

关于山区中小跨径桥梁设计原则及要点

陈庆现

贵州省铜仁公路勘察设计院有限公司

摘要:为解决山区中小跨径桥梁建设问题,本文首先提出山区中小跨径桥梁特点及设计原则,然后结合功桥梁工程实际情况,对其设计要点进行深入分析,以期为相关人员提供参考,保证桥梁设计质量。

关键词:山区中小跨径桥梁;桥梁设计原则;桥梁设计要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.06.033

如今,为满足道路交通网日益完善的需求,并适应道路路线要求,往往需要在山区建设桥梁,尤其是中小跨径桥梁,其数量必定在未来大幅增加。但山区中小跨径桥梁建设因受到地形地质和环境等因素的影响有很大难度,所以为保证山区中小跨径建设质量,有必要对其设计原则和要点进行深入分析。

一、山区桥梁特点及设计原则

(一) 山区桥梁特点

山区环境中地形较为复杂,且不良地质发育,在路线布设过程各种往往受到平面、纵面与横面的影响和限制,使路线不得不用很多的平曲线,同时平面半径较小,但有较大的纵坡。基于此,山区桥梁以弯桥、坡桥或斜桥居多。因山区环境中地形横坡趋于变化,所以还有很多高低桥和半幅桥,甚至还会出现悬空桥;另外,由于山高谷深,所以山区桥梁大多墩高桥长,需采用不同的墩台形式。以上复杂多变的地质条件会使山区桥梁设计变得十分复杂。山区桥梁跨径选取如表1所示。

表1 山区桥梁跨径选取

墩高/m	可选跨径/m	优选跨径/m
<15	10-20	20
15-20	16-25	25
20-30	20-35	30
30-50	30-50	40

(二) 桥梁设计原则

在对山区的中小跨径桥梁进行设计时,应严格遵循下列几项基本原则:

(1) 安全可靠原则。桥梁整体结构无论是在强度还是稳定性,或耐久性方面都要一定安全储备。考虑到山区地形条件和地质条件都比较复杂,所以在结构计算过程中不仅要考虑各类常规荷载,还要对强风和雨雪冻胀等其他因素可能给桥梁造成的影响进行充分考虑。处在地形变化程度相对较大的部位的桥梁,难免采用高墩,而且还有一些同一座桥梁会采用差异十分悬殊的高墩,基于此,在桥梁设计中必须重视刚度分配与稳定性

分析^[1]。

(2) 耐久适用原则。山区桥梁的设计要引入全寿命周期理念,设计应达到桥梁在设计基准期内能够安全适用。设计中要充分考虑地理气候环境因素可能给自身耐久性造成的影响,确保包含材料选择、钢筋保护层厚度确定及防水阻锈措施等在内的设计均符合耐久性要求,但最重要的还是保证结构体系合理性,这是使桥梁有良好耐久性的关键所在^[2]。

(3) 经济合理原则。对山区桥梁进行设计时除了要保证技术可行性,还应注重桥梁建设的经济性。基于此,在设计中要遵循因地制宜与就地取材等原则,以桥梁所处环境与现场施工条件为依据,结合工期计划和要求,通过多方案综合对比及论证,确定造价与后期养护成本均最低的桥型,同时尽可能采用标准化装配结构,实现工厂化管理,起到进一步降低工程造价的作用,使桥梁建设取得理想经济指标。

(4) 便于施工养护原则。山区地形复杂导致施工场地布置有很大难度,尤其是大型机具设备很难施工,加上运输条件相对较差,所以山区桥梁设计对某些大型预制构件的使用有很大影响。对此,在设计中要对施工及养护维修便利性予以充分考虑,从为施工及养护创造良好条件和降低工程造价角度讲,预制构件应优先考虑中小跨径^[3]。

(5) 环保与可持续发展原则。在山区桥梁设计中需高度重视环保与可持续发展方面的各项要求,在桥位选择方面、孔跨布置方面、基础形式方面、上下部结构施工方法方面以及施组设计方面都要对环保引起足够的重视,尽可能减少桥梁建设对周围自然环境造成的影响与破坏,将桥梁建设和使用给环境带来的所有不利影响均降至最低水平。

二、山区中小跨径桥梁设计要点

以某山区中小跨径小箱梁桥梁为例,对其设计要点做如下分析,小箱梁横断面如图1所示。

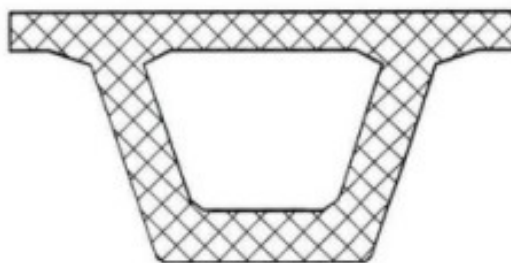


图1 小箱梁横断面

(一) 材料选择

(1) 低松弛高强度预应力钢绞线必须满足相关标准的要求, 单根钢绞线公称直径 $\phi s15.2\text{mm}$, 钢绞线参考面积 $A=140\text{mm}^2$, 标准强度 $f_{pk}=1860\text{Mpa}$, 弹性模量 $E_p=1.95\times 10^5\text{Mpa}$, 松弛率为3.5%。

(2) 所有直径超过12mm的钢筋(包括12mm), 均以HRB400(20MnSi)热轧螺纹钢为宜, 而直径在12mm以内的钢筋, 则以HPB300(A3)钢筋为宜, 同时焊接钢筋需符合可焊要求。

(3) 对于桩柱施工中使用的螺旋箍筋, 以CRB600H高延性冷轧带肋钢筋为宜。

(4) 钢纤维材料以铣削钢纤维SFD-32材料, 其掺入量需通过现场试验确定, 一般采用 $60\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(5) 钢板建议采用与标准相符的Q235B钢板。

(6) 部梁采用C50混凝土; 桩系梁、承台、桩基、桥头搭板采用C30混凝土; 盖梁、耳背墙、垫石、挡块、护栏采用C40混凝土, 小桥涵采用C40混凝土; 肋板、墩柱、柱系梁采用C35混凝土。

(7) 桥梁的上、下部结构都为高性能混凝土, 基础部分可使用普通混凝土。

(8) 行车道板、墩台盖梁、台身和护栏等部位的主筋净保护层厚度都应达到4cm以上, 箍筋保护层厚度都应达到3cm以上; 而桩基主筋的净保护层厚度则要达到7.5cm以上^[4]。

(9) 预应力管道采用塑料波纹管。

(二) 抗震设计

(1) 山区中小跨径桥梁的抗震设计必须严格按照地震烈度实施, 而抗震措施需按照地震烈度高一个等级确定。

(2) 在确定桥位的过程中要做好资料收集工作, 包括基本烈度、地震活动与区域性地质构造, 加强工程地质与水文地质, 以及历史震害情况现场调查与勘察力度, 查明并有选择性的绕避对桥梁抗震影响较大与危险相对较大的地段^[5]。

(3) 桥梁上、下部结构与基础形式的选择都要考虑地表、地质条件和不同结构体系的特点及规模, 保证所选桥型是合理适用的。

(4) 当墩高超过6m时, 需在桩顶设置系梁; 当墩高超过14m时, 需设置一根柱系梁; 当墩高超过22m时, 则需设置两根柱系梁, 用于加强桥墩之间的横向连接, 立柱和盖梁, 以及基桩连接部位的箍筋配置与接头都应严格按照相关规范的要求设计。

(5) 在墩台盖梁两侧布设防震挡块与橡胶垫片, 用于对桥梁横向位移进行限制, 简支结构应适当加宽盖梁, 保证梁端和墩台帽或梁端和盖梁边缘之间的距离, 以免发生落梁^[6]。

(6) 对于匝道桥墩, 应设置盖梁。

(7) 在简支梁墩台盖梁部位设置抗震锚栓与钢套筒, 以此有效限制梁体位移。

(三) 防腐设计

(1) 防腐涂料的品质和涂层性能要有良好耐腐蚀性、耐碱性及附着性, 同时底层涂料还要有良好的渗透性, 而表层涂料要有良好抗老化性。防腐涂料的作用在于为混凝土层表面提供屏蔽阻隔层, 防止氯离子与二氧化碳等腐蚀介质进入导致混凝土腐蚀。另外, 通过在混凝土层的表面涂抹环氧树脂, 能使混凝土层表面的孔隙被封堵, 避免水分进入; 还能在结构表面增设防护构件, 从而避免结构主体遭到破坏, 常用的防护构件包括RPC混凝土板和钢板等^[7]。

(2) 对于处于盐类侵蚀环境的混凝土结构, 可通过在混凝土配料过程中掺入适量憎水外加剂来形成具有良好憎水性能的混凝土。

(3) 钢筋腐蚀是导致结构被破坏的主要因素之一, 在腐蚀性地下水环境中, 特别是氯离子含量相对较高时, 必须采取有效的防腐措施。目前常用的钢筋保护方法包括: 采用环氧涂层钢筋, 但其施工要求和造价都很高; 采用钢筋阴极保护法, 同样工程造价很高; 使用钢筋阻锈剂, 其造价相对较低, 是一种合理可行的防腐方法。当处在D级以上的环境时, 需在保证结构质量的基础上掺入钢筋阻锈剂, 其具体掺量及施工该方法应安排产品要求确定, 并在现场做好试配与适应性试验。在使用阻锈剂溶液的过程中, 混凝土搅拌时间需延长1min左右, 而使用阻锈剂粉剂时, 混凝土搅拌时间则需延长3min。

(4) 桥梁混凝土腐蚀性的主要因素有: 氯盐、硫酸盐、镁盐等为代表的环境介质与由于碱集料反应产生的化学侵蚀破坏, 以及以气候因素与盐类结晶为代表的物理因素与混凝土自身密实性因素。以上因素往往相互关联、作用与叠加, 即混凝土破坏并非由单一因素造成, 往往是两个及以上因素共同作用的结果。基于此, 实际工作中应通过提高混凝土设计强度、增加保护层厚度、掺入阻锈剂、加强施工过程质量管理等多种有效措施, 可以实现混凝土结构的防腐性质量控制。

(四) 耐久性设计

耐久性设计是保证结构在设计基准期内可以正常运营的有效保护屏障。以结构耐久性设计全新理念为基础, 结构设计应能达到良好的可修性、可换性、可控性与可持续性, 使结构在设计寿命期限内发挥所有服务功能。

根据该项目实际情况, 在下雪的季节需用到除冰盐。在确定结构型式时, 重点考虑预制预应力混凝土密排T梁、预制预应力混凝土筒支连续T梁、预制预应力混凝土筒支连续组合箱梁及现浇预应力混凝土连续箱梁等结构, 尽量不使用大型复杂结构, 这样能为之后的养护提供良好便利条件。除此之外, 为切实提高桥梁耐久性, 在设计中还采取了以下措施:

(1) 桥梁的上下部结构均使用高性能混凝土。

(2) 保证混凝土保护层质量: 首先应严格按照现行规范提出的要求确定钢筋保护层施工要求; 其次要保证混凝土的密实度。混凝土发生碳化时是导致钢筋锈蚀的重要前提, 通常情况下, 只有在保护层混凝土发生碳化后, 才会是钢筋表面的钝化膜被破坏, 进而导致钢筋锈蚀。对此, 在设计中应增加保护层厚度, 以此增加混凝土允许碳化的深度, 提高结构物自身耐久性, 使结构在设计使用年限内发挥良好的功能。基于此, 保证保护层厚度是避免钢筋锈蚀和提高结构耐久性的有效措施。

(3) 对于下部结构, 其混凝土水灰比不能超过0.50, 水泥用量不能少于 $300\text{kg}/\text{m}^3$, 氯离子含量不能超过0.15%, 碱含量不能超过 $1.8\text{kg}/\text{m}^3$; 对于主梁梁体, 其混凝土水灰比不能超过0.40, 水泥用量不能少于 $350\text{kg}/\text{m}^3$, 氯离子含量不能超过0.06%, 碱含量不能超过 $1.8\text{kg}/\text{m}^3$ 。

(4) 预应力管道的压浆方法以真空吸浆法为宜, 保证压浆达到密实。

(5) 对于混凝土防撞护栏与护栏基座的内侧都必须均匀涂刷一层防腐涂层。

(6) 钢筋锈蚀的原因因为混凝土保护层发生碳化导致氯化物进入造成侵蚀, 大部分腐蚀现象均以水为主要载体, 所以防水是做好防腐的首要基础。根据以往检测结果可知, 如果桥面上的防水层遭到破坏, 导致桥面排水不畅, 水会从桥面发生下渗, 导致下部结构在水的作用下发生腐蚀。针对这种实际情况, 该项目采取以下措施: 其一, 选择良好的防水层, 并做到精心铺设; 其二, 在桥面防水设计过程中采用柔性防水相结合的方法; 其三, 加强两端封头与铰缝施工质量控制, 防止梁头与铰缝产生渗水。

(7) 对于跨径达到13m及以上的桥梁, 应使用预应力混凝土结构。

(8) 为减少或避免单板受力造成的早期破坏, 对于跨径为10m及以内的板式桥梁, 应使用整体板, 而对于13m和16m两种跨径的桥梁, 通常采用预应力混凝土密排T梁。

(9) 要想使结构有良好设计使用寿命, 支座耐久性也十分重要, 在设计中需要对支座的结构、材料和防腐都予以综合考虑, 在梁底预留足够起顶空间, 并做到定期检查, 在必要的情况下及时对损坏的支座进行更换, 保证结构安全^[8]。

(10) 对钢结构必须做好防腐涂装设计, 钢结构锈蚀一直以来都是对钢桥正常运营有很大影响的因素, 所以在设计中还要重视钢结构防腐, 采取以下各项防腐措施: 冲考虑外界环境可能给钢结构造成的侵蚀破坏, 做好相应的涂装设计; 桥梁钢结构必须严格按照现行规范做好表面处理; 对钢结构桥梁进行构造设计时要注意便于养护和检查, 尽可能减少容易产生灰尘和积水的死

角, 钢梁上所有可能发生腐蚀的部位都要预留一定空间与进入通道, 使结构施工有良好的便宜性与可维护性。

(11) 做好钢筋和混凝土接触面的处理, 如从混凝土配制、构造要求和施工工艺方面避免钢筋和混凝土之间的接触面发生脱空; 在桥面板施工开始前需将接触面钢板上存在氧化皮去除干净; 钢梁自身防腐范围需进入到钢筋与混凝土之间的结合面中至少20mm; 钢筋和混凝土之间的接触面也要做好防水和排水, 并在必要的情况下使用密封胶。

(12) 在严格遵照我国交通部提出的桥规基础上, 做好桥梁上下部结构尺寸设计, 同时对强度和应力等重要技术指标予以严格控制, 以此严防弊病的发生, 达到正常使用100年这一理想的建设目标。

三、结语

综上所述, 山区中小跨径桥梁设计与施工难度均显著高于平原地区的桥梁, 这就需要在山区中小跨径桥梁设计中首先明确需要遵循的各项基本原则, 然后根据桥梁工程实际情况确定各项设计要点, 以保证桥梁工程设计质量, 为之后的桥梁施工与运营提供可靠依据。

参考文献

- [1] 唐国汉, 陈朝晖, 龚臻, 谭邦明, 殷开维. 川南横断山区高速公路桥梁设计关键技术[J]. 四川建筑, 2021, 41(03): 226-228.
 - [2] 徐赞, 王润泽, 张舜. UAV+BIM技术在山区桥梁施工便道设计中的应用研究[J]. 山西建筑, 2020, 46(12): 169-170.
 - [3] 王宏. 山区高速公路桥梁设计的安全性及耐久性问题探讨[J]. 工程建设与设计, 2020(09): 130-131+134.
 - [4] 刘黎阳, 张志田, 汪志雄, 汪磊. 不同规模地形模型对某山区桥梁设计风特性确定的影响[J]. 实验流体力学, 2018, 32(06): 49-54.
 - [5] 于舰涵, 李明水, 李少鹏, 廖海黎. 考虑风速风向联合分布和地形效应的山区桥梁设计风速确定[J]. 中国公路学报, 2018, 31(08): 122-128.
 - [6] 王毅, 文海, 苏慧敏. 秦巴山区桥梁设计洪水流量计算方法的研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2018, 14(06): 147-150.
 - [7] 聂利英, 李江飞. 山区峡谷桥梁抗风设计基准风速取值与风荷载计算[J]. 江南大学学报(自然科学版), 2014, 13(03): 324-329.
 - [8] 王凯, 廖海黎, 李明水, 马存明. 山区峡谷桥梁设计基准风速的确定方法[J]. 西南交通大学学报, 2013, 48(01): 29-35.
- 作者简介: 陈庆现, 男, 汉族, 本科, 贵州铜仁, 助理工程师, 主要从事桥梁设计。