

公路桥梁工程沉降段道路施工技术研究

熊纪明

新疆北新融建建设工程有限公司 重庆 400000

摘要:公路桥梁沉降段道路的沉降问题直接影响道路通行安全与使用寿命,是工程建设中的重点难点。本文针对该问题,分析了沉降段道路沉降的地质与工程建设成因及多维度危害;探讨了施工前期勘察与设计的核心要点;系统阐述了基底处理、过渡段填筑、伸缩装置安装及沉降观测与动态调控四大核心施工技术;梳理了智能化施工装备与绿色建造技术的应用要点。研究旨在为公路桥梁沉降段道路施工提供技术参考,通过科学管控提升施工质量,有效控制沉降病害,保障道路工程的稳定性与耐久性。

关键词:公路桥梁;沉降段;施工技术;沉降控制

引言:随着我国公路桥梁建设规模的不断扩大,沉降段道路作为桥梁与路基的衔接关键区域,其施工质量直接决定整体工程的运营效果。但沉降段道路易因地质条件复杂、施工工艺不当等因素出现沉降病害,引发路面破损、结构失稳等问题,严重影响通行安全与效率。因此,深入研究沉降段道路施工技术具有重要的现实意义。本文立足工程实际,从沉降成因与危害入手,逐步展开施工前期准备、核心施工技术及新型技术应用的研究,为解决沉降段道路施工难题、提升工程建设质量提供切实可行的技术方案。

1 公路桥梁沉降段道路沉降成因及危害

1.1 沉降段道路沉降成因分析

公路桥梁沉降段道路沉降成因具有复杂性和多元性,核心可归结为地质条件与工程建设两大核心因素。从地质条件来看,地基土性质是基础诱因,软土、粉质土等不良土层分布区域,土体压缩性高、承载力低,在道路自重及车辆荷载长期作用下易发生固结沉降;地基土层分布不均或存在隐伏岩溶、空洞等地质缺陷,会导致地基受力失衡,引发局部沉降。从工程建设因素而言,施工工艺不当是重要诱因,如基底处理不彻底、填料选择不合理、压实度未达标等,会降低路基整体稳定性,为后期沉降埋下隐患;桥梁与路基结构刚度差异显著,在荷载传递过程中易产生应力集中,加之温度变化、水文条件波动等环境因素影响,会加剧沉降段的变形差异,最终形成明显沉降。

1.2 沉降段道路沉降危害分析

公路桥梁沉降段道路沉降会对道路产生以下危害。

(1) 在使用功能层面,沉降会导致路面出现不均匀沉降差,形成台阶、裂缝等病害,影响车辆行驶平顺性,增加驾驶疲劳感,同时降低路面排水能力,雨水易渗入路

基内部,进一步恶化路基稳定性。(2) 在结构安全层面,持续沉降会破坏路基与桥梁的连接整体性,导致伸缩装置变形、脱落,甚至引发桥台、挡墙等附属结构开裂、位移;长期沉降还会使路基内部应力重新分布,可能诱发路基滑移、坍塌等严重安全事故,威胁桥梁主体结构安全。(3) 在通行效率与维护层面,沉降病害需频繁进行维修养护,不仅增加养护成本,还会导致交通管制、道路局部封闭,影响区域交通通行效率,对交通运输行业及周边经济发展产生不利影响^[1]。

2 公路桥梁沉降段道路施工前期勘察与设计要点

2.1 施工前期勘察要点

公路桥梁沉降段施工前期勘察的核心目标是精准掌握场地工程地质与水文地质条件,为后续设计和施工提供可靠依据。勘察范围需覆盖沉降段及周边一定区域,重点查明地基土层的分布层次、厚度、物理力学性质,明确软土、膨胀土等不良土层的分布范围及特性,准确测定土体压缩模量、承载力等关键参数。系统勘察区域水文条件,包括地下水类型、水位埋深、动态变化规律及地下水对地基土的侵蚀性,判断水文因素对路基稳定性的潜在影响。还应排查场地内隐伏地质缺陷,如岩溶、空洞、软弱夹层等,评估其对沉降段道路的危害程度。勘察过程中需采用钻探、原位测试、室内试验等多种手段相结合的方式,确保勘察数据的准确性和完整性,为沉降预测及工程措施制定提供科学支撑。

2.2 施工前期设计要点

公路桥梁沉降段设计要以勘察成果为基础,聚焦沉降控制与结构协同性,核心要点包括地基处理设计、过渡段结构设计及排水系统设计。地基处理设计需根据地基土特性选择适配方案,通过优化处理深度和范围,提升地基承载力、降低土体压缩性,减少后期沉降量。过

渡段结构设计需重点解决桥梁与路基的刚度差异问题,合理设计过渡段长度、填料类型及压实标准,通过设置渐变式刚度结构,缓解应力集中现象,实现沉降均匀过渡。排水系统设计需兼顾地表排水与地下排水,合理布设排水沟、渗沟等设施,快速排出地表雨水,降低地下水位,避免水害导致路基软化变形。设计中需进行沉降预测计算,预留合理的沉降量,明确施工过程中的沉降监测要求,确保设计方案具备针对性和可操作性,从源头控制沉降病害的发生^[2]。

3 公路桥梁沉降段道路核心施工技术

3.1 基底处理技术

基底处理是控制公路桥梁沉降段道路沉降的基础环节,具体技术要点如下:(1)基底清理与平整。施工前需彻底清除基底表层的杂草、腐殖土、淤泥等不良土层,确保基底土层质地均匀;同时对基底进行平整处理,修正基底坡度以符合设计要求,避免局部积水或受力不均。清理过程中需控制表层松散土层厚度,对于超挖部位,采用符合要求的填料分层回填压实,严禁使用不合格填料回填。(2)不良地基改良处理。针对软土、粉质土等不良地基,需根据土层特性选择适配改良技术。常用技术包括换填法,选取级配良好的碎石、砂砾等透水性材料替换不良土层,替换深度需结合地质勘察结果确定,确保替换后地基承载力满足设计标准;夯实法,通过强夯、冲击碾压等方式增强地基土体密实度,提升承载力,施工中需严格控制夯实能量、遍数及间距,避免对周边土体产生过度扰动;排水固结法,对于含水量较高的软土地基,布设排水板、砂垫层等排水体系,加速土体排水固结,降低土体含水量,提高地基稳定性。(3)基底承载力检测。基底处理完成后,需进行承载力检测,常用检测方法包括静载试验、轻型动力触探等。检测点布设需覆盖整个沉降段基底,重点关注土层变化交界处及地质缺陷区域;检测结果需符合设计要求,若检测不达标,需重新进行基底处理,直至满足承载力标准后方可进入下一施工环节。

3.2 过渡段填筑技术

过渡段填筑是衔接桥梁与路基的关键工序,核心是通过合理的填筑工艺与材料选择,缓解桥梁与路基的刚度差异,实现沉降均匀过渡,技术要点如下:(1)填料选择与级配控制。过渡段填料需选取强度高、压缩性小、水稳定性好的材料,常用材料包括级配碎石、水泥稳定碎石等。填料级配需符合设计要求,颗粒级配均匀,避免出现粒径过大或过小的情况;同时需控制填料含水量,使其处于最佳含水量范围,确保填料压实效

果。对于水泥稳定类填料,需严格控制水泥掺量,保证混合料拌和均匀,避免出现离析现象。(2)分层填筑与压实工艺。过渡段填筑采用分层推进方式,每层填筑厚度需结合压实机械性能确定,一般控制在20-30cm,严禁超厚填筑。压实过程中,采用重型压路机进行碾压,碾压顺序遵循先边后中、先慢后快、先轻后重的原则,碾压遍数需根据试验段确定,确保压实度满足设计要求。对于桥台周边等压路机难以碾压到位的区域,采用小型夯实机械进行补夯,确保压实均匀,无死角。(3)填筑衔接与搭接处理。过渡段填筑需与桥梁桥台、路基主体结构顺畅衔接,桥台台背填筑需在桥台混凝土强度达到设计强度的80%以上方可进行。填筑过程中,在桥台与过渡段交界处设置台阶式搭接,台阶高度与填筑层厚度一致,台阶宽度不小于1m,确保衔接部位受力传递均匀。同时,过渡段与路基主体的搭接区域,需加强压实检测,避免出现压实度不足导致的后期沉降差。

3.3 伸缩装置安装技术

伸缩装置安装质量直接影响沉降段道路的通行平顺性与结构耐久性,技术要点如下:(1)安装前期准备。施工前需精准测量放线,确定伸缩装置的安装位置、标高及尺寸,确保与设计图纸一致。同时,清理伸缩装置安装槽口,清除槽口内的杂物、浮浆及松散混凝土,检查槽口尺寸、深度及平整度,若存在偏差需及时进行修整。对伸缩装置进行预组装调试,检查伸缩装置的伸缩性能、密封性能,确保装置完好无损。(2)定位与固定。将伸缩装置准确吊装至安装槽口内,调整伸缩装置的高程与平面位置,使其与路面标高平顺衔接,伸缩缝间隙符合设计要求。采用点焊方式将伸缩装置的锚固件与桥台、路基预埋钢筋临时固定,固定过程中需持续监测伸缩装置的位置偏差,确保偏差控制在允许范围内。临时固定完成后,再次复核伸缩装置的安装精度,确认无误后进行永久固定。(3)填充与养护。伸缩装置固定完成后,向槽口内填充专用填充材料,常用材料包括沥青马蹄脂、聚合物混凝土等。填充过程中需分层浇筑,采用振捣设备振捣密实,避免出现气泡、空隙等缺陷。填充完成后,及时进行养护,养护期间需设置警示标志,严禁车辆碾压或人员踩踏,确保填充材料达到设计强度后再开放交通。对伸缩装置的密封胶条进行检查,确保胶条安装牢固、密封良好,防止雨水渗入。

3.4 沉降观测与动态调控技术

沉降观测与动态调控是沉降段施工过程中控制沉降的关键辅助技术,具体技术要点如下:(1)观测点布设。观测点需根据沉降段的长度、地质条件及结构特点

合理布设,主要包括桥台观测点、过渡段观测点及路基观测点。观测点布设需遵循全面覆盖、重点突出的原则,在沉降变化敏感区域加密布设观测点。观测点安装需牢固稳定,标识清晰,避免在施工过程中被损坏或扰动。(2)观测频率与方法。施工期间的观测频率需结合施工进度确定,在基底处理完成后、每层填筑完成后、伸缩装置安装前后等关键节点需进行观测;沉降速率较大时,需增加观测频率。观测方法采用水准测量法,使用精度符合要求的水准仪进行观测,每次观测需记录观测时间、施工工况及沉降数据,确保观测数据的准确性与完整性。观测过程中需建立观测台账,对观测数据进行系统整理。(3)动态调控措施。根据观测数据绘制沉降曲线,分析沉降变化趋势,若观测数据显示沉降量接近或超过预警值,需及时采取调控措施。调控措施包括放缓填筑进度,延长每层填筑的静置时间,让土体充分固结;调整填料类型或压实参数,增强填料密实度;对基底进行二次加固处理,进一步提升地基承载力。将观测数据与沉降预测数据进行对比,修正沉降预测模型,为后续施工提供科学依据,确保整个施工过程沉降处于可控状态^[3]。

4 智能化施工装备与绿色建造技术的应用

在公路桥梁沉降段道路施工中,智能化施工装备与绿色建造技术的应用的核心是提升施工精准度、效率的同时,降低环境影响,具体应用要点如下:(1)智能化施工装备应用。施工过程中采用智能化摊铺压实设备,通过搭载卫星定位、姿态感知及数据传输系统,实现填料摊铺厚度、压实轨迹的实时精准控制,保障填筑层厚度均匀性与压实度一致性。运用智能化沉降监测设备,结合物联网技术构建实时监测网络,自动采集、传输沉降数据并进行异常预警,减少人工观测误差,提升沉降监测的及时性与可靠性。采用智能振捣装备用于伸缩

装置安装槽口填充施工,通过变频控制技术调节振捣频率,确保填充材料密实度达标,避免人为操作导致的施工缺陷。(2)绿色建造技术应用。材料选用方面,优先采用再生骨料、环保型填充材料等绿色建材,减少天然资源消耗与废弃物排放。施工污染控制上,对施工现场易产生扬尘的区域采取喷淋降尘系统,对施工废水进行沉淀过滤处理后循环利用,降低对周边水体、大气环境的影响。节能降耗方面,选用节能型施工机械,优化施工工序减少设备怠速运行时间,同时合理规划施工场地与运输路线,缩短物料运输距离,降低能源消耗与碳排放,实现施工与生态环境的协调发展^[4]。

结束语:公路桥梁沉降段道路施工技术的科学应用是保障工程质量与运营安全的关键。本文通过对沉降成因与危害的剖析,明确了施工前期勘察设计的核心要求,系统梳理了四大核心施工技术及新型技术的应用要点,形成了一套较为完整的施工技术管控思路。实践表明,只有严格把控前期准备、核心施工及技术创新等关键环节,才能有效控制沉降病害。未来还需进一步探索智能化、绿色化技术与沉降段施工的深度融合,持续优化施工技术体系,为公路桥梁工程的高质量发展提供更强有力的技术支撑。

参考文献

- [1]刘静.道路桥梁工程沉降段路基路面施工技术研究[J].工程技术研究,2025,10(1):56-58.
- [2]高飞,胡亚洲,赵法伟,郑永建.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术[J].居业,2025(1):19-21.
- [3]段动辉,董海军,刘鹏宇.道路桥梁工程沉降段路基路面施工技术研究[J].工程建设与设计,2025(8):192-194.
- [4]苗小园.公路桥梁沉降段路基路面的施工技术探析[J].陕西建筑,2025(3):7-11.