

土木工程结构设计的抗震设计分析

柴巧燕

浙江华咨结构设计事务所有限公司 浙江 宁波 315336

摘要: 土木工程结构设计的抗震设计是确保结构在地震中具备稳定性和安全性的重要环节, 土木工程结构设计的抗震设计分析是一个科学细致的过程, 需要基于地震荷载分析、结构动力响应分析和结构强度稳定性分析等内容, 通过合理的分析方法和工具, 可以评估结构在地震中的性能, 从而制定合适的抗震设计。这对于保护人们的安全和减少地震带来的损失具有重要意义。

关键词: 土木工程; 结构设计; 抗震设计

1 土木工程结构抗震设计的基本原理

土木工程结构抗震设计的基本原理是为了确保在地震发生时, 建筑物能够保持稳定、不塌倒, 最大程度地减少人员伤亡和财产损失。以下是土木工程结构抗震设计的几个基本原理, 强度和刚度: 抗震设计的首要原则是确保建筑结构具有足够的强度和刚度以抵抗地震产生的惯性力和地震波的作用。通过适当选择和配置结构材料, 以及合理的结构设计和施工方法, 确保结构能够承受地震荷载。抗倒塌和抗位移: 抗震设计的目标是确保结构在地震时能够抵御倒塌和过大的位移, 从而保证人员的安全。通过采取合适的抗倒塌措施, 如适当设置抗倒塌墙和剪力墙, 并通过设置承载框架和剪力墙等结构控制装置来限制结构的位移。能耗和耗能控制: 抗震设计需要通过合理的结构设计和材料选择, 控制结构在地震过程中的能量吸收和耗散, 从而减小地震力对结构的影响和损伤^[1]。采用可延性设计原则和耗能控制装置, 如阻尼器、摆梁等, 能够有效控制结构的变形和能量耗散。安全边际: 结构抗震设计要考虑地震荷载的不确定性, 通过引入安全边际来确保结构在地震作用下的安全性。安全边际是指在设计时采用较保守的荷载和阻力模型, 以确保结构在设计工作载荷以外的情况下仍然安全可靠。

2 土木工程结构在地震中的特点

土木工程结构在地震中具有几个主要特点, 第一、弹性反应: 在地震发生时, 土木结构会受到地震波的作用力, 导致结构产生变形和振动。这种结构变形和振动具有一定的弹性, 即结构在地震力作用下会有一定的回弹能力, 能够恢复到原始状态。第二、非线性行为: 由于地震力的不断作用, 土木结构在地震中往往会产生非线性行为。具体表现为结构产生塑性变形, 材料达到破坏极限等。这些非线性行为使得结构的受力性能变化复

杂, 需要结构抗震设计中考虑这些非线性因素。第三、能量耗散: 地震力对土木结构的作用会导致结构产生振动和能量的传递。为了保证结构的稳定性, 土木结构往往需要具备能量耗散的能力。通过合理的设计和配置一些能量耗散装置, 例如阻尼器、摆梁等, 可以将地震能量转化为热能或其他形式的能量消耗, 从而减小结构的震动响应^[2]。第四、综合效应: 土木工程结构在地震中受到多个因素的影响, 如地震波的频率、振动周期、土壤特性等。这些因素的综合作用会导致结构在地震中产生复杂的动力响应, 需要综合考虑各个因素及其相互关系, 针对具体地震条件进行合理的抗震设计。

3 抗震设计的重要性

在地震多发地区, 抗震设计是土木工程不可或缺的重要环节。抗震设计的目的是确保建筑物在地震发生时能够保持稳定, 减少人员伤亡和财产损失。(1) 人员安全: 地震是一种自然灾害, 能够造成巨大的破坏和人员伤亡。抗震设计能够确保建筑物在地震力作用下具有足够的抵抗能力, 减少建筑物发生倒塌或严重损坏的可能性, 从而最大限度地保护人员的生命安全。(2) 保护财产: 地震造成的破坏不仅影响人员的生命安全, 还造成了巨大的经济损失。抗震设计可以有效减少建筑物的损坏程度, 降低维修和重建的成本, 保护社会财产的安全。(3) 社会稳定: 抗震设计可以提高整个社会系统的稳定性。在地震发生后, 建筑物的稳定性对于社会重建和恢复至关重要。抗震设计的建筑物能够更快地恢复运营和服务, 有助于降低地震对社会经济的冲击, 维持社会的稳定。(4) 可持续发展: 抗震设计是可持续发展的重要组成部分, 在设计过程中, 合理的抗震设计可以减少材料和资源的浪费, 提高建筑物的使用寿命。抗震设计还能够推动新材料和新技术的研发和应用, 促进土木工程领域的创新发展^[3]。抗震设计的重要性体现在保护人

员安全、减少财产损失、维护社会稳定和促进可持续发展等方面。仅仅依赖于经验和传统构造是不够的,科学的抗震设计需要结合地震工程知识和先进的技术,确保建筑物在地震中具备足够的耐震能力和稳定性,实现人与建筑物的双重保护。

4 土木工程结构设计的抗震设计分析

4.1 抗震需求的确定

抗震设计是土木工程结构设计中至关重要的一部分。在进行抗震设计之前,需要进行抗震需求的确定,即明确建筑物所需抵御地震力的能力。抗震需求的确定涉及几个方面:地震参数包括地震活动的频率、地震波的振动周期、地震波的加速度等。通过地震活动的历史数据、地震监测等手段,对目标地区的地震情况进行分析,确定地震参数的范围和规律。抗震设计需要考虑建筑物在地震作用下的安全性。建筑物在地震中需具有一定的可靠度,即能够承受地震力,并保持稳定。可靠度的确定涉及到地震等级、建筑物的用途和重要性等因素的考虑。根据目标可靠度要求,确定建筑物的抗震性能目标。抗震性能目标包括设计地震力、位移限制、变形限制等。设计地震力是根据目标可靠度和地震参数确定的,位移限制和变形限制是根据建筑物的用途和功能确定的。抗震设计需要考虑结构的抗震性能和受力特点。选择合适的结构形式、材料和截面尺寸等,以满足设计要求。抗震设计需遵循相应的地震设计规范和标准,如国家标准、行业标准等,确保设计满足相关要求。

4.2 结构抗震性能的评估

结构抗震性能的评估是为了确定土木工程结构在地震中的功能和安全性。通过评估,可以了解结构的抗震能力是否满足设计要求,并识别可能存在的弱点和改进的空间。地震动输入的选择:评估分析首先需要选择合适的地震动输入,即在评估目标地区典型地震频谱、地震地面运动和地震波的加速度等信息,以准确描述地震荷载的特征。结构模型的建立:根据实际情况,建立准确的结构模型,包括结构材料、几何形态、节点连接等要素。选择恰当的有限元模型或其他分析方法,模拟结构受到地震荷载时的响应。抗震性能指标的选择:根据需求确定合适的抗震性能指标,如位移、剪力、弯矩等。这些指标能够反映结构的变形程度和内力水平,从而评估结构在地震中的稳定性。抗震性能评估方法的选择:根据结构的复杂程度、要求的准确度和可用的资源,选择合适的评估方法。常见的方法包括静力弹塑性分析、动力弹性分析、时程分析等。这些方法能够模拟结构的动态响应,对其抗震性能进行评估。结果的解读

和结论的得出:通过分析和计算,解读抗震性能评估的结果。比较结构的实际性能与设计要求的差距,明确结构的弱点和改进方向,得出相应的结论和建议。

4.3 结构的抗震设计

结构的抗震设计是为了确保土木工程结构在地震发生时能够保持稳定、抵御地震力,并最大限度地减少人员伤亡和财产损失。通过地震活动的历史记录、地震研究等手段,分析目标地区的地震情况,确定设计地震参数,包括地震加速度、地震波的周期、频率等。根据建筑物的用途、功能和特点,选择合适的结构类型,如框架结构、剪力墙结构、桁架结构等。考虑结构的布局、刚度分布、连接等,以提供合理的抗震性能。:根据地震力的作用和结构的受力特点,采用合理的抗震设计原则。例如,强化主要承载构件、提高结构的耐震性能、控制结构的变形等。根据地震设计要求,选择合适的结构材料,如钢材、混凝土、木材等。要求材料具备足够的强度、刚度和耐久性,以满足结构在地震力作用下的抵抗能力。

结构的连接是影响抗震性能的关键因素,在抗震设计中,应采用合适的连接方式和规范来确保结构的整体稳定和抗震性能。采用静力分析、弹性动力分析、非线性动力分析等方法,对结构进行抗震验算^[4]。通过对结构的位移、剪力、弯矩等指标的计算和比较,评估结构在地震中的抗震性能是否满足设计要求。根据具体需要,添加抗震设备和措施,如阻尼器、隔震系统、加强剪力墙等,以提高结构的抗震能力。结构的抗震设计是一个综合性的过程,涉及地震参数的确定、结构类型与布局的选择、材料和连接的设计、动力分析和验算等。通过科学的设计手段和合适的措施,可以确保建筑物在地震中具备足够的抵抗能力,最大限度地保护人员的生命安全和财产。

4.4 优化材料选取,改进设计方法

为了提高土木工程结构的抗震性能,优化材料选取和改进设计方法是十分重要的措施。下面将对这两个方面进行详细阐述:

第一、优化材料选取,高强度材料:选择具有较高强度的材料,如高强度混凝土、高强度钢材等,可以提高结构的承载能力和刚度,使其在地震作用下表现出更好的抵抗能力。高耐久性材料:选择具有良好耐久性的材料,如耐久性混凝土、防腐处理的钢材等,可以确保结构在长期使用和恶劣环境条件下的稳定性,延长结构的使用寿命。抗震减震材料:引入抗震减震材料,如橡胶隔震垫、液体减震器等,可以减小地震作用对结构的

影响,分散震动能量,从而提高结构的抗震性能。高弹性材料:选择具有较高弹性模量的材料,如钢材、纤维材料等,可以增加结构的变形能力,减小地震作用下结构的位移和变形。

第二、改进设计方法,性能设计:采用性能设计方法,即基于结构的性能指标,确定结构在地震作用下所要达到的准则。通过灵活的设计和分析,确保结构能够在地震中达到预期的性能要求。含能设计:引入能量耗散元素,如阻尼器、形变缓冲器等,来吸收和耗散地震能量,减小结构的动态响应,提高抗震能力。非线性分析:采用非线性分析方法,考虑结构在地震荷载作用下的非线性行为,如材料本构关系、接触面的滑移等,更加准确地评估结构的抗震性能。极限状态设计:以结构的极限状态为设计准则,综合考虑地震、风荷载等多种极限状态,确保结构在不同极端工况下仍然具有足够的稳定性。通过优化材料选取和改进设计方法,可以提高土木工程结构的抗震性能,使其在地震中具有更好的韧性、强度和可靠性。这将有效降低地震对结构的破坏程度,保护人们的生命安全和财产。

4.5 科学合理地进行隔震消能减震设计

在土木工程抗震设计中,科学合理地进行隔震消能减震设计是一种有效的手段,旨在通过引入隔震减震系统来降低结构在地震中的动力响应,保护建筑物和人员的安全。根据土木工程的具体情况,选择适合的隔震系统。目前常见的隔震系统包括橡胶隔震垫、球形滚子隔震装置、液体减震器等。选择系统时需要考虑结构特点、地震要求、可行性和经济性等因素。安装隔震器的位置和数量应根据结构的受力情况,合理确定。一般来说,应在结构的低刚度部位或节点处设置隔震器,以减小地震荷载传递到结构的幅度。衰减器是一种能量消散装置,通过吸收和转化地震能量,减小结构的反应。常见的衰减器包括阻尼器、形变缓冲器等。在设计中,应

根据结构的大小、质量和所需的减震目标,选择合适的衰减器类型和参数。在进行隔震设计时,需要对结构的应力和位移进行控制。通过分析结构的受力情况和振动响应,合理设计隔震系统参数,以确保结构在地震中的稳定性和安全性。隔震消能减震设计需要进行结构可靠性评估,以确定结构在地震作用下的安全性和稳定性。通过使用合适的分析方法和工具,对结构进行性能评估和可靠度分析,为隔震消能减震设计提供科学依据。在进行隔震消能减震设计之前,可以利用数值模拟和试验验证等手段来评估隔震系统的效果。通过模拟分析和试验结果的对比,优化隔震系统的设计参数,提高其减震性能。

结束语

总而言之,土木工程结构设计的抗震设计分析是一项复杂而重要的工作。通过科学合理地进行地震荷载分析、结构动力响应分析以及结构强度和稳定性分析,可以保障建筑物在地震中的安全性和稳定性。这种针对地震作用的综合分析过程,为土木工程的抗震设计提供了有力的支持,同时也为减少地震带来的损失和灾害做出了积极的贡献。

参考文献

- [1]李滋祺,李林,张玉莲.深圳某凹形超高层建筑抗震设计[J].建筑结构.2021,(0S2).92-96.
- [2]胡忠臣.高层混凝土建筑抗震结构设计要点分析[J].房地产世界.2021,(21).36-38.
- [3]李丹.土木工程结构设计的抗震设计分析[J].电脑爱好者(电子刊),2020(11):2833-2834.DOI:10.12277/j.issn.1005-0043.2020.11.1417.
- [4]李东伦.土木工程结构设计的抗震设计分析[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2020(11):3067-3068.DOI:10.12277/j.issn.1673-7075.2020.11.1533.