

高层混凝土建筑抗震结构设计分析

褚隆

明泰建设集团有限公司

DOI:10.12238/btr.v7i6.4567

[摘要] 城市化进程的不断推进,使得高层混凝土建筑日益增多。但高层建筑在地震作用下的响应更为复杂,所以其抗震结构设计至关重要。本文主要进行了有关建筑场地选择、结构选型、材料性能要求、基于性能的抗震设计、抗震计算分析方法、细部构造设计、抗震设计软件应用、隔震与消能减震技术、结构冗余度设计、多道防线设计和结构耐久性与抗震性协同设计等方面的探讨,期待能够为提高高层混凝土建筑的抗震性能提供有用的理论依据和实践指导。

[关键词] 高层混凝土建筑; 抗震结构设计; 关键要素; 具体方法; 现代技术

中图分类号: TU352.1+1 文献标识码: A

Analysis of seismic structure design of high-rise concrete buildings

Long Chu

Mingtai Construction Group Co., Ltd.

[Abstract] The continuous advancement of the urbanization process makes the number of high-rise concrete buildings increasing. However, the response of high-rise buildings under earthquake action is more complex, so the design of its seismic structure is very important. This paper mainly discusses the construction site selection, structure selection, material performance requirements, performance-based seismic design, seismic calculation and analysis method, seismic design software application, seismic isolation and energy dissipation and shock absorption technology, structural redundancy design, design of multiple lines of defense and collaborative design of structural durability and seismic resistance, and hope to provide useful theoretical basis and practical guidance for improving the seismic performance of high-rise concrete buildings.

[Key words] high-rise concrete building; seismic structure design; key elements; specific methods; modern technology

引言

地震是一种不可预测的自然灾害,一旦发生就很有可能给人民生命财产安全带来巨大的损失。近年来经济的快速发展和城市化进程的加速,促使高层混凝土建筑在城市建设中占据越来越重要的地位。然而由于高层建筑高度大、自重大、结构复杂,因此其在地震作用下的响应更为复杂,所以抗震性能成为人们关注的焦点。

1 高层混凝土建筑抗震结构设计的关键要素

1.1 建筑场地选择与地基处理

1.1.1 建筑场地选择

建筑场地的选择是高层混凝土建筑抗震结构设计的首要环节。企业应选择地势平坦、开阔、地质条件良好的场地,以此避免选择在地震断裂带、滑坡、泥石流等地质灾害易发区。同时其还应考虑场地的土层分布、地震动参数等因素,要选择对建筑物抗震有利的场地。

1.1.2 地基处理

对于不良地质条件的场地而言,相关人员需要对其进行地基处理,以此提高地基的承载能力和稳定性。而常用的地基处理方法有换填法、强夯法、挤密桩法等。

1.2 结构选型与体系布置

1.2.1 结构选型

高层混凝土建筑的结构选型应根据建筑的使用功能、高度、抗震设防要求等因素进行综合考虑。其中常见的结构形式有框架结构、框架-剪力墙结构、剪力墙结构、筒体结构等。

1.2.2 体系布置

相关人员应用合理的结构体系布置,则可以提高建筑物的抗震性能。其在体系布置时,应遵循对称、均匀、规则的原则,从而避免出现扭转不规则、凹凸不规则等情况。同时其还应考虑结构的刚度分布、质量分布等因素,从而使结构在地震作用下的受力能够更加合理^[1]。

1.3 建筑材料的抗震性能要求

1.3.1 混凝土强度等级

混凝土是高层混凝土建筑的主要建筑材料,其强度等级直接影响着结构的抗震性能。一般来说,使用的混凝土强度等级越高,那么建筑的结构抗震性能越好。但是过高的混凝土强度等级也会带来一些问题,如混凝土的脆性增加、施工难度加大等。因此相关人员在选择混凝土强度等级时,应根据建筑的高度、抗震设防要求等因素进行综合考虑。

1.3.2 钢筋的性能要求

钢筋是高层混凝土建筑的重要受力材料,其性能要求直接影响着结构的抗震性能。具体来说,钢筋应具有良好的延性、强度和可焊性等性能。因此在抗震结构设计中,相关人员应采用热轧带肋钢筋,其强度等级不应低于HRB400。

1.3.3 其他材料的性能要求

除了混凝土和钢筋以外,高层混凝土建筑中还会用到一些其他材料,如砌体材料、保温材料等。而这些材料的性能要求也应符合抗震设计的要求。

2 高层混凝土建筑抗震结构设计的具体方法

抗震结构设计的目标是确保建筑在地震发生时能够保持结构的完整性和稳定性,以及保障人员生命安全。其主要通过合理的结构体系来实现抗震性能。比如框架—剪力墙结构结合了框架结构和剪力墙结构的优点,其既能提供较大的使用空间,又具有良好的抗震能力。而剪力墙可有效抵抗水平地震力,框架则承担部分竖向荷载和水平力。

2.1 基于性能的抗震设计

2.1.1 性能目标的确定

基于性能的抗震设计首先需要确定性能目标。而性能目标应根据建筑的使用功能、重要性、地震危险性等因素进行确定。一般来说,性能目标可以分为基本性能目标、重要性能目标和特殊性能目标三个等级。

2.1.2 性能指标的确定

性能指标是相关人员衡量结构在地震作用下性能表现的具体参数。一般常见的性能指标有层间位移角、顶点位移、基底剪力等。而在确定性能指标时,相关人员应根据性能目标和结构的特点进行确定。

2.1.3 设计方法的选择

基于性能的抗震设计有多种设计方法,如等效线性化方法、弹塑性时程分析方法等。相关人员在选择设计方法时,应根据结构的复杂程度、性能目标的要求等因素进行确定。

2.2 抗震计算分析方法

2.2.1 反应谱法

反应谱法是一种基于地震反应谱的抗震计算分析方法。该方法将地震作用简化为等效静力作用,再通过计算结构在等效静力作用下的响应,来评估结构的抗震性能。

2.2.2 时程分析法

时程分析法是基于地震动时程的一种抗震计算分析方法。

该方法的原理是将地震动时程直接作用于结构,然后通过计算结构在地震动时程作用下的响应,来评估结构的抗震性能。

2.2.3 pushover分析法

pushover 分析法主要基于结构推覆分析。此方法需逐步地增加水平荷载,使结构逐渐进入塑性状态,从而评估结构在地震作用下的性能表现。

2.3 细部构造设计

建筑的基础设计对抗震起着关键作用。相关人员采用合适的基础形式,如桩基础等,即可增强建筑的稳定性。其中在材料方面,高质量的混凝土和钢筋能提高结构的强度和韧性。同时设置抗震缝可以将建筑分成若干独立的单元,可避免地震时相互碰撞造成更大破坏。另外在设计过程中,相关人员还需依据当地的地震设防烈度等参数进行精确计算和模拟,以确保建筑抗震结构的可靠性^[2]。

2.3.1 梁柱节点设计

梁柱节点是高层混凝土建筑结构中的关键部位,其设计直接影响着结构的抗震性能。通常在梁柱节点设计中,相关人员应保证节点的强度、刚度和延性,以此避免节点在地震作用下发生破坏。

2.3.2 剪力墙边缘构件设计

剪力墙边缘构件的设计直接影响着剪力墙的抗震性能。因此在剪力墙边缘构件设计中,相关人员应保证边缘构件的强度、刚度和延性,才能避免边缘构件在地震作用下发生破坏。

2.3.3 楼梯间设计

楼梯间是高层混凝土建筑中的重要疏散通道,其设计直接影响着人员的疏散安全。对于楼梯间设计来说,相关人员应保证楼梯间的强度、刚度和稳定性,进而避免楼梯间在地震作用下发生破坏。

3 现代技术在高层混凝土建筑抗震结构设计中的应用

3.1 抗震设计软件的应用

现阶段随着计算机技术的不断发展,使得抗震设计软件在高层混凝土建筑抗震结构设计中的应用越来越广泛。目前市场上有很多优秀的抗震设计软件,如PKPM、ETABS、SAP2000等。由于这些软件具有强大的建模、分析和设计功能,因此其可以帮助设计人员快速、准确地完成抗震结构设计。

3.2 隔震与消能减震技术

3.2.1 隔震技术

隔震技术主要是通过通过在建筑物底部设置隔震层,以将建筑物与地面隔开,从而减少地震作用对建筑物的影响。其中隔震层通常由隔震支座、阻尼器等组成,如此可以有效地吸收地震能量,并降低建筑物的地震响应。

3.2.2 消能减震技术

消能减震技术需要在建筑物中设置消能装置,如阻尼器、耗能支撑等,以此来消耗地震能量,与降低建筑物的地震响应。因此消能装置可以在地震作用下产生较大的阻尼力,有效地吸收地震能量,所以能够降低建筑物的振动幅度^[3]。

3.2.3 BIM技术在抗震结构设计中的应用

BIM(Building Information Modeling)技术是一种基于三维数字模型的建筑信息管理技术。它可以实现建筑设计、施工、运营全过程的信息集成和管理,并提高建筑工程的质量和效率。而在抗震结构设计中,BIM技术可以帮助设计人员更好地理解结构的受力特点和抗震性能,从而提高设计的准确性和可靠性。如设计人员可以使用BIM软件建立高层混凝土建筑的三维数字模型,对相关的结构进行可视化分析和模拟。而此时通过BIM模型,设计人员则可以直观地了解结构的受力情况和抗震性能,从而及时地发现设计中的问题,并对其进行优化和改进。

以某高层混凝土建筑为例,来介绍BIM技术在实际工程中的应用。该建筑为框架—剪力墙结构,其高度为120米,抗震设防烈度为8度。而设计人员使用BIM软件建立了该建筑的三维数字模型,并且对相关结构进行了抗震分析和模拟。此时设计人员发现了结构中的一些薄弱部位,及时地对其进行了优化和改进,进而确保了施工过程的顺利进行。

4 高层混凝土建筑抗震结构设计的优化策略

4.1 结构冗余度设计

结构冗余度是指结构在部分构件失效的情况下,仍能保持整体稳定性和承载能力的的能力。对于高层混凝土建筑抗震结构设计而言,设计人员如果提高了结构的冗余度,就可以有效地提高结构的抗震性能,从而降低地震灾害的损失。例如在某高层混凝土建筑的设计中,设计团队采用了多重抗震防线的的设计理念,其设置了多道剪力墙和框架柱,提高了结构的冗余度。此时在地震作用下,即使部分构件发生破坏,其余结构仍能保持整体稳定性和承载能力,以此能够为人员的疏散和救援提供了宝贵的时间。

实践中提高结构冗余度的方法和措施有很多,如增加结构的刚度、强度和延性,与设置多道抗震防线,以及采用合理的结构体系和构件连接方式等。举例来说,在某高层混凝土建筑的设计中,该设计团队采用了框架—剪力墙结构,其将剪力墙布置在建筑的周边和楼梯间、电梯间等部位,最终形成了多道抗震防线。同时相关人员还采用了加强节点区箍筋配置、设置梁端加腋等措施,有效地提高了结构的刚度、强度和延性,且进一步提高了结构的冗余度。

4.2 多道防线设计

多道防线是指在结构中设置多个抗震防线,此时当第一道防线失效时,第二道防线能够继续发挥作用,从而保证结构的整体稳定性和承载能力。在高层混凝土建筑抗震结构设计当中,设置多道防线则可以有效地提高结构的抗震性能,进而降低地震灾害的损失。

实际过程中设置多道防线的的方法和措施有很多,如采用合理的结构体系和构件连接方式、设置不同类型的抗震构件和提高构件的延性和耗能能力等。某高层混凝土建筑的设计中,其设

计团队采用了框架—剪力墙结构,先将剪力墙布置在建筑的周边和楼梯间、电梯间等部位,以形成第一道防线。接着在框架柱中设置了屈服约束支撑,目的在于提高框架柱的延性和耗能能力,并形成第二道防线。此时在地震作用下,剪力墙和框架柱能够协同工作,一起抵抗地震力,因此提高了结构的抗震性能^[4]。

4.3 结构耐久性与抗震性的协同设计

结构耐久性和抗震性是高层混凝土建筑结构设计两个重要的方面。具体来说,结构耐久性是指结构在使用过程中抵抗各种环境因素和荷载作用的能力,而抗震性是指结构在地震作用下保持整体稳定性和承载能力的的能力^[5]。显然结构耐久性和抗震性之间存在着密切的关系,其中良好的结构耐久性可以为结构的抗震性提供保障,而良好的抗震性也可以延长结构的使用寿命。

实现结构耐久性与抗震性的协同设计,则需要相关人员从材料选择、结构设计、施工工艺等方面入手,结合多方面内容采取综合的措施。如在材料选择方面,其应选择高性能混凝土和耐腐蚀钢筋,以提高结构的耐久性。而在结构设计方面,则应采用合理的结构体系和抗震措施,目的是提高结构的抗震性。在施工工艺方面则应严格控制施工质量,以此确保结构的耐久性和抗震性。同时相关人员还应加强结构的维护和管理,要定期地对结构进行检测和维修,进而确保结构的安全和可靠。

5 结语

高层混凝土建筑的抗震结构设计是一项复杂而艰巨的任务,其需要设计人员综合地考虑到建筑场地选择、结构选型、材料性能要求、基于性能的抗震设计、抗震计算分析方法、细部构造设计、现代技术应用以及优化策略等多个方面。现阶段随着科技的不断进步和人们对地震灾害认识的不断提高,使得高层混凝土建筑的抗震结构设计也将不断创新和发展。而在未来的设计中,我们应更加注重结构的安全性。

[参考文献]

- [1]庄绪永.高层混凝土建筑抗震结构设计关键要素探究[J].工程建设与设计,2021,(13):31-33.
- [2]张明月.高层混凝土建筑抗震结构设计关键要素[J].中国高新科技,2022,(11):38-40.
- [3]马强.高层混凝土建筑抗震结构设计探讨[J].房地产世界,2021,(23):25-27.
- [4]王明锋.高层混凝土建筑抗震结构设计的思考与实践[J].城市建筑,2020,17(26):82-83.
- [5]俞兆泰.高层混凝土建筑抗震结构设计要点分析[J].四川建材,2021,47(07):65-66.

作者简介:

褚隆(1985—),男,汉族,内蒙古呼和浩特市人,高级工程师,本科,研究方向:建筑工程设计与施工。