

道路桥梁混凝土施工及裂缝控制技术

胡运有

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830000

[摘要]道路桥梁在现代社会中扮演着至关重要的角色, 因此其混凝土结构的质量和耐久性至关重要。本篇文章旨在探讨道路桥梁混凝土施工及裂缝控制技术, 以提高道路桥梁的性能和延长其使用寿命。首先, 我们深入研究了混凝土施工工艺, 包括原材料选择与准备、混凝土搅拌与浇筑、混凝土养护、混凝土密实等关键步骤。然后, 分析了混凝土裂缝的成因和分类, 包括温度、收缩、荷载、化学和设计施工因素导致的裂缝。为了解决这些问题, 详细探讨了多种混凝土裂缝控制技术, 包括设计策略、混凝土配方优化、裂缝控制剂的应用、预应力混凝土施工、混凝土缝隙充填材料以及高性能混凝土技术。这些技术的应用有望减少混凝土裂缝的发生, 提高道路桥梁的安全性和可靠性。

[关键词]道路桥梁; 混凝土施工; 裂缝控制技术

DOI: 10.33142/aem.v5i12.10457

中图分类号: U414.18

文献标识码: A

Concrete Construction and Crack Control Technology for Road and Bridge

HU Yunyou

Xinjiang Beixin Road and Bridge Group Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract: Roads and bridges play a crucial role in modern society, therefore the quality and durability of their concrete structures are crucial. This article aims to explore concrete construction and crack control techniques for road and bridge construction, in order to improve the performance and extend the service life of road and bridge structures. Firstly, we conducted in-depth research on concrete construction technology, including key steps such as raw material selection and preparation, concrete mixing and pouring, concrete curing, and concrete compaction. Then, the causes and classifications of concrete cracks were analyzed, including cracks caused by temperature, shrinkage, load, chemistry, and design and construction factors. In order to address these issues, various concrete crack control technologies were discussed in detail, including design strategies, optimization of concrete formulations, application of crack control agents, prestressed concrete construction, concrete gap filling materials, and high-performance concrete technology. The application of these technologies is expected to reduce the occurrence of concrete cracks and improve the safety and reliability of roads and bridges.

Keywords: road and bridge; concrete construction; crack control technology

引言

道路桥梁是现代社会不可或缺的基础设施, 对社会的发展和交通运输至关重要。其结构的质量和耐久性直接关系到道路桥梁的安全性、可持续性和经济性。混凝土是道路桥梁建设中最常见的结构材料, 因其强度、耐久性和适应性备受青睐。然而, 在长期使用中, 混凝土结构常受到各种因素的影响, 最明显的问题之一就是裂缝的产生和扩展。裂缝对道路桥梁的结构安全和性能构成潜在威胁, 可能导致严重的维护成本和安全风险。为了解决这一问题, 研究人员和工程师一直在不断努力, 开发各种混凝土施工和裂缝控制技术, 以减少混凝土结构中裂缝的发生和扩展。

1 混凝土施工工艺

1.1 原材料选择与准备

混凝土在道路桥梁建设中扮演着至关重要的角色, 其质量和性能的优劣直接关系到工程的安全性、可持续性和经济性。混凝土的质量不仅依赖于施工工艺和技术, 更重要的是取决于原材料的选择和准备过程。在道路桥梁建设

中, 混凝土主要由水泥、骨料、混凝土添加剂和水等原材料组成。因此, 正确地选择和精心地准备这些原材料至关重要。首先, 水泥作为混凝土的胶结材料, 其种类和品质的选择至关重要。不同类型的水泥, 如硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥等, 适用于不同的工程需求。工程师和施工人员必须根据工程要求, 选择合适的水泥类型, 并确保水泥的存储条件良好, 避免受潮和吸湿等不利影响^[1]。其次, 骨料是混凝土中的颗粒材料, 包括粗骨料和细骨料。骨料的选择和筛分应根据混凝土的强度和工作性能要求进行。骨料应符合相关规范的要求, 避免含有过多的杂质和粉尘。混凝土添加剂是为了改善混凝土的工作性能、耐久性和抗裂性能而添加的物质。在混凝土施工中, 常常使用各种添加剂, 如减水剂、粉煤灰、硅灰等, 以满足特定的工程要求。此外, 水的质量和配水也对混凝土的质量和性能产生重要影响。所需的水质应满足一定的标准, 不应含有过多盐分、有机物质或其他污染物。同时, 混凝土的配水应严格控制, 以确保混凝土的水灰比能够达到设计要求。最后,

混凝土搅拌设备的选择和维护也是原材料准备过程中的关键步骤。搅拌设备必须能够充分混合各种原材料，以确保混凝土的均匀性和一致性。

1.2 混凝土搅拌与浇筑

混凝土的搅拌与浇筑过程是道路桥梁施工中至关重要的一部分，直接影响混凝土结构的质量和性能。这一过程包括了将原材料混合制成混凝土，并将混凝土浇筑到模板或模具中，以形成道路桥梁的结构元素。以下将详细介绍混凝土的搅拌与浇筑过程。搅拌混凝土是确保混凝土均匀性和一致性的关键步骤。通常，混凝土是在搅拌站中批量制备的，其中原材料如水泥、骨料、添加剂和水按预定的配比精确计量。随后，这些原材料被输送到搅拌设备中，并通过机械搅拌的方式彻底混合，确保混凝土中没有明显的分层或不均匀。混凝土的搅拌时间、搅拌速度和搅拌方式必须按照设计要求来执行，以获得理想的混凝土质量。混凝土搅拌完成后，混凝土被迅速运送到浇筑现场。在道路桥梁施工中，通常使用搅拌车将混凝土运送到需要浇筑的位置。在浇筑过程中，混凝土应均匀地铺设到模板或模具内，并用振动设备加以振实，以减少空隙和确保混凝土的致密性。此外，混凝土在浇筑后需要得到适当的养护，以防止早龄期干裂和提高混凝土的强度。浇筑的方法和顺序应按照设计要求进行，确保混凝土结构的完整性和质量。不同形状和用途的结构元素可能需要不同的浇筑方式，如模板浇筑、抹面浇筑、喷射混凝土等。

1.3 混凝土养护

混凝土养护是确保混凝土在刚浇筑后获得适当强度和耐久性的重要步骤。养护的主要目的是防止混凝土在早期干燥过程中失去过多的水分，这可能导致裂缝的产生。养护还有助于混凝土的晶体结构发展和硬化过程，提高其强度和耐久性。养护通常包括保持混凝土的湿润、遮荫和适当的温度，以提供最有利于的条件来完成水化反应。养护的持续时间取决于混凝土配方、气温和湿度等因素，通常在混凝土浇筑后的七天到 28 天之间。充分的混凝土养护是确保道路桥梁混凝土结构性能的关键因素。

1.4 混凝土密实

混凝土的密实是确保混凝土内部没有过多孔隙和空隙的关键步骤。在混凝土施工过程中，需要通过适当的振捣和压实来减少混凝土内的气孔，以提高其密度和强度。有效的混凝土密实有助于减少渗透，增加混凝土的耐久性，并减少裂缝的发生。密实还可以提高混凝土的抗压强度，确保道路桥梁结构的承载能力。因此，在混凝土施工中，密实工艺的合理应用是至关重要的，以确保道路桥梁的性能和安全性。

1.5 其他施工技术和工艺

除了原材料选择、混凝土配比、搅拌与浇筑、养护、和密实等基本施工工艺外，还有一些其他施工技术和工艺对道路桥梁混凝土的质量和耐久性也起到关键作用。这些技术包括但不限于：混凝土的预应力处理，通过在混凝土

中引入预应力钢筋来提高其承载能力；混凝土缝隙填充材料的使用，用于填补混凝土中的裂缝和空隙，以提高其密实性和耐久性；以及采用高性能混凝土技术，通过使用高品质材料和更严格的质量控制来生产混凝土，以提高其抗压强度和抗渗性。这些附加的施工技术和工艺有助于进一步改善道路桥梁混凝土的质量和性能，确保其长期安全可靠地运行。

2 混凝土裂缝成因与分类

2.1 温度裂缝

温度裂缝是道路桥梁混凝土结构中常见的裂缝类型之一。它们主要是由混凝土在温度变化过程中的体积变化引起的。当混凝土在施工完成后受到温度变化的影响时，会发生膨胀或收缩，导致内部应力的积累。当这些应力达到一定程度时，混凝土会出现裂缝，以释放内部应力。

2.2 收缩裂缝

收缩裂缝是由混凝土中水分的蒸发和收缩引起的裂缝。在混凝土搅拌和浇筑后，水分开始蒸发，导致混凝土体积减小。这个体积变化会产生拉伸应力，最终导致混凝土出现裂缝。收缩裂缝在混凝土表面通常呈放射状分布，是混凝土施工过程中需要重点关注和控制的问题之一。

2.3 荷载裂缝

荷载裂缝是由于道路桥梁承受车辆和荷载的作用而引起的裂缝。这些裂缝通常出现在桥梁的关键受力部位，如支座、墩柱和梁段。荷载裂缝的发生主要取决于桥梁的设计荷载和材料强度。在设计和施工过程中，需要充分考虑荷载裂缝的控制，以确保桥梁的结构安全性。

2.4 化学裂缝

化学裂缝是由混凝土中的化学反应引起的裂缝，其中最常见的是碱-骨料反应和硫酸盐侵蚀。碱-骨料反应通常发生在混凝土中的碱性物质与骨料中的硅酸盐反应，导致混凝土体积膨胀和裂缝的形成^[2]。硫酸盐侵蚀则是由外部硫酸盐侵蚀引起混凝土的侵蚀和裂缝。

2.5 设计和施工不当引起的裂缝

除了上述类型的裂缝外，不当的设计和施工也可能导致裂缝的形成。例如，设计参数不合理、施工质量差、材料选用不当等因素都可能引发裂缝问题。这些裂缝通常是可以通过合理的设计和施工措施可以减少它们的发生。

3 混凝土裂缝控制技术

3.1 控制裂缝的设计策略

控制裂缝的设计策略是通过在道路桥梁的设计阶段采取一系列措施来降低裂缝的风险。这些策略可以包括考虑结构的伸缩性、温度变化、荷载分布和混凝土材料的特性，以减少裂缝的产生。例如，采用伸缩缝和接缝、合理设置桥梁支座以容许结构的伸缩、考虑桥梁的曲线和横坡等措施，都有助于控制裂缝的产生。

3.2 混凝土配方优化

混凝土配方优化是一项重要的裂缝控制技术，可以在

混凝土施工中减少裂缝的发生。通过调整混凝土的配方,可以改善其抗裂性能,降低温度和收缩引起的裂缝。在混凝土配方中,通常需要考虑水胶比、骨料的类型和粒径、混凝土添加剂的使用以及其他材料参数。一些关键的优化策略包括减小水胶比,通过降低水胶比,可以减少混凝土的渗透性和收缩,从而降低裂缝的发生风险。但需要注意,水胶比的减小也可能降低混凝土的工作性能,因此需要在工程要求和性能之间取得平衡。另一个策略是选择合适的骨料^[3]。不同类型和粒径的骨料对混凝土的性能有重要影响。合理选择骨料可以改善混凝土的强度和耐久性,减少裂缝的发生。此外,使用裂缝控制剂(如纤维或增强剂)可以有效地防止裂缝的扩展。这些添加剂可以在混凝土中形成一个均匀分散的网络,吸收裂缝引起的应力,减轻裂缝的程度。最后,考虑混凝土的温度和收缩特性也是配方优化的一部分。根据项目要求,可以通过合理控制混凝土的温度和湿度来降低温度和收缩引起的裂缝。这包括采取保温措施、适当的养护和温度控制。

3.3 裂缝控制剂的应用

裂缝控制剂是一种重要的技术,用于减轻混凝土结构中裂缝的影响和扩展。这些控制剂可以采用多种形式,包括纤维、增强剂和液体添加剂,它们在混凝土中起到增强韧性和抗张强度的作用,从而有效地减少裂缝的形成和扩展。一种常见的裂缝控制剂是混凝土中添加纤维,如钢纤维或聚合物纤维。这些纤维可以均匀分散在混凝土中,形成一个内部的支撑网,阻止裂缝的扩展。钢纤维通常用于增强混凝土的抗张强度,而聚合物纤维则可以改善混凝土的韧性。通过调整纤维的类型、含量和分布,可以实现不同程度的裂缝控制。另一种裂缝控制剂是增强剂,通常是一种添加到混凝土中的化学物质。这些增强剂可以与混凝土中的水反应,形成坚固的凝胶体系,填充混凝土中的微裂缝,从而减轻裂缝的程度。这种方法特别适用于减少化学裂缝的产生。此外,液体添加剂也可以用于混凝土中,以改善其抗裂性能。这些添加剂可以改变混凝土的流变特性,降低渗透性,从而减少裂缝的发生。

3.4 预应力混凝土施工

预应力混凝土施工是一种有效的裂缝控制技术,通过在混凝土中引入预应力(通常是应力钢筋或钢缆),可以减少混凝土结构中的裂缝产生。这种技术通过在混凝土结构内施加压应力,抵消了外部荷载引起的张力,从而减少了混凝土的裂缝倾向。在预应力混凝土施工中,钢筋或钢缆会在混凝土浇筑前置于混凝土模具内,然后施加预定的张力。随着混凝土的硬化和强度增加,这些预应力元素会在混凝土中保持张力,从而有效地减少了混凝土中的裂缝^[4]。预应力混凝土广泛应用于长跨度的道路桥梁、高楼大厦、大型预制构件等工程中,以提高结构的抗弯强度和减少裂缝。通过精确的设计和施工,预应力混凝土可以大幅改善混凝土结构的性能,延长其使用寿命。

3.5 混凝土缝隙充填材料

混凝土缝隙充填材料是一种用于填充混凝土中微小裂缝和孔隙的材料。这些材料可以改善混凝土的耐久性,防止水分、盐类和其他有害物质进入混凝土内部,从而减少裂缝的产生和蔓延。通常,混凝土缝隙充填材料是一种密封材料,如聚硫、聚氨酯或硅酮。它们可以填充混凝土中的微小空隙,形成一种有效的屏障,阻止有害物质的渗透。这些材料通常具有较好的黏结性,能够黏附在裂缝的表面,减少裂缝的扩展。混凝土缝隙充填材料的应用通常在混凝土养护后进行,可以通过注浆或涂刷等方式施工。这种技术有助于延长混凝土结构的使用寿命,降低维护成本,特别适用于高寒地区和受盐腐蚀影响的地区。

3.6 高性能混凝土技术

高性能混凝土技术是一种通过调整混凝土的配方和制备工艺来提高混凝土性能的方法。这种技术的目标是生产出更坚固、更耐久、更具抗裂能力的混凝土,以减少裂缝的产生和扩展。高性能混凝土通常包括使用高品质的原材料、精确的混凝土配方设计、严格的质量控制和特殊的施工工艺^[5]。这些技术可以改善混凝土的强度、耐久性、抗渗性和抗裂性能,从而减少裂缝的风险。高性能混凝土通常用于对混凝土性能要求较高的工程,如高速公路、桥梁、大坝、核电站等。通过采用高性能混凝土技术,可以显著提高道路桥梁的安全性和耐久性,降低维护成本。

4 结语

道路桥梁混凝土施工和裂缝控制技术是确保道路桥梁结构的安全性、可持续性和经济性的关键因素。混凝土作为主要结构材料,其质量和性能对道路桥梁的长期使用至关重要。裂缝问题可能导致安全风险和维护成本的增加,因此需要综合考虑多个方面的因素,深入了解混凝土裂缝的成因,采取有效的裂缝控制措施。在此背景下,探索多种途径以减少裂缝的潜在风险,增强道路桥梁的长期耐久性和安全性。深入了解和应用这些混凝土施工和裂缝控制技术有助于确保道路桥梁的长期性能,促进可持续基础设施的建设和发展。

【参考文献】

- [1]唐坤.道路桥梁设计施工中裂缝成因及控制分析[J].低碳世界,2023,13(1):114-116.
- [2]郭成日.道路桥梁混凝土施工要点探析[J].工程机械与维修,2022(4):152-154.
- [3]谢建武.道路桥梁混凝土裂缝问题及处理措施[J].四川水泥,2022(7):278-280.
- [4]陈威.道路桥梁混凝土施工及裂缝控制施工工艺[J].智能城市,2021,7(15):155-156.
- [5]郁志国.道路桥梁裂缝的成因与施工预防技术[J].黑龙江交通科技,2020,43(8):118-120.

作者简介:胡运有(1981.11—),男,西安交通大学毕业,土木工程专业,现任职于新疆生产建设兵团交通建设有限公司,道路桥梁工程师,中级职称。