

建筑结构设计中的抗震设计方法研究

刘金霞¹, 李超²

(1. 山东省环能设计院股份有限公司, 山东 济南 250101;

2. 山东利源海达环境工程有限公司, 山东 济南 250000)

摘要 建筑物高度的不断提升, 使得其结构所承受的荷载压力日益增大, 提高建筑结构的抗震性能并加强对抗震设计方法的研究显得尤为重要。抗震设计作为建筑结构设计的关键组成部分, 对于预防建筑物倒塌和保障人民生命财产安全方面发挥着至关重要的作用。本文通过探讨建筑结构设计中的抗震设计的目标和应用原则, 分析抗震设计存在的问题, 并探讨相应的优化策略, 以期为该领域提供有益参考。

关键词 建筑结构设计; 抗震设计方法; 应用原则

中图分类号: TU2

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.01.036

0 引言

在城市发展进程中, 建筑工程扮演着重要的角色, 它不仅显著提升了居民的生活质量, 而且对经济的增长起到了积极的推动作用。建筑结构设计的质量直接影响到建筑工程的性能及其稳定性, 而抗震设计作为其中的关键部分, 对于增强建筑结构抵抗外界不可抗力的能力至关重要。然而, 由于抗震结构设计的复杂性, 加之在实际操作中存在着规范性不足的问题, 深入研究建筑结构设计中的抗震设计方法和路径显得尤为迫切, 这不仅有助于确保建筑工程的建设质量, 还能显著提升使用者的体验和安全感。

1 建筑结构设计中的抗震设计原则

1.1 整体性原则

要求设计者从宏观角度综合评估地震活动规律、地质条件、局部构件优化与整体结构安全的结合, 强调细致分析地震灾害以精准预测建筑响应, 为结构设计提供科学依据。应选用高延性材料, 合理规划材料搭配与空间布局, 通过细致优化构件, 避免力集中传导, 保持整体结构的稳定性与协调性^[1]。

1.2 清晰性原则

强调传力路径规划, 要求设计者通过科学设计, 使地震力沿预定路径传导并被削弱或消耗, 减少地震影响。通过建筑信息模型 (Building Information Modeling, BIM) 技术模拟不同结构设计下的地震传导特征, 优化传力路径, 并进行预先模拟和调整策略, 以增强结构对外在负荷的承受能力。

1.3 结构规则原则

强调刚度保障与建筑强度的科学设计, 提高建筑

结构对自然灾害的抵抗力。高层建筑尤其需注重刚度的合理匹配。设计应遵照相关技术规范和标准, 确保建筑结构满足规定标准, 提高刚度以抵抗外力冲击, 并通过规划抗侧移刚度和强度, 保持建筑结构的稳定性。

1.4 刚度与抗震能力相适应原则

要求设计人员精准计算力学参数, 协调处理刚度和抗震能力的配合, 提升建筑结构对地震波的分散或消解能力。需深入分析建筑结构的受力情况和承载能力, 优化连接构件的设计, 以最大限度地发挥抗震作用, 降低地震发生时建筑结构受损的风险。

2 建筑结构设计中的抗震设计存在的问题

2.1 抗震设计理念滞后

在建筑结构设计, 抗震设计的滞后主要体现在设计理念和参数计算不准确。理念的落后源于部分设计人员对地震灾害潜在影响的地区识别不足, 尤其是在低地震风险区域这种认识缺陷尤其突出。因此, 必须加强教育和培训来提升设计人员对地震风险的意识, 并增强对防震设计重要性的理解和认识。参数计算不准确是因为当前的计算方法和工具尚存在局限性, 难以精确预测复杂地震动影响下建筑结构的受力情况^[2]。为应对上述问题, 可采用更精细化的分析手段, 如基于性能的气候抗震设计方法, 此法不仅蕴含了地震作用的不确定性, 而且可根据建筑用途适应性来建构结构, 以确保更为精确的计算结果。

2.2 抗震设计方向存在偏差

抗震设计方向偏差主要体现在过分集中于功能设计的表层, 忽视了抗震性能维度, 以及过分追求视觉效果而轻视安全性。为解决这一偏差, 设计师需在满

足功能需求的同时,更加着重于建筑的抗震性能构建。具体而言,当进行建筑结构方案设计时,应将抗震性能作为优先考虑的因素,合理选择结构体系和构件细节,避免出现因追求外观而忽视安全性能的设计方案。执行细节如下:结合建筑的实用性需求及预先设定的使用期限,确定合适的抗震等级,并依据国家标准的技术规范执行设计。在设计过程中,应进行系统的抗震性能评估,确保结构在不同地震作用下的安全性和可靠性。补充说明:还须充分顾及建筑运转及扩建期内的结构调整和应力变化,避免结构变形引起的剪力墙或柱等重要构件损坏。

2.3 建筑结构体系合理性有待提升

建筑结构体系的合理性直接关联到建筑的整体抗震性能。当前主要存在的问题包含结构体系设计不合理和剪力传输模块优化不足两个方面。为了优化结构体系设计,应当采用现代结构分析软件进行模拟,评估不同地震作用下的结构响应,采用更加先进的结构体系,如基于滑移隔震技术的结构体系,这种技术可以有效减轻地震作用力对结构的影响。具体设计时,应妥善分配结构的刚度与质量,以便有效分散和减少地震力。关于剪力传输模块的优化,可借助引入核心筒和剪力墙等抗侧力结构,以及合理配置剪力墙的布局 and 配筋,以增强结构的抗侧刚度和整体稳定性。还需加强节点连接部位的设计,确保在极端地震作用下结构组件之间的连接仍然牢固,从而保障整个结构体系的稳定性^[3]。

3 建筑设计中的抗震设计方法

3.1 充分考虑建筑结构的延性特性

建筑结构的延性是指在遭受地震作用时,能够在不丧失承载能力的情况下,通过材料的非弹性变形耗散地震能量的能力。地震作用下,建筑结构展现出的延性不仅与结构的整体性能密切相关,还与所选用施工材料的种类、质量以及整体性紧密联系。应选择恰当的建筑材料,并适当搭配它们以形成协调工作效应。在实际操作中,应优先选用具有良好塑性变形能力的材料,例如钢筋混凝土,并合理配置各个组成部分的材料,以形成整体上更稳定且有良好弹性的结构体系,例如,建筑的柱子和梁在材料配比和结构设计上应根据具体地震力计算要求进行科学配置,确保在地震发生时能够通过材料的塑性变形耗散更多的能量,减少结构破坏的可能性。在设计柱结构或其他主要承重部件时,应充分考虑到其抗弯性能,选择科学的施工材料及工艺,以充分发挥其延性作用。以柱子设计为例,

需要在设计阶段确定合理的截面尺寸,并配置适当的纵向钢筋和箍筋,以形成良好的抗震性能。通过对构件在地震作用下的受力分析,确定其在不同地震烈度下的安全系数和变形要求,从而实现对抗震承载力与延性的合理控制。应找到延性和剪力之间的平衡点。抗震设计中,既要确保材料能够实现一定延性以消散地震能量,也要控制剪切变形,防止局部剪切破坏。通常通过合理设置侧向刚度,避免结构在地震中因柔软度过度而导致的大变形,以及因剪切刚度过大而引起脆性破坏。

3.2 确保计算的精确性

在建筑结构设计中,计算的精准性直接关系到结构安全。为确保计算的精准性,设计人员必须采用科学且合理的方法和手段,不断提升自身的计算能力。随着计算机技术以及如 BIM 等新兴技术的迅猛发展,设计人员获得了更多工具来提高计算精度和效率。设计人员需提升个人专业技能,掌握诸如有限元分析、动力时程分析等多种计算方法,准确计算建筑结构在多种荷载和地震作用下的响应,这种计算应当全面考虑建筑结构的各个组成部分,包括但不限于建筑的质量、刚度、强度以及与周围结构的相互作用等。在分析过程中,设计人员还应充分利用如 BIM 等现代技术手段,对建筑结构实施可视化模拟和动态分析,以识别潜在弱点和不足,及其对整体结构抗震性能的潜在影响,这种可视化分析可以提高计算结果的直观性和可靠性,为后续设计阶段的决策提供更为科学的依据^[4]。

3.3 明确抗震设计指标

建筑结构的抗震设计指标是根据国家相关设计规范和标准制定的,其中规定了地震作用下建筑应满足的最低安全性与稳定性要求。制定设计指标需依据全面的地质、气象等数据,以及对建筑功能和技术要求的详尽分析。必须获取完整的现场勘察资料,涵盖地形、地质、水文等,以确保设计的科学性和可靠性。在此基础上,设计人员需要对地震荷载的影响进行充分评估,确保建筑结构的刚度、强度和承载力均能满足规范要求。需理解相关规范的具体内容和规定,结合工程的实际特点,明确设计指标,涵盖抗震等级、材料性能、构件尺寸、关键节点设计等多个方面。设计人员还需关注抗震设计中参数的合理性及与规范的符合程度。在设计过程中,应当充分考虑建筑物所在地区的地震特性,包括但不限于地震烈度、地震频发周期等,以此作为确定结构设计参数的依据。防止部分设计师为了减少工程成本而忽略抗震设计指标的严肃性,始终要把保证结构安全作为设计的前提。

3.4 优化抗震等级设计

抗震等级是对建筑抵抗地震作用能力形成评估的关键指标。从结构设计角度出发,建筑物的抗震等级的确定需要考虑诸多因素,如建筑的重要等级、结构类型、使用功能、抗震设防类别等。在抗震等级设计中,设计人员须优先对建筑结构的抗震性能实施精细的分析,涉及结构动力响应分析,特别是扭转力与剪力分析等方面。考虑到高层建筑,尤其注重扭转刚度与位移刚度的控制,以保障地震作用下的整体稳定性。根据规定,高层建筑的扭转刚度与位移刚度控制应在1.1到1.2范围内,也要根据工程实际进行相应的调整。在确立抗震等级过程中,需紧密结合实际情况及国家相关技术规范,进行充分的计算和模拟分析,例如,在选择和设计抗震等级时,应兼顾地震烈度和地震波特性,确保在可能出现的最大地震烈度下,建筑结构能维持稳定状态。应基于连梁跨度与高度的关系,合理设计结构构造,诸如交叉暗柱支撑和暗柱支撑等,应依赖特定建筑的物理刚度和地震响应的特点来进行定制^[5]。

3.5 优化抗震防线设计

抗震防线的設計是保障建筑结构在地震作用下形成有效的多层次防护系统。一个合理的抗震防线设计能减少地震波直接作用于建筑结构的影响,进而降低主要受力构件受损的可能性。在具体设计时,一个主要的策略是从整体上优化建筑结构的抗震防线布局。一般而言,在多层或高层建筑设计中会设立三条抗震防线:主防线、次防线一、次防线二。主防线作为主要的抗震防线,应承担主要的地震荷载,并在遭受轻微地震作用时绝对不能破坏或失效。一旦主防线失能,次防线一、次防线二将依次介入,以保障建筑结构整体稳定直至地震作用中止。优化抗震防线设计的重要内容之一是改善和提高抗震墙、柱子等主要构件的强度和刚度,例如,对于具有较大跨度的连梁,可以设置交叉暗柱支撑来增强其稳定性。对于那些具有较大幅度值的构件,也可以通过增加剪力墙和框架之间的支撑或暗柱来提高结构的整体稳定性。

3.6 优化结构选型

结构选型是抗震设计的关键环节,它直接关联建筑的抗震性与经济效益。不同的结构形式有着不同的抗震性能和适应性,在面对不同的地质环境和使用要求时,需要合理选择结构形式。应沿建筑的功能要求、高度、形态和预期受力状况选出适应的结构方案,例如,高层建筑常用框架、剪力墙结构体系,或核心筒结构体系,以便满足建筑的使用功能和抗震要求。在选择

结构体系时,也应考虑减震隔震策略。结合国内外经验,可以考虑在建筑结构的关键位置采用减震隔震支撑系统,如隔震支座等,这可以显著提高建筑在地震作用下的安全性和适应性。选择匹配的结构类型时,应综合考虑其抗震性能、经济性、施工难易度等多方面因素,在确保安全的前提下追求经济效益的最大化。

3.7 优化建筑空间结构设计

建筑的空间结构设计不仅影响建筑的使用功能,也关系到其抗震性能。优化的建筑空间结构设计可以有效地提高建筑的抗震能力和抗侧力能力。建筑体型应简单及对称,这是因为简化和平面对称的设计理念能促进建筑受力均匀性的提升,以避免因建筑形态复杂而引致的扭转效应,促进整体结构稳定性。因此,在设计进程中,须尽量避免采纳复杂和非规则的几何外表,简化受力分析的同时,以此提高结构效能。应通过合理设计来控制建筑的结构刚度、硬度,并优化空间结构布局,例如,可以在建筑的重要位置配置适量的结构构件以增强局部刚度,同时,在非关键区域避免过分刚性或者不必要的冗余。优化调控结构刚度与硬度,保证于地震影响下,建筑能按规划设计方式耗散能量变化,避免出现不可预测的脆性破坏。

4 结束语

整合分析建筑行业当前的发展趋势,在建筑结构日趋多样和复杂的背景下,抗震设计是保障建筑结构和稳定的关键路径,是建筑行业在新时期可持续发展的核心要求。在进行建筑结构抗震设计时,需遵循整体性、清晰性与结构规则三项基本原则,还应进一步提升对建筑结构延性、计算准确性和设计参数设定的关注,以优化抗震等级、防线及结构方案,合理调控建筑空间结构,加强建筑结构对如地震等自然灾害的防护能力,进而更有效地保障建筑物使用安全。

参考文献:

- [1] 马玉洁. 建筑结构设计中的抗震结构设计理念[J]. 山东工业技术, 2019(12):45.
- [2] 胡安吉. 建筑结构抗震设计理念与方法分析[J]. 居舍, 2020(02):93.
- [3] 赵振东. 建筑结构设计中抗震设计分析[J]. 建材与装饰, 2020(18):104,106.
- [4] 阴云芳. 关于建筑结构设计中的抗震设计研究[J]. 中国住宅设施, 2020(05):56-57.
- [5] 罗天娣. 建筑结构基于性能抗震设计的几个问题[J]. 中国标准化, 2018(14):69-70.