御地震灾害,减轻地震灾害产生的负面影响。针对上述提及到的相关理论,在进行设计时需要明确各个细节,相关人员也要综合分析理论与实践结合的要点,以可靠思路优化具体方法,让抗震墙设计的质量水平达到最佳,满足实际的项目需求,给后续投入使用稳固基础,从源头上防范安全问题。

三、超限框支高层抗震墙建筑结构抗震设计作用

面对全球经济一体化的趋势,国家基础设施建设取得了显著成绩,多个行业的流动资金开始向基础设施建设汇集,超高层建筑工程在对空间加以利用的前提下还能满足人们的多元化需求,让现代城市更具时尚感。超限高层建筑工程的结构相对特殊,现已超出国家对建筑

工程的规定,抗震也成为相关项目的重大难题。随着近些年地震灾害的频繁出现,建筑物抗震安全性成了备受瞩目的焦点,需要采取合理化手段规范管理抗震设计,从根本上保障人民的生命财产安全。在超限高层抗震墙设计环节,必须要详细分析抗震设计的要点,选择合理化措施完善各个设计细节,使抗震效果达到最佳。在这样的基础上,也能规避建筑结构的多种隐患,促使着抗震墙建筑结构更加完善,避免出现多重安全隐患,给后续投入使用带来负面影响。

四、超限框支高层抗震墙建筑结构抗震设计原则及内容

近些年,超高层建筑的抗震问题受到广泛关注,为了进一步提升项目质量,从源头上解决安全隐患,需要在抗震设计中投入较多精力,还要结合超限高层建筑的整体要求加以判断,以保证抗震的具体要求得以满足,避免出现多重安全问题,给后续的投入使用带来负面影响。

(一) 原则

在建筑物抗震设计方面需要遵循着“小震不坏、中震可修、大震不倒”的原则,这样可以更好的防范地震影响,保障高层建筑物的整体安全性^[2]。相关原则的支撑下,工作人员必须要分析抗震墙的实际要求,还要根据地震的影响程度选择合理措施,让建筑物的抗震性能进一步提高,从源头上减轻负面影响。工作人员必须要明确高层抗震墙建筑结构设计的意义,在此基础上完善设计方案,规范具体的设计过程,使得抗震效果与预期相符,避免出现任何的隐患和疏漏,导致超高层建筑的整体现能受到严重影响。

(二) 内容

第一,在超限高层建筑运用钢筋混凝土框架结构和抗震墙结构的时候,相应高度应该符合一定的规范,避免超出最大适用范围。此外,选择的抗震墙结构和筒体结构应达到一定标准,避免出现安全隐患,给相应的建筑物设计构成威胁。第二,在具体设计的过程中,高度和体型规则性等相关要素也是需要重点考虑的内容。第三,在抗震设计中,还要采取两种力学模型,计算出建筑物的实际受力情况,然后要经过行政部门的审批。第四,为让超限高层建筑更加安全,需运用符合相关规范的抗震措施。第五,若发现存在着明显的薄弱层,必须要完成弹塑性时程分析。

	振型	周期	平动比例	比值
周期	1	1.6184	Y向平动比例 0.93	第一扭转周期
	2	1.5279	X向平动比例 0.91	与第一平动
	3	1.3778	扭转比例 0.84	周期比 0.84
位移	Xmax: 1/1339 16层		Ymax: 1/1148 22层	
位移比	X-5%: 1.11		Y+5%: 1.36	

整体结构参数比

五、超限框支高层抗震墙建筑结构抗震设计要点及思路

超限高层建筑和施工环节必须要分析抗震设计的要点，还要明确相关结构特殊性，通过选择合理化措施保证整体的抗震效果达到最佳，满足建筑结构整体的安全性和具体标准，从根本上防范安全问题，避免出现多重安全隐患。

(一) 高度和高宽比超限建筑

a. 要重视高度较高的结构类型，如果超出了一定的限制，可以尽量采用框架—剪力墙结构，这样对整体的抗震设计性能具有积极影响。

b. 在验算结构整体抗倾覆稳定性的过程中，必须要详细分析一些细节问题，还要结合侧移情况进一步分析。如果侧移的程度和实际预期有偏差，应选择另外的方案，比如适当使用建筑设备层和避难层空间等区域，根据要求设置出若干层伸臂桁架或腰桁架^[3]。

据上述两点，还要进一步了解高层建筑的高度和高宽比细节，若是两项指标都体现出相对特殊的情况，则要采取合理化手段加以干预，以此优化防震效果，使其达到最佳，从源头上降低安全隐患出现的可能性，给相关项目的整体质量提供可靠保障。

(二) 平面规则性超限建筑

a. 运用弹性楼盖模型，或者是依照其他的方案进行计算，整个过程必须要详细分析扭转偶联效应。在具体设计的过程中，工作人员必须要分析具体流程，还要明确超限高层的防震设计标准，选择合理化的手段完善设计措施，使整体的质量水平达到最佳，以此避免安全问题，给项目的投入使用提供保障。

b. 针对楼板局部不连续的情况，要适当选择符合标准的弹性楼板计算模型，这样可以达到一定的要求，也能获取相对可靠的结论，促使着实际结果更具参考价值。若是上述提及到的问题，工作人员必须要展开分析，判断建筑结构的整体情况，通过合理化的措施让防震效果进一步提升，完善设计的各项举措，给相关隐患排除创造条件。

c. 楼板应力集中的区域和弱连接的楼板，应该适当增加板内配筋，并且加大楼板厚度，这样可以使实际效果更加明显，避免整体的抗震效果不佳。凹口部位可以适当增设拉板，由此让薄弱部位的刚度和延性得以改善，强化整体抗震性能。

d. 在平面不规则和建筑物超长的情况下，可以适当设置出变形缝，或将结构细化出不同的子结构，以此呈现最佳效果，达到相对理想的成效。结构扭转效应格外突出的项目，应结合实际情况分析，要保证抗侧力构件的均匀程度，以免出现偏移问题，还要适当增大抗侧刚度以及强度。

(三) 竖向规则性超限建筑

a. 在对相应的建筑物进行分析的时候，必须要了解结构位移的具体情况，应该尽可能的采取合理化手段，将结构扭转效应适当控制起来，让其稳定在对应范围中。还应重视收进部位的竖向构件，立面收进若出现偏心的问题，则要防范因为扭转出现的较大内力，这个时候可以适当增设配筋，完成相应的分析，明确结构薄弱部位。

b. 针对连体建筑的连体部位，可以采取相应的计算方案，同时明确实际重量。若是发现重量减轻或增大，则要采取钢结构或型钢混凝土结构等^[4]。

六、超限框支高层抗震墙建筑结构抗震设计的重要指标

对超限高层建筑来说，还要明确抗震墙建筑结构抗震设计中的薄弱环节，明确极易出现的安全隐患。通过采取合理化手段，让相应的问题得到有效处理，进一步提升结构的抗震性能，促使着相应的抗震水平稳步提高，给高层建筑物的投入使用稳固基础。

(一) 剪重比

1. 最小剪重比基本情况

场地类别以及设计地震分组等多个因素都能产生直接影响，根据相应的要求要明确可能出现的不合理问题。比如同一建筑物在建造场地上会更容易满足最小减重比要求，针对实际的问题应该落实好必要的最小剪力控制，让长周期建筑结构的抗震可靠性稳步强化，保证结构的安全度。

2. 结构设计中调整剪重比的方法

现阶段，众多项目的结构设计都可受到最小剪重比的影响，应采取合理措施加以实践，避免出现一些问题。可以适当提升结构高度，利用多个渠道保证最小剪重比的稳步提高，但是也要明确相应数据和信息的获取方式，应该采取合理化手段加以管控，保证更好的优化实践成果，促使着相应的防震效果达到最佳。对于长周期结构，结构刚度对基底剪力影响不大，在结构第一周期超过了8s的范围，将无法满足实际要求，因此要适当研究反应谱长周期段，选择适宜的对象。

3. 超限审查技术要点对最小剪重比的控制

1) 结构总地震剪力和各层总重力荷载代表值的比值必须要符合要求，同时也要满足实际的场地标准，以此开展相关工作。在具体分析的环节，若发现结构底部计算的总地震剪力偏小，并且需要进一步更改，要详细分析各层剪力和位移。

2) 基本周期若是大于6s的结构，计算的底部剪力系数相较于规定值低20%时，基本周期3.5~5s的结构比规定值低15%以内时，可以优先采用抗规关于剪力系数最小值标准落实设计细节。基本周期在5~6s的结构，可以选择插值处理方案。

3) 6度(0.05g)设防且基本周期大于5s的结构，当计算的底部剪力系数比规定值低但按底部剪力系数的0.8% (相当于地震力放大了30%) 换算的层间位移满足抗规要求时，即可采用抗规关于剪力系数最小值的规定进行抗震承载力验算^[6]。

		CQC		时程平均		
B	25层	7 683 kN	7 800 kN	8 317 kN	8 157 kN	1.08倍
	26层	6 543 kN	6 730 kN	7 094 kN	6 910 kN	1.08倍
	27层	5 178 kN	5 387 kN	5 610 kN	5 402 kN	1.08倍
	28层	3 535 kN	3 710 kN	3 797 kN	3 619 kN	1.07倍

层剪力参数对比

（二）框剪比

1. 框剪比限值的基本情况

如果是框架-核心筒结构，在遇到小震的情况下，从整体上会呈现出弹性状态，由此可以了解核心筒的刚度大，能够承受较多剪力，是抗震的重要防线。若是应对中震和大震，则会降低其整体的刚度，框架相对高度在提升的过程中也会导致内力重分布，所以考虑其发生了显著变化。在水平荷载的影响之下，框架和核心筒的相对高度会分散一定的剪力，所以可以采取相应的手段加以落实。

在结构高度沿着高度呈现出变小的趋势时，空间比和高度的关系曲线也会发生明显变化，这对于相应的情况可以清晰展示出来。

2. 框架剪力调整方法建议

（1）基于弹塑性时程分析的调整系数方法

按照相应的标准和要求，必须要采取合理的应对方案，还要针对不同的地震波加以分析，以此才能调整相应的系数方法，促使着分析的结果更加可靠，给后续相关设计提供可靠的参考依据。

（2）基于等效线性化的调整系数方法

弹塑性时程分析方法能够突出一些现实问题，如地震输入及计算分析量大等，要结合具体情况提出合理的应对方案，让相应措施展示出实际功能^[7]。若是大震出现，结构损伤则重点集中在核心筒连梁，核心筒墙肢和外框架也能被干扰，因此应该选择反应谱法，运用相对可靠的思路完成等效线性化分析，获取各个楼层的框剪比，这样能够得到相应的调整系数，给后续相关信息的采集创造条件。

3. 中震下墙肢拉应力

（1）剪力墙拉应力问题

在超限高层建筑下，需要详细分析剪力墙拉应力，依照高烈度地区情况详细分析，如果受到中震的影响，能够在结构底部剪力墙内部出现净拉力。在平均拉应力超出了一定的范围时，墙肢高度也会呈现出快速退化的状态结构，内力还会涉及重新分布的情况，所以极易出现难以应对外力的问题，最终影响到后续的防震效果。

若是未将相应的破坏问题科学控制，还要分析工程设计情况，计算出多种不确定性因素，以便寻找到合理的应对方案^[8]。必须高度重视剪力墙的拉应力问题，通过合理措施将其进一步提升，以此保证整体的拉应力满足要求，防范地震产生的严重后果，促使着高层建筑整体结构更加可靠，从源头上解决隐患和问题。在选择相应的措施时，必须要结合超限高层的特殊性加以分析，还要根据结构特点进一步判断，避免其在结构问题上影响到剪力墙拉应力的设定，给后续判断造成影响，最终阻碍相关施工活动的开展。

（2）中震下墙肢拉应力的解决措施

若是剪力墙含钢率超出了2.5%，要依照相应比例进行分析，明确拉应力的放松要求，以此妥善的处理墙肢拉应力问题。相关人员必须要分析具体情况，还要根据

超限高层的特殊性加以判断，总结具体要点和中震情况下建筑结构的特殊要求，以便达到最佳的施工效果，防范可能出现的多重问题，促使着相应结构稳定性得以保障。

考虑组合墙肢共同工作的情况，在剪力墙结构及框架-核心筒结构体系中要将各个细节加以明确，选择合理化的布置方式，让相应效果达到最佳，从根本上强化建筑物的整体安全性。L形、T形、Z形等是常见的墙肢布置方式，其“腹板”剪力墙与“翼缘”剪力墙相互作用。相关的技术要点中，还要明确可以采取的具体方案，也要了解是否存在着关于相关形式的详细注解，若是没有可以参考的信息，则要通过实际的经验与力学概念综合分析，以便更好地获取最终结论，给相关设计工作提供参考。现有的相关计算软件中，将墙肢划分为一字形单元进行验算并不合理，结合力学概念和工程经验详细分析，相连墙肢可以视为统一整体，也就是通过组合墙肢完成拉应力验算。对组合墙肢的判断要结合相应规范分析，还要发挥出具体图形的辅助功能，这样才能获取可靠结果，给相关设计提供参考。

结语

结合超限建筑物的实际情况分析，可以从抗震设防烈度以及结构特殊性等多个方面展开分析，以此确定相关的抗震性目标，明确实际的性能水准，通过合理化计算方法，让工程设计成果更加显著，满足实际的抗震需求，保障人员的生命财产安全。

参考文献

- [1] 丁钢成. 超限高层商业综合体结构分析与设计方法研究——以佛山某超限高层商业综合体项目为例[J]. 房地产世界, 2022, (24): 84-89.
- [2] 黄桂新, 陈英颖. 某细腰形组合平面且带斜撑转换的超限高层建筑结构抗震性能分析[J]. 建筑结构, 2022, 52(S2): 649-654.
- [3] 张利花. 超限高层建筑剪力墙结构分析——以上海市浦东新区某高层住宅项目1号楼为例[J]. 房地产世界, 2022, (17): 9-13.
- [4] 陈晓东, 陈劲, 李骏嵘, 张泽钦, 赵辉. 关于超限高层建筑桩基在中、大震作用下竖向承载力复核的探讨[J]. 建筑结构, 2022, 52(S1): 2723-2728.
- [5] 傅佳妮. 浅谈超限高层给排水系统设计——中交汇通横琴广场给排水系统设计[J]. 中外建筑, 2020, (06): 187-189.
- [6] 李峻. 中震作用下超限高层结构抗震性能分析——对长沙福晟金融中心的专例评价[J]. 福建建筑, 2019, (11): 15-20.
- [7] 徐迪. 上海某超限高层悬挂结构罕遇地震下的动力弹塑性分析及抗震性能评估[J]. 工程建设与设计, 2019, (13): 30-33.
- [8] 卢一麟, 尹凤霞, 郭献洲. 超限高层建筑结构抗震设计加强措施和建议——以某超限高层建筑为例[J]. 地震工程学报, 2018, 40(06): 1252-1258.