

公路桥涵养护病害的成因及处治措施

毛新智

大兴安岭地区交通事业发展中心 黑龙江 大兴安岭 165000

摘要:公路桥涵是交通网络的关键组成部分,其健康状况直接关系到通行安全与运输效率。本文聚焦公路桥涵养护病害,系统分析了桥梁与涵洞的常见病害类型及特征,包括裂缝、变形、渗漏等结构问题,以及堵塞、冲刷等功能性病害。从自然环境、设计施工、运营管理三方面剖析成因,如气候影响、材料不合格、超载运营等。针对性提出处治措施,包含桥梁裂缝修补、支座更换,涵洞清淤、基础防护,以及养护管理体系完善等实操方案。研究旨在为公路桥涵养护提供技术参考,提升结构安全性与耐久性,保障交通畅通。

关键词:公路桥涵;养护病害的成因;处治措施

引言:公路桥涵随着服役时间增长,受自然环境侵蚀、荷载作用及养护不当等影响,桥涵病害频发,不仅增加维修成本,还可能引发安全事故。当前对桥涵病害的系统研究仍需深化,尤其是成因与处治措施的针对性结合方面存在不足。本文通过梳理常见病害类型,解析成因,提出贴合实际的处治方案,为提升桥涵养护水平、延长使用寿命提供理论与实践支撑。

1 公路桥涵常见病害类型及特征

1.1 桥梁结构常见病害及特征

桥梁作为公路交通的关键节点,其以下结构病害直接影响通行安全与使用寿命。(1)裂缝是最普遍的病害类型,按形态可分为横向、纵向和斜向裂缝。横向裂缝多出现于梁体跨中区域,多因弯矩过大导致,初期宽度通常在0.1-0.3mm,若未及时处理会随荷载反复作用逐渐扩展,严重时贯穿梁体截面;纵向裂缝常见于桥梁腹板,与混凝土收缩、预应力损失相关,呈现沿梁长方向分布的特点,可能伴随钢筋锈蚀现象;斜向裂缝则多发生在支座附近,由剪切应力集中引发,裂缝走向与梁轴线呈45°左右夹角,往往预示结构抗剪能力不足。(2)变形病害在桥梁结构中表现为梁体挠度异常、支座沉降不均等。简支梁桥若跨中挠度超过设计限值15%以上,会导致桥面铺装层出现纵向开裂;连续梁桥的不均匀沉降可能引发支座脱空,使结构内力重分布,形成恶性循环。

(3)渗漏与钢筋锈蚀相互作用形成连锁病害:桥面防水层破损后,雨水渗入梁体内部,使钢筋处于潮湿环境,经过2-3年就会出现锈蚀膨胀,进而导致混凝土保护层剥落,暴露的钢筋加速锈蚀,最终削弱结构承载能力。

1.2 涵洞结构常见病害及特征

涵洞作为排水与交通衔接的关键构造物,以下病害与水力作用和基础稳定性密切相关。(1)结构破损主要

包括涵身裂缝、洞口坍塌和管节错位。圯工涵洞的裂缝多因基础不均匀沉降产生,沿涵身纵向分布,宽度随沉降差增大而扩展,雨季时雨水通过裂缝渗入基础,加剧沉降变形;钢筋混凝土圆管涵常出现管节错位,接缝处形成10-30mm的台阶,不仅阻碍排水,还会使管节承受附加弯矩,导致管壁开裂。(2)堵塞与淤积是涵洞功能性病害的典型表现,泥沙、杂物在涵洞内堆积超过过流断面的1/3时,会导致排水能力下降30%以上。山区涵洞易因山洪携带的石块、树枝形成堵塞,引发涵顶壅水,进而冲刷洞口基础;平原地区涵洞则因农田排水携带的淤泥沉积,在涵底形成50-100mm厚的淤积层,长期会导致涵身结构受浮力作用,引发不均匀上浮。(3)基础冲刷具有隐蔽性强、危害大的特点,水流在涵洞进出口形成涡流,对基础淘刷深度可达设计埋深的1.5倍以上。冲刷初期表现为洞口铺砌层松动,随后基础石料暴露,最终导致涵身倾斜,严重时引发整座涵洞垮塌^[1]。

2 公路桥涵养护病害的成因

2.1 公路桥涵病害形成的自然环境因素

以下自然环境对公路桥涵的影响具有持续性和累积性。(1)气候条件的变化直接作用于桥涵结构。温度的周期性升降会使材料产生热胀冷缩效应,当这种变形受到约束时,结构内部会产生温度应力,长期反复作用可能导致材料疲劳,引发开裂等病害。降水通过渗透进入结构内部,使混凝土的孔隙率增加,降低其密实度,同时也为有害物质的侵入提供了通道。日照的长期照射会加速桥面铺装层的老化,导致其性能下降,影响结构的整体稳定性。(2)地质水文条件影响桥涵基础安全。地基土的性质决定了基础的承载能力和稳定性,不同类型的土层在荷载作用下的压缩性和变形特性存在差异,可能导致基础产生不均匀沉降。地下水的运动可能引发地

基土的渗透变形,带走土壤颗粒,使地基的承载能力降低。水流的长期冲刷会破坏桥涵的基础和墩台,削弱结构的支撑能力,尤其是在水位变化频繁的区域,这种冲刷作用更为明显。(3)自然灾害对桥涵结构的破坏。地震产生的地震波会使桥涵结构产生剧烈振动,当振动强度超过结构的抗震设计限值时,可能导致结构构件损坏、连接部位失效甚至整体倒塌。洪水带来的强大水流冲击力会直接作用于桥涵的下部结构,冲刷基础,同时携带的泥沙、石块等杂物可能撞击结构,造成局部损坏。泥石流则会对桥涵形成整体性的冲击和掩埋,破坏结构的完整性和稳定性。

2.2 公路桥涵病害形成的设计与施工因素

以下设计环节的缺陷是导致桥涵病害的源头之一。

(1)结构选型不当。使桥涵在实际使用中无法适应所处的环境和荷载条件,如在地质条件复杂的区域选用了不适合的基础形式,可能导致基础受力不合理,引发沉降等病害。(2)计算失误。使结构的内力分析和尺寸设计不符合实际要求,要么导致结构过于薄弱,无法承受正常荷载,要么造成材料浪费,同时也可能因受力不均而产生局部应力集中,引发开裂等问题。(3)设计中耐久性考虑不足。如未采取有效的防腐、防水措施,会使结构在自然环境的作用下快速老化,缩短使用寿命。

以下施工质量问题直接影响桥涵结构的安全性和耐久性。(1)材料不合格。导致结构的强度、刚度等性能达不到设计标准,例如使用的钢筋力学性能不符合要求、混凝土强度等级不足等,会使结构在荷载作用下过早出现损坏。(2)施工工艺不规范。会破坏结构的整体性和稳定性,如混凝土浇筑过程中振捣不密实,会形成蜂窝、麻面等缺陷,影响混凝土的承载能力和抗渗性;钢筋连接不符合要求,会降低钢筋的受力性能,导致结构受力不均。施工过程中的测量误差过大,会使结构的几何尺寸和位置偏离设计要求,影响结构的受力状态和使用功能。

2.3 公路桥涵病害形成的运营与管理因素

公路桥涵病害形成的运营与管理因素如下。(1)超载运营。车辆荷载超过桥涵的设计承载能力,会使结构的内力增大,超过材料的受力极限,导致结构产生过度变形、开裂等病害。长期超载会使结构处于疲劳受力状态,加速材料的老化和损伤积累,缩短桥涵的使用寿命。同时,超载车辆的冲击作用会对桥涵的连接部位、支座等产生额外的冲击力,导致这些部位过早损坏。(2)日常养护不到位。桥面清扫不及时,会使杂物堆积,影响桥面排水,也可能在车辆碾压下对桥面铺

装层造成磨损。排水系统堵塞未及时疏通,会使雨水在桥面或结构内部积聚,加剧结构的腐蚀和老化。对结构的检查和监测不及时,无法早期发现结构存在的病害,错过了最佳的修复时机,会使病害不断扩大,增加修复难度和成本。(3)管理机制不完善。养护责任不明确,会导致出现问题时各部门相互推诿,无法及时采取有效的养护措施。养护资金投入不足,会使必要的养护设备、材料无法及时到位,养护工作无法正常进行。缺乏完善的养护管理制度和规范,会使养护工作缺乏统一的标准和指导,养护质量参差不齐。对桥涵的档案管理不规范,无法为养护工作提供准确的基础资料,也会影响养护决策的科学性和合理性^[2]。

3 公路桥涵养护病害的处治措施

3.1 桥梁结构病害的处治措施

桥梁结构病害的处治措施具体如下。(1)针对桥梁结构常见的裂缝病害,根据裂缝宽度和深度采取分级处治方案。对于宽度小于0.2mm的表面裂缝,可采用环氧树脂浆液进行封闭处理,先使用高压空气清除裂缝内的灰尘和杂物,再通过低压灌注设备将浆液注入裂缝,确保浆液充满缝隙后覆盖养护膜,养护期不少于7天。对于宽度超过0.3mm的结构性裂缝,采用压力灌浆技术,选用改性环氧树脂材料,灌浆压力控制在0.2-0.4MPa,灌浆过程中通过观察排气孔的浆液溢出状态判断填充效果,完成后对裂缝表面进行打磨平整并涂刷防腐涂层。(2)针对变形病害,先对桥梁结构进行全面检测,明确变形原因。若因支座老化导致沉降不均,应更换符合设计承载力的新型支座,更换前需设置临时支撑系统,将梁体顶升至设计标高,拆除旧支座后清理支座垫石,采用高强砂浆找平,安装新支座时确保四角高差不超过1mm。若因梁体刚度不足引发挠度超标,可采用体外预应力加固法,在梁体两侧布设预应力钢束,通过张拉产生反向弯矩抵消部分荷载效应,张拉控制应力需根据结构计算确定,张拉完成后对钢束进行防腐处理并设置防护套管。

(3)针对渗漏与钢筋锈蚀问题,实施系统性修复。先铲除锈蚀区域的混凝土保护层,使用钢丝刷清除钢筋表面的锈迹,涂刷阻锈剂后采用补偿收缩混凝土重新浇筑保护层,浇筑厚度比原设计增加2-3cm。对于桥面渗漏,应彻底清除原防水层,铺设改性沥青防水卷材,卷材搭接宽度不小于10cm,接缝处采用热熔焊接,防水层施工完成后需进行闭水试验,确保无渗漏后再铺设桥面铺装层^[3]。

3.2 涵洞结构病害的处治措施

涵洞结构病害的处治措施如下。(1)对于涵洞结构的破损病害,根据破损程度制定修复方案。当涵身出现

局部裂缝时,采用聚合物水泥砂浆进行修补,先将裂缝两侧30cm范围内的混凝土表面凿毛,清理干净后涂刷界面剂,分层涂抹砂浆并压实,每层厚度不超过2cm,表面抹平后覆盖洒水养护。若涵身出现贯通性裂缝或结构变形,应采用外包钢板加固法,钢板厚度根据计算确定,通常选用4-6mm厚钢板,钢板与涵身之间采用结构胶粘结,并用膨胀螺栓固定,钢板接缝处采用焊接密封,最后涂刷防锈漆和防护涂料。(2)针对涵洞堵塞问题建立定期清理机制。采用机械与人工结合的方式,对于管径大于1m的涵洞,使用高压水枪冲洗涵内淤积物,配合小型清淤机械将杂物排出;对于管径较小的涵洞,采用人工清掏,清掏频率根据汇水面积和淤积速度确定,雨季前需进行全面清理。在涵洞进口设置格栅式拦污设施,格栅间距不大于10cm,定期检查并清理格栅上的杂物,防止大型物体进入涵内造成堵塞。(3)对于涵洞基础冲刷病害,采取综合防护措施。在涵洞进出口设置浆砌片石铺砌,铺砌长度不小于5m,厚度不小于30cm,底部设置反滤层,采用级配砂石材料,分层碾压夯实。对冲刷严重的区域,可采用抛石护基,选用粒径不小于30cm的块石,抛石范围超出基础边缘2-3m,形成稳定的抛石棱体。在涵洞口设置导流设施,引导水流顺畅通过,减少水流对基础的冲刷作用。

3.3 养护管理体系的完善措施

养护管理体系的完善措施具体如下。(1)建立健全桥涵定期检查制度,制定详细的检查计划,包括日常巡查、定期检测和特殊检查。日常巡查由养护人员每日进行,重点检查桥面状况、结构裂缝、排水系统等,做好检查记录;定期检测每年进行一次,采用专业设备对结构技术状况进行全面评估,包括混凝土强度、钢筋锈蚀程度、结构变形等指标;特殊检查在遭遇自然灾害或发现严重病害时进行,邀请专业检测机构开展专项评估,制定针对性处治方案。(2)加强养护队伍建设,定期组织养护人员进行专业培训,培训内容包括桥涵结构知识、养护技术规范、安全操作规程等,考核合格后

方可上岗。建立技能等级评定机制,鼓励养护人员学习新技术、新工艺,提高专业技能水平。配备必要的养护设备,包括检测仪器、维修工具、安全防护设施等,确保护养工作的顺利开展。(3)推进养护信息化管理,建立桥涵养护管理信息系统,录入桥涵的基本信息、检查记录、病害处治情况等数据,实现信息化管理。利用物联网技术对重要桥涵进行实时监测,安装传感器监测结构应力、变形、振动等参数,数据实时传输至管理平台,当监测数据超出预警值时自动报警,及时采取应对措施。通过信息化手段,提高养护决策的科学性和及时性,实现桥涵养护的精细化管理。(4)建立养护资金保障机制,合理编制年度养护预算,确保护养资金足额到位。根据桥涵的技术状况和养护需求,科学分配养护资金,优先保障危桥、险涵的处治费用。探索多元化的资金筹措方式,争取社会资本参与桥涵养护,形成稳定的资金来源渠道,保障养护工作的持续开展^[4]。

结束语:公路桥涵养护病害的防治是一项系统性工程,需兼顾病害特征、成因与处治措施的协同。本文明确了桥梁与涵洞的典型病害表现,揭示了多因素叠加的致害机制,并给出分级处治与管理优化方案。实践中要强化预防意识,将定期检测与动态养护相结合。未来应进一步探索智能化监测技术的应用,推动养护模式从被动修复向主动预警转变,持续提升公路桥涵的安全保障能力,为交通基础设施的可持续发展奠定基础。

参考文献

- [1]魏浩炬.公路桥涵养护病害的成因及处治措施探究[J].建筑工程技术与设计,2019(24):1899.
- [2]徐彦利.公路桥涵病害成因及养护措施[J].交通建设与管理,2020(6):146-147.
- [3]黄鲁明.公路桥涵病害防治及养护管理分析[J].科技创新与应用,2025,15(18):154-157.
- [4]夏鹏.公路养护工程病害成因与处治措施[J].汽车周刊,2024(9):0016-0018.