

交通道路桥梁施工中裂缝控制方法研究

孙亭帅

山东省高速养护集团有限公司

DOI:10.32629/etd.v7i1.22235

[摘要] 裂缝是交通道路桥梁施工阶段最为常见的质量缺陷,会直接影响结构完整性与使用稳定性。本文从材料、施工、受力、环境四个维度系统梳理路桥施工裂缝的主要诱发原因,依托施工全流程管控思路,细化原材料优选管控、现场施工工艺优化、后期科学养护及细微裂缝前置干预等各类防裂技术。各类管控方法层层衔接、互为补充,可有效规避施工各阶段裂缝萌生与扩展,完善路桥施工裂缝防控体系,为道路交通桥梁工程施工质量管控提供技术参考。

[关键词] 道路桥梁; 施工裂缝; 原材料管控; 施工工艺; 养护技术

中图分类号: U415.6 文献标识码: A

Research on Crack Control Methods in Highway and Bridge Construction

Tingshuai Sun

Shandong Hi-Speed Maintenance Group Co., Ltd.

[Abstract] Cracks are among the most common quality defects during highway and bridge construction, directly affecting structural integrity and service stability. This paper systematically analyzes the major causes of cracks in highway and bridge construction from four dimensions: materials, construction, loading, and environmental conditions. Based on the concept of whole-process construction management, various crack-prevention technologies are refined, including the selection and control of raw materials, optimization of on-site construction techniques, scientific maintenance during the later stage, and early intervention for minor cracks. These control measures are interconnected and mutually complementary, effectively preventing the initiation and propagation of cracks at different stages of construction, improving the crack prevention and control system for highway and bridge construction, and providing a technical reference for quality control in road and bridge engineering construction.

[Key words] highways and bridges; construction cracks; raw material control; construction techniques; maintenance technology

引言

交通道路桥梁是道路交通体系的核心基础设施,结构施工质量直接关乎工程整体安全性与服役年限。裂缝病害普遍存在于路桥施工过程中,各类内外因素引发的结构形变,都会造成不同程度的裂缝缺陷,破坏结构整体性。为有效改善路桥施工裂缝频发的问题,提升工程施工成型质量,结合路桥施工全流程特点,全方位剖析裂缝产生的核心诱因,针对性梳理全工序、多维度的裂缝防控技术,为路桥工程施工质量提升提供坚实支撑。

1 交通道路桥梁施工裂缝成因分析

1.1 材料自身因素引发的裂缝

路桥工程施工所用各类建筑材料的基础性能,直接影响结构成型后的稳定状态。混凝土作为主要施工材料,内部各类组分的性能差异会改变结构硬化收缩特征。水泥水化反应会产生热

量变化,带来体积收缩现象。骨料颗粒纯度不足、含泥量偏高,会削弱混凝土整体密实程度,降低结构整体性。拌合物料搭配不合理,会让混凝土成型后内部结构松散,抵抗形变的能力大幅下降。各类建材存放管理不当,会出现性能劣化问题^[1]。硬化成型过程中,结构内部会产生不均匀形变,逐步衍生出细微裂缝,持续发展后会影响路桥结构整体质量。

1.2 施工工艺因素引发的裂缝

施工操作工艺的规范程度,是诱发路桥裂缝的重要人为因素。混凝土浇筑节奏缺乏合理规划,单次浇筑厚度把控不当,会造成结构内部沉降不均。振捣作业手法不规范,漏振区域会留存大量空隙,过振区域会出现物料分层离散问题。模板处理工作不到位,表面残留杂物、脱模处理不规范,会造成混凝土成型表面平整度不足。拆模时间把控不合理,结构强度未达到标准便开展

拆除作业, 会对表层结构造成硬性损伤。养护工序落实不到位, 成型结构缺乏有效防护, 都会在施工阶段诱发不同类型的裂缝缺陷。

1.3 结构受力因素引发的裂缝

路桥结构施工阶段会承受多重荷载作用, 受力失衡就会产生结构性裂缝。现场施工设备、堆放物料会形成临时荷载, 随意布置的作业方式会改变局部荷载分布状态。结构自身自重会形成长期静力作用, 不同施工区域的受力分布存在差异, 荷载分布无法保持均匀。支撑体系布设存在疏漏, 构件排布方式不够科学, 无法有效分散集中受力。结构内部应力会持续累积, 超出混凝土材料承受极限后, 结构本体就会发生拉伸形变。形变持续扩张, 最终形成贯穿性或表层结构性裂缝缺陷。

1.4 环境温度湿度因素引发的裂缝

露天施工模式让路桥结构长期暴露在自然环境中, 温湿度波动会干扰结构硬化进程。外界温度昼夜起伏较大, 混凝土表层温度升降速度更快, 内部温度变化速度更为缓慢。内外结构形变速度存在差异, 会产生温度应力并造成结构开裂。空气干燥环境会加速混凝土表层水分蒸发, 表层收缩幅度大于内部收缩幅度, 引发干缩裂缝。潮湿环境会延缓混凝土硬化速度, 降低早期结构强度。长期处于不稳定的环境条件下, 结构硬化稳定性持续降低, 各类细微裂缝会不断产生并逐步扩张延伸。

2 道路桥梁施工原材料管控防裂缝技术

2.1 混凝土原材料优选与配比管控技术

混凝土原材料的筛选与配比调整, 是防控路桥施工裂缝的基础手段。水泥品种需要根据施工场景合理挑选, 优先选用水化热偏低的品类, 弱化硬化阶段的体积收缩现象。粗细骨料需要严格筛选颗粒形态与洁净程度, 剔除杂质、淤泥等不合格组分, 保障骨料堆积结构的密实度。各类拌合用料的掺量需要精准调控, 依据施工环境与结构需求调整配比参数, 规避单一物料占比失衡引发的结构缺陷。合理的配比设计可以优化混凝土硬化特性, 提升结构抗形变能力, 从源头减少收缩裂缝的产生, 保障混凝土成型后的整体稳定性^[2]。

2.2 钢筋材料质量把控与预处理技术

钢筋作为路桥结构的核心受力骨架, 自身质量与预处理效果直接影响结构抗裂性能。进场钢筋需要逐一核查规格、强度与力学性能, 淘汰变形、锈蚀、性能不达标材料。钢筋表面会附着铁锈、油污等杂质, 此类杂质会削弱钢筋与混凝土的结合强度。施工前需要通过打磨、清洗等方式完成表面预处理, 保证钢筋表层洁净干燥。规整的钢筋形态与良好的粘结效果, 能够强化结构整体抗拉能力, 降低结构受力形变概率, 有效抑制结构性裂缝的萌生与扩展。

2.3 辅助施工材料适配性管控技术

路桥施工中的各类辅助材料, 对混凝土成型状态与抗裂性能存在关键影响。外加剂、掺合料等辅助材料的选用, 需要匹配混凝土施工工况与硬化要求。不同品类辅助材料的性能特点存在差异, 随意选用会改变混凝土水化速度与凝结周期, 诱发不规

则开裂。施工中需要根据结构施工需求选定适配的辅助材料, 严控材料质量等级, 规范掺加流程。稳定的辅助材料性能可以优化混凝土和易性与密实度, 改善内部结构状态, 提升整体抗裂基础条件。

2.4 原材料存储与现场养护管控技术

原材料现场存储与前期养护管控, 能够规避材料变质引发的施工裂缝问题。水泥、掺合料等粉状物料需要存放于干燥通风的专用场地, 做好防潮、防尘防护, 堆放高度不超过2m, 避免受潮结块导致性能衰减。骨料需要分区堆放, 做好围挡防护, 隔绝泥土、杂物污染, 维持骨料原有级配状态。钢筋材料需垫高30cm以上存放, 规避地面潮湿侵蚀, 减少表层锈蚀问题。各类原材料在施工间歇阶段, 需要落实常态化防护管控, 维持稳定材料性能。规范的存储养护模式, 可保障进场材料性能稳定, 杜绝材料性能缺陷引发的各类施工裂缝。

3 道路桥梁施工过程裂缝防控工艺方法

3.1 模板施工防裂缝控制工艺

模板施工是路桥主体成型的前置工序, 施工质量直接决定结构外观与内部完整性。模板选型需匹配施工部位的结构尺寸与受力特点, 保障板面平整坚固, 具备足够的刚度与承载力。模板安装作业需保证拼接严密, 消除缝隙偏差, 杜绝混凝土浇筑阶段出现漏浆、跑浆问题。板面杂物与积水需要彻底清理, 保持模板内部洁净规整。固定支撑体系需均匀布设, 紧固力度保持一致, 抵御混凝土浇筑产生的侧压力。拆模作业需要遵循结构硬化规律, 依托实际成型强度确定作业时间, 杜绝硬性撬动结构表层, 减少变形与开裂隐患^[3]。

3.2 混凝土浇筑与振捣防裂缝工艺

混凝土浇筑与振捣是把控结构密实度、预防裂缝产生的核心工序。浇筑作业保持连续平稳的推进节奏, 分层浇筑厚度控制在30~40cm, 杜绝厚层一次性浇筑带来的内部沉降缺陷。落料高度控制在2m以内, 有效降低混凝土离析问题的发生概率。振捣作业遵循定点、匀速的操作原则, 插点间距控制在30cm左右, 缓慢插拔振捣设备, 填满结构内部空隙。重点关注边角、梁柱交接等复杂部位的振捣作业, 消除密实度不足的问题。规避长时间、高强度振捣操作, 防止骨料下沉、砂浆上浮引发的表层收缩裂缝, 保障整体结构成型均匀稳定。

3.3 构件拼接与铺装施工防裂缝工艺

路桥工程各类预制构件的拼接与铺装作业, 工艺细节把控不到位易产生结构性裂缝。构件进场后提前核对尺寸精度, 尺寸偏差超5mm的构件需及时修整, 打磨构件边缘凹凸缺陷, 保证拼接接触面平整规整。拼接作业前彻底清理接触面灰尘、浮渣与杂物, 提升拼接结合的紧密程度。铺装施工严格把控标高与坡度参数, 标高误差控制在±3mm以内, 调整构件摆放姿态, 保持整体受力均匀。拼接缝隙按照施工标准填充密实, 选用适配填充材料, 弱化缝隙形变带来的结构拉扯。规整的铺装顺序与拼接工艺, 可减少构件错位、偏移问题, 规避后期受力不均产生的裂缝病害。

3.4 预应力施工防裂缝控制工艺

预应力施工工艺把控,对防范路桥结构受力裂缝有着关键作用。预应力张拉作业需要等待混凝土达到规定强度后开展,严格遵循分级张拉的作业流程,平稳控制张拉力度。张拉参数提前精准核定,杜绝张拉力度不足或过度张拉等问题,维持结构应力平衡。孔道灌浆作业保持饱满密实,杜绝内部空洞、疏松缺陷,保证预应力筋与混凝土协同受力。锚具安装保持平整牢固,规避受力偏移引发的局部应力集中。规范完整的预应力施工流程,能够优化结构受力状态,有效抵御荷载形变,减少各类受力型裂缝的产生。

4 道路桥梁施工后期养护与裂缝预处理方法

4.1 阶段性保温保湿养护方法

道路桥梁混凝土结构完成浇筑成型后,阶段性保温保湿养护是抑制收缩裂缝的基础手段。结构初凝2~4h后,需要及时开展表面保湿防护作业,阻断表层水分快速流失。养护作业需要按照结构硬化周期划分不同阶段,适配混凝土强度增长规律。早期养护以锁水保湿为核心,通过覆盖土工布、保湿薄膜等材料,维持结构表层水分稳定,基础养护时长不少于7d,减少水分蒸发引发的干缩形变。中后期养护侧重温度防护,根据结构硬化状态调整覆盖层数,将结构内外温差控制在10℃以内,缓冲外界温度波动对结构内部的影响^[4]。稳定的温湿度养护环境,能够保障混凝土水化反应平稳推进,提升结构整体密实度,从养护环节降低裂缝滋生的可能性。

4.2 结构受力静置养护管控方法

路桥结构硬化养护阶段需要落实受力静置管控,规避外力干扰引发的结构性裂缝。结构未达到设计强度前,需要全程隔绝各类外部荷载作用。施工现场需要划定专属养护区域,至少7d内禁止施工设备通行、物料堆放等作业行为。严控人员随意踩踏结构表层,避免表层受力产生细微损伤。静置养护期间,保持结构支撑体系完整稳定,不得随意拆除支架、固定构件等承重设施。让结构在无外力干扰的状态下自然硬化,逐步释放内部原生应力。稳定的静置养护环境,可保障结构受力形态均匀规整,规避应力集中与强制形变带来的裂缝问题。

4.3 细微裂缝前置干预处理方法

施工后期养护阶段的细微裂缝排查与前置干预,能够阻止微小缺陷持续扩张。日常养护巡查工作中,细致排查结构表层、边角、拼接部位等易开裂区域。针对初期出现的浅表细微裂缝,结合裂缝宽度、延展走向制定对应的处理方式。宽度小于0.2mm

的浅层细微裂缝,可通过专用修补浆料进行表层封堵,抹平结构表层缺陷,阻断外界水汽渗入结构内部。轻微表层裂隙可采用表层浸润修复、固化补强的方式,恢复结构表层完整性。及时的前置处理可以阻断裂缝延展路径,避免微小裂缝发展为深层贯通裂缝,保障路桥结构养护成型质量。

4.4 特殊气候条件下养护防裂方法

极端天气会打破混凝土结构正常硬化节奏,针对性养护措施可有效防控气候型裂缝。高温干燥气候下,环境温度高于30℃时,需要延长保湿养护时长,每日增加2~3次表层洒水频次,弱化高温带来的快速脱水收缩问题。做好遮阳防护布置,阻挡阳光直射结构表层,缩小结构内外温差。低温降温天气下,环境温度低于5℃时,重点落实保温防护,加厚表层覆盖材料,必要时增设保温设施,维持结构基础硬化温度。阴雨潮湿天气需做好结构表层排水导流,避免雨水浸泡时长超过12h,防止表层软化、强度衰减^[5]。适配不同气候环境的养护模式,可维持混凝土硬化过程稳定,减少气候因素诱发的各类裂缝病害。

5 结束语

路桥施工裂缝的产生贯穿材料进场、现场施工、后期养护的各个环节,诱因复杂且防控难度较大。通过系统拆解各类裂缝的形成原因,从原材料管控、施工工艺优化、现场养护干预多个层面梳理对应的防裂手段,形成全方位的裂缝防控体系。严格落实各项施工管控与养护技术,能够有效减少结构形变开裂问题,保障道路桥梁结构的成型稳定性,切实提升路桥工程整体施工建设质量。

【参考文献】

- [1]任保得,钱东辉,任德超.道路桥梁设计和施工过程中裂缝成因分析[J].产品设计,2024(17):52-54.
- [2]姚卫波.道路桥梁施工中混凝土裂缝控制技术与方法探讨[J].电脑校园,2024(52):37-39.
- [3]石志东.市政道路路桥施工中裂缝防控技术优化研究[J].现代装饰,2026,625(2):67-69.
- [4]刘航.道路桥梁施工中混凝土裂缝的成因分析及防控措施[J].建筑工程技术与设计,2026,14(4):41-43.
- [5]龙凯,王汉伟.道路桥梁施工中裂缝成因及控制策略[J].城市建筑空间,2023,30(S1):359-360.

作者简介:

孙亭帅(1995--),男,汉族,山东滨州人,研究生,中级工程师,研究方向:交通工程。