

隔震设计在桥梁工程中的应用

李伟

中冶建工集团有限公司 重庆 400080

【摘要】：在现代桥梁建设过程中，特别是地震烈度较高地区的城市桥梁，对桥梁的抗震能力提出了较高的要求，而隔震设计具有重要抗震作用，它能够有效的增强桥梁抗震性能，延长桥梁使用寿命。但现阶段我国桥梁工程中的隔震设计应用还有所不足，隔震设计水平有待提高，部分理论基础不够完善。在工程设计阶段，目前主要借鉴国外先进的隔震技术，结合桥梁工程的实际建设特点进行隔震设计，以此来提高桥梁的抗震水平。基于此，本文主要简述隔震设计的基本原理以及在桥梁工程中应用的重要性，结合隔震设计在桥梁工程中的应用原则及隔震装置细部设计，合理地桥梁进行隔震设计。

【关键词】：隔震设计；桥梁工程

随着城市化建设速度的不断推进，桥梁工程作为我国现代化建设的基础设施之一，迎来了诸多发展机遇。根据相关规范要求，桥梁务必要保证抗震安全性，桥梁在设计阶段，通过多样化的手段增强桥梁抗震能力，以此来提高桥梁工程的寿命。隔震设计能够有效增强桥梁的抗震性能，增强桥梁工程的抗震稳定性，尤其是在我国隔震技术应用不够完善的情况下，更需对隔震设计进行深入探究，结合桥梁工程抗震设计的基本原则及各项方法，不断完善隔震设计，提高桥梁抗震性能。

1 桥梁工程隔震设计概述

1.1 隔震设计的基本原理

在桥梁建设过程中应用隔震技术，能够有效增强桥梁的抗震效果及结构延性。隔震技术的使用目的是提高整体结构的抗震稳定性及抗变形能力，是抗震设计中一种新型方法，能够起到有效保护桥梁结构在地震作用下所产生的破坏在一定的安全范围内。在桥梁上部结构与下部结构之间设置隔震装置，消耗地震能量。与传统设计方法相比，隔震设计的使用融入了柔性装置设计，这也就使得桥梁建构中的各个结构构件不会因为震动而出现破损情况，降低结构反应的加速度。另外，隔震设计也融合了阻尼设计，通过阻尼有效消耗地震等震动动能，减轻对桥梁上部结构的影响，当能量传递至桥梁上部结构之后，在隔震的作用下，地震能量明显减小。

1.2 隔震技术的应用特点

隔震设计的应用重点在确保设计理念的合理性的同时，结合地震工况下的桥梁受力特点，增强桥梁弹性，减少地震动能对上部结构的影响。在桥梁工程中使用隔震技术，不仅能够有效降低建设成本，同时也能够优化传统的抗震设计，达到良好的抗震效果，有效保护桥梁结构，降低结构震后损伤。在应用隔震技术时，桥梁工程的上部结构应当采取震动

隔离法，有效减少震后对桥梁下部结构构件的影响，降低损害强度^[1]。总之，隔震设计能够有效减少桥梁构件在地震中产生严重非弹性变形，增强结构延性。

2 隔震设计在桥梁工程中的重要性

对于现代桥梁，特别是处于地震烈度较高地区的城市桥梁，加强桥梁工程的防震性能具有重要作用。通过隔震设计，能够有效缓解桥梁工程在地震后所承受的地震力，同时也能够有效的分解在各个支座间的地震力，对桥梁上部结构起到有效的保护作用，实现对桥梁横向刚度的有效调节，改善现有桥梁结构，控制桥梁扭转平衡作用。除此之外，在设计桥梁上部结构时采取隔震设计，能够有效减少地震带来的桥梁影响，同时也能够有效控制桥梁上下结构的弹性范围。

3 隔震设计在桥梁工程中的应用原则

在桥梁工程设计中应用隔震设计能够有效增强其抗震性能，但在具体应用过程中，也应当遵循隔震设计的应用原则，以此来确保桥梁设计的合理性。第一，与区域地质条件相结合。当桥梁位于地质条件较差的地区，软弱场地等，若延长结构自振周期，会可能引起桥梁地基与桥梁结构共振，此时不宜使用隔震设计。所以在针对桥梁工程进行隔震设计前，相关设计人员，务必要充分查明桥位处的地质资料，地震烈度等，通过对地质条件等各项因素的分析、数据的收集，掌握影响桥梁稳定性的各项因素，并作出相应的解决方案。而后在此基础上对桥梁工程科学完成抗震设计，保障抗震设计水平。第二，可行性原则。在针对桥梁工程采取隔震设计方案时，务必要确保隔震设计方案的可行性，提高桥梁工程的综合质量及抗震效果，如桥梁下部结构刚度较小时，桥梁的基本周期本身较长，此时不宜再采用隔震措施。第三，择优选择原则。桥梁工程隔震设计的好坏与隔震设备之间存在紧密关系。因此在进行隔震设计过程中，务必要选择简单稳

定的抗震设备,在力学规定的范围内充分发挥出设备自身的抗震性能,进而有效保护桥梁结构,同时也要保证设备在抗震过程中不会受严重损坏^[2]。第四,方便震后维护原则。在桥梁工程中应用隔震设计能够有效提高桥梁的抗震性能,降低地震对桥梁的损坏,但由于桥梁结构自重较大,在桥梁设计时需考虑震后维修,在发生地震后,需要对桥梁结构进行及时修补,并采取相应的隔震设备检查桥梁情况,及时修复各项问题,对隔震设备进行维修或更换,保障隔震设备性能。桥梁隔震设计时还应注意:①在满足必要的桥梁竖向承载力的基础上,隔震装置的水平刚度应尽可能小,以让结构基本周期尽可能的远离地震动的卓越周期范围。②隔震装置水平刚度较小,位于山区的桥梁注意应确保隔震结构在强风作用下不发生较大的水平位移。

4 桥梁隔震装置

4.1 分层橡胶支座

分层橡胶支座也就是板式橡胶支座,其结构组成主要包括橡胶薄片以及薄钢板,支座平面形状一般包括圆形与矩形。在桥梁隔震设计中应用分层橡胶支座,首先应当考虑支座的强度及其阻尼系数。分层橡胶支座的上面与下面之间出现位移时形成的水平剪力,就是支座的水平刚度。分层橡胶支座在提供阻尼时,一般需要通过变形来完成,阻尼的形成与分层橡胶支座变形速度之间有关。分层橡胶支座阻尼系数在5%~10%之间。桥梁与分层橡胶支座之间所产生力与曲线为狭长型,由于分层橡胶支座为桥梁提供的阻尼较少,所以在隔震设计中需要与阻尼器共同使用。

4.2 滑动摩擦式支座

滑动摩擦式支座也就是聚四氟乙烯滑板支座,其主要设计原理结合了不锈钢与聚四氟乙烯的摩擦系数,滑动摩擦式支座的摩擦系数较小,在水平伸缩过程中可以形成较大的位移^[3]。一旦出现地震,滑动摩擦式支座的上面结构则会发生滑动,地震力由上部结构向下部结构传递过程中,会转换为滑动式摩擦支座的摩擦力,通过利用上部与下部结构之间的摩擦来降低地震的能量。滑动摩擦式支座在桥梁过程中的应用缺点是无法自动复位,其可靠性难以保证,因此需要与阻尼器一起共同使用。

4.3 刚阻尼器

阻尼器在桥梁工程中的使用是利用钢材的塑性变形,降低地震带来的力,阻尼器分为三种类型:其一,横向加载臂弯曲梁阻尼器,其弯曲梁具有均匀弯曲特点;其二,悬臂为锥形的悬臂弯曲梁阻尼器;其三,横向加载臂阻尼器。这些阻尼器的优点是制作支座并不需要应用特殊的设备,且最终

费用较低,结实耐用,具有良好的抗震性能。根据相关实验研究可以发现,阻尼器可以用双线性代表其滞回曲线。在选择不同类型的抗阻尼器时,应当结合不同水平位移以及连接结构进行选择。一般情况下,桥梁阻尼器一般与分层橡胶支座共同使用,而悬臂阻尼器则结合滑动摩擦式支座组合使用。

4.4 铅芯橡胶支座

铅芯橡胶支座在板式橡胶支座的中间位置加入高纯度铅芯,铅芯能大幅提高支座的变形能力,在改变阻尼性能也满足了支座的变形,达到了隔震的目的,故铅芯橡胶支座集隔振器与阻尼器于一身,可以单独使用。这主要是由于高纯度铅芯的力学特征更为良好,初始剪力可以超过130MPa,此外,高纯度铅芯的弹塑性性能以及耐疲劳性能更为良好,能够有效消耗地震带来的能量,为静力负荷提供其所需刚度。铅芯橡胶支座结合分层橡胶支座使用能够充分发挥出减震装置的性能,在发生地震的情况下,铅芯屈服,且刚度降低,进而增强桥梁结构性能,消耗地震带来的强烈能量。而在低水平力的作用下,高纯度钢芯也能够维持在初始刚度,变形较小。

5 在桥梁工程中隔震设计的应用方案

5.1 合理设计隔震装置

在隔震设计过程中,应当充分应用隔震技术,增强隔震处理效果,进而有效保护桥梁结构。因此,桥梁工程在设计阶段就应当充分加强隔震设计,增强桥梁工程的抗震性能。在桥梁工程中具体应用隔震设计技术时,应合理应用隔震装置,通过与其他构件的配合,增强桥梁抗震稳定性^[4]。在桥梁工程抗震计算中,主要采用的方法为弹性反应谱法,在多个国家中都得到了使用,主要目的是计算出隔震装置的刚度以及阻尼,尤其是对于一些不规则的桥梁设计。除此之外,隔震设计法还包括时程分析法等等。

5.2 确定实际运用条件

在进行隔震设计以前,应当综合考虑桥梁的周围环境以及地质条件。一般情况下桥梁设计要综合考虑环境条件,而后再进行相应的隔震设计。但由于不同桥梁的实际设计需求存在一定差异,因此需要对其进行综合评估,科学论证桥位现场的地质情况以及地基情况,针对桥梁设计方案科学判断隔震设计,因此,桥梁工程中隔震设计应满足相应条件。第一,明确桥梁工程周围地震烈度及地质条件,并在地质情况较差时,特别是软弱地基,尽量减少隔震设备的使用。针对不同的外部环境,提出对应的隔震设计,以此提高桥梁的综合抗震性能。第二,增强桥梁下部结构的刚性,使得下部结

固有周期较短,如果桥梁下部结构刚度较强,桥梁的固有周期是未隔震设计前的两倍以上,又或者其上下部结构的固有周期差异增大,产生耦联振动效应的情况减少。故在以下几种情况下,不宜使用隔震措施:桥梁下部结构刚度弱,固有周期长;桥梁地基土质较为松软,容易发生共振;桥梁地基稳固性较为薄弱,在震动情况下容易出现摇晃。

5.3 合理设计细部构造

对于桥梁工程设计而言,隔震设计是否达到设计预期效果,受到细部结构设计的影响。合理设计细部结构,很容易影响隔震设施的抗震性能,直接影响其隔震效果。因此在设计细部构造时,应当综合考虑,首先由于桥梁附属结构构件较为复杂,包括防落梁、限位设备、伸缩缝等设备。隔震设计应当与每一构件部分相匹配,进而保障桥梁结构整体的抗震性能^[5]。其次在设计细部结构时,应当综合考虑地震可能产生的能量以及引发地震的因素,通过对相关数据的综合考究,最大程度的提高隔震设计技术的作用,减少偏差的形成。

5.4 采用科学设计方法

在采用隔震设计技术,应当针对不同强度的地震采取与科学的设计方法,首先应当注意明确桥梁结构在地震情况下的基本性能;其次,设计者要充分了解桥梁结构的设计环节,掌握相关设计操作,明确设计的相关标准。在具体了解桥梁工程建设的实际目标以后,设计人员应当充分结合自身的工作经验,设计最为合理的隔震设计方案,掌握在地震作用下隔震设计对桥梁工程结构起到的防护作用。同时也应当科学应用隔震设计技术,明确精细化构造的设计工序,确保隔震设计在桥梁过程中应用的合理性。在落实隔震设计技术时,应当了解地震对桥梁结构带来的各项影响,通过细致化处理,确保合成系统在桥梁工程中的全面应用。

5.5 选择恰当适用环境

就当前桥梁工程的设计情况来看,隔震技术的使用能够有效提高桥梁工程的抗震稳定性,与常规隔震设计相比,能够增强桥梁工程的抗震性能。但在进行测量隔震设计时,应当综合考虑周边环境,根据不同地质条件及场地需求,设计最为合理的隔震方案,首先应当要求场地的地质条件稳定性较强,桥梁建设应当在基岩等更为坚硬的土层之上,否则软土体积则会直接影响桥梁结构的基本周期,产生较大程度的位移,进而影响隔震装置的作用。因此在具体设计过程中应当综合考虑桥梁是否满足隔震设计需求,通过科学考察判断隔震装置的抗震性能是否符合桥梁需求,而不是盲目的使用隔震装置^[6]。当下我国桥梁隔震设计中,最为常见的隔震装置,包括普通橡胶支座、铅芯橡胶支座、摩擦型橡胶支座、

摆式减隔震支座等等。结合各项工作经验,可以掌握当下隔震装置应用方法,一般情况下,可优先使用铅芯橡胶支座,针对减震支座水平刚度采取灵活调整法,切记一刀切的情况,应具体结合桥墩、支座等多项原则选择隔震支座,确定相应的刚度。

5.6 控制隔震设计安全性

为了保障隔震设计下桥梁结构的安全,突出隔震设计在桥梁工程中的优势,就应当加强对桥梁隔震设计的安全控制,积极优化隔震设计方案。

(1) 防变形控制

隔震支座的水平抗剪刚度较小,所以对变形的控制是桥梁防震设计的重点工作内容之一,通过防变形控制,能够有效降低变形带来的安全风险,特别是在山区、峡谷等风速较大的情况。在桥梁工程隔震设计中,需要积极应用隔震构件与相关装置,确保桥梁工程之间的关联性减少,提高桥梁工程的稳定性,防止地震对桥梁工程造成巨大干扰。虽然关联性少,但是很容易直接引发变形问题,使得桥梁损坏概率不断上升。因此在进行隔震设计时,应当注重防变形控制,加强防变形控制管理,以此维护桥梁工程的稳定性与安全性,使得隔震设计的作用能够充分展现出来^[7]。

(2) 防落梁控制

地震会对桥梁工程造成巨大影响,因此在进行隔震设计时,应当做好桥梁防落梁工作方案设计,提高隔震设计的综合性能。在进行防落梁控制时,应当综合考究当下桥梁工程的实际施工环境,综合评估隔震设计中存在的落梁风险,有条件时,设置一定的防落梁拉杆,以此逐步完善防破坏控制方案,使得桥梁设计中的隔震设计更加科学合理,规范各隔震设计的具体应用方法,增强桥梁工程的安全性^[8]。

(3) 防偏移处理

安全性控制的又一重点是防偏移处理,为了确保桥梁工程在地震的影响下不会出现偏移,那么就应当通过隔震设计,加强安全防控。一旦桥梁出现偏移情况,那么桥梁的结构则会受到极大损坏,进而影响桥梁工程的整体安全性,因此在进行隔震设计时,要合理设计防偏移理方案,确保隔震设计的科学合理,增强桥梁工程的安全性。

结束语

综上所述,对于桥梁的地形环境较为复杂,桥墩较高且高度不一,如果在地震的影响下,桥梁很容易破坏,因此就应当积极完善隔震设计,以此来预防地震对桥梁工程带来的

影响。随着现代科学技术的不断完善,隔震设计的使用能够有效降低地震力的传递,降低有害共振,进而增强桥梁的抗震能力。而在使用桥梁隔震技术时,也应当合理使用隔震装置,因地制宜做好桥梁隔震设计,提高桥梁工程的综合质量。

参考文献:

- [1] 游海伦,张平.桥梁抗震设计关键点与减隔震技术的应用探究[J].江西建材,2021(10):123-124.
- [2] 晏学友.减隔震技术在桥梁结构施工中的应用探究[J].中华建设,2021(5):138-139.
- [3] 姜会玲.隔震设计在桥梁设计中的运用[J].工程建设与设计,2021(4):95-96.
- [4] 纪丹琳,乐玥.桥梁设计中的隔震设计要点分析[J].交通世界,2020(33):66-67.
- [5] 王志勇.桥梁工程设计中的隔震设计要点分析[J].科技创新与应用,2020(12):95-96.
- [6] 金城.隔震设计在桥梁工程中的重要性及应用[J].交通世界,2019(36):116-117.
- [7] 马丰民.隔震设计在市政桥梁设计中的应用分析[J].工程技术研究,2020,5(20):206-207.
- [8] 张锐,左鲁.隔震设计在桥梁设计中的运用研究[J].运输经理世界,2021(12):65-67.