

市政道路桥梁工程中沉降段路基路面的施工技术

尚浩宇 顾圣杨

山东省路桥集团有限公司 山东 济南 250000

摘要: 本文围绕市政道路桥梁工程沉降段路基路面施工技术展开研究, 阐述沉降段核心概念、沉降机理及常见病害, 分析施工核心要求, 详细探讨路基地基加固、填筑压实、排水系统及路面结构优化、桥头施工等关键技术, 结合质量检测要点, 提出针对性施工控制措施, 为解决沉降段路基路面病害、提升工程质量、保障通行安全提供技术参考, 助力市政道路桥梁工程长效稳定运行。

关键词: 市政道路; 桥梁工程; 沉降段; 路基; 路面; 施工技术

引言: 市政道路桥梁是城市交通的核心枢纽, 其工程质量直接关系到通行安全与城市发展。沉降段路基路面易出现开裂、沉降不均、桥头跳车等病害, 不仅缩短工程使用寿命、增加维修成本, 还会影响通行舒适性与安全性。随着市政工程建设规模扩大, 沉降段施工难题日益突出, 因此, 深入研究沉降段路基路面施工技术, 优化施工工艺、强化质量管控, 对提升工程可靠性、保障交通顺畅具有重要现实意义。

1 市政道路桥梁工程沉降段路基路面相关理论基础

1.1 沉降段路基路面核心概念

(1) 沉降段的界定与分类: 沉降段是市政道路桥梁工程中, 路基路面因各种因素产生竖向变形的路段, 主要界定标准为沉降量超过设计允许值、影响工程正常使用及通行安全。按沉降原因可分为地基沉降段、结构沉降段; 按沉降速率分为瞬时沉降段、缓慢沉降段; 按影响范围分为局部沉降段和整体沉降段, 分类明确可针对性制定防控措施。(2) 路基路面沉降的基本特征: 沉降具有渐进性, 多随时间逐步发展, 初期沉降速率较快, 后期趋于平缓; 具有不均匀性, 受地质、荷载等影响, 不同区域沉降量存在差异; 具有关联性, 路基沉降会直接传导至路面, 引发路面变形; 同时具有可控性, 通过科学设计和施工管控, 可将沉降量控制在允许范围内。

1.2 沉降段路基路面沉降机理

(1) 地基沉降机理: 核心是地基土在外部荷载(路基自重、车辆荷载等)作用下, 土颗粒重新排列、孔隙压缩, 导致地基竖向变形。软土地基因含水量高、承载力低, 孔隙水排出缓慢, 沉降量更大、持续时间更长; 地基不均匀或承载力差异大, 易引发不均匀沉降。(2) 路基路面结构沉降机理: 路基填料压实度不足、填料级配不合理, 在荷载反复作用下会发生压缩沉降; 路面结构层厚度不足、材料强度不够, 易出现结构层破损、下

沉, 且路基与路面衔接不良, 会加剧沉降现象, 形成恶性循环。

1.3 市政道路桥梁沉降段常见病害及危害

(1) 常见病害类型: 主要包括不均匀沉降, 表现为路基路面高低不平; 路面开裂, 多为纵向、横向裂缝, 严重时出现网裂、龟裂; 路基边坡滑塌, 易引发路面坍塌; 桥梁与路基衔接处沉降差过大, 形成“桥头跳车”等, 影响通行体验。(2) 病害对工程质量及通行安全的危害: 病害会降低路基路面承载力, 缩短工程使用寿命, 增加维修成本; 路面开裂、高低不平易导致车辆颠簸, 影响通行舒适性, 甚至引发交通事故; 桥头跳车会加剧车辆磨损, 严重时损坏桥梁衔接结构, 威胁桥梁使用安全^[1]。

1.4 沉降段路基路面施工核心要求

(1) 施工质量控制要求: 严格把控地基处理质量, 软土地基需进行换填、夯实等处理, 确保承载力达标; 路基填料需符合设计要求, 严控压实度; 路面结构层施工需保证厚度、材料强度, 做好层间衔接, 减少沉降隐患。(2) 施工安全与环保要求: 施工前排查周边安全隐患, 设置警示标识; 施工过程中规范作业, 避免机械碰撞路基路面结构; 妥善处理施工废料、废水, 减少对周边环境的污染, 做到绿色施工、安全施工。

2 市政道路桥梁工程沉降段路基施工技术

2.1 沉降段路基施工前期准备

(1) 地质勘察与现场调研: 施工前需开展全面地质勘察, 明确沉降段地基土层分布、含水量、承载力等核心参数, 重点排查软土地基、杂填土地段等沉降隐患区域。同时进行现场调研, 摸清周边地下管线、建筑物分布及交通通行需求, 记录现场地形地貌, 为后续施工方案设计提供精准依据, 避免施工过程中引发周边设施损坏或沉降加剧。(2) 施工材料选型与检测: 路基施工材

料需结合沉降段防控要求选型, 优先选用强度高、稳定性好、压缩性小的填料, 如级配砂石、灰土等, 严禁使用淤泥、腐殖土等不合格材料。所有进场材料必须经过第三方检测, 重点检测填料颗粒级配、压实度、承载力等指标, 检测合格后方可投入使用, 从源头控制路基施工质量。(3) 施工方案设计与优化: 结合地质勘察和现场调研结果, 制定针对性施工方案, 明确各施工环节的工艺、参数及防控措施, 重点优化地基处理、填筑压实等关键工序。方案需充分考虑沉降控制目标, 预留沉降量, 同时结合施工进度、安全环保要求进行优化调整, 确保方案科学可行、操作性强, 经审批合格后再启动施工。

2.2 地基加固施工技术

(1) 换填垫层法施工工艺与要点: 适用于软土地基浅层处理, 施工时先清除表层软弱土层, 按设计厚度分层铺设换填材料, 分层压实至设计压实度。要点是控制换填厚度(一般不超过3米), 确保换填范围超出沉降段边缘, 压实过程中严控压实速度和力度, 避免出现分层不均、压实不足等问题, 提升地基承载力。(2) CFG桩复合地基施工技术: 通过钻孔、浇筑CFG桩(水泥粉煤灰碎石桩), 与地基土形成复合地基, 增强地基整体承载力。施工中需控制钻孔深度、桩径及桩间距, 确保桩体垂直度, 浇筑时严控混凝土坍落度, 浇筑完成后及时养护, 避免桩体开裂, 养护合格后进行褥垫层施工, 保障桩体与地基土协同工作^[2]。(3) 真空预压与强夯法施工应用: 真空预压法适用于软土地基深层处理, 通过铺设密封膜、抽真空, 排出地基土孔隙水, 加速土体固结, 减少沉降量; 施工时需确保密封膜完好, 严控真空度和预压时间。强夯法适用于碎石土、杂填土等地基, 通过重锤冲击夯实地基, 提升土体密实度, 施工中需根据地基土质调整夯击能量、夯击次数及间距, 避免过度夯击损坏地基结构。

2.3 路基填筑与压实施工技术

(1) 路基填料处理与分层填筑工艺: 填料进场后需进行破碎、筛分处理, 确保颗粒级配符合设计要求, 含水量控制在最佳压实含水量范围内。填筑采用分层填筑、分层压实工艺, 分层厚度根据压实机械性能确定(一般为20-30cm), 填筑时从低处向高处推进, 分层摊铺平整, 避免出现填料堆积、分层不均等问题, 确保填筑质量。(2) 压实机械选型与压实参数控制: 根据填料类型选型压实机械, 级配砂石填料选用振动压路机, 灰土填料选用光轮压路机, 确保压实机械功率与填料特性匹配。压实参数需通过试验段确定, 严控压实速度、压实次数及碾压顺序, 碾压过程中及时检测压实度, 不合

格路段需重新碾压, 直至达到设计要求。(3) 填挖交界沉降段路基施工要点: 填挖交界处易出现沉降差, 施工时需先清理挖方段边坡浮土, 开挖台阶(台阶宽度不小于1.5米), 分层填筑压实, 确保填挖结合紧密。同时在交界处铺设土工格栅, 增强路基整体性, 减少不均匀沉降, 压实过程中重点检测交界处压实度, 避免出现结合不良、开裂等隐患^[3]。

2.4 路基排水系统施工技术

(1) 地表排水设施施工: 边沟、截水沟施工需按设计坡度开挖, 确保排水畅通, 沟壁平整、密实, 避免出现坍塌。边沟设置在路基两侧, 截水沟设置在路基上坡侧, 拦截地表水流入路基, 施工后及时进行沟壁防护(如浆砌片石防护), 防止雨水冲刷沟壁, 影响排水效果。(2) 地下排水设施施工: 盲沟施工需选用透水性好、的填料(如碎石、卵石), 铺设时设置反滤层, 防止泥土堵塞排水通道; 渗沟施工需控制沟深、沟宽, 确保地下水能顺利排出, 施工后及时回填, 压实到位。地下排水设施需与地表排水设施衔接畅通, 形成完整的排水系统, 减少地下水对路基的浸泡, 避免路基软化引发沉降。

3 市政道路桥梁工程沉降段路面施工技术

3.1 沉降段路面结构优化设计

(1) 基层与底基层结构选型与施工: 沉降段基层、底基层需优先选用强度高、稳定性好、抗变形能力强的结构形式, 常用水泥稳定碎石基层、石灰粉煤灰稳定砂砾底基层。施工时严格控制原材料配合比, 采用集中厂拌方式拌制混合料, 分层摊铺、碾压, 确保压实度符合设计要求。基层施工后及时养护, 养护期不少于7天, 避免基层开裂, 为面层提供坚实支撑, 减少沉降引发的路面破损。(2) 面层材料选择与结构设计: 面层材料需兼顾抗裂性、耐磨性和抗变形能力, 市政道路优先选用改性沥青混凝土或水泥混凝土面层。沥青面层需选用高粘度改性沥青, 优化级配设计, 增强面层抗裂性能; 水泥混凝土面层需提高混凝土强度等级, 设置伸缩缝, 减少温度应力和沉降变形引发的开裂。同时根据沉降量预留面层厚度, 避免沉降后路面厚度不足。(3) 层间衔接结构优化技术: 层间衔接不良易导致路面脱层、推移, 需在基层与面层、底基层与基层之间铺设粘层、透层油, 增强层间粘结力。对于沉降量较大路段, 可在层间铺设土工布或土工格栅, 分散应力, 减少层间剪切变形, 提升路面结构整体性, 避免因路基沉降导致路面层间分离、破损。

3.2 桥头沉降段路面施工技术

(1) 桥头搭板施工工艺与质量控制: 桥头搭板用于

缓解桥头跳车,施工时先清理台背基层,按设计尺寸绑扎钢筋、支设模板,浇筑C30混凝土,振捣密实。质量控制重点是确保搭板与桥台、路基衔接紧密,搭板顶面平整度符合要求,混凝土养护到位,避免出现裂缝。搭板端部需设置伸缩装置,适应沉降变形,减少车辆行驶时的颠簸。(2)台背回填施工技术要点:台背回填是控制桥头沉降的关键,需选用透水性好、压缩性小的填料,如级配砂石、灰土等,严禁使用淤泥、腐殖土。回填采用分层回填、分层压实,分层厚度控制在15-20cm,压实机械选用小型压路机或打夯机,确保压实度不低于96%。回填过程中避免碰撞桥台结构,防止桥台移位,确保台背回填密实,减少沉降差^[4]。(3)桥头沉降观测与调整措施:施工期间及通车后,定期对桥头沉降进行观测,设置观测点,记录沉降数据,分析沉降规律。若沉降量超过设计允许值,及时采取调整措施,如对台背进行补充压实、铺设土工格栅加固,或对路面进行铣刨重铺,确保桥头路面平整度,消除桥头跳车隐患。

3.3 特殊沉降段路面施工技术

(1)软土地基沉降段路面施工:软土地基沉降量大、持续时间长,路面施工需配合地基加固施工,待地基沉降速率趋于稳定(沉降速率 $\leq 3\text{mm}/\text{月}$)后再进行路面铺设。施工时优先选用柔性面层,如改性沥青混凝土,增强路面抗变形能力,适应地基缓慢沉降;基层采用高强度水泥稳定碎石,加厚基层厚度至25-30cm,提升承载能力。同时完善排水设施,铺设地下渗沟,降低地下水位,避免软土地基软化加剧沉降,确保路面施工质量。(2)高填方沉降段路面施工:高填方路基自重较大,沉降风险高,路面施工需在路基填筑压实达到设计要求、沉降稳定后进行。面层采用抗裂性强的改性沥青混凝土,基层分层压实,严控压实度不低于95%,在高填方路段增设土工格栅加强层,提升路面结构强度和整体性。施工过程中加强沉降观测,根据沉降数据调整施工进度,若出现不均匀沉降,及时采取压浆加固、补铺加强层等措施,避免路面施工后出现过大大沉降和开裂。

3.4 路面施工质量检测技术

(1)路面平整度与压实度检测:平整度采用连续式平整度仪检测,每公里检测不少于3次,每段检测长度不小于100m,确保路面平整度符合设计标准(标准差 $\leq 1.2\text{mm}$),避免因平整度不足引发车辆颠簸,加剧路面破损。压实度采用环刀法、核子密度仪联合检测,基层、底基层压实度不低于95%,沥青面层压实度不低于96%,水泥混凝土面层压实度不低于98%,检测不合格路段需重新碾压、补压,直至达标后再进入下一道工序^[5]。(2)路面结构强度与耐久性检测:采用弯沉仪检测路面结构强度,确保路面弯沉值符合设计要求,反映路面抗变形能力;耐久性检测包括面层抗滑性、抗裂性及基层抗冻性检测,采用相应检测仪器开展检测,及时发现质量隐患。对检测不合格部位,采取整改措施,确保路面施工质量,延长路面使用寿命,减少沉降引发的病害。

结束语

市政道路桥梁工程沉降段路基路面施工具有复杂性、系统性,需结合地质条件、工程需求,统筹落实前期准备、地基加固、路基填筑、路面铺设及质量检测等各环节工作。本文所探讨的施工技术的合理应用,可有效防控沉降病害,提升工程承载能力与稳定性。后续需结合实际工程不断优化施工工艺,强化全过程管控,推动市政道路桥梁工程施工技术升级,为城市交通建设高质量发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]秦锋.道路桥梁沉降段路基路面施工技术重难点[J].交通世界,2021,6(27):31-32.
- [2]蒋冠杰.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面技术分析[J].居舍,2021,17(25):47-48.
- [3]张英辉,史何星.道路桥梁沉降段路基路面施工常见问题及施工管理[J].住宅与房地产,2021,20(34):194-198.
- [4]郑华君.市政道路工程中沉降段路基路面施工技术的应用[J].黑龙江交通科技,2023,43(11):49-50.
- [5]魏显巍,鲁方斌.市政道路桥梁工程中沉降段路基路面的施工技术[J].城市建设理论研究:电子版,2023,9(15):94-97.