

道路桥梁工程中的抗震设计与加固技术研究

王 松

舒城县交通运输综合行政执法大队 安徽 六安 231300

摘 要: 文章对道路桥梁工程抗震设计及加固技术进行了深入的研究。首先说明地震对道路桥梁造成的破坏性及其在抗震设计中的意义,并论述了地震作用的基本理论,主要包括地震作用特性,地震作用的原理和准则,地震作用的方法和过程等。然后,对加固技术分类,特点和应用范围进行了详细分析,重点探讨了抗震设计和加固技术在结构体系和材料选择等关键技术问题、抗震和减震技术的运用及节点和连接设计等方面的效果。另外还结合具体工程实例论证了抗震加固技术在工程中的具体应用。最后是全文总结和今后研究的方向。本论文研究成果对增强道路桥梁工程抗震性能和确保交通运输安全有重要指导意义。

关键词: 道路桥梁; 抗震设计; 加固技术

引言

在道路桥梁工程中,抗震设计及加固技术研究和应用就变得非常重要。道路桥梁是交通运输的中心,道路桥梁的安全性和稳定性直接影响着社会经济和人民生活财产的发展。但是地震这种自然灾害突发性强、破坏力大,给道路桥梁工程带来严重的威胁。近年来全球范围内地震频繁发生,对很多国家或地区道路桥梁工程造成巨大的损失。这些损失不只是表现为直接经济损失,还会给交通运输系统造成损害,从而影响到社会正常运行。所以,对道路桥梁抗震设计及加固技术进行研究对提高项目抗震性能,降低地震灾害损失和确保交通运输安全都有非常重要的作用。基于这一背景,本论文旨在对道路桥梁工程抗震设计及加固技术进行深入的研究,采用理论分析,方法探讨以及实例分析相结合的方法,以期能够对相关项目提供科学依据以及技术支持。

1 道路桥梁抗震设计的基本理论

1.1 地震作用及对道路和桥梁的影响

地震是自然界中破坏力非常大的一种现象,给道路桥梁工程带来了严重的威胁。地震波传播引起的地面震动使得桥梁结构受到不确定性动态荷载作用。这类荷载无论在大小,方向还是持续时间上都是难以预料的,这就需要桥梁有优良的抗震能力^[1]。地震特性主要由震源,震级以及震波组成,这些因素综合决定着桥梁受到的影响方式以及损伤程度。水平方向上的作用力是造成桥梁破坏、诱发侧移、变形的的主要原因;竖直方向受力会引起沉降;并且扭转方向上的力导致扭转变形。所以抗震设计需要充分考虑桥梁的地震特性及动力响应。

1.2 抗震设计原则和规范的实际运用

抗震设计原则和规范是保证桥梁安全的重点。其中

包括强度,刚度,延性及稳定性原则,这就要求桥梁必须在地震作用下保持其完整性与稳定性。每个国家都有相关的抗震设计标准对设计师们进行明确的引导。设计师在实际设计时需要按照这些准则进行设计,以保证桥梁设计方案科学可靠。地震作用计算,结构动力特性分析,材料性能规定和构造措施都需要严格遵守规范。伴随着科技进步以及地震工程经验积累,桥梁抗震设计原则及标准也在不断地完善,促使桥梁抗震性能得到提高。抗震设计方法和过程的最佳开发

在桥梁抗震设计中,抗震设计方法和过程处于核心地位。以力为基础的传统设计方法已经逐步被以位移为基础,以性能为目标的设计方法代替。后者则更加注重地震中桥梁的变形与位移及不同震级的表现目标。设计流程一般由地震危险性评估,抗震设防标准与性能目标的制定,结构方案设计,结构分析与验算,施工图的绘制与复核等环节组成^[2]。为了提高工作效率,优化方案,可以利用先进的数值模拟技术,智能化的设计工具,加强多个单位之间的交流与合作。这些优化有利于增强桥梁的抗震性能与经济性,有利于社会的持续发展。

2 道路桥梁抗震加固技术概述

2.1 加固技术的多元分类及其特点概述

道路桥梁工程抗震加固技术对于确保结构安全和增强抗震性能具有十分重要的意义。这些技术针对不同工程需求,结构特点及地震环境形成多元化划分。就总体而言,加固技术可分为增强型,隔震型,耗能型及复合型几类。增强型加固技术的核心是通过扩大结构部件的截面、优化材料特性或增加外部支持等手段,来增强结构的承重和刚性,进而降低在地震影响下的形变和损害。该技术施工方便,效果显著,但其可能增大结构自

重,刚度突变大,需进行合理设计才能避免负面影响。隔震型加固技术的核心思想是在建筑结构的底部或关键位置安装隔震设备,这样可以阻隔地震的能量传递到上层结构,从而有效地降低结构在地震中的反应。

所谓的耗能型加固技术,是通过在建筑结构的加入耗能设备或阻尼器,利用这些设备的耗能能力来吸纳和消散地震产生的能量,进而降低建筑在地震中的反应。该技术可显著改善结构抗震性能,但是耗能装置设计与安装需具备专业知识与技巧。复合型加固技术是一种将前述几种不同技术融合在一起的方法,它是基于结构的具体状况和地震环境进行全面考量,从而形成一个更加完善和高效的抗震加固方案。该技术可以充分发挥多种加固技术优势,实现较好的抗震效果,但是设计与施工难度随之提高^[3]。这几种加固技术各有其独特之处,适合不同工程情况及抗震需求。实际使用时,需结合具体情况合理选用与设计,以保证加固效果与经济性之间达到最优平衡。

2.2 加固技术广泛使用场景及适应性分析

抗震加固技术被广泛应用于道路桥梁工程当中,具有非常广泛的场景。新建工程和既有工程维修改造均需兼顾抗震加固。尤其对那些处于地震多发区或者重要交通干线上的桥梁结构进行抗震加固就显得尤为重要。新建工程采用抗震加固技术的主要目的是提高抗震设防标准以保证其在将来可能遇到的地震作用下仍能处于安全稳定状态。这就要求在结构设计阶段必须充分考虑地震作用的影响,采取合理的结构形式与构造措施并配合加固技术对其进行优化设计。在对现有工程进行维修改造时,抗震加固技术主要是为了改善其抗震性能和延长其使用寿命。这就要求我们必须对现有结构进行细致的检测与评价,摸清抗震薄弱环节及潜在风险,再采取有针对性的加固技术加以改造升级。

不同加固技术对不同工程情况及抗震需求的适应性不同。比如增强型加固技术就适合于结构承载能力不够或者刚度比较低的桥梁;对于那些对地震能量隔离有较高要求的桥梁,隔震型加固技术是非常适合的;对于那些希望增强结构的耗能性能的桥梁,耗能型加固技术是非常合适的。实际使用时,需结合具体情况合理选用与设计,以保证加固效果与经济性之间达到最优平衡。抗震加固技术广泛应用于道路桥梁工程场景,现实意义重大。在科学技术不断进步以及工程实践经验不断累积的情况下,这类技术也会不断地得到完善与发展,从而为道路桥梁工程安全稳定运行提供更有力量的保证。

3 抗震设计及加固技术中重点问题分析

3.1 结构体系和材料选择是抗震设计的核心

道路桥梁抗震设计时结构体系和材料的选择起决定性作用。一个合适的结构设计可以确保桥梁在地震发生时的稳固性,同时,选择合适的材料可以增强结构的稳固性和延展性,共同对抗地震所带来的毁灭性影响。设计结构体系时,需要充分考虑桥梁跨度,荷载,地质条件和可能发生地震活动等因素。如连续梁桥、拱桥这类结构体系由于整体性好、变形能力强,通常是抗震设计的首选^[4]。同时对结构进行冗余度及延性设计是重点,这些冗余度与延性设计可以在地震作用下吸收并耗散大量的能量以避免结构脆性破坏。选材也很关键。钢筋混凝土作为当前桥梁建设应用最为广泛的材料之一,可通过对配合比与钢筋布置方式进行调整以达到强度与延性的最佳效果。除此之外,如高性能混凝土和纤维增强复合材料这样的新型材料也正在逐步被采用,这些材料不仅具备更高的机械强度,还拥有更出色的耐用性,有助于进一步增强桥梁的抗震能力。

3.2 抗震与减震技术的综合应用策略

抗震与减震技术对于增强道路桥梁的抗震性能具有重要意义。它们以不同机理降低了地震对桥梁结构造成的冲击,使桥梁不受损伤。抗震技术以提高结构强度与刚度为主,抵抗地震作用。其中包括采取合理结构形式,优化构件截面和加强节点连接。这些措施可以增强地震作用下结构承载能力,避免结构倒塌或者严重损坏。减震技术是一种通过在建筑结构内部安装减震装置以减少地震能量消耗,从而降低结构在地震影响下的响应的的方法。常用减震装置有隔震支座和阻尼器。这些设备在地震作用下可以起到耗能的作用,使主体结构免受损伤。在实际操作过程中,地震防护和减震技术经常需要联合应用,以形成一套全面的应用策略。如在利用抗震技术增强结构强度时,可设置减震装置以进一步降低其地震响应。这一综合应用策略可以充分发挥这两种技术各自的优点,取得较好的抗震效果。

3.3 节点与连接设计对整体抗震性能的影响

道路桥梁抗震设计时,节点和连接设计对于整体抗震性能有着不可忽视的作用。节点与连接作为桥梁结构的关键组成部分,承担传递荷载、维持结构稳定等重要使命。地震作用下,节点与连接性能的好坏直接影响桥梁结构整体安全。节点设计需要保证节点有足够强度与刚度以承受地震引起的大量荷载。同时还需要保证节点延性,使其在地震作用下能够通过塑性变形吸收并耗散能量。为了达到这一目的,设计师有必要深入研究节点受力特性并采取合理构造措施及配筋方案。连接设计也

是如此。桥梁结构的连接主要有构件间连接, 支座和墩台间连接。在地震发生时, 这类连接可能承受拉伸, 压缩和弯曲等各种功能, 所以需要保证它们有足够大的强度与稳定性。另外, 还需要重视连接的减震性能, 避免地震能量从联接处传递到主体结构而导致损伤。

4 道路桥梁抗震加固工程实例分析

4.1 对工程背景及加固需求进行了详细阐述

所选具体道路桥梁工程案例均处于地震活跃带和区域内重要交通枢纽。伴随着近几年地震活动频繁发生, 桥梁抗震性能引起人们的普遍重视。经初步结构评估发现, 桥梁设计之初并没有充分考虑当今地震活动强度与频度, 出现了结构强度不够, 节点连接薄弱等抗震缺陷^[5]。所以对此桥的抗震加固已迫在眉睫。加固需求主要是增强桥梁整体结构承载能力以保证在期望地震中不会出现严重损伤。同时关键节点及连接也需加强以避免整体结构在地震作用下由于局部破坏而破坏。另外, 鉴于加固时不可能对桥梁正常行驶产生太大的影响, 在施工方法及选材时还需要考虑效率及可行性。

4.2 加固方案的设计和实施细则

设计团队根据本桥情况拟定了综合加固方案。一是对桥梁的核心组件如主梁和墩柱进行了强化处理, 并通过粘贴钢板和添加碳纤维复合材料进行包裹, 以提高其整体的承载能力和延展性。这类材料轻质、高强的特点在保证加固效果的同时也避免了过多的增大结构自重。二是改造加强节点及连接部位。其中包括节点区焊接补强, 替换老化连接件, 加装耗能减震装置。这些措施都是为了促进节点刚度及延性的提高, 以便在地震作用下能较好地传递荷载和吸收能量。设计团队和施工单位在执行过程中紧密配合, 严格控制加固方案中的每一个细节。在施工前首先要对该桥进行综合检测, 以保证加固部位准确, 施工针对性强。在施工中使用了先进的施工工艺及设备, 确保了加固质量及效益。并制定严格的施工安全措施及应急预案以保证加固过程中的安全性

与可控性。

4.3 对加固效果进行了评价和探讨

加固后对大桥进行综合检测与鉴定。结果显示, 加固后桥梁结构强度、刚度明显提高, 节点及连接抗震性能显著增强。模拟地震过程中桥梁整体变形及局部破坏都得到有效的控制, 显示出较好的抗震性能。另外在加固过程中对桥梁正常行驶影响不大, 施工周期比较短, 显示加固方案高效可行。同时本加固工程为同类型道路桥梁抗震加固工作提供有益借鉴与参考。但在加固的同时也暴露了一些问题, 比如有些加固材料耐久性还有待提高, 有些施工工艺操作比较困难。这些问题在以后的加固工程中要引起重视并加以改进, 从而促进我国道路桥梁抗震加固技术不断的发展与提高。

5 结语

道路桥梁工程抗震设计及加固技术研究及应用对保障结构安全性及稳定性有着重要影响。本论文从抗震设计基础理论, 加固技术及关键问题等方面进行了深入剖析, 并结合具体工程实例进行讨论, 取得了一系列有意义的结论。上述结论在丰富抗震设计及加固技术理论体系的同时, 还能对相关项目的实际工作起到强有力的引导及支撑作用。

参考文献

- [1]刘其卓.公路兼城市道路桥梁抗震设计对比分析[J].福建交通科技,2021,(06):66-71.
- [2]曾启文.桥梁抗震设计规范及发展趋向研究[J].四川水泥,2018,(04):25.
- [3]邹宇.山区高墩桥梁抗震设计浅析[J].四川水泥,2017,(11):34.
- [4]王斌斌.公路桥梁结构抗震设计分析[J].江西建材,2017,(17):148.
- [5]沈子友.城市桥梁抗震设计审查与构造措施设计[J].中国市政工程,2014,(06):15-16+93.