

建筑结构设计体系选型及抗震设计分析

罗 强

中冶南方工程技术有限公司四川分公司 四川 成都 610000

摘 要: 随着城市化进程加速, 建筑规模与高度持续攀升, 建筑结构安全愈发关键。本文聚焦建筑结构设计体系选型及抗震设计分析。首先概述建筑结构设计体系选型要点, 接着详细阐述砌体、框架、剪力墙等多种常见结构体系特点。随后, 深入探讨建筑结构抗震设计的基本原则, 包括概念设计、结构规则性等原则。最后介绍抗震设计方法, 涵盖地震作用计算、结构分析方法及抗震构造措施等方面。旨在为建筑结构设计提供全面参考, 助力提升建筑结构在地震等灾害下的安全性与稳定性。

关键词: 建筑结构; 设计体系选型; 抗震设计

引言: 在建筑工程领域, 结构设计体系选型与抗震设计是保障建筑安全的关键环节。合理的结构体系选型能够充分发挥材料性能, 满足建筑功能与空间需求, 同时适应不同地质条件和建筑高度等要求。而有效的抗震设计则关乎建筑在地震发生时能否保持结构完整, 保障人员生命安全与减少财产损失。随着建筑行业的不断发展, 建筑结构日益复杂, 对结构体系选型和抗震设计提出了更高要求。因此, 深入研究建筑结构设计体系选型及抗震设计, 具有重要的现实意义和实用价值。

1 建筑结构设计体系选型概述

建筑结构设计体系选型是建筑工程前期规划与设计的核心环节, 它对建筑的安全性、经济性、适用性以及耐久性有着深远影响。不同的建筑结构设计体系具备各自独特的力学性能与结构特点。从受力机制来看, 有的结构体系主要依靠墙体来承受竖向和水平荷载, 有的则借助框架梁柱形成的骨架来传递力, 还有的是通过设置剪力墙增强结构的抗侧力能力。在适用场景方面, 结构体系选型需综合考量建筑的功能需求、高度、层数、抗震设防烈度以及场地条件等因素。此外, 建筑结构设计体系选型还需兼顾施工的便捷性与材料的可获取性。合理的选型能够简化施工流程, 提高施工效率, 降低施工成本, 同时确保所选材料在当地易于采购, 保障工程进度^[1]。

2 建筑结构设计体系选型

2.1 砌体结构体系

砌体结构体系是以砌体为主要承重构件的结构类型, 常见砌体材料有砖、石、砌块等。它具有就地取材、造价低廉、施工工艺相对简单等优点, 在低层民用建筑中应用广泛。从力学性能上看, 砌体的抗压强度较高, 但抗拉、抗剪强度较低, 其整体性和延性较差。因此, 砌

体结构主要适用于层数较少、荷载不大的建筑, 如普通住宅、小型办公楼等。在设计中, 需合理布置墙体, 保证结构的传力路径明确, 增强结构的整体性。可通过设置构造柱、圈梁等构造措施, 提高砌体结构的抗震性能。此外, 砌体结构对施工质量和材料质量要求较高, 施工过程中的砂浆饱满度、砌块质量等都会影响结构的承载能力和耐久性。

2.2 框架结构体系

框架结构体系由梁和柱通过节点连接形成骨架来承受竖向和水平荷载。它具有空间分隔灵活、自重较轻、抗震性能较好等优点, 广泛应用于多层和高层建筑。框架结构的受力特点明确, 梁主要承受弯矩和剪力, 柱主要承受轴力和弯矩。在水平荷载作用下, 框架结构会产生侧移, 其侧移刚度相对较小。为了提高框架结构的抗震性能, 需合理确定梁柱的截面尺寸和配筋, 保证梁柱节点连接可靠。同时, 要遵循“强柱弱梁、强剪弱弯、强节点弱构件”的设计原则, 使结构在地震作用下形成梁铰型破坏机制, 实现良好的耗能能力。此外, 框架结构的侧向刚度相对较弱, 对于高度较大的建筑, 需采取增加框架柱截面尺寸、设置支撑等措施来提高结构的侧向刚度, 满足抗震和正常使用要求。

2.3 剪力墙结构体系

剪力墙结构体系是利用建筑物墙体作为承受竖向和水平力的结构体系。它具有侧向刚度大、水平位移小、抗震性能好等优点, 常用于高层住宅、酒店等建筑。剪力墙主要承受水平剪力和弯矩, 其受力性能类似于竖向放置的深梁。在水平荷载作用下, 剪力墙能有效地抵抗结构的侧向变形, 保证建筑物的稳定性和安全性。剪力墙结构可根据墙体的布置形式分为整体剪力墙、小开口剪力墙、联肢剪力墙等多种类型。不同类型的剪力墙具

有不同的力学性能和适用范围。在设计剪力墙结构时,要合理确定剪力墙的布置位置和数量,使结构的刚度中心与质量中心尽量重合,减少扭转效应。同时,要注意控制剪力墙的间距,保证楼板的刚度满足要求,确保结构在水平荷载作用下能协同工作。此外,剪力墙的混凝土强度等级和配筋率等也会影响其承载能力和抗震性能^[2]。

2.4 框架-剪力墙结构体系

框架-剪力墙结构体系是将框架结构和剪力墙结构结合起来的一种混合结构体系。它综合了框架结构空间分隔灵活和剪力墙结构侧向刚度大的优点,适用于较高层数的办公楼、商业建筑等。在框架-剪力墙结构中,框架主要承受竖向荷载,剪力墙主要承受水平荷载。两者通过楼板协同工作,共同抵抗竖向和水平作用。在水平荷载作用下,框架和剪力墙会发生变形,楼板作为水平刚性盘,使框架和剪力墙的变形协调一致。框架-剪力墙结构的受力性能较为复杂,其内力和位移计算需要考虑框架和剪力墙的相互作用。在设计时,要合理确定框架和剪力墙的刚度比例,使两者能充分发挥各自的优势。同时,要注意框架梁、柱和剪力墙的连接构造,保证结构的整体性和可靠性。此外,还需根据建筑的功能和使用要求,合理布置框架和剪力墙的位置,满足建筑空间分隔和抗震设计的要求。

2.5 钢结构体系

钢结构体系是以钢材为主要承重构件的结构类型,具有强度高、自重轻、材质均匀、塑性韧性好、施工速度快等优点,广泛应用于大跨度建筑、高层建筑和工业建筑等。钢材的力学性能优良,其抗拉、抗压和抗剪强度都较高,使得钢结构能够承受较大的荷载。同时,钢材的材质均匀,各向同性,结构的可靠性较高。钢结构的自重轻,可减轻基础负担,降低基础造价。而且,钢结构的塑性韧性好,在地震等动力荷载作用下,能通过塑性变形吸收能量,具有良好的抗震性能。在施工方面,钢结构构件可在工厂预制,现场安装,施工速度快,工期短。然而,钢结构也存在一些缺点,如耐火性能差、耐腐蚀性能较差等。因此,在设计钢结构时,需采取防火、防腐等措施,保证结构的使用寿命和安全性。

3 建筑结构抗震设计基本原则

3.1 概念设计原则

概念设计原则是建筑结构抗震设计的核心先导理念。它基于对地震作用和结构受力特性的深刻理解,不依赖于精确计算,而是从宏观层面把握抗震设计的关键要点。在概念设计中,要合理选择有利于抗震的结构体系,确保结构具有明确的传力路径,使地震作用能够顺畅地传

递至基础。同时,注重结构的整体性,通过合理的结构布置和构造措施,增强各构件之间的连接,让结构在地震时能协同工作。此外,还需考虑建筑场地条件,避开不利地段,选择对抗震有利的地形。概念设计还强调对结构刚度、强度和延性的合理把控,避免结构出现过大的变形或局部破坏,保证结构在地震作用下具有足够的承载能力和耗能能力,为后续的精确定算和详细设计提供正确的方向指引。

3.2 结构规则性原则

结构规则性原则是保障建筑结构抗震性能的重要准则。规则性涵盖结构的平面布置和竖向布置两个方面。平面布置规则要求结构的平面形状尽量简单、规则,避免出现不规则的形状,如狭长、凹凸不规则等。因为不规则的平面形状会导致地震作用在结构上分布不均匀,产生较大的扭转效应,增加结构的破坏风险。竖向布置规则强调结构的侧向刚度和承载力沿高度方向均匀变化,避免出现刚度突变或承载力突变的情况。刚度突变会使结构在突变楼层产生较大的应力集中,承载力突变则可能导致结构在地震作用下出现薄弱层。遵循结构规则性原则,能使结构在地震作用下受力均匀,减少不利影响,提高结构的抗震可靠性和稳定性。

3.3 多道防线原则

多道防线原则是建筑结构抗震设计的重要策略,旨在提高结构在地震作用下的生存能力。在建筑结构中,应设置多道抗震防线,当第一道防线遭受破坏后,后续防线能够继续抵抗地震作用,避免结构因部分构件破坏而迅速倒塌。例如,在框架-剪力墙结构中,剪力墙可作为第一道防线,先承受大部分地震作用,当剪力墙出现一定程度的破坏后,框架结构作为第二道防线发挥作用。多道防线原则要求各道防线之间具有合理的刚度和强度分配,确保在地震过程中能够按预期顺序发挥作用。通过设置多道防线,结构能够逐步消耗地震能量,延缓破坏过程,为人员疏散和救援争取宝贵时间,有效减轻地震灾害对生命和财产造成的损失。

3.4 强柱弱梁原则

强柱弱梁原则是框架结构抗震设计的关键原则,其目的是确保框架结构在地震作用下形成梁铰型破坏机制。在框架结构中,梁和柱是主要的承重构件。强柱弱梁原则要求柱的抗弯能力大于梁的抗弯能力,即柱端截面在地震作用组合下的弯矩设计值要大于梁端截面在相同情况下的弯矩设计值乘以一个增大系数。这样,在地震来临时,梁端首先进入塑性铰状态,通过梁端的塑性变形来消耗地震能量,而柱仍能保持一定的承载能力,避免

柱先于梁破坏导致结构倒塌。因为柱是结构的竖向承重构件,一旦柱破坏,整个结构的竖向承载体系将受到严重威胁。遵循强柱弱梁原则,能够使框架结构在地震作用下具有良好的延性和耗能能力,提高结构的抗震性能,保障结构在地震中的安全性和稳定性^[1]。

4 建筑结构抗震设计方法

4.1 地震作用计算

地震作用计算是建筑结构抗震设计的关键起始步骤,目的是精确定地震对结构产生的动力效应。常见方法有底部剪力法、振型分解反应谱法和时程分析法。底部剪力法适用于高度不大、质量和刚度沿高度分布较均匀的结构,它把结构等效为单质点体系,先算出结构底部总剪力,再按特定规则分配到各楼层,计算简便但精度有限。振型分解反应谱法考虑了结构不同振型对地震作用的贡献,将多自由度体系分解为多个单自由度体系,借助反应谱曲线算出各振型地震作用后组合,适用于多数常规建筑,精度较高。时程分析法直接输入地震波进行动力时程分析,能精确反映结构在地震中的非线性响应,适用于复杂或重要建筑,但计算量大。计算时,要依据建筑所在地的设计地震分组、场地类别、抗震设防烈度等参数,合理选方法,确保计算结果准确,为后续设计和验算提供可靠依据。

4.2 结构分析方法

结构分析方法用于明确建筑结构在地震作用下的内力与变形情况,是抗震设计的重要环节。弹性分析方法假设结构处于弹性工作状态,常用矩阵位移法和有限元法。矩阵位移法把结构离散成杆件单元,通过建立整体刚度方程求解节点位移与杆件内力,适用于规则结构。有限元法将结构划分成有限个单元,经单元分析和整体组装得到力学响应,能处理复杂结构。弹塑性分析方法考虑结构非线性行为,更贴合实际。静力弹塑性分析逐步施加水平荷载,分析结构弹塑性性能与薄弱层位置;动力弹塑性分析直接输入地震波进行动力时程分析,精准模拟地震过程。此外,概率分析方法考虑地震和结构参数不确定性,用概率统计评估结构抗震可靠度,为设计提供更全面参考,不同方法各有适用场景,需合理选用。

4.3 抗震构造措施

抗震构造措施通过合理构造设计增强建筑结构抗震能力,保障地震时结构安全。基础方面,要保证基础有足够强度与稳定性,将上部荷载可靠传至地基,根据地质条件选合适基础形式,如独立、条形、筏板或桩基础等。墙体构造上,砌体结构设构造柱和圈梁,构造柱提高墙体抗剪与延性,圈梁增强整体性、约束裂缝开展。框架结构注重梁柱节点连接,加强节点区箍筋配置,提高抗震性能,同时控制梁柱轴压比,防构件脆性破坏。楼板构造要保证刚度和强度,使结构协同工作,常用现浇楼板并合理布筋。对于体型复杂、平面或竖向不规则结构,应设防震缝,将其划分为规则结构单元,减少地震扭转效应。这些构造措施从不同方面提升结构抗震性能,与计算和分析方法配合,共同确保建筑在地震中的安全性与稳定性^[4]。

结束语

在建筑结构设计体系选型及抗震设计分析的探讨中,我们深入剖析了不同结构体系的特点与适用场景,明确了合理选型对于建筑功能实现和结构安全的关键意义。同时,详细阐述了抗震设计的各项原则、方法与构造措施,旨在提升建筑在地震作用下的可靠性与稳定性。建筑结构设计是一项复杂且系统的工程,需综合考虑多方面因素。未来,随着建筑技术的不断进步,我们应持续探索创新,优化设计理念与方法,以更好地应对地震等自然灾害,为人们打造更加安全、舒适且功能完备的建筑空间。

参考文献

- [1] 祁福军.房屋建筑结构体系选型及抗震设计分析[J].中国建筑装饰装修,2021(04):184-185.
- [2] 刘涛.房屋建筑结构体系选型及抗震设计探讨[J].现代物业(中旬刊),2020(07):46-47.
- [3] 邢海滔.房屋建筑结构体系选型及抗震设计探讨[J].科学技术创新,2020(19):131-132.
- [4] 张皓勇.分析房建结构设计体系选型及抗震设计[J].建材与装饰,2021(30):108-109.