

桥梁施工中桥梁裂缝问题研究

许翔云

中交特种工程有限公司 湖北 武汉 430000

摘要：桥梁裂缝问题对桥梁工程的耐久性和稳定性构成严重威胁，降低了桥梁的安全使用寿命。本文深入探讨了桥梁施工中裂缝的主要成因，如材料质量不佳、地基变形、温度变化及施工不规范等，并提出了相应的控制措施，如优化材料选择、加强温度控制、改善施工工艺等。旨在提高桥梁施工质量，保障交通安全，为桥梁裂缝的预防和治理提供理论依据和实践指导。

关键词：桥梁施工；桥梁裂缝；成因；防治措施

引言：桥梁作为重要的交通基础设施，其安全性和耐久性至关重要。然而，桥梁裂缝问题一直是桥梁施工和运营中难以避免的挑战。本文旨在通过对桥梁裂缝问题的深入研究，分析裂缝产生的成因，提出有效的防治措施，以期提高桥梁施工质量，延长桥梁使用寿命，保障人民生命财产安全，为桥梁工程领域的发展提供有益的参考和借鉴。

1 桥梁裂缝的成因分析

1.1 材料因素

(1) 混凝土材料特性对裂缝的影响。混凝土作为桥梁结构的主要材料，其特性对裂缝的产生具有重要影响。混凝土的收缩性是导致裂缝产生的一个重要因素。在硬化过程中，混凝土会因水化热和水分蒸发等原因产生收缩，如果收缩受到约束，就会产生拉应力，当拉应力超过混凝土的抗拉强度时，就会导致裂缝的产生。此外，混凝土的强度和水灰比也是影响裂缝的重要因素。强度较低的混凝土更容易产生裂缝，而水灰比过大则会导致混凝土内部孔隙率增加，从而降低其抗渗性和抗裂性。(2) 钢筋锈蚀导致混凝土保护层开裂的机理。钢筋是桥梁结构中的另一种重要材料，其锈蚀问题也是导致混凝土保护层开裂的一个重要原因。当钢筋受到腐蚀时，其体积会膨胀，从而对周围的混凝土产生压力。这种压力如果超过了混凝土的抗压强度，就会导致混凝土保护层开裂。此外，钢筋锈蚀还会降低钢筋与混凝土之间的粘结力，进一步影响桥梁结构的整体稳定性。

1.2 设计与施工因素

(1) 设计计算错误、结构设计不合理导致的裂缝。设计计算错误或结构设计不合理是导致桥梁裂缝产生的另一个重要原因。如果设计人员在计算过程中忽略了某些重要因素或采用了不合理的设计参数，就可能导致桥梁结构在实际使用中产生过大的应力和变形，从而引发

裂缝。此外，结构设计不合理也可能导致桥梁结构在受力时产生不均匀的应力分布，增加了裂缝产生的风险。

(2) 施工过程中的技术缺陷对裂缝的影响。施工过程中的技术缺陷也是导致桥梁裂缝产生的一个重要因素。振捣不足或过度都可能导致混凝土内部出现空隙或微裂缝，从而降低其抗裂性。浇筑顺序不当则可能导致混凝土在硬化过程中产生不均匀的收缩和变形，进而引发裂缝^[1]。(3) 支架刚度不足、模板变形等施工工艺问题引发的裂缝。支架刚度不足或模板变形也可能导致桥梁裂缝的产生。如果支架的刚度不足，就无法有效地支撑混凝土的自重和施工荷载，从而可能导致混凝土在浇筑过程中产生过大的变形和裂缝。模板变形则可能导致混凝土表面出现不平整或波浪状的现象，增加了裂缝产生的风险。

1.3 环境因素

(1) 温度变化引起的热胀冷缩裂缝。温度变化是导致桥梁裂缝产生的一个重要环境因素。由于混凝土的热胀冷缩特性，当环境温度发生变化时，混凝土内部会产生应力。如果这种应力超过了混凝土的抗拉强度，就会导致裂缝的产生。特别是在极端气候条件下，如夏季高温和冬季严寒，温度变化对桥梁裂缝的影响更为显著。

(2) 冻胀作用导致的裂缝。在寒冷地区，冻胀作用是导致桥梁裂缝产生的另一个重要因素。当混凝土中的水分结冰时，其体积会膨胀，从而对周围的混凝土产生压力。这种压力如果超过了混凝土的抗压强度，就会导致裂缝的产生。特别是在冬季施工过程中，如果防冻措施不当，就可能导致混凝土在硬化过程中受到冻胀作用的影响而产生裂缝。(3) 基础不均匀沉降或水平方向位移引起的裂缝。基础不均匀沉降或水平方向位移也可能导致桥梁裂缝的产生。如果桥梁的基础处理不当或地基条件较差，就可能导致基础发生不均匀沉降或水平方向位

移。这种变形会传递到桥梁结构上，从而产生附加应力和变形，增加了裂缝产生的风险。

1.4 荷载因素

(1) 常规静荷载、动荷载及次应力作用下的荷载裂缝。桥梁在使用过程中会承受各种荷载作用，包括常规静荷载（如桥梁自重、桥面铺装层及附属设施的重量等）、动荷载（如车辆荷载、人群荷载、风荷载等）以及次应力作用（如结构形状突变、施工误差等引起的附加应力）。这些荷载作用下的应力和变形如果超过了桥梁结构的承载能力或变形限制，就会导致裂缝的产生。特别是动荷载作用下，由于荷载的瞬时性和冲击性，可能导致桥梁结构产生更大的应力和变形，从而增加了裂缝产生的风险。(2) 超载运输、车辆撞击等恶劣自然现象对桥梁结构的损害。超载运输是指车辆超过桥梁设计承载能力进行运输的行为。这种行为会显著增加桥梁结构的应力和变形，从而加速桥梁的老化和损伤。特别是当超载车辆频繁通过桥梁时，会导致桥梁结构产生疲劳损伤，进而引发裂缝。车辆撞击则是指车辆因失控或故障等原因与桥梁结构发生碰撞的事件。这种碰撞可能产生巨大的冲击力，导致桥梁结构局部或整体破坏，从而产生严重的裂缝甚至结构坍塌。除了超载运输和车辆撞击外，地震、洪水等自然灾害也可能对桥梁结构造成损害，导致裂缝的产生。

2 桥梁裂缝的类型与识别

2.1 裂缝的分类

2.1.1 根据裂缝的深度和位置分类

(1) 贯通裂缝：这种裂缝贯穿桥梁结构截面，可能严重影响桥梁的承载力和稳定性。贯通裂缝的形成往往与严重的结构应力或材料缺陷有关，需要及时检测和修复。(2) 表面裂缝：仅局限于桥梁结构表层，不涉及内部结构。虽然表面裂缝对桥梁整体承载力的影响相对较小，但长期存在可能导致结构耐久性的降低。因此，对表面裂缝的监测和维护同样重要。

2.1.2 根据裂缝的形成原因分类

(1) 构造性裂缝：由于桥梁结构设计、材料选择或施工工艺等因素导致的裂缝。这些裂缝通常具有规律性和可预测性，如沿钢筋布置方向的裂缝、构件交接处的裂缝等。(2) 随机裂缝：由于外部荷载变化、环境因素等随机因素导致的裂缝。这类裂缝的形成往往具有突发性和不可预测性，如车辆超载引起的裂缝、地震导致的裂缝等^[2]。

2.1.3 根据裂缝的方向分类

(1) 斜裂：裂缝方向与桥梁结构主应力方向斜交，

可能表明结构内部存在剪切应力。斜裂的出现往往与桥梁的弯矩和剪力作用有关。(2) 横裂：裂缝垂直于桥梁结构长度方向，通常与桥梁的弯曲应力有关。横裂的出现可能意味着桥梁结构在承受荷载时发生了过度的弯曲变形。(3) 竖裂：裂缝沿桥梁结构高度方向延伸，可能由于纵向应力或温度应力引起。竖裂的出现可能表明桥梁结构在纵向方向上存在较大的应力集中。

2.2 裂缝的识别方法

(1) 肉眼观察与测量。肉眼观察是裂缝识别的初步手段，通过观察裂缝的形态、分布和宽度等信息，可以初步判断裂缝的类型和严重程度。同时，使用裂缝测宽仪等工具进行精确测量，可以获取裂缝的宽度、深度等关键参数，为后续的评估和修复提供依据。(2) 使用专业设备检测。为了更深入地了解裂缝的内部结构和性质，可以使用超声波探伤仪、雷达扫描等无损检测设备进行检测。这些设备能够穿透桥梁结构表层，对裂缝的内部结构进行精确扫描和分析，为裂缝的成因分析和修复方案制定提供有力支持。(3) 结合施工记录与桥梁使用情况分析。在裂缝识别过程中，还应充分考虑桥梁的施工记录和使用情况。通过分析桥梁的施工过程、材料选用、荷载分布以及日常维护记录等信息，可以追溯裂缝的形成过程，进一步确认裂缝的成因和性质。同时，结合桥梁的实际情况制定针对性的维护和修复

3 桥梁裂缝的防治措施

3.1 加强温度控制

温度变化是导致桥梁裂缝产生的主要原因之一。由于混凝土的热膨胀系数较大，当温度发生变化时，混凝土内部会产生较大的应力，从而引发裂缝。因此，加强温度控制是预防桥梁裂缝的关键措施。(1) 改善骨料配置，增加添加剂。改善骨料的配置，如选用低吸水性、低热膨胀系数的骨料，并适当增加细骨料和粗骨料的比例，可以降低混凝土的热膨胀系数。此外，在混凝土中加入适量的添加剂，如缓凝剂、减水剂、引气剂等，可以显著改善混凝土的工作性能和耐久性，降低温度裂缝的产生风险。(2) 洒水冷却碎石。在混凝土拌和过程中，对碎石进行洒水冷却可以有效降低混凝土的浇注温度。这是因为碎石在拌和过程中会吸收一定的热量，导致混凝土温度升高。通过洒水冷却碎石，可以带走碎石表面的热量，从而降低混凝土的浇注温度，减少温度裂缝的产生^[3]。(3) 减少浇注厚度。在夏季高温施工时，为了减少混凝土的内外温差，可以适当减少浇注厚度。这样可以增加混凝土的散热面积，加快热量的散发速度，从而降低温度裂缝的产生风险。同时，分段施工和

跳仓浇筑等方法也可以有效减小单次浇注的混凝土量,降低温度应力。

3.2 优化施工工艺

施工工艺的优劣直接影响到混凝土的质量和桥梁结构的性能。因此,优化施工工艺是预防桥梁裂缝的重要措施之一。(1)严格控制混凝土施工配合比。混凝土的施工配合比直接影响到混凝土的性能和质量。因此,在混凝土施工过程中,应严格控制混凝土的配合比,确保水灰比和水泥用量合理。水灰比过大或过小都会导致混凝土的抗裂性能降低。水泥用量过多会增加混凝土的水化热,导致温度裂缝的产生。因此,应根据具体情况,合理调整混凝土的配合比,以提高混凝土的抗裂性能。

(2)加强基础处理。桥梁基础的不均匀沉降是导致桥梁裂缝的重要原因之一。因此,在桥梁施工前,应对基础进行认真处理,确保基础的稳定性和承载能力。对于软弱地基,应采取加固措施,如桩基、地下连续墙等,以提高基础的承载能力。同时,在桥梁施工过程中,应合理布置支架,避免支架刚度不足或布置不当导致的桥梁结构变形和裂缝的产生。(3)提高模板刚度。模板的刚度对混凝土浇筑过程中的形状和尺寸稳定性至关重要。模板刚度不足容易导致浇筑过程中模板变形,进而引发裂缝。因此,在桥梁施工中,应选用刚度足够的模板,并采取有效的支撑措施以提高模板的刚度和稳定性。同时,在浇筑前应对模板进行检查和维护,确保模板表面光滑、无损伤、无变形等问题。

3.3 加强混凝土养护

混凝土养护是确保混凝土质量和性能的重要环节。良好的养护可以显著降低混凝土产生裂缝的风险。(1)早期养护。混凝土浇筑完成后,应立即进行早期养护。早期养护的主要目的是减缓混凝土中水分的蒸发速度,防止混凝土表面因干燥过快而产生裂缝。可以采用覆盖保湿材料、喷洒养护剂等方法进行早期养护。养护时间应根据具体情况确定,一般不少于7天。(2)高温养护。在高温环境下施工时,混凝土的水分蒸发速度会加快,容易导致温度裂缝的产生。因此,在高温下施工时,应增加浇水养护的频率,确保混凝土表面保持湿润状态。同时,可以采用遮阳棚、冷却水喷淋等措施降低施工环境温度,减缓混凝土中水分的蒸发速度。(3)塑性收缩裂缝养护。塑性收缩裂缝是由于混凝土在硬化初期表面水分蒸发过快而产生的裂缝。这类裂缝通常出现

在混凝土表面,形状不规则,长度和宽度较小。对于塑性收缩裂缝,可以采用覆盖保湿材料、喷洒养护剂等方法进行养护,以减少裂缝的扩展和数量。同时,在混凝土搅拌过程中可以添加适量的抗裂剂或引气剂,提高混凝土的抗裂性能^[4]。

3.4 结构加固与裂缝修补

对于已经产生的桥梁裂缝,应根据裂缝的严重程度和性质采取相应的结构加固与裂缝修补措施。(1)裂缝修补。对于宽度较小、数量较少的裂缝,可以采用灌浆法、嵌缝法等方法进行修补。灌浆法是将修补材料(如环氧树脂、水泥浆等)注入裂缝内部,填满裂缝并固化,从而提高裂缝的抗拉强度和耐久性。嵌缝法是将修补材料填充到裂缝表面,形成一条与裂缝形状相符的修补带,以增强裂缝表面的强度和稳定性。(2)结构加固。对于严重影响桥梁结构性能的裂缝,如贯通裂缝、严重剥落裂缝等,需要采用结构加固法进行处理。结构加固的主要目的是提高桥梁结构的承载能力、刚度和稳定性,从而确保桥梁的安全运营。常用的结构加固方法包括粘贴碳纤维布、增设钢筋网片、加大截面法等。这些方法可以根据具体情况单独或组合使用,以达到最佳的加固效果。

结束语

综上所述,桥梁裂缝问题在桥梁施工中占据着举足轻重的地位,其成因复杂,需从多方面综合施策。通过加强材料选用、优化设计方案、规范施工流程及强化后期维护,我们能有效缓解裂缝问题,确保桥梁的安全性与耐久性。展望未来,随着新技术、新材料的应用,以及工程实践的积累,我们将不断探索更高效的裂缝防控手段,为桥梁工程的稳健发展贡献力量,守护人民出行的安全。

参考文献

- [1]赵一飞.桥梁混凝土施工技术 with 裂缝预防措施[J].黑龙江交通科技,2023,(12):121-122.
- [2]曹洪梅.桥梁施工中混凝土裂缝成因以及应对措施探讨[J].城市建设理论研究,2023,(15):149-150.
- [3]孙喆.桥梁施工中裂缝问题的预防策略探讨[J].四川建材,2023,(07):76-77.
- [4]杨发启.桥梁施工中裂缝问题的预防策略研究[J].建筑科学,2024,(10):104-105.