

道路桥梁设计和施工过程中裂缝成因分析

齐云

安徽省华通路桥工程有限责任公司 安徽 铜陵 244000

摘要: 道路桥梁作为交通基础设施核心, 裂缝是工程中常见病害, 直接影响结构安全性、耐久性和使用性能。本文结合材料力学、结构力学等理论, 系统分析设计阶段方案不合理、参数选取不当及施工阶段材料不合格、工艺不规范等裂缝成因, 明确各类裂缝的危害路径, 提出针对性防控对策, 为道路桥梁工程裂缝防控提供理论支撑与实践参考, 助力提升工程质量, 延长道路桥梁使用寿命。

关键词: 道路桥梁; 设计; 施工过程; 裂缝成因

引言: 随着我国交通事业快速发展, 道路桥梁建设规模不断扩大, 其工程质量与行车安全、群众出行密切相关。裂缝作为道路桥梁施工和使用中的常见问题, 若未及时防控与处理, 会逐步扩展并引发结构破损、寿命缩短等隐患。因此, 深入探究设计和施工过程中裂缝的形成原因, 明确各类因素的影响机制, 制定科学有效的防控措施, 对保障道路桥梁结构安全、降低维护成本具有重要的现实意义与工程价值。

1 道路桥梁裂缝相关基础理论

1.1 道路桥梁裂缝的定义与分类

(1) 裂缝的定义: 道路桥梁结构中, 混凝土、沥青等核心材料受各类因素影响, 出现的宏观可观测裂缝与微观不可直接察觉裂缝的统称。宏观裂缝指宽度 $\geq 0.05\text{mm}$ 、肉眼可见的缝隙, 微观裂缝则宽度 $< 0.05\text{mm}$, 需借助专业仪器检测, 二者均会影响结构稳定性, 是工程维护的重点关注对象。(2) 裂缝的分类: 按成因可分为设计缺陷类、施工不当类、材料不合格类、环境影响类; 按形态可分为横向裂缝、纵向裂缝、斜向裂缝及网状裂缝, 不同形态对应不同危害路径; 按危害程度可分为轻微裂缝(无明显结构影响, 仅需简单修补)、中度裂缝(影响局部性能, 需及时处理)、严重裂缝(威胁结构安全, 需停工整改)。

1.2 道路桥梁裂缝的危害

(1) 结构安全性危害: 裂缝会削弱桥梁构件的承载能力, 导致应力分布不均, 长期发展会引发结构破损, 严重时会出现梁体断裂、桥面塌陷等重大安全隐患, 威胁行车与人员安全。(2) 使用性能危害: 裂缝会影响行车舒适性, 导致桥面颠簸、跳车; 同时破坏结构密封性, 雨水、杂物渗入会降低桥梁耐久性, 加速构件老化, 大幅增加日常维护频次与成本。(3) 经济与社会危害: 裂缝会缩短道路桥梁的使用寿命, 提前进入大修或

报废阶段, 造成巨大经济损失; 同时裂缝引发的维修施工会影响交通通行效率, 给群众出行带来不便, 产生不良社会影响^[1]。

1.3 裂缝成因分析的核心理论基础

(1) 材料力学理论: 核心是混凝土的收缩、徐变特性, 以及沥青材料的热胀冷缩原理, 温度变化、湿度波动会导致材料体积变形, 超出自身承受范围即产生裂缝。(2) 结构力学理论: 重点阐述结构受力不均、应力集中对裂缝产生的影响, 桥梁荷载分布不合理、构件衔接不当等, 会使局部应力超出设计限值, 引发裂缝。(3) 工程材料理论: 揭示材料性能缺陷与裂缝形成的内在关联, 材料配比不当、强度不达标、耐久性不足等, 会降低结构抗裂能力, 成为裂缝产生的内在诱因。

2 道路桥梁设计阶段裂缝成因分析

2.1 设计方案不合理导致的裂缝

(1) 结构选型不当: 道路桥梁的结构形式、道路断面设计与工程实际受力需求不匹配, 是引发裂缝的重要设计因素。部分设计中未结合桥梁跨度、道路通行量等核心参数选型, 如大跨度桥梁选用不适宜的梁体形式, 道路断面设计未兼顾横向受力均衡, 导致结构局部受力集中, 长期承受荷载后, 应力集中部位易产生裂缝, 且裂缝会逐步扩展, 影响结构稳定性。(2) 荷载计算偏差: 设计过程中未充分考虑各类荷载的影响, 荷载计算存在明显偏差, 导致结构设计强度不足。未合理计入车辆荷载的冲击效应、行人荷载的分布特点, 以及风雨、温度、地震等环境荷载的长期作用, 仅按基础荷载标准设计, 使得结构实际承受的荷载超出设计限值, 进而引发构件开裂, 尤其在桥梁支座、道路路面接缝等薄弱部位, 裂缝出现更为频繁。

2.2 设计参数选取不合理导致的裂缝

(1) 混凝土配合比设计不当: 混凝土配合比是影响

其抗裂性能的关键,设计中若水灰比过大、骨料级配不合理,会导致混凝土收缩性能变差。水灰比过大会降低混凝土密实度,使其干缩、温缩变形增大,骨料级配不均则会影响混凝土强度和整体性,二者均易引发混凝土收缩裂缝,多出现于桥面、梁体表面,呈不规则分布。(2)钢筋配置设计缺陷:钢筋配置不符合规范要求,存在间距过大、保护层厚度不足或过厚等问题,会导致钢筋受力不均,进而引发裂缝。钢筋间距过大无法有效约束混凝土收缩,保护层厚度不足会使钢筋易锈蚀膨胀,破坏混凝土结构,保护层过厚则会降低构件抗弯能力,均会导致裂缝产生,常见于梁体底部、桥面钢筋密集区域^[2]。(3)伸缩缝、沉降缝设计不合理:伸缩缝、沉降缝的设计未预留足够的变形空间,无法适应温度变化、地基沉降带来的结构变形。温度升降时,结构因热胀冷缩无法自由变形,产生温度应力;地基沉降不均匀时,结构受力失衡,二者均会引发伸缩缝、沉降缝周边开裂,裂缝还可能向周边延伸,影响结构密封性和耐久性。

2.3 设计规范执行不到位导致的裂缝

(1)未严格遵循现行道路桥梁设计规范,设计标准偏低,未结合工程等级、使用年限等要求选取合理设计指标,部分设计参数未达到规范最低标准,导致结构抗裂能力先天不足,在使用初期就易出现裂缝,且裂缝发展速度较快。(2)设计过程中忽视特殊地质、环境条件,未采取针对性防护设计。对于软土地基、高寒、高湿等特殊区域,未结合地质特点优化基础设计,未考虑环境因素对结构的侵蚀作用,未设置有效的防护措施,导致结构在复杂条件下易产生裂缝,降低道路桥梁的使用寿命。

3 道路桥梁施工阶段裂缝成因分析

3.1 施工材料质量不合格导致的裂缝

(1)混凝土材料质量问题:施工所用水泥、骨料、外加剂等原材料质量不达标、性能不稳定,是引发裂缝的先天隐患。水泥强度等级不符、安定性不合格,骨料含泥量超标、级配不良,外加剂选型错误或掺量不当,都会导致混凝土强度不足、收缩量增大,浇筑成型后易出现不规则裂缝,影响结构承载能力。(2)沥青材料质量问题:沥青材料的标号、针入度、延度等核心指标不符合设计要求,热稳定性和抗裂性较差。高温环境下易软化、流淌,低温环境下易脆裂,摊铺后路面易出现龟裂、纵裂等病害,降低路面使用寿命和通行质量。(3)钢筋材料质量问题:钢筋强度、屈服点未达到设计标准,或表面锈蚀程度超标,会严重影响结构整体性。锈蚀钢筋与混凝土粘结力下降,受力时易出现滑移,未达

标钢筋无法承受设计荷载,导致局部应力集中,进而引发构件裂缝^[3]。

3.2 施工工艺不规范导致的裂缝

(1)混凝土施工工艺缺陷:混凝土搅拌时配比控制不严、搅拌不均匀,运输过程中离析、初凝,浇筑时分层过厚、顺序不当,振捣不密实或过度振捣,都会导致混凝土内部存在蜂窝、麻面、空洞等缺陷,同时引发收缩裂缝,多出现于梁体、桥面等关键部位。(2)钢筋施工工艺缺陷:钢筋绑扎间距不均、漏绑、错绑,焊接时焊缝不饱满、存在夹渣、咬边等问题,或施工中钢筋发生位移,都会导致钢筋受力不均,无法有效约束混凝土变形,进而引发局部裂缝,严重时会影响结构安全性。(3)路面摊铺、碾压工艺不当:沥青路面摊铺时厚度不均、速度不稳,碾压时压实度不足、碾压顺序错误,会导致路面密实度不均,内部存在空隙,使用中易受荷载和环境影响,引发横向、纵向裂缝,甚至出现路面松散、坑槽。

3.3 施工过程质量控制不到位导致的裂缝

(1)施工过程监测缺失:施工中未对结构应力、混凝土养护状态、环境温度变化进行有效监测,无法及时发现应力异常、养护不当等问题,待裂缝显现时已难以控制,尤其大跨度桥梁和大面积路面,监测缺失易引发贯穿性裂缝。(2)养护工艺不合理:混凝土浇筑完成后养护不及时、养护周期不足,表面水分快速蒸发,易产生干缩裂缝;养护方式不当,如洒水不规律、覆盖不严密,会导致混凝土强度增长缓慢、性能不均。沥青路面摊铺后未及时进行养护,也会加速裂缝产生^[4]。

3.4 施工环境与现场管理不当导致的裂缝

(1)施工环境影响:在高温、严寒、暴雨等恶劣天气条件下盲目施工,会引发各类裂缝。高温天气导致混凝土水分蒸发过快,产生干缩裂缝;严寒天气使混凝土受冻,强度下降易开裂;暴雨天气影响施工质量,导致材料含水量不均,成型后易出现裂缝。(2)现场管理混乱:施工顺序不合理,如先浇筑构件后安装钢筋、交叉作业干扰严重,会导致结构受力失衡;现场管控松散,施工人员操作不规范,未严格执行施工方案,进而引发裂缝,影响工程质量。

4 道路桥梁设计和施工过程中裂缝防控对策

4.1 设计阶段裂缝防控对策

(1)优化设计方案:结合道路桥梁的实际用途、通行量、跨度及地质环境,合理进行结构选型,避免结构形式与受力需求不匹配导致的应力集中。精准计算各类荷载,全面考虑车辆冲击荷载、行人荷载及风雨、温度

等环境荷载的长期影响,摒弃单一基础荷载计算模式,优化结构受力布局,减少局部应力集中区域,从源头降低裂缝产生风险,确保设计方案科学合理、贴合工程实际。(2)规范设计参数选取:严格按照现行道路桥梁设计规范,结合工程等级和使用年限,科学确定各项设计参数。合理设计混凝土配合比,控制水灰比、优化骨料级配,选用适配的外加剂,提升混凝土抗收缩、抗裂性能;严格按照规范要求确定钢筋间距、保护层厚度,确保钢筋配置合理,能够有效约束混凝土变形、均衡承受荷载,避免因参数选取不当引发的各类裂缝。(3)强化设计审核:建立健全设计复核与审核机制,组建专业审核团队,对设计方案、计算过程、参数选取等进行全面细致审核。重点核查设计方案是否符合现行规范、荷载计算是否精准、结构选型是否合理,及时发现并整改设计中的疏漏与不足,确保设计方案的可行性和安全性,从设计层面杜绝裂缝隐患。同时,结合特殊地质、环境条件,补充针对性防护设计,提升结构抗裂能力。

4.2 施工阶段裂缝防控对策

(1)严格把控材料质量:建立完善材料进场检验制度,对进场的混凝土、沥青、钢筋等原材料进行严格检测,重点核查水泥安定性、骨料含泥量、沥青标号、钢筋强度及锈蚀程度等核心指标,杜绝不合格材料投入施工。加强材料储存管理,避免材料受潮、锈蚀、变质,确保施工材料性能稳定,从原材料层面筑牢裂缝防控基础,减少因材料问题引发的裂缝。(2)规范施工工艺:结合工程实际,制定标准化施工流程,明确各工序操作规范和质量要求。混凝土施工中,严格控制搅拌配比和搅拌时间,规范运输、浇筑、振捣工序,避免出现离析、振捣不密实或过度振捣等问题;钢筋施工中,规范绑扎、焊接操作,确保钢筋间距均匀、绑扎牢固、焊缝合格,防止钢筋位移、漏绑;沥青路面施工中,控

制摊铺厚度和速度,规范碾压工艺,确保路面密实度均匀,提升抗裂性能。同时,加强施工人员培训,规范操作行为,减少人为因素导致的工艺缺陷^[5]。(3)加强施工质量监督与养护:完善施工过程监测体系,对结构应力、混凝土温度变化、养护状态等进行实时监测,及时发现应力异常、温度失衡等问题,采取针对性调控措施,防范裂缝产生。落实科学养护措施,混凝土浇筑完成后及时覆盖洒水,确保护养及时、周期充足,避免表面水分快速蒸发引发干缩裂缝;沥青路面摊铺后,及时开展养护作业,提升路面稳定性。同时,根据施工环境调整养护方案,高温、严寒天气采取针对性防护措施,保障施工质量,减少裂缝隐患。

结束语

综上所述,道路桥梁裂缝的产生是设计、施工等多环节、多因素共同作用的结果,设计缺陷、材料不合格、工艺不规范等均会诱发裂缝并加剧危害。防控裂缝需从源头入手,严格规范设计流程、把控施工质量,落实监测与养护措施。唯有统筹设计与施工全过程,精准规避各类致裂因素,才能有效减少裂缝产生,保障道路桥梁结构稳定,推动交通基础设施高质量、可持续发展。

参考文献

- [1]郑祥壮.道路桥梁施工裂缝的成因及预防对策探讨[J].中华建设,2024,(9):169-171.
- [2]南国宁.道路桥梁施工中的裂缝成因及预防措施研究[J].运输经理世界,2024,(10):133-135.
- [3]焦淑波,蔡金龙.道路桥梁施工中的裂缝成因及预防对策[J].城市建设理论研究,2023,(35):162-164.
- [4]秦亮,谢平红.道路桥梁设计和施工过程中裂缝成因分析[J].城市建设理论研究,2024,(35):145-147.
- [5]王维琪.道路桥梁设计和施工过程中裂缝成因分析[J].科技视界,2021,(30):131-132.