

# 桥梁设计与施工中裂缝成因及预防分析

王晓丽

中铁建安工程设计院有限公司, 河北 石家庄 050000

**[摘要]** 桥梁在现代交通系统中起到至关重要的作用。但由于多种因素,如材料、设计和环境等,裂缝问题时常出现。这些裂缝可能是由于应力、材料老化或施工问题等因素导致。裂缝的存在不仅影响桥梁的外观,更可能影响其结构完整性和安全性。随着桥梁使用寿命的延长和交通量的增加,裂缝问题对于桥梁的长期运行质量提出了挑战。因此,深入研究裂缝成因和预防策略是当前研究的重点,对于确保桥梁安全和提高交通效率至关重要。

**[关键词]** 桥梁设计; 施工裂缝; 成因; 控制措施

DOI: 10.33142/ec.v7i8.12943

中图分类号: U291

文献标识码: A

## Analysis of Causes and Prevention of Cracks in Bridge Design and Construction

WANG Xiaoli

China Railway Jian'an Engineering Design Institute Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

**Abstract:** Bridges play a crucial role in modern transportation systems. However, crack problems often occur due to various factors such as materials, design, and environment. These cracks may be caused by stress, material aging, or construction issues. The existence of cracks not only affects the appearance of bridges, but also may affect their structural integrity and safety. With the extension of bridge service life and the increase of traffic volume, crack problems pose challenges to the long-term operational quality of bridges. Therefore, in-depth research on crack causes and prevention strategies is the focus of current research, which is crucial to ensure bridge safety and improve traffic efficiency.

**Keywords:** bridge design; construction cracks; cause of formation; control measures

### 引言

随着交通基础设施的日益完善,桥梁作为重要的交通连接,其质量和安全性尤为关键。裂缝的出现成为桥梁设计、施工和维护中的一个主要问题,可能影响结构安全和增加维护成本。因此,对裂缝的成因及其预防具有重要意义。

### 1 桥梁设计与施工中裂缝形成的原因

#### 1.1 材料因素

在桥梁设计与施工中,材料的选择和使用直接影响着结构的稳定性和耐久性。首先,混凝土作为桥梁主要的结构材料,其配合比、质量和固化过程均对裂缝形成起到关键作用。不恰当的混凝土配合比或使用劣质混凝土,容易导致结构中的内部应力集中从而引发裂缝。此外,混凝土在固化过程中的收缩和膨胀性能,如温度变化引起的体积变化,也可能导致结构内部应力的不均匀分布,最终引发裂缝。除混凝土外,其他结构材料如钢材的质量和连接方式也是裂缝形成的重要因素。例如,焊接缺陷、材料劣化或不合理的连接设计都可能导致结构的应力集中,从而加速裂缝的形成和扩展。

#### 1.2 结构设计因素

桥梁的结构设计是决定其安全性和稳定性的核心环节,不恰当的设计参数和方法往往是裂缝形成的关键因素之一。首先,荷载计算与分析在设计过程中起着至关重要

的作用。如果设计中的荷载计算不准确或未充分考虑,可能导致结构受到过大的外部压力进而引发裂缝。此外,结构连接与节点设计也是裂缝形成的潜在因素,如果连接方式不当或节点设计存在缺陷,可能导致结构应力分布不均,从而加速裂缝的产生和扩展。另外,设计中的材料和结构配置选择,如梁、柱、板的尺寸和布局,也直接影响着结构的整体稳定性。例如,不合理的截面尺寸或布置方式可能导致结构处于应力过大或不均匀的状态,最终诱发裂缝的形成。结构设计因素在桥梁裂缝形成中起着不可忽视的作用,强调合理、科学的设计方法和参数选择是预防裂缝的关键。

#### 1.3 施工质量与方法

在桥梁的建设过程中,施工质量和方法直接影响着结构的完整性和稳定性。施工过程中的不规范操作、材料使用不当或施工质量不达标往往是裂缝形成的主要原因。首先,施工工艺控制是确保结构质量的基础,如混凝土的浇筑、固化过程、钢筋的绑扎和混合物的搅拌等环节,如果操作不当或控制不严,可能导致结构内部应力不均匀从而诱发裂缝的出现。此外,施工温度管理也是影响裂缝形成的重要因素,施工过程中如果没有有效控制温度变化,可能会导致混凝土的过早收缩或膨胀,进而影响结构的稳定性<sup>[1]</sup>。同时,施工材料的管理和使用也是关键。如使用老

化、劣质或不符合规格的材料,以及施工中的浪费和浇筑不均,都可能导致结构质量下降和裂缝的产生。

#### 1.4 环境因素

环境因素在桥梁裂缝形成过程中也起到了不可忽视的作用。首先,温度变化是影响桥梁结构的关键环境因素之一,由于桥梁处于室外环境中,昼夜温差或季节性温度变化会导致结构材料,尤其是混凝土发生收缩或膨胀,这种温度引起的体积变化可能导致内部应力增大从而引发裂缝。此外,湿度变化也是一个重要的因素,高湿度环境下混凝土的固化过程可能受到影响,而且长时间的高湿度环境也可能导致混凝土结构的腐蚀和劣化,从而增加裂缝的风险。同时,自然震动,如风荷载和地震等,也会对桥梁结构产生影响。这些外部震动作用于桥梁结构上,可能会引发结构的共振或超出设计荷载,从而加速裂缝的形成。

#### 2 桥梁施工中混凝土开裂和缝隙带来的危害

在桥梁的施工过程中,混凝土的开裂和缝隙问题是造成结构完整性和持久性下降的主要因素。首先,混凝土开裂会显著降低桥梁的承载能力和抗震性能,这不仅增加了结构的维护成本,还可能对桥梁的安全运营产生潜在威胁。开裂的混凝土还容易受到外部环境的侵蚀,如水分和盐分的侵入进一步加速混凝土的劣化和腐蚀,从而缩短桥梁的使用寿命。此外,混凝土内部的缝隙也为水分渗透提供了便利,导致结构内部的钢筋锈蚀和混凝土的解体,这对桥梁的结构安全构成严重威胁。最后,缝隙还可能成为微生物和植物的滋生场所,进一步破坏混凝土结构,加速其劣化过程。

#### 3 桥梁施工方案的优化设计与施工措施的有效管控

##### 3.1 设计方面的措施

###### 3.1.1 桥梁工程的耐久性设计

桥梁的耐久性设计是一个综合性、系统性的工程问题,直接影响桥梁的使用寿命、安全性和经济性。在进行耐久性设计时,首先需要对桥梁所处的环境条件进行全面评估,包括气候、地质、交通流量和荷载情况等。这些因素对桥梁结构和材料的选择、使用和维护都有重要的影响。在混凝土结构设计中,应根据实际情况和工程要求,选择合适的混凝土配合比和材料,确保混凝土的强度、抗渗性和耐久性。特别是在高盐分、高湿度或冷热交替的恶劣环境中,应选用具有良好耐候性和抗侵蚀性能的混凝土和耐久性材料,以延长桥梁的使用寿命。同时,为防止由于环境因素引发的桥梁劣化和病害,应在设计中充分考虑防水、防腐、排水和通风等关键设施。例如,对于桥梁的结构缝隙和孔洞部位,应设计合理的防水和排水系统,防止水分侵入导致混凝土劣化和钢材锈蚀。对于暴露于高盐分或化学污染环境的桥梁,还应考虑使用防腐涂层或耐蚀材料,以增强结构的抗侵蚀能力。除了以上工程技术措施,还需注

重桥梁的日常维护和定期检测,通过定期的结构健康监测和病害诊断,及时发现和处理桥梁的隐患和缺陷,延缓结构劣化和损伤的发展,进一步确保桥梁的安全运行和长期稳定性。

###### 3.1.2 完善桥梁项目前期设计阶段的质量控制

桥梁项目的前期设计是整个工程质量的基石,决定了工程从设计到运营的各个环节的顺利进行。为确保设计的科学性、合理性和先进性,首先需要对设计团队进行系统的培训和管理,这包括对设计人员进行专业技能培训,使其具备最新的工程设计理论和技术知识,同时强调设计人员的职业道德和责任心,确保其在设计过程中严格遵循工程伦理和规范<sup>[2]</sup>。其次,建立严格的设计审查机制是确保设计质量的关键,这不仅包括对设计方案的内容审查,还需进行技术可行性、经济合理性和环境适应性等多方面的全面评估,通过多轮审查和验证,确保设计方案不仅满足国家和地方的相关技术标准和规范要求,而且能够实现工程的长期稳定运行和安全使用。此外,由于桥梁工程受到地理、气候和交通等多种环境因素的影响,因此在设计阶段应进行综合评估。这需要结合当地的气候数据、地质条件和交通流量等信息,对桥梁的结构类型、材料选择、荷载计算等进行科学合理的确定,以确保设计方案的适应性、经济性和持久性。

###### 3.1.3 合理选择设计方案

在桥梁建设中,选择合适的设计方案是确保工程质量和效益的关键因素。这个过程需要进行全面的技术和经济评估,以便充分理解各种可能方案在安全性、可行性和经济性方面的优缺点,这包括对不同的结构类型、材料选型以及施工方法进行详细的比较分析,从而找到最适合项目需求的设计方案。在进行设计方案的评估时,首先需要对各种可能的设计方案进行深入的技术分析,这包括对桥梁的结构形式、荷载特性、抗震性能等进行综合考虑,以确保设计方案的合理性和可靠性。同时,还需要对材料的选型和使用性能进行全面的评估,特别是在面对不同的环境条件和工程要求时,应选择具有良好耐久性和抗侵蚀性能的材料。除了技术评估,经济性也是选择设计方案时需要重点考虑的因素,这包括对各种设计方案的施工成本、维护费用以及整体投资回报进行详细的经济分析。通过比较不同方案的经济效益,可以更好地理解其长期运营成本和潜在的经济风险,从而为决策提供有力的依据。在进行设计方案选择的过程中与各方利益相关者,如设计单位、施工团队和监理机构进行充分的沟通和协商是非常必要的。这有助于确保设计方案在技术实现性和工程实施性上都得到广泛认可,避免因技术难题或者施工困难导致工程延误或增加额外成本。最后,在选择设计方案时,还需要综合考虑项目的长期维护和运营成本,这包括对桥梁结构的耐久性、维护频率、设备更新以及可能的未来扩展需求

等因素进行综合评估。一个好的设计方案应该能够在满足当前工程需求的同时,也具备一定的未来扩展潜力,从而确保工程的长期可持续发展。

### 3.2 施工方面的措施

#### 3.2.1 加强施工材料管理力度

在桥梁施工中,施工材料的选择和管理直接影响到工程的质量和使用寿命,为确保桥梁的长期稳定运行,必须加强对施工材料的管理力度。首先,应建立完善材料采购、验收和储存制度,严格按照国家和地方标准对材料的质量进行检测和评估。对于每一批次到场的材料,都要进行详细的记录和标识,确保其来源可追溯,以便于后期的质量追溯和管理。其次,要加强对施工现场材料使用的监督和检查,确保施工人员严格按照设计方案和施工规范使用材料,防止因材料浪费或误用导致的工程质量问题。同时,应定期对存储在工地的材料进行检查和维护,确保其质量不受环境因素影响,如湿度、温度等。最后,加强与供应商和生产厂家的沟通和合作,建立长期稳定的供应关系,确保施工材料的质量和供应稳定性。

#### 3.2.2 重视施工温度管理

施工温度管理在桥梁建设中占据着至关重要的位置,它直接影响到混凝土的固化质量和工程的整体稳定性。首先,需要根据当地的气候条件和季节变化,制定相应的温度管理方案。在高温季节应采取降低混凝土温度的措施,如使用冷却剂或遮阳措施,以减缓混凝土的早期硬化速度,避免裂缝和内部应力的产生。相反,在低温环境下应采取加热措施,如使用加热器或绝热材料,以保持混凝土的固化温度,确保其达到设计强度<sup>[3]</sup>。其次,对于混凝土浇筑和固化过程中的温度进行实时监测,及时调整施工工艺和温度管理措施,确保混凝土的固化质量和结构的稳定性。同时,加强对施工人员的培训和教育,提高其对温度管理的重要性的认识,确保每一道施工环节都严格按照温度管理方案进行操作。最后,加强与气象部门的合作,获取及时准确的气象信息,为施工温度管理提供科学依据和技术支持。

#### 3.2.3 重视施工工艺控制

施工工艺控制在桥梁建设中是确保工程质量和安全的核心环节。首先,施工前应进行详尽的工艺方案编制,包括施工流程、技术规范和质量标准等,确保每一步施工都有明确的操作指导和标准。这需要依托于前期的技术研究和现场试验,对关键工艺参数进行科学计算和模拟分析,以提前识别可能存在的问题和风险。其次,施工现场应严格执行工艺控制流程,进行实时监测和数据记录,确保施工过程中的各项操作符合预定的工艺要求。特别是在关键

环节,如混凝土浇筑、钢结构安装和预应力张拉等,必须进行专项的工艺指导和技术指导,确保施工质量和安全稳定。同时,加强对施工人员的培训和管理,提高其对工艺控制的重要性的认识,确保每一道施工环节都严格按照工艺控制流程进行操作。最后,建立完善的工艺控制反馈机制,对施工过程中出现的问题和难点进行及时总结和分析,形成有效的改进措施和优化方案,为后续施工提供参考和借鉴。

#### 3.2.4 重视施工组织控制

施工组织控制是桥梁建设中确保工程顺利进行和高质量完成的关键因素。首先,施工前应制定详细的施工组织设计,明确施工流程、任务分工、资源配置和时间计划等关键环节,确保施工过程有序、高效。这需要综合考虑施工现场的实际情况、施工技术要求和项目预算等多方面因素,进行科学合理的组织规划。其次,加强对施工队伍的管理和培训,确保施工人员具备必要的专业技能和操作经验,能够熟练掌握施工组织设计中规定的各项任务和要求。同时,建立健全的施工组织控制机制,进行实时的施工进度监控和质量检查,及时发现和处理施工中的问题和难点,确保施工进度和质量达到预期目标。最后,加强与相关部门和合作方的沟通和协调形成合力共同推动施工进度,解决施工中的技术和管理难题,确保工程能够按期、按质量完成。

## 4 结语

裂缝在桥梁设计与施工中的出现是一个常见且严重的问题,可能削弱桥梁结构的安全性并增加维护成本。裂缝的形成原因复杂,涉及材料选择、结构设计、施工质量和环境等多个方面,对裂缝的深入研究和预防分析对提高桥梁的设计、施工质量和长期运行安全至关重要。通过理解裂缝成因并采取有效的预防措施,我们不仅能提升桥梁的整体质量和经济效益,还能确保桥梁的长期安全运行。因此,裂缝问题的研究和管理应成为桥梁设计、施工和维护的重要环节,得到持续的关注和改进,以确保桥梁工程的安全和可靠性。

### [参考文献]

- [1] 吕文博. 桥梁施工中裂缝成因分析及预防对策[J]. 交通世界, 2022(19): 80-82.
- [2] 王未亮. 桥梁施工中裂缝成因分析及预防对策[J]. 交通世界, 2020(33): 76-77.
- [3] 辛德鹏. 道路桥梁设计与施工中裂缝成因分析[J]. 居业, 2020(11): 95-97.

作者简介: 王晓丽(1982.11—), 女, 汉族, 毕业学校: 河北工程学院, 现工作单位: 中铁建安工程设计院有限公司。