

道路桥梁施工中裂缝成因及控制策略

孙世彬

德州市公路事业发展中心平原分中心 山东 德州 253100

摘要：道路桥梁裂缝问题对工程质量与安全影响重大。本文深入剖析裂缝成因，涵盖施工前设计缺陷，如结构计算失误、构造设计不合理；施工质量把控不严，包含原材料不合格、施工操作不规范；以及温度变化引发的应力失衡等。针对这些成因，提出相应预防策略，包括完善设计流程、优化结构布局、严格管控施工质量、改进施工工艺与强化施工温度控制等多方面措施。通过对裂缝成因与预防策略的探讨，旨在为提升道路桥梁施工质量、减少裂缝产生、延长工程使用寿命提供全面且具实际操作性的理论依据与技术指导。

关键词：道路桥梁；施工中；裂缝成因；控制策略

引言：随着道路桥梁建设规模的持续扩大，裂缝问题成为工程领域关注焦点。道路桥梁作为交通基础设施骨干，其结构完整性直接关联到交通运行的安全与顺畅。裂缝的出现不仅削弱结构承载能力，降低耐久性，还可能引发严重安全事故，威胁人民生命财产。施工过程中，多种因素相互交织导致裂缝产生，从前期设计的偏差到施工质量的波动，再到环境温度的干扰等。深入探究裂缝成因并制定有效控制策略，对保障道路桥梁工程质量、降低后期维护成本、推动交通事业稳健发展具有不可忽视的现实意义。

1 道路桥梁裂缝的分类与危害

1.1 裂缝分类

道路桥梁裂缝依据不同标准可进行多种分类。按裂缝走向，横向裂缝常与道路桥梁横向轴线近乎垂直，多因混凝土收缩或温度变化产生，在路面或梁体侧面较为常见；纵向裂缝顺着结构纵向延伸，可能源于基础不均匀沉降或结构受力不均。按成因划分，结构性裂缝由结构设计缺陷、超载等致使结构受力超出极限引发，其宽度与深度往往较大，对结构稳定性威胁严重；非结构性裂缝则因温度、湿度、收缩徐变等环境与材料自身因素造成，一般宽度较窄。从出现部位来看，梁体裂缝可能位于跨中底部受弯区或支座附近剪应力集中处；桥墩裂缝常在底部与基础连接部位或受水流冲刷、撞击一侧产生；桥面裂缝多集中在伸缩缝两侧、行车道板等部位，不同部位裂缝的产生机制与影响各异。

1.2 裂缝危害

道路桥梁裂缝危害显著。结构方面，裂缝削弱结构整体性，使原本连续受力体系出现薄弱环节，降低结构刚度，在车辆反复荷载作用下，裂缝尖端应力集中加剧，促使裂缝扩展延伸，严重时导致结构承载能力大幅

下降甚至发生脆性断裂，危及桥梁安全。耐久性上，裂缝为外界侵蚀介质提供通道，如雨水、氯离子等侵入，加速钢筋锈蚀，使混凝土碳化、剥落，材料性能劣化，缩短结构使用寿命，增加维修加固频次与成本。使用性能层面，裂缝致使路面不平整，车辆行驶颠簸，不仅降低行车舒适性，还因冲击作用加重裂缝破坏，影响行车速度与交通流畅性，在极端情况下，裂缝可能引发跳车现象，对车辆操控性构成挑战，增加交通事故发生概率，给道路桥梁的正常运营带来诸多不利^[1]。

2 道路桥梁施工中裂缝形成的原因

2.1 施工前的设计不足

道路桥梁施工中开裂的防治，不仅可以从道路建筑施工中就可以对其加以管理，而且还将对道路桥梁施工中开裂的防治在道路桥梁被建设前，也对道路桥梁开裂问题加以更全面的考察。在路面桥梁的施工中，路面桥梁的设置对施工具有很大的作用，所以要根据路面桥梁的施工现场对路面桥梁的情况，可以对路面桥梁上的裂缝情况加以合理的限制，同时还可以提高建筑的速度提高了建筑的品质。因为道路桥梁的设计缺陷，而造成的裂纹的主要原因是：一是由于道路桥梁的图纸设计和路面桥梁的实际情况不相符合，从而导致了路面桥梁的设计质量无法提高，从而造成了裂纹的出现；二是在路面桥梁图纸进行编制时，对路面桥梁的构造承载力并未加以全面的考察，造成在路面桥梁实施设计时结构承载不均，形成大量裂纹。

2.2 施工质量控制不佳

在道路桥梁施工中，施工质量控制不佳导致裂缝形成的原因较为复杂。混凝土配合比设计若不合理，水灰比过大或水泥用量不当，会使混凝土强度与耐久性受影响，引发裂缝。施工过程中振捣不密实，混凝土内部易

出现蜂窝、空洞,致使应力集中产生裂缝。模板搭建不牢固或拆除过早,结构过早承受自重及施工荷载,会造成变形开裂。此外,钢筋布置不符合设计要求,如间距过大、保护层厚度不足,会降低结构承载能力,在荷载作用下产生裂缝。施工时对环境温度、湿度把控不力,在高温暴晒或低温寒冷条件下施工,混凝土热胀冷缩不均匀,也极易导致裂缝出现。

2.3 温度原因

在道路桥梁施工中,温度因素是导致裂缝形成的关键原因之一。混凝土浇筑时,若外界温度过高,水泥水化反应加速,会使混凝土内部温度急剧上升,而表面散热较快,形成较大的内外温差。这种温差导致混凝土内部产生压应力,表面产生拉应力,当拉应力超过混凝土的抗拉强度时,裂缝便会产生。在寒冷天气施工时,混凝土温度过低,其水化反应减缓甚至停滞,强度增长缓慢,抗裂性能降低。当遭遇气温骤降,混凝土表面收缩加剧,而内部仍处于相对较暖状态,收缩不一致产生约束应力,从而引发裂缝^[2]。

3 道路桥梁施工中裂缝预防措施

3.1 完善施工前的设计

第一,在结构设计层面,设计人员务必精准计算道路桥梁在各类荷载组合下的受力状况。以梁桥为例,要仔细分析恒载、活载、风载以及地震荷载等不同荷载作用时梁体的弯矩、剪力分布,通过优化梁体截面形状、尺寸,合理调整配筋,确保结构受力均匀,避免出现应力集中区域,从而降低因受力不合理而产生裂缝的可能性。例如,在大跨度连续梁桥设计中,可采用变截面形式,使梁体在不同部位的受力与材料性能相匹配。第二,构造设计方面同样不容忽视。应严格把控钢筋的锚固长度、间距以及混凝土保护层厚度等细节。恰当的锚固长度能够保障钢筋与混凝土协同工作,有效传递应力;合理的钢筋间距便于混凝土浇筑过程中的振捣密实,防止因振捣不充分导致混凝土内部出现空洞或蜂窝麻面,进而引发裂缝;精确设定混凝土保护层厚度,可有效隔绝钢筋与外界环境,减少钢筋锈蚀风险,因为钢筋锈蚀后体积膨胀会对混凝土产生胀裂作用。第二,伸缩缝与沉降缝的设计至关重要。需综合考量道路桥梁所处地理位置的气候条件、温度变化幅度、结构长度等因素,科学确定伸缩缝与沉降缝的间距、类型以及构造形式。如在温度变化较大的地区,选择伸缩性能良好的伸缩缝装置,并做好密封处理,防止雨水、杂物等侵入,避免因伸缩缝失效导致结构变形受限而产生裂缝。

3.2 合理的结构设计

在设计之初,必须对道路桥梁的使用需求、地理位置、交通流量以及周边环境等进行全面且深入的调研分析。(1)从力学计算角度出发,应采用先进且精确的计算方法与软件,模拟道路桥梁在施工阶段与运营阶段所承受的各种荷载组合。例如,在计算梁体受力时,不仅要考虑静载(如自重、铺装层重量等)产生的恒载效应,更要精准预估动载(如车辆行驶的冲击荷载、刹车制动力等)带来的影响,以及不同风向、风速下的风荷载作用,甚至在地震多发区域,需详细分析地震力的作用方式与大小,通过这些精确计算来确定结构的最优尺寸与形状。比如,对于大跨度桥梁,为减小自重与提高结构稳定性,可采用桁架结构或悬索结构,将荷载更合理地分配与传递,避免局部应力过大引发裂缝。(2)在结构体系选择上,要结合实际情况权衡利弊。比如连续梁桥具有变形小、行车平顺等优点,但对支座要求较高;而简支梁桥构造简单、施工方便,但在跨中易产生较大弯矩。设计师需根据道路桥梁的具体跨度、地形地貌以及经济成本等多方面因素综合考量,选定最合适的结构体系,并对关键部位进行加强设计。(3)还需考虑结构的耐久性与可维护性。设计时预留必要的检查通道与监测点,以便在运营过程中能够及时发现潜在问题并进行修复。合理的结构设计能够从源头上减少裂缝产生的诱因,为道路桥梁的长期安全稳定运营奠定坚实基础,确保其在设计使用寿命内高效地服务于交通出行与经济发展^[3]。

3.3 严格控制施工质量

(1)在施工过程中,首先要对原材料质量进行严格把控。对于混凝土的原材料,如水泥,需检验其强度等级、安定性等指标,确保其质量稳定且符合设计要求,避免因水泥质量问题导致混凝土强度不足或产生裂缝。骨料的粒径、含泥量等也必须严格控制,优质的骨料能提升混凝土的密实度和抗裂性,外加剂的选用要经过充分试验,确保其与水泥等原材料的适配性,防止因外加剂使用不当引发混凝土异常反应而产生裂缝。(2)在混凝土的搅拌与浇筑环节,要精确控制配合比,按照设计要求确定水泥、骨料、水和外加剂的比例,并严格计量。搅拌过程要保证均匀性和充分性,使各组分充分混合。浇筑时,需遵循合理的浇筑顺序和分层厚度要求,例如对于大体积混凝土,要采用分层浇筑、分层振捣的方式,确保混凝土振捣密实,避免出现蜂窝、麻面等缺陷,因为这些缺陷会削弱混凝土的整体性,为裂缝的产生埋下隐患。(3)模板工程的质量控制也至关重要。模板应具有足够的强度、刚度和稳定性,安装时要保证拼

接严密、平整,防止漏浆。在混凝土浇筑过程中,要实时监测模板的变形情况,一旦发现变形过大,应及时采取措施进行调整或加固。(4)预应力施工必须严格按照规范操作。预应力筋的张拉控制应力要准确无误,张拉过程要平稳、缓慢,避免超张拉或欠张拉。预应力筋的锚固要牢固可靠,防止因预应力施加不当导致结构受力不均而产生裂缝。通过对施工各个环节质量的严格管控,可最大限度地减少裂缝产生的几率,确保道路桥梁的结构质量和耐久性。

3.4 施工工艺改进策略

(1)在混凝土浇筑与振捣方面,应制定科学合理的方案。浇筑时,要依据结构特点确定恰当的浇筑顺序,例如对于大型桥墩,可采用分层分段浇筑,每层厚度控制在适宜范围,避免一次性浇筑过高导致混凝土离析或振捣不实。振捣过程需选择合适的振捣设备,如插入式振捣棒与平板振捣器配合使用,振捣棒要快插慢拔,确保振捣均匀、密实,使混凝土内部气泡充分排出,提高混凝土的密实度和强度,减少因振捣不良引发的收缩裂缝。(2)模板工程的工艺改进不可或缺。模板的设计应经过精确计算,保证其强度、刚度满足施工要求,能承受混凝土的侧压力与施工荷载。安装时,采用先进的拼接技术,如使用密封胶条确保模板拼接处严密无缝,防止漏浆,加强对模板支撑系统的检查与维护,采用可调节的支撑构件,以便在施工过程中根据实际情况灵活调整,避免因模板变形而使混凝土产生裂缝。(3)预应力施工工艺的优化至关重要。张拉前,要对预应力设备进行精准校准,确保张拉控制应力符合设计要求。采用智能张拉系统,实时监测并调整张拉过程中的应力变化,避免人为操作误差。在预应力筋的锚固环节,严格按照规范施工,使用高质量的锚固装置,并进行锚固性能检测,防止因锚固失效导致预应力损失过大,引起结构裂缝。

3.5 加强施工过程中温度的控制

(1)在混凝土搅拌阶段,需对原材料进行温度调节。例如,在炎热夏季,对骨料进行洒水降温,对水泥等粉状材料采用遮阳存放措施,避免其初始温度过高,

可在搅拌用水中添加冰块,以降低混凝土出机温度。

(2)在混凝土运输过程中,要采用隔热性能良好的运输设备,如对搅拌车罐体进行包裹保温隔热材料,减少运输途中的热量吸收。并且合理规划运输路线与时间,避免长时间运输导致混凝土坍落度损失过大以及温度上升过快。(3)混凝土浇筑时,应避开高温时段,选择在早晚气温相对较低的时候进行作业。对于大体积混凝土,可采用分层浇筑方式,并在每层混凝土浇筑后及时进行振捣和表面处理,然后覆盖保温材料,如塑料薄膜、草帘等,减少混凝土表面热量散失,降低内外温差。(4)在混凝土内部预埋冷却水管是一种极为有效的控温措施。通过循环冷水带走混凝土内部水化热,精确控制水管的间距、管径以及水流速度,使混凝土内部温度分布均匀,避免局部高温导致的温度应力过大^[4]。

结束语

在道路桥梁工程中,裂缝的有效防控意义深远。通过对裂缝成因的深入剖析,从设计环节的缜密规划、施工质量的严格把控、施工工艺的精细优化到温度因素的精准调控,多维度提出了控制策略。这些措施相互协同,为减少裂缝出现提供了全面保障。然而,随着工程技术的不断发展与环境的持续变化,裂缝防控仍面临新挑战。未来需持续深入研究,不断创新与完善防控手段,以确保道路桥梁结构的稳固性、耐久性,为交通运输的安全畅通奠定坚实基础,推动道路桥梁建设迈向高质量发展阶段。

参考文献

- [1]李宁.道路桥梁施工中裂缝成因及控制建议[J].交通世界(下旬刊),2019(7):38-39.
- [2]陈春燕.试析道路桥梁施工中裂缝成因及控制方法[J].建筑工程技术与设计,2020(28):1442.
- [3]王福周.道路桥梁和施工过程中裂缝成因分析[J].建筑与装饰,2022(11):101-103.
- [4]徐合健.道路桥梁和施工过程中裂缝成因分析[J].建筑与装饰,2022(15):133-135.