

交通工程道路桥梁沉降段路基路面施工技术

梁梦瑶¹ 郑富琛²

1. 山东省路桥集团有限公司 山东 济南 250100

2. 山东省路桥集团(烟台)基础设施建设有限公司 山东 烟台 264035

摘 要:道路桥梁沉降段路基路面病害是影响道路交通通行安全与舒适度的常见问题, 主要包含不均匀沉降、桥头跳车、路面开裂破损等类型。病害产生与区域薄弱地质、设计缺陷、施工不规范及长期运营荷载、自然环境侵蚀密切相关。本文全面分析沉降段各类病害及诱发因素, 详细介绍地基加固、路基压实、桥头搭板、路面铺装等关键施工技术, 提出全过程质量控制与技术优化措施, 有效提升路桥沉降段施工质量, 减少沉降病害发生, 为同类工程施工提供可靠参考。

关键词: 交通工程; 道路桥梁; 沉降段; 路基路面; 施工技术

引言:在交通基础设施持续建设的背景下, 道路桥梁工程数量与通车里程不断增加, 路桥衔接沉降段的施工质量问题愈发受到重视。由于桥台刚性结构与路基柔性填土存在刚度差异, 加之软土地基稳定性差、施工工艺把控不到位等问题, 沉降、跳车、路面破损病害频发, 严重降低行车体验, 缩短道路服役年限。为有效解决路桥沉降段施工难题, 本文结合工程实际, 系统探究病害成因, 总结核心施工技术与质量管控方法, 助力提升路桥工程整体建设水平。

1 道路桥梁沉降段路基路面病害及成因分析

1.1 沉降段主要病害类型

(1) 不均匀沉降病害。该病害是道路桥梁衔接段最为频发的病害类型, 主要由路基土体压缩变形、地基承载力不足导致。长期车辆荷载与环境作用下, 路基土体出现不均匀压缩, 使得路面出现凹凸不平、高低错位等问题, 直接影响道路通行平整度。(2) 桥头跳车病害。桥台为刚性结构, 路基为柔性填土结构, 二者结构刚度存在显著差异, 极易造成路桥衔接段出现沉降差值。车辆通行该路段时会产生明显颠簸、跳动现象, 不仅降低行车舒适度, 还会加剧车辆对路面的冲击荷载, 加速结构损坏。(3) 路面开裂、破损病害。沉降段路基的不均匀沉降变形, 会使路面结构持续受到拉伸、挤压作用力, 进而引发路面开裂。同时裂缝会成为渗水通道, 造成路面渗水、骨料脱落、坑槽等次生病害, 持续扩大路面破损范围。

1.2 地质与设计层面成因

(1) 地质条件薄弱。多数路桥施工区域分布大量软

土、淤泥土层, 这类土体含水率高、孔隙大、承载力低、压缩性极强, 土体稳定性极差, 在荷载作用下极易发生压缩沉降, 是沉降病害的先天诱因。(2) 设计方案缺陷。部分路桥衔接段结构设计缺乏针对性, 搭板尺寸、路基填筑厚度等参数不符合现场工况, 设计过程中未充分考量区域地质沉降特性, 结构过渡设计不合理, 为后期沉降病害埋下隐患。

1.3 施工层面成因

(1) 地基处理不达标。软基加固施工不到位、桩基施工质量不合格, 导致地基整体承载力分布不均, 土体密实度不足, 投入运营后在荷载作用下产生差异化沉降。(2) 台背填筑与压实质量差。施工中填料选型不当、分层摊铺厚度超标, 且压实作业不到位, 致使路基土体空隙率偏大, 结构密实度不足, 长期受车辆荷载挤压后发生压缩沉降。(3) 路桥衔接施工不当。桥台与路基施工工序衔接混乱, 结构过渡段施工处理不规范, 未能实现刚度平稳过渡, 形成结构刚度突变问题, 加剧衔接段沉降破损^[1]。

1.4 运营环境层面成因

(1) 车辆荷载反复作用。道路长期承受过往车辆的反复荷载, 尤其是重载、超载车辆的频繁通行, 持续挤压碾压路基土体, 加速土体压缩变形, 大幅加快沉降与路面破损速度。(2) 自然环境影响。雨水渗透、四季冻融循环、干湿交替等自然因素, 会持续侵蚀破坏路基土体结构, 降低土体强度和地基稳定性, 不断加剧路桥沉降段的各类病害问题。

2 交通工程道路桥梁沉降段路基路面核心施工技术

2.1 沉降段地基加固施工技术

(1) 水泥搅拌桩加固技术。该技术是软土地基处理的常用核心工艺,主要适用于路桥沉降段浅层软土地基加固施工。施工过程中通过专用设备将水泥固化剂与原位软土强制搅拌混合,使土体与水泥充分发生水化、固结反应,形成整体性强、承载力高的水泥土搅拌桩。桩体与周边原状土体共同构成复合地基,有效改善软土路基压缩性大、承载力不足的缺陷,约束浅层土体变形,精准控制路基浅层不均匀沉降,提升路桥衔接段地基整体稳定性。(2) 高压旋喷桩加固技术。相较于水泥搅拌桩,该技术更适用于深层软弱土层及复杂地质的沉降段地基处理。施工利用高压设备将水泥浆液高速喷射冲击土体,切削、破碎深层土体,同时使浆液与土体充分混合、固化,形成高强度、整体性好的圆柱状固结体。该工艺可深入加固深层软弱土层,填补深层地基承载力短板,解决复杂地质条件下深层土体沉降问题,适配各类特殊工况的路桥沉降段地基加固施工^[2]。(3) 复合加固技术。单一加固技术存在局限性,现阶段路桥沉降段多采用“水泥搅拌桩+土工格栅+碎石垫层”复合加固工艺。水泥搅拌桩负责提升地基基础承载力,土工格栅可有效分散路面行车应力、约束土体侧向变形,碎石垫层具备良好的防渗、排水、缓冲效果。三者相互配合、优势互补,兼顾地基加固、应力分散、防渗排水多重作用,全方位提升地基整体性能,有效规避差异化沉降病害。

2.2 沉降段路基填筑与压实技术

(1) 填料优选与处理。路基填料的性能直接决定路基沉降稳定性,施工中需严格优选填料,优先选用透水性优良、压缩性低、结构强度高的砂石类填料,杜绝淤泥、杂土、粉质土等劣质材料。同时严格把控填料含水率,结合施工环境对填料进行晾晒、洒水改良处理,将含水率控制在最佳施工范围,从源头减少路基压缩变形隐患。(2) 分层摊铺施工。为保障路基填筑均匀、密实,需严格遵循薄层摊铺、匀速施工的原则,严控分层摊铺厚度,杜绝超厚摊铺、厚薄不均等问题。施工过程中匀速推进摊铺设备,保证填料摊铺平整、厚度均匀,避免出现局部填料堆积、空缺等情况,确保每层填筑土体受力一致,为后续压实作业提供良好基础,提升路基整体填筑质量。(3) 精细化压实工艺。施工采用静压与振压相结合的复合压实方式,根据路基不同部位合理调整压实速度、压实遍数与振动频率。重点针对台背、路桥衔接死角等常规压实薄弱区域强化压实作业,消除压实盲区,确保路基各部位压实度达标。通过精细化

压实,降低路基土体空隙率,提升路基密实度与整体强度,抵御长期荷载引发的沉降变形^[3]。

2.3 桥头搭板施工技术

(1) 搭板安装施工。桥头搭板是解决桥头跳车的关键结构,施工需结合现场地质、路基工况、车辆荷载标准,精准确定搭板的长度、宽度与厚度。严格按照施工规范绑扎钢筋、浇筑混凝土,完成钢筋混凝土搭板预制与安装作业。施工时将搭板一端稳固固定于桥台刚性结构上,另一端采用柔性方式衔接路基,实现刚柔结构平稳过渡,消除刚度突变问题。(2) 搭板垫层处理。搭板底部垫层施工质量直接影响搭板受力稳定性,施工中需做好垫层材料铺设、找平、压实作业,保证垫层整体平整、密实、均匀。彻底杜绝垫层出现空隙、厚度不均、松散等问题,避免搭板投入使用后出现局部受力不均、倾斜、沉降甚至断裂等病害,保障搭板长期稳定运行。(3) 搭板接缝处理。搭板与桥台、路面的接缝是防水防损关键部位,需开展精细化接缝处理施工。清理接缝杂物后,填充高质量密封防水材料,保证接缝填充密实、密封严密,阻断雨水渗透通道,防止雨水渗入基层侵蚀路基土体,引发基层软化、沉降、破损等次生病害。

2.4 沉降段路面铺装施工技术

(1) 基层施工处理。路面铺装前需对路基基层进行全面处理,彻底清理表层杂物、浮土与松散土体,对基层凹凸部位进行找平、修补、压实,确保基层表面平整、坚实,强度、平整度、密实度均符合施工标准,消除基层质量隐患,为面层铺装施工筑牢基础。(2) 面层摊铺施工。根据路面材质规范施工,严格把控沥青、混凝土面层的摊铺温度、摊铺厚度与摊铺速度,保持匀速摊铺、均匀振捣,避免出现面层厚薄不均、摊铺不密实、离析等问题,保障面层结构整体性与平整度,提升路面通行质量^[4]。(3) 路面养护施工。面层铺装完成后,需及时开展专业化养护作业,根据气温、湿度环境做好保湿、保温养护,严格遵守规范养护周期。有效防止路面因水分流失、温度骤变出现开裂、变形、起砂等问题,强化路面结构稳定性与耐久性,延长道路桥梁使用寿命。

3 施工质量控制与技术优化措施

3.1 施工前期质量控制

(1) 精细化地质勘察。地质条件是影响路桥沉降段施工质量的核心前提,施工前期需开展全方位、精细化地质勘察工作。全面排查施工区域内部土层分布、土体

结构、地下水位及岩土物理力学特性,精准识别软土、淤泥土层等不良地质范围,科学预判施工过程中可能出现的沉降、变形风险。系统整理勘察数据,为专项施工方案编制、地基处理方式选择及施工参数设定提供真实、精准的数据支撑。(2)专项施工方案编制。基于现场地质勘察结果与工程设计规范,针对性编制沉降段专项施工方案,杜绝通用方案套用施工。方案中需明确地基加固、路基填筑、搭板安装、路面铺装等各环节施工参数、标准化工艺流程、质量标准及沉降防控重点。方案编制完成后,组织行业专家开展评审论证,优化方案漏洞,确保方案具备科学性、可行性与针对性,从源头规避施工质量隐患。(3)原材料质量管控。原材料质量直接决定路基路面结构强度与稳定性,需落实全流程材料管控。对水泥、加固浆液、路基填料、沥青、钢筋等核心施工材料进行严格筛查,进场前核查材料合格证、检测报告,对关键材料进行抽样复检。严禁含水率超标、强度不足、性能不达标的劣质材料进场,从根本上保障沉降段工程施工基础质量。

3.2 施工过程质量管控

(1)工序标准化管控。严格遵循既定施工工艺流程开展现场作业,规范各道施工工序的操作标准。建立完善的自检、复检质量核查制度,每道工序施工完成后,由现场技术人员开展质量自查,确认合格后上批复验验收,验收通过方可进入下一工序。坚决杜绝违规操作、简化工序、漏序施工等问题,保障施工全过程规范有序。(2)沉降实时监测。在沉降段关键位置布设专业监测点位,构建全过程动态监测体系,实时采集施工期间路基沉降、土体位移、结构变形等数据。安排专人记录、分析监测数据,实时掌握路基稳定性变化情况,若出现沉降异常、位移超标等问题,及时调整施工参数、优化施工工艺,规避大面积沉降病害。(3)衔接段重点管控。路桥衔接段、台背回填、搭板安装是沉降病害高发的关键节点,需实施重点专项管控。施工前开展精细化技术交底,明确施工重难点与质量要求,施工过程中落实旁站监督制度,全程把控关键工序施工质量,杜绝刚度过渡不均、压实不足、安装偏差等质量问题^[5]。

3.3 后期养护与病害处置

(1)常态化养护管理。工程完工后制定系统化后期养护方案,落实常态化养护工作。定期清理路面杂物、排查路基及衔接段隐蔽隐患,重点维护路基排水系统,保障排水通畅,有效避免雨水堆积、渗透浸泡路基土

体,防止土体软化、强度下降,持续保障路基结构稳定性。(2)早期病害处置。建立常态化路面巡检机制,及时排查路面细微裂缝、轻微沉降、表层破损等早期病害,遵循“早发现、早处置”的原则,快速采取修补、加固、防渗处理等措施,阻断病害发展蔓延路径,避免小病害演变为结构性破损,有效降低后期运维成本。

3.4 施工技术优化与发展趋势

(1)现有技术优化。针对传统沉降段施工的技术痛点,对现有施工工艺进行升级优化,重点改良复合地基加固方式、台背精细化压实工艺,优化施工参数配比,提升地基加固效果与路基压实均匀性,进一步增强沉降防控的精准性、稳定性与长效性。(2)智能化技术应用。积极引入智能化、机械化施工技术,依托智能监测设备、自动化摊铺压实设备,实现施工全过程数据化、智能化管控。通过实时数据传输与智能分析,精准把控施工质量,减少人工误差,显著提升沉降段施工效率与工程整体质量。(3)绿色施工优化。顺应交通工程绿色发展趋势,大力推广环保型路基填料、节能型施工设备与低损耗施工工艺,在保障路基路面沉降防控质量的前提下,减少施工污染与资源消耗,实现工程质量、安全与生态环保的协调发展。

结束语

总之,道路桥梁沉降段路基路面沉降病害成因复杂,贯穿设计、施工、运营养护全流程,对道路通行安全与工程耐久性影响极大。施工中需严格把控地基加固、路基填筑、搭板施工、路面铺装等核心工序,落实施工前期、中期、后期全方位质量管控,及时处置早期病害。同时结合智能化、绿色化施工技术优化工艺体系,从根本上改善沉降段施工质量,保障道路桥梁长期稳定、安全通行,推动交通工程建设高质量发展。

参考文献

- [1] 孙小绪. 沉降段路基路面施工技术在市政道路桥梁工程中的应用 [J]. 工程技术研究, 2022, 7(8): 46-48.
- [2] 吴旭明. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术研究 [J]. 住宅与房地产, 2022, 19(10): 226-228.
- [3] 张磊. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面施工技术分析 [J]. 工程与建设, 2022, 36(1): 169-171.
- [4] 孟建. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面所存在问题的技术分析 [J]. 运输经理世界, 2024, 4(26): 115-117.
- [5] 程家辉. 市政道路桥梁工程中沉降段路基路面的施工技术分析 [J]. 运输经理世界, 2023, 11(24): 149-151.