

隔震控制在建筑结构设计中的应用

苏永东

成都华丰工程勘察设计有限公司南宁分公司, 广西 南宁 530000

[摘要]我国是多地震的国家,地震灾害给人民的生命财产安全带来了严重的威胁。隔震以及减震技术是提升建筑抗震性能的关键手段,在我国建筑领域一直是很重要的研究课题,而且也对建筑结构设计以及材料创新提出了较高的要求。所以,强化建筑结构的防震设计,提高建筑物自身的抗震能力就显得格外重要了。文中围绕建筑结构里的隔震减震措施,结合实际经验展开探讨,希望能为相关的研究以及工程应用提供一些参考。

[关键词]隔震控制技术; 建筑结构; 结构设计; 技术应用

DOI: 10.33142/ect.v3i8.17525

中图分类号: TU352

文献标识码: A

Application of Seismic Isolation Control Technology in Building Structure Design

SU Yongdong

Nanning Branch of Chengdu Huafeng Engineering Survey and Design Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530000, China

Abstract: China is a country with frequent earthquakes, and earthquake disasters pose a serious threat to the safety of people's lives and property. Seismic isolation and damping technology are key means to improve the seismic performance of buildings, and have always been important research topics in the field of architecture in China. They also put forward high requirements for building structural design and material innovation. Therefore, it is particularly important to strengthen the seismic design of building structures and improve the seismic resistance of buildings themselves. The article focuses on the seismic isolation and reduction measures in building structures, and explores them based on practical experience, hoping to provide some references for related research and engineering application.

Keywords: seismic isolation control technology; building structure; structural design; technology application

引言

随着城市化快速推进以及建筑高度持续升高,建筑结构所面临的地震安全方面挑战变得日益明显起来。传统那种刚性结构设计,在遭遇强震作用之时,常常会比较容易出现较为严重的震害情况,进而致使结构出现损伤状况,甚至还会发生倒塌现象,这无疑会给生命财产安全带来极为严重的威胁。要想切实有效地降低地震灾害所带来的风险,提升建筑自身的抗震性能,隔震控制技术作为一种颇为先进的结构抗震方式,正逐步变成现代建筑设计其中的一个极为重要的发展方向。隔震技术是借助于在建筑物的基础部分和上部结构之间去设置隔震装置,以此来大幅度地降低地震能量传向结构时的强度,进而能够有效地缩减结构的地震响应程度以及内部力,进而对建筑及其内部的各项设施起到很好的安全保护作用。本文着重对隔震控制技术在建筑结构设计里面的理论根基、设计办法以及应用实践活动展开系统性的探讨,重点针对隔震结构的设计准则、计算分析的具体办法以及相关的结构举措展开细致分析,并且结合当下减隔震技术的发展走向与实际应用案例,进一步深入且透彻地剖析隔震技术在提高建筑抗震性能这个层面上所具有的优势以及面临的一些挑战。经由本文开展的相关研究,期望能够为建筑结构的抗震设计给予科

学方面的指导以及实践层面的参考依据,推动隔震控制技术在工程领域当中实现更为广泛的应用,促使城市建筑的整体安全水准得以提升。

1 建筑结构设计概念设计的原则

1.1 简单性

在建筑结构设计方面,简单性属于概念设计的关键原则之一,其含义在于,在确保能够满足使用功能以及建筑美学要求的基础之上,要让结构形式、受力体系还有构造布置尽量变得规整、清晰且易于被人理解。具备简单性特点的结构体系,它的受力路径是清晰明确的,各个构件之间的连接关系也很直观,这有利于结构在像地震、风荷载这类复杂情况的作用之下呈现出不错的力学性能。与此较为简单的结构对于分析计算的准确性是有利的,能够在一定程度上降低设计以及施工环节当中的不确定性,进而提升施工的效率以及质量控制的程度。结构越是简单,那么其后续的维护管理工作就会越方便,在实际使用的过程当中,其安全性以及可靠性也会更高一些。

1.2 整体性

整体性也是概念设计应用到建筑结构设计的重要原则之一,建筑结构能够使得惯性力以聚集的状态所存在,而且其也能够把所聚集的惯性力进行传递,从而使得各竖

向抗侧力子结构都可以有惯性力的存在,这就要求所设计的各个建筑子结构所具备的承载力能够以相同的状态所存在,这对于抵御地震自然灾害对于建筑的损害极为有用。

1.3 规则性和均匀性

在建筑结构设计进入概念设计这个阶段的时候,规则性以及均匀性便成为了保障结构安全性与可靠性的关键设计准则。这里所说的规则性,指的是结构在平面还有立面上的形状要尽最大可能呈现出对称的状态,而且规整有序,其内部的构件布置也要遵循清晰明确的几何逻辑,如此一来,当结构处于受力状态之下时,便能够展现出稳定且可以预估的反应情况。而均匀性所指的,则是结构的材料分布、刚度分布以及质量分布都要合理并且保持一致,务必要避免出现因为局部刚度发生突变或者质量过于集中这样的情况,进而引发应力集中、结构出现薄弱环节亦或是受力不够均衡等问题^[1]。拥有良好规则性与均匀性的结构体系,一方面在抗震设计当中,对于结构整体协同发挥作用是有利的;在荷载的作用之下,还能够提升结构响应的均衡程度,降低扭转效应以及局部出现破坏的可能性。与此这样的设计方式还能够使计算模型得以简化,从而进一步提升设计以及施工方面的效率与精度。

1.4 优化选型原则

在建筑结构设计进入概念设计这一阶段的时候,优化选型原则在达成结构安全性、经济性以及功能性三者统一这件事上,占据着极为关键的地位。该原则着重指出,要先充分领会建筑功能方面的具体需求,清楚知晓其使用所处的环境状况,并且全面了解相关的工程条件。在此基础之上,再把结构体系、构件类型、材料所具有的特性还有施工工艺等诸多因素都综合起来加以考量,从而从中挑选出最契合项目自身特点的那种结构方案。通过对多种不同结构类型的相关受力性能、造价情况、施工时的难度以及耐久性等方面展开对比分析,进而从中甄选出技术层面较为合理、造价能够得到有效控制、施工起来相对方便并且后续维护也较为容易的结构体系。如此一来,既能促使结构的整体效能得以提升,又可切实有效地对工程成本以及工期加以控制。与此在开展优化选型工作的时候,还得考虑到结构所具备的抗震性能,还要顾及在后期使用过程当中结构的可持续性,以此来保证建筑物在整个寿命周期里面都能够具备良好的安全性以及经济性。

2 隔震控制技术在建筑结构中的应用

2.1 隔震结构设计的方法

隔震结构设计这种方法乃是于传统抗震设计基础之上发展起来的一种较为先进的抗震技术手段,其主要意图是借助于在建筑物的基础以及上部结构这两者之间去设置隔震装置的方式,使得地震波传输入到上部结构当中的能量能够大幅度地得以减少,进而促使结构的地震响应得以降低,让建筑在遭遇地震的时候,其安全性以及稳定性

都能够得到提升。该方法最为关键之处就在于会把结构原本就有的周期人为地延长,使之处于远离地震能量相对集中所在的频段这样一个状态,如此一来便能够避开所谓的共振效应,进而让剪力、弯矩这类关键的受力参数有所减少^[2]。常用的隔震设计方法涵盖了基于性能的设计法、时程分析法以及反应谱法等,在整个设计的过程当中,务必要综合考量诸如建筑类型、使用功能、场地类别还有地震烈度等诸多因素。设计人员首先得确定隔震层具体的布置位置以及隔震装置的类型,像铅芯橡胶支座、高阻尼橡胶支座、滑动支座等都属于常见的类型,之后再开展隔震参数的选定工作以及结构建模方面的工作,借助动力分析来对隔震系统的位移、加速度等相关指标加以计算,并且要针对隔震层刚度以及阻尼特性展开优化匹配方面的操作,以此来保证隔震装置在受到地震作用的情况下,具备良好的变形能力以及能量耗散能力。

2.2 隔震结构的计算分析

隔震结构的计算分析属于实现科学且合理设计的重要环节,其主要意图在于借助理论计算以及数值模拟的方式,精确评估隔震结构于地震作用之下的力学反应以及性能呈现状况。与传统的抗震结构不一样,隔震结构在设计方面得着重关注隔震层所具备的变形能力、能量耗散特性,还有上部结构和基础之间存在的动力耦合关联,所以它的计算分析流程会更加繁杂并且更有系统性。计算分析一般涵盖静力分析、模态分析,以及在地震动作用之下的非线性时程分析,而在这些当中,非线性时程分析乃是隔震结构设计里最具代表性且对精度要求最为严格的分析办法,它可模拟地震整个过程里结构的动力响应情况,精准地反映出隔震装置在不同地震烈度情形下的工作情形。在分析进程之中,要针对隔震装置的力学特性(比如双线性恢复力模型、滑动摩擦模型等)予以合理的建模操作,并且要结合场地地震动的特点来选取有代表性的地震记录作为输入,以此来评估结构的最大位移、层间位移角、基底剪力、加速度响应等一系列关键参数。除此之外,还得考量隔震系统的稳定性、复位能力以及材料非线性等方面的情况,从而保证其在强震作用之下不会出现失效或者遭到破坏的现象。

2.3 隔震结构设计步骤

隔震结构设计步骤是保证隔震系统能够安全、可靠且经济地运行的关键流程,一般涵盖多个环节,像初步方案的制定、隔震装置的选择、参数的确定、结构的建模与分析、构造的设计以及施工图的设计等。一开始,在初步方案这个阶段,设计人员要依据建筑的功能用途、重要程度等级、所处地区的地震烈度还有场地的具体情况来决定是不是采用隔震设计以及隔震层应当布置的位置,通常会将其设置在建筑物的底部或者裙房层,以此达成对上部结构起到隔离的效果。接着,挑选合适的隔震装置是非常重要的

的事情,得综合考虑结构的质量、刚度方面的需求以及变形的能力,从铅芯橡胶支座、高阻尼橡胶支座、滑动摩擦支座这些常见的类型当中做出合理的选型,并且还要对装置的滞回性能、耗能的能力以及复位性能展开评估^[3]。之后,得确定隔震装置那些关键的设计参数,比如水平刚度、等效阻尼比还有最大位移能力,从而确保它在设防地震以及罕遇地震的作用之下都不会出现失效的情况。在建模与分析这个阶段,要构建起包含隔震层的整体结构模型,运用线性或者非线性的动力分析方法对结构在多组地震波输入时的响应加以计算,着重去分析上部结构的层间位移、基底剪力以及地震加速度的控制效果。再之后进入到构造设计阶段,需要重视隔震装置布置的均匀性、连接节点的构造情况、隔震层水平刚度的分布状况以及构件构造方面的细节,以此确保其有很好的施工可行性并且维护起来也较为便利。最终在施工图设计阶段,要完善隔震层的构造做法、施工安装的要求、监测控制的相关措施等内容,形成完整的专业技术文件体系,保障隔震结构在实际工程当中可以高效且可靠地发挥出预期的作用。

2.4 减隔震技术方案的选择

减隔震技术方案的选择在建筑结构设计里属于实现抗震性能目标的关键环节,要综合考量建筑的使用功能、结构形式、场地特性、地震设防烈度、造价控制以及维护管理等诸多因素。在选择方案的时候,一开始得清楚项目所在地区的地震危险性以及场地条件,比如说,在软弱土层区域采用隔震技术来降低地震能量的传递更为适宜,而岩土条件不错且建筑高度不算太高的项目则可以优先去考虑减震技术,以此强化结构耗能的能力。接着,得依据建筑的结构体系还有功能的重要性来判断技术路线,像医院、学校、数据中心这类对地震响应控制要求比较高的关键工程,最好优先选用高效的隔震系统,比如铅芯橡胶支座或者滑动摩擦支座,从而保证关键设备以及人员的安全;而对于普通的民用建筑,那么可以采用阻尼器类的减震系统,像是黏滞阻尼器、摩擦阻尼器、金属屈服型阻尼器等等,同时兼顾经济性以及防震效果。还要对比各类技术方案在结构响应控制效果、施工工艺复杂程度、维护成本、耐久性等方面的实际表现,从中选出综合性价比最高的技术路径。

3 建筑结构设计中的结构措施

在建筑结构设计环节当中,结构措施称得上是极为关键的一种手段,其主要作用在于保障建筑物能够在各类荷载的作用之下,依然能够具备足够的安全性、稳定性以及耐久性。这里所讲的结构措施,涉及的范围颇为广泛,包含了结构体系的选择事宜、构造细节方面的设计考量、材料性能的优化操作,还有构件之间协同工作的诸多方面。若能采取合理的结构措施,那么便能够切实有效地提升结构整体的刚度以及强度,进而让其抗震、抗风等应对极端

荷载的能力得以增强,如此一来,便可以在很大程度上降低结构出现损伤乃至发生倒塌的风险。在开展设计工作的整个过程当中,务必要依据建筑具体的功能需求以及实际的使用环境状况,去科学且严谨地选择与之相适宜的结构体系,像是框架-剪力墙结构、单纯的框架结构又或者是框架-核心筒结构等等,以此来保证结构体系能够实现合理受力,并且做到变形方面的协调一致^[4]。与此那些细致入微的构造措施,比如对节点连接加以强化、合理地设置抗震墙体、对构件截面尺寸予以把控以及合理安排配筋情况等,这些都对于提升结构整体的性能有着至关重要的决定性作用。材料的选用情况以及性能优化的相关事宜同样属于重要的结构措施范畴之内。现代高性能混凝土以及钢材的应用情况,一方面提高了承载能力,另一方面也使得结构的延性和韧性都得到了相应的改善。并且,在结构设计工作当中,应当着重关注构件之间的协同工作这借助合理的连接方式以及恰当的刚度分配手段,促使结构体系能够针对外部荷载做出整体性的响应,进而达成能量的有效传递与耗散这一目标。

4 结语

随着建筑高度以及复杂性持续提升,地震灾害给建筑结构安全性带来的挑战变得愈发严峻,隔震控制技术作为一款先进的抗震方式,在建筑结构设计当中的应用价值逐渐显现出来。凭借科学合理的隔震设计,不但可以大幅削减结构在地震作用之下的震动反应,保护建筑物及其内部设施的安全,而且能够拉长建筑物的使用寿命,提高整体的经济效益。这篇文章全面阐述了隔震结构设计的基本办法、计算分析以及结构举措,为达成高性能隔震建筑给出了理论依据与实践指引。在未来,随着材料科学、智能控制技术以及工程监测技术不断进步,隔震技术会变得更加成熟并且广泛普及,能为建筑抗震设计带来更多创新契机与发展空间。持续深入地开展隔震控制技术的研究与应用,能够有效推动我国建筑抗震水平的提升,确保人民生命财产安全,促使建筑行业实现可持续发展。

[参考文献]

- [1]种慧景.隔震控制在建筑结构设计中的应用[J].中国高科技,2024(19):158-160.
 - [2]陆好雨.隔震控制在建筑结构设计中的应用[J].中国建筑金属结构,2023,22(8):92-94.
 - [3]张楠.隔震控制在建筑结构设计中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2024(10):89-91.
 - [4]洪善政.概念设计在建筑结构设计中的应用[J].住宅与房地产,2017(27):73-78.
- 作者简介:苏永东(1990.12—),毕业院校:桂林理工大学,专业:土木工程,现就职:成都华丰工程勘察设计与有限公司南宁分公司,职务:建筑结构设计,职称:中级。