

高层住宅建筑结构设计安全性分析与提升路径

王修森

(启迪设计集团股份有限公司西安分公司, 陕西 西安 710000)

摘要 高层住宅建筑在投入使用过程中易受自身重量、风压等因素影响, 导致结构稳定性下降。为增强高层住宅建筑结构设计安全性, 本文从经济适用、安全合理和质量角度分析了高层住宅建筑结构设计安全性, 探讨了影响结构设计安全性的地质条件、结构选型、荷载组合和材料性能等因素, 并针对这些因素提出了地质条件、结构选型、荷载组合、材料性能、安全设计等方法, 旨在为确保建筑在长期使用过程中的稳定和安全提供有益借鉴。

关键词 高层住宅建筑结构设计; 安全性分析; 地质条件; 结构选型; 荷载组合

中图分类号: TU973.3

文献标志码: A

DOI:10.3969/j.issn.2097-3365.2025.16.042

0 引言

高层住宅建筑投入使用过程中受到自身重量、风压的作用造成结构稳定性下降, 甚至引发安全事故。基于此, 高层住宅建筑设计过程中应重视结构设计安全性分析, 合理规划空间布局方案, 提高建筑结构设计水平, 从而提升高层建筑的运行水平。因此, 针对高层住宅建筑结构设计分析, 通过掌握从承重墙、梁、柱、节料要素, 以满足高层住宅建筑功能性需求, 进一步强化高层住宅建筑结构的稳定性。

1 高层住宅建筑结构设计原则

1.1 经济适用原则

高层住宅建筑结构设计中秉承经济适用原则, 就是在满足安全、舒适、美观、质量的基础下, 通过合理的结构设计降低施工成本, 具备较高的经济性。应该原则引导下, 高层住宅建筑设计时应从结构选型、材料选用、构造细节方面深入研究分析保证整个建筑达到安全性、稳定性效果, 避免存在材料消耗量过大、施工难度升高的情况, 从而有效降低高层住宅建筑全生命周期的成本。经济适用原则应用的过程中从结构体系选择方面出发, 如选择经济高效的框架-剪力墙或主体结构, 采取精细化设计方式减轻结构自重、提高能效比, 达到节能减排、绿色发展的目的。

1.2 安全合理原则

高层住宅建筑设计时遵循安全合理的原则, 保证结构设计满足建筑正常使用、施工以及抵抗自然灾害的作用, 确保在恶劣条件下具备较高的安全性。安全合理原则保证在高层住宅建筑结构设计时充分考虑到各种荷载作用以及受力条件, 使结构部件具备较高的

承载力、刚度以及稳定性。同时, 高层住宅建筑结构设计遵循安全合理性原则, 还要指导结构方案优化设计, 选择合适的结构布置和传递路径提高整个建筑结构的抗震性和抗风性。此外, 安全合理原则指导设计人员在结构设计中突出细节方面的设计, 如节点连接、钢筋锚固的关键位置加强设计, 避免局部破坏导致整体结构失稳^[1]。

1.3 质量保证原则

高层住宅建筑结构设计中遵循质量保证原则, 从初步设计到施工图设计, 再到施工过程中质量检查和验收, 各环节满足质量验收标准使其各项性能符合高层住宅建筑运行需求。质量保证原则要求设计人员优化改进设计方案, 确保其施工顺利进行, 工程质量合格且具备可操作性、可维护性, 防止设计难度过高而难以实现从而影响高层住宅建筑质量。同时, 质量保证原则根据设计要求进行方案简化, 并在施工过程中严格执行施工图纸和规范, 确保结构部件尺寸、形状、位置达到设计标准。此外, 质量保证原则还要加强施工材料和质量控制, 落实各项质量检查验收工作, 进而提高高层住宅建筑的安全性、稳定性。

2 高层住宅建筑结构设计安全影响因素分析

2.1 地质条件影响

高层住宅建筑结构设计阶段考虑到现场地形条件变化, 由技术人员进入现场展开全面勘测, 从土质类型、密度、含水量、压缩性方面分析确定适宜的设计方案。如果高层住宅建筑施工现场为软土地基, 其承载力不足、压缩性高, 容易发生沉降现象, 需结合软土地基性质采取合理的软土地基处理措施以保证地基结构强

度和稳定性达到技术标准。由技术人员进入现场勘测地下水位变化情况,如果地下水水位上升极易引发地基强度下降、承载力不足,也会造成地基侧向压力增加造成建筑的稳定性下降。此外,如果高层住宅建筑所在地区受到地质构造活动的影响较为严重,如地震、断层导致建筑工程安全性无法保证。结合高层住宅建筑设计要求分析现场的地下水位、地质构造变化情况,确定适宜设计方案,使其具备较高的抗震性以满足建筑工程运行要求^[2]。

2.2 结构选型影响

高层住宅建筑结构设计的过程中,结构选型需分析建筑受力条件、稳定性方面,确保其受力条件达到合理性要求,避免受到过大荷载作用而给整个建筑物安全性产生不利影响。由于高层住宅建筑往往建设在城市核心地带,特别是一些地质灾害发生率较高的区域,如果不能采取合理的结构设计方案,在地震发生后给人们生命安全造成侵害。有些高层住宅建筑结构本身比较复杂,在结构设计选型时虽然理论上计算具备可行性、受力条件良好,但在具体施工时难度高、工艺复杂、成本高,且施工过程中极易因为质量控制不到位而造成结构性能降低,对整个建筑物运行效果、经济效益和安全性产生危害。

2.3 荷载组合影响

高层住宅建筑结构投入使用过程中受到多方面荷载作用,如自重、固定设备、人员、风荷载、雪荷载、地震荷载,这些荷载在不同时间段和条件下单独作用或者同时作用在建筑结构上形成复杂的荷载组合。如果高层住宅建筑结构设计并未对各种荷载组合效应进行分析,一旦在极端条件下共同作用引发高层住宅建筑结构承载力不足,会造成变形、开裂、倒塌的严重事故。高层住宅建筑结构使用寿命比较长,在长期投入使用过程中结构受到各种荷载的作用以及环境侵蚀,如温度变化、湿度变化腐蚀。如果结构设计中荷载组合设计并未达到科学性、合理性,在长期投入使用过程中因为荷载累积损伤加速结构老化破坏,会对整个建筑安全性产生不利影响。此外,高层住宅建筑荷载组合设计不当导致其正常使用功能无法达到要求。如设计阶段并未考虑到活荷载的分布和变化,会在高层住宅建筑使用过程中存在局部超载现象引发严重事故,危害人们生命安全和正常生活^[3]。

2.4 材料性能影响

高层住宅建筑结构设计过程中考虑到材料性能因

素的影响,这关系到整个建筑项目的安全性。如果在高层住宅建筑设计阶段选择的材料强度未达到设计标准,该结构受到正常荷载时发生变形、破坏,对整个建筑物安全性产生不利影响。高层住宅建筑项目随着高度、层数不断增加,对于材料的强度也有更加严格的要求。由于高层住宅建筑对于安全性方面要求较高,特别是在地震极端荷载作用下,所以必须保证建筑结构具备较高的抗变形能力,能够吸收和分散地震作用力,避免出现严重的破坏问题。如果在高层住宅建筑设计时所选择的材料延性不足,在地震作用下容易发生脆性破坏而引发倒塌风险。对于高层住宅建筑长期投入使用时,其结构受到环境因素侵蚀影响,如温度变化、湿度变化、化学腐蚀。一旦选择的材料耐久性、抗腐蚀性能不合格,高层住宅建筑结构性性能下降明显,甚至发生破坏现象,无法保证其运营的安全性^[4]。

3 高层住宅建筑结构安全设计与提升路径

3.1 地质条件安全设计

高层住宅建筑结构安全设计阶段考虑到地质条件因素的影响,进入现场进行全面地质勘查,确定地基承载力、压缩模量、抗剪强度的各项指标。通常情况下,高层住宅建筑地基承载力特征值应在 200 Kpa 以上,确保长期投入使用过程中具备较高的稳定性和安全性。该承载力参数是根据设计和以往经验确定,需综合分析建筑高度、层数、结构类型、地基土特性确定,从而保证地基结构的承载力和稳定性合格。地质条件安全性设计中关注地下水的影响,特别是地下水位较高的情况下极易发生地基土软化,承载力降低,无法满足承载稳定性要求。高层住宅建筑设计安全性分析时重点加强地质条件的安全性设计,保证地基结构在投入使用过程中的强度合格。同时,由技术人员进入现场展开全面勘察分析是否存在断层、滑坡的不良地质,还要确定地震烈度的相关参数以保证高层住宅建筑的安全性合格。针对地震烈度较高的区域,在高层住宅建筑结构设计时,需要按照工程项目的建设楼层高度与地质条件的类型,通过设置抗震缝、采用隔振支座的方式,全方面提高高层住宅建筑抗震性能^[5]。

3.2 结构选型安全设计

高层住宅建筑结构设计过程中,根据结构选型的安全设计要求,保证在建筑结构受到风荷载、地震荷载作用下依然具备较高稳定性。对高度在 100 m 以上的高层住宅建筑,其弹性层间位移角限值为 1/550,能够有效抵抗侧向荷载的持续影响。高层住宅建筑结构

选型时分析截面尺寸、配筋率参数,确保建筑结构运行达到稳定性的标准。如框架结构形式设计中,梁柱截面尺寸根据荷载大小、跨度参数合理设计,保证其配筋率符合抗震设防的标准,即使极端的地震作用下依然能够保证安全性和稳定性。同时,高层住宅建筑结构选型时还要分析建筑自重和荷载传递路径的优化。选择科学合理的住宅建筑结构设计方案,采用适宜的结构部件连接方式,达到荷载有效传递以及分散的效果,避免出集中、变形的安全风险。针对高度在150 m以上的高层住宅建筑选择使用筒体结构或框架—剪力墙的复合结构体系,从而提高高层住宅建筑的稳定性和抗震性^[6]。

3.3 荷载组合安全设计

高层住宅建筑结构安全性设计时进行荷载组合安全性设计,分析恒荷载、活荷载、风荷载、雪荷载、地震荷载的多种荷载组合效应,在多种荷载组合的条件下运行具备安全性。恒荷载设计时从自重、固定设备的角度分析,其参数值结合建筑材料设计参数和材料密度方面计算。对于高层住宅建筑来说,恒荷载标准值通常超过 2.0 kN/m^2 。活荷载设计阶段需分析人员、家具、可变设备的因素,通常高层住宅建筑中活荷载标准值为居住区域 2.0 kN/m^2 或公共区域 3.5 kN/m^2 。风荷载和雪荷载参数值选取过程中,需根据高层住宅建筑所在地区的气候条件确定。风荷载分析时,从建筑高度、形状系数、当地风压出发进行计算。如果高层住宅建筑高度在100 m以上,风荷载标准值为 2.0 kN/m^2 或更高。雪荷载根据当地的降雪量、雪压参数计算。对于北方地区来说,降雨、降雪比较频繁,雪荷载标准值为 0.5 kN/m^2 或更高。地震荷载参数值选择过程中,根据建筑物所在区域地震设防烈度计算。对于地震设防烈度较高的地区,高层住宅建筑在地震荷载选取时严格按照地震荷载取值确定,保证地震作用下具备较高安全性。通常来说,地震荷载标准值需从建筑高度、抗震设防烈度方面计算分析,其参数值通常为 $0.2\sim 0.4\text{ g}$ 不等^[7]。

3.4 材料性能安全设计

高层住宅建筑在结构安全设计时,材料性能安全设计极为重要。为确保高层住宅建筑结构在多种荷载作用下保持稳定、安全性,需重点开展材料性能安全设计,严格执行国家标准和技术规范,保证材料强度、延性、耐久性各项指标合格。高层住宅建筑主体结构设计时选择混凝土、钢材材料施工,其强度、耐

久性应符合技术标准。通常情况下,混凝土抗压强度C30以上,即28天龄期后每立厘米混凝土承载力达到30 MPa。钢材屈服强度应超过345 MPa,即在拉伸实验的条件下,其屈服点为应力值达到345 MPa。在材料性能安全设计时做好上述各项参数试验和控制工作,确保高层住宅建筑长期投入使用过程中,在受到多种荷载共同作用时,依然能够保持较高的稳定性和安全性。而在材料性能安全设计阶段,其延性设计也必不可少,通过冲击延性试验的方式确定延性参数值,确保在地震等极端荷载条件下依然能够保持良好的稳定性和安全性^[8]。此外,材料耐久性设计也是保证高层住宅建筑结构安全性的关键。材料应具备耐腐蚀、耐风化的性能,抵抗自然环境中温度、湿度、化学侵蚀的影响。如混凝土材料其抗渗等级应在P6以上,防止水分侵入内部而造成结构性能下降。

4 结束语

考虑到影响高层住宅建筑结构安全性的因素较多,高层住宅建筑结构设计应加强安全分析,从结构设计出发选择最适宜的设计方案,保证建筑工程结构安全性合格,对提升建筑工程质量和运营水平有积极作用。避免在投入使用过程中引发坍塌、变形、损坏的严重事故,确保人员生命安全不受侵害,也能为我国建筑工程领域的高水平可持续健康发展奠定基础。

参考文献:

- [1] 王会萌.结构优化设计在建筑工程设计中的意义和应用[J].中国住宅设施,2022(01):82-84.
- [2] 林家豪.建筑结构设计提高结构安全性的思路分析[J].住宅与房地产,2021(30):49-50.
- [3] 张虎.试论在建筑结构设计如何提高建筑的安全性[J].居舍,2021(19):91-92.
- [4] 秦志生.建筑结构设计如何提高建筑的安全性[J].四川水泥,2022(06):142-143,146.
- [5] 王瑞平.试论建筑结构设计优化策略[J].房地产世界,2022(16):43-45.
- [6] 李强.超高层建筑设计优化与安全性分析[J].城市建设理论研究(电子版),2023(33):73-75.
- [7] 王邦建,李瑾.建筑结构设计的安全隐患及优化对策研究[J].工程技术研究,2023,08(14):161-163.
- [8] 杨岗.分析如何在建筑结构设计提高建筑的安全性[J].建材发展导向,2022,20(24):26-28.