

桥梁桥墩设计要点的探究体会

钱凯敏

上海千年城市规划工程设计股份有限公司

摘要:为进一步促进社会经济的发展,近年来我国不断加大桥梁等交通基础设施的建设力度。桥墩是桥梁工程中重要的组成部分,其质量和承载能力对于桥梁工程整体结构的稳定性和安全性会产生较大的影响,因此桥墩设计也成为桥梁工程项目设计中的关键性环节。本文将对桥梁工程中桥墩设计的基本要求进行分析,并探讨桥墩设计的各项要点,以促进桥墩设计水平和质量的全面提升,从而为桥梁工程的建设奠定良好的基础,推动我国桥梁事业的现代化发展。

关键词:桥梁工程;桥墩;设计要求;设计要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.12.094

在桥梁工程桥墩部分的设计工作中,设计人员应充分了解工程区域的地质水文条件以及气候变化等环境参数,并要根据桥梁工程的设计用途和整体结构特征科学分析其上部结构荷载、施工荷载以及动荷载等,在此基础上合理选择桥墩结构形式、截面面积等各项设计参数,以确保设计方案能够符合桥梁工程的实际需要。同时,设计人员应严格遵守桥梁工程设计规范要求,按照桥梁工程项目要求选择相应的计算公式,确保各项设计参数计算准确、取值合理。此外,设计人员还应对不同设计方案进行综合性的比选分析,不断优化设计方案,在保证桥墩结构强度、刚度以及承载性能均能够符合设计标准要求的前提下提高设计方案的经济性,尽量降低后期施工建设的难度,从而为桥梁工程项目的建设创造良好的条件,为我国桥梁建设事业的健康有序发展奠定良好的基础。

一、设计桥梁桥墩的主要内容概述

在桥梁工程的桥墩设计中,主要包括墩台选型、截面形状设计、建筑材料选择、圬工规格确定以及桥墩各部件尺寸的计算分析等内容^[1]。设计人员在桥墩设计过程中应充分了解所有外部荷载,且应在最不利荷载组合条件下对截面、配筋等各项设计参数进行验算分析,以确保所有设计参数科学合理,且能够在保证桥墩以及桥梁工程整体结构安全的前提下具有较高的经济性。

二、桥梁桥墩设计的基本要求

(一) 严格控制桥墩结构刚度

在桥梁桥墩的设计工作中,结构刚度对于控制桥墩位移、保证桥梁工程的安全性以及提高设计方案的经济性均会产生重要的影响。因此,设计人员在桥墩设计实践中应严格遵守桥梁工程设计规范要求,合理确定桥墩刚度设计值,既要避免刚度设计值较低影响其结构安

全,同时也要防止片面追求较高刚度而增加工程造价^[2]。设计人员应对各种影响因素以及设计要求进行综合性的分析,提高桥墩刚度值设计的科学性,从而实现桥墩顶部弹性水平位移的有效控制,为保证桥梁工程结构的稳定性奠定良好的基础。

(二) 科学设计计算桥墩荷载

荷载计算对于桥梁桥墩设计的质量会产生较大的影响。在桥梁桥墩设计工作中,设计人员应对桥梁工程的上部荷载、桥墩自重荷载、施工荷载以及投入运营后的动力荷载等进行全面的分析,且在荷载计算时应充分考虑桥梁工程的具体使用功能等相关因素,以确保荷载计算准确客观,从而为桥墩设计提供重要的参考依据。

三、桥梁桥墩设计要点分析

(一) 全面收集桥梁工程资料信息

在设计桥梁工程的桥墩时,设计人员应首先全面收集桥址平面、桥位纵断面图以及桥墩位置的横断面图等资料,以便更好地了解桥梁工程地基的实际承载能力以及定持力层标高等数据信息,作为桥墩设计的重要参考资料。同时,设计人员还应详细了解桥梁工程区域的水文气象资料,工程区域的交通运输条件、现场环境以及桥梁工程在设计等级等方面的要求,从而通过对各项工程数据的分析研究准确掌握桥梁工程的实际情况,以确保桥墩设计方案能够与现场情况相一致,从而全面提高桥墩设计的可行性和合理性。

(二) 桥墩结构设计要点分析

1. 桥墩选型设计要点分析

在桥梁工程的桥墩设计工作中,设计人员应根据桥梁工程地基的承载能力、工程区域的地质结构特征,砂石等建筑材料的来源供应情况以及工程现场条件等多种因素来选择桥墩结构形式。而在跨河湖等水域的桥梁工程桥墩选型中还需要考虑水流流速、流向、巷道交通情况等因素,并结合工程区域的气候特点来选择相应类型的桥墩结构类型。同时,在桥墩选型时,设计人员还应充分考虑桥梁工程的整体结构造型以及工程所在地的周边环境、历史文化传统等人文要素,提高桥墩选型的美观性,并确保桥墩结构形式风格能够与周边的自然环境相适应,并能够体现桥梁工程所在地区的人文特色。此外,在桥梁工程的桥墩选型时,还应注意施工难度、实用性以及经济性,通过对不同设计方案的对比来选择最佳桥梁桥墩结构形式。

目前在桥梁桥墩设计中,较为常见的结构形式有很多,例如重力式桥墩以及钻孔灌注桩型的双柱式桥墩

等。不同的桥墩形式在技术特点以及适用条件上均存在一定的差异,设计人员应根据桥梁工程的实际情况来进行选型。以重力式桥墩为例,其主要是通过自重来保证外部作用的平衡性,因此其墩身结构较为厚实,所使用的建筑材料主要包括片石混凝土以及天然石材等,一般可以不使用钢筋材料。重力式桥墩一般用于小型桥梁工程、河流中存在较多漂浮物以及流水冲刷作用较大的大型或者中型桥梁工程。不过重力式桥墩对桥梁工程区域的地基承载性能有较高的要求,且自重和阻水面积均相对较大,需要使用大量的圬工材料,工程区域应具有较为便捷的砂石料运输条件,因此限制了该类型桥墩的应用范围。而钻孔灌注桩型的双柱式桥墩也是桥梁工程中较为常见的桥墩结构形式之一,其主要有两根相互分离的桩柱共同构成,自重较轻,且圬工体积也相对较小,易于施工,不仅可以适应不同基础条件下的桥墩设计要求,而且能够有效降低工程造价,具有较为美观的外形,在现代桥梁工程中得到了广泛的应用。设计人员应在保证桥墩结构安全的基础上,对各种桥墩结构类型进行综合性的比选分析,以提高桥墩选型的科学性和合理性。

2. 科学确定荷载组合

在桥梁工程的桥墩设计中,设计人员应科学设计桥墩荷载,并对不同荷载组合进行验算分析,以提高设计参数取值的准确性。设计人员应首先对作用于的各种荷载加以确定,之后再在正常工况条件下对桥墩结构上的最大荷载以及外力作用进行计算分析。在计算土压力时,设计人员可以通过主动土库伦压力公式来计算活载土侧压力值,并应根据桥梁工程的具体使用用途来确定土压力在横桥向方向上的分布方式。作用于桥墩的不同类型荷载中,一般除恒载外的其他荷载值均会产生不同程度的变化,且其作用往往并不同步,这就要求在桥墩荷载设计时应在最不利荷载组合条件对不同荷载组合分别进行验算分析,以提高桥墩结构的安全性。而车辆活载是各种荷载组合中的关键性要素。设计人员还应根据桥墩结构形式的不同,合理确定所需验算的设计参数。例如在重力式桥墩结构的设计中,设计人员应对桥墩结构在水平和垂直方向上的结构稳定性、墩身截面强度和截面合力偏心矩等参数逐一加以验算。

在桥墩荷载设计实践中,设计人员应重点模拟分析以下荷载组合状态下的设计参数。首先应组合桥墩不同截面上有最大竖向力产生时的荷载情况,以便对墩身结构稳定性、强度以及最大基底应力进行验算。在模拟组合时一般应在两相邻跨间以满布方式设置不同活载,从而使基底以及墩身部分的压应力达到最大值。其次,设计人员还应组合模拟桥向方向上能够产生最大弯矩以及偏心矩的荷载情况,以便对桥墩稳定性、强度和偏心矩等设计参数加以验算。在布设活载时,设计人员应一种

或多种活载设置在较大跨径的桥孔处。为验算桥梁横向上桥墩墩身结构强度和偏心矩等设计参数,设计人员应组合可能使不同桥墩截面在桥梁工程水平方向上产生最大弯矩以及偏心矩的荷载。设计人员在模拟设计荷载组合方式时,应根据桥梁工程的不同使用拥有来确定活载布设方式,且应对流水压力以及横向风力等其他荷载进行综合性分析验算。

3. 桥墩截面设计要点分析

在桥梁桥墩设计中,设计人员还应合理确定桥墩截面形状,并对截面强度进行验算分析。在验算桥墩阶段强度时,一般应以桥墩截面突变部分或者墩身底面等部分为基础进行计算。如果桥墩墩身高度较高,墩底并不一定是最不利截面位置,因此在验算时应沿墩身纵向方向按照2m到3m的间距来确定验算截面位置,并通过容许应力法来加以验算。当计算结果为负数时,表明桥墩的部分截面处于受拉状态下,可以将其作为退出工作来处理,并应在部分截面受压条件下对受压范围重新进行确定,并计算应力重分布和压应力最大值。在分析应力重分布时,设计人员应充分考虑力的平衡条件,平截面假定以及弹性体假定等基本要素。在对复杂形状截面进行双向偏心条件下的受压情况进行验算时,设计人员应积极应用专业的模拟分析软件程序,以提高计算的准确性和效率。

4. 桥墩墩身设计要点

在桥梁桥墩的墩身结果设计中,设计人员应在各种荷载组合条件下对墩身容许偏心值等进行验算。按照桥梁工程设计规范要求,荷载组合应包括永久荷载与基本可变荷载的组合、永久荷载与基本可变荷载以及其他可变荷载的组合、永久荷载与施工荷载等其他可变荷载的组合。为保证桥墩墩身结构的稳定性,设计人员还应进行纵向挠曲稳定性进行验算。为简化计算,设计人员可以将弯曲系数以及弯矩增大系数引入计算,以便按照常规强度验算方法进行计算分析。当桥梁工程的钩钝设计高度较高时,为保证墩身结构刚度能够满足设计规范要求,设计人员还应对横顺桥向方向上墩顶弹性位移进行验算。计算过程中,为准确分析由墩身弹性形变所导致的墩顶水平位移情况,设计人员可以将墩身视为一个在基础顶面上固定的悬臂梁结构,且可以忽略桥梁上部结构的约束效应,直接按照结构力学公式等进行计算分析。如需对由于基础结构变位所导致的墩身顶部水平位移进行验算分析时,一般应采用基础结构的计算方法。

合理分配纵向水平力是桥梁桥墩设计中的重难点环节。设计人员应按照不同的桥墩结构形式来确定纵向水平力分配方式。以固定式桥墩类型为例,其纵向力综合即为墩顶纵向水平力。当桥梁桥墩为联间墩形式时,两排墩顶纵向向支座之间的摩擦力差值就是其纵向水平力。当桥梁桥墩属于非固定式结构类型时,则一般支座摩擦

力即为墩身顶部纵向水平力。设计人员应结合桥墩结构形式特点对纵向水平力进行优化分配,以提高设计的水平和质量。

5. 桥墩附属结构设计要点分析

为了为桥梁工程的后续施工以及管理维护创造便利条件,在桥墩设计环节可以结合桥梁工程的实际情况设置相应的辅助构件。比如根据桥梁工程施工工艺要求需要使用吊篮时,设计人员在墩顶设计中可以增加吊篮厚茧以及凹槽等附属构件,或者设置角钢支架以及人行板等。在设计实践中应充分考虑附属构件设置的实用性和安全性。

(三) 桥墩耐久性设计要点分析

耐久性设计是桥梁工程桥墩设计中的重要内容。桥墩部分的耐久性对于桥梁工程的整体使用寿命会产生较大的影响,因此设计人员应严格遵守相关设计规范要求,并结合桥梁工程的实际情况,不断优化桥墩设计方案,以确保桥墩耐久性能能够达到技术标准。桥墩的耐久性与建筑材料的质量性能密切相关。目前在桥梁工程的桥墩设计中,比较常见的建筑材料主要包括混凝土和钢筋等。设计人员应合理选择混凝土混合料中粗细骨料、水泥以及搅拌用水等各种原材料的类型规格,严格控制粗细骨料粒径、含水量、含泥量以及碱活性等各项指标参数,且应尽量采用低水化热型的水泥种类。同时,设计人员应通过试验验证混凝土配合比,以保证混凝土的坍落度以及密实度能够达到设计要求。在选择钢筋时,设计人员应根据桥梁工程以及桥墩结构形式特点以及截面设计尺寸来科学确定钢筋的型号规格,并要准确计算配筋率,以确保桥墩的刚度、结构强度等各项设计参数均符合设计规范要求。此外,设计人员还应做好钢筋的防腐设计,并要结合桥梁工程区域环境条件以及桥墩施工工艺等优化各项设计参数,以提高桥墩的耐久性。

(四) 桥墩抗震设计要点分析

为更好地保证桥梁工程的安全,在桥墩设计中还应加强抗震设计。特别是在地震灾害高发地区,设计人员应按照桥梁工程的抗震要求进行桥墩设计。目前在桥墩抗震设计工作中有多种设计方法,本文以基于性能的设计方法为例分析桥墩的抗震设计要求。在采用该设计方式时,设计人员应首先对地震对桥墩产生的破坏作用进行模拟分析,以便确定抗震性能设计目标,从而在此基础上开展设计工作。设计人员应针对不同的地震强度分别对各项设计参数进行验算校核。在小震条件应重点优化配筋设计,并验算其强度;在中震条件下则应重点验算桥墩位移延性系数;而在大震条件下则需要验算损伤指数。此外,设计人员还应在能力保护的前提下对桥墩的抗剪设计强度参数进行校核验算。

在计算桥墩位移延性系数时,设计人员可以采用能力谱法来进行分析。在设计实践中可以用极限点和屈服

服点来确定双折线,并取代桥墩推倒曲线,以简化计算^[3]。设计人员应根据墩高、极限曲率和屈服曲率、极限建立和屈服剪力、墩身每延米自重、弯矩、节点振幅、墩顶位移以及拟位移谱和拟加速度谱等进行计算分析。其中墩底截面极限弯矩和屈服弯矩则可以采用截面条分法进行全过程分析,并获得相关数据。

此外,在抗震设计中还应合理选择弹性需求谱形式,现阶段桥墩设计采用的弹性反应谱所谓(a-tn)形式。设计人员可以通过对弹性加反应谱的转化以及计算来获得非弹性需求谱,之后在根据非弹性谱位移以及加速度和弹性谱加速度之间的关系公式,结合强度折减系数、场地卓越周期、结构弹性周期以及位移延性系数等参数来进行计算,以确保各项设计参数准确无误,桥墩结构的抗震性能能够达到桥梁工程抗震设计要求。

(五) 桥墩材料选择设计要点分析

在桥梁工程的桥墩设计中,设计人员在选择建筑材料时应综合考虑材料的垢工规格,确保材料强度能够符合桥墩结构强度技术标准,同时建筑材料还应具有较好抗撞击、抗磨损以及抗环境水侵蚀的能力。如桥梁工程处于严寒气候地区时,在选择建筑材料时还应充分考虑其抗流冰能力以及抗冻性能,以保证桥墩结构安全。此外,在选择桥墩建筑材料,设计人员还应按照因地制宜原则,尽量就地取材,且应提高资源的利用率。当对建筑材料的质量性能以及成本等不同方面的要求存在冲突时,设计人员应以保证桥墩结构安全为基本出发点,全面考虑各种因素,合理选择相应的材料类型和规格。

四、总结

在桥梁工程的桥墩设计中,设计人员全面了解工程区域的地质结构、水文数据、气候变化以及桥梁工程数据等各项信息,并要严格遵守桥梁工程设计规范要求,科学分析桥墩荷载,并要充分考虑最不利荷载组合条件下的工况条件。在此基础上合理选择桥墩结构形式以及截面形状,准确计算桥墩各部件结构尺寸,并要在保证桥墩质量性能的前提下,因地制宜地选择建筑材料,对不同设计方案进行比选优化。同时,设计人员还应重点加强桥墩的耐久性设计以及抗震设计,以全面提高桥梁结构的稳定性、安全性以及使用寿命,从而为桥梁工程实现连续安全运行奠定良好的基础。

参考文献

- [1] 宋重阳, 胡承泽, 龚辉朋. 桥墩桩基抗冲刷安全性分析及加固设计要点[J]. 黑龙江交通科技, 2021, 44(03): 95-97.
- [2] 杨通. 城市高架桥梁预制桥墩设计要点[J]. 城市道桥与防洪, 2020(03): 76-79+14.
- [3] 许彦召. 桥梁桥墩设计要点探究[J]. 智能城市, 2019, 5(03): 26-27.