

路桥工程施工中混凝土裂缝成因及控制措施探讨

张向伟

中交一公局集团有限公司海外事业部

摘要：路桥工程，通常指的是公路与桥梁工程，其涉及：勘察、设计、施工、养护、管理、运维等工作。在当前路桥工程项目中，一般都会涉及大量的混凝土结构施工，但混凝土在诸多因素的影响下，易产生裂缝，若预防控制不当，会进一步影响路桥工程施工的整体质量。因此，本文在对路桥工程施工中混凝土裂缝类型及危害进行概述的基础上，然后结合混凝土裂缝产生的相关成因，提出具体控制措施，希望以此全面提高路桥工程施工的质量水平。

关键词：路桥工程；混凝土裂缝问题；类型；危害；成因；控制措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.21.052

近些年来，随着社会经济的稳步发展，我国路桥工程建设事业呈现了较为快速的发展态势。值得注意的是，在路桥工程项目建设期间，施工是非常重要的一个环节，为了提高施工质量，则需把控好施工细节，减少相关施工质量隐患问题的发生。比如，从路桥工程施工现状来看，存在较多的施工裂缝质量隐患问题，在混凝土裂缝发生的情况下，会产生较多的危害，如使桥梁稳定性受到影响，使混凝土结构稳定性受到破坏，并增加养护成本等^[1]。由此可见，为了使混凝土裂缝得到有效预防控制，提高路桥工程施工的整体质量水平，本文针对“路桥工程施工中混凝土裂缝成因及控制措施”展开分析探讨价值意义显著。

一、路桥工程施工混凝土裂缝类型及危害

（一）类型

路桥工程施工是一项系统化的工作，从其施工混凝土裂缝类型层面分析，总体可分为结构性裂缝与非结构性裂缝两大类，即：

（1）结构性裂缝。在路桥工程施工中，结构性裂缝较为常见，当路桥工程项目主体结构承受的压力比钢筋混凝土承受的最大压力更大的情况下，便会使钢筋混凝土结构遭遇破坏，进而使结构裂缝产生。与此同时，倘若结构裂缝问题严重，则会导致钢筋混凝土结构不能承受车辆通行过程形成的压力，在损坏钢筋混凝土内部结构的基础上，致使道路开裂，进而容易增加交通安全事故发生概率。

（2）非结构性裂缝。除结构性裂缝之外，路桥工程施工产生的裂缝，均可称之为非结构性裂缝，如因压实、冷缩、风化、溶蚀等因素影响产生的混凝土裂缝，便属于非结构性裂缝^[2]。值得注意的是，此类裂缝产生的原因复杂多样，且与结构性裂缝之间存在较大程度的差异。通常，非结构性混凝土裂缝细微，较难发现，但在长期外力作用影响情况下，易使路桥工程结构功能受

损，进而使路桥工程项目投入运行后的稳定性及安全性。

（二）混凝土裂缝危害

路桥工程施工混凝土裂缝产生的危害较多，主要体现在以下方面，即：

（1）使桥梁的稳定性受到影响。在气候环境因素影响下，比如风沙气候、雨雪天气等，易使路桥结构表面裂缝发展至结构内部当中，在未能及时查找及处理的情况下，便会使桥梁的稳定性受到影响。比如，在路桥工程施工中，地基属于其中主要构成部分，桥梁的稳定性对地基结构的依赖程度很高，但若地基内部存在混凝土裂缝质量隐患，则会导致路桥工程施工质量难以得到保证，并使路桥外部美观受到影响等。

（2）使混凝土结构的稳定性受到破坏。对于路桥工程项目基础来说，主要为钢筋与混凝土。而对于施工裂缝来说，通常在重力与压力共同作用下，加上载荷压力影响，进一步易致使桥梁精神结构钝化膜受到腐蚀影响。除此之外，在施工裂缝发生未能及时有效处理的情况下，会导致混凝土结构的稳定性受到破坏，进而影响路桥工程项目运行的可靠性及安全性。

（3）使养护成本增加。路桥工程施工混凝土裂缝出现，在未能有效处理的情况下，会严重影响路桥工程运行的可靠性及安全性。在施工混凝土裂缝隐患越来越严重的情况下，则会进一步增加后续养护成本^[3]。比如，在施工混凝土裂缝出现，未能及时有效处理的情况下，导致钢筋长时间暴露在外部环境当中，当钢筋材料和空气密切接触，便会造成钢筋腐蚀，从而导致路桥工程项目投入运行的寿命周期缩短，且使后续养护成本大大增加。

二、路桥工程施工中混凝土裂缝产生的相关成因分析

在路桥工程施工中，混凝土裂缝并非单方面的因素影响而形成，往往存在较多的因素影响，在产生裂缝的情况下，影响路桥工程施工的质量及运行的安全性。结合实践工作经验而言，路桥工程施工混凝土裂缝产生的主要成因如下：

（一）设计因素影响

对于混凝土极限拉伸应变能力来说，会在很大程度上受到混凝土结构设计的影响。若混凝土结构发生变形，则会在相关约束力影响下，使混凝土结构产生变形。如果混凝土结构变形形成的约束力比混凝土自身极限拉伸值更高，便易产生混凝土裂缝。与此同时，基于具体施工层面分析，在混凝土温度膨胀系数、内外温差影响下，便会导致混凝土结构变形严重程度加剧。并且，在水泥产生水化热反应的情况下，会导致混凝土内

部形成相应的温度差,导致混凝土构件的截面各点产生不同程度的温度变形以及收缩变形现象,进一步导致连续介质各点之间的内约束力形成^[4]。值得注意的是,因混凝土结构变形形成的自约束力高于混凝土结构抗拉强度的情况下,便易导致混凝土表面出现开裂质量隐患问题。此外,相关施工方对混凝土结构和混凝土抗拉强度两者关系未能全面掌握,在混凝土结构设计缺乏合理性的情况下,易导致混凝土承受偏高的作用力,进而导致施工裂缝质量隐患问题产生,使施工的质量及安全性难以得到有效保证。

(二) 外界环境温度变化因素影响

在受到外界环境温度变化影响下,会导致路桥工程混凝土产生相应的裂缝。比如,若外界温度提升,混凝土浇筑过程温度也会随之提升,在此基础上,倘若外界环境温度突然降低,且受到和脑钠肽自身降温、散热等影响,则会导致混凝土内部温度和混凝土外部温度之间产生较大的温差,在形成很高的温度应力的情况下,易导致混凝土开裂,进而使混凝土结构的稳定性及安全性受到影响。并且,如果施工单位未能对施工现场环境温度变化充分了解,从而在温差变化很大的时间段进行施工作业,便会导致混凝土在外界环境温度影响下出现开裂质量隐患问题^[5]。此外,当路桥工程项目投入运行后,受到气候环境影响,比如相关地区冬季温度偏低,在路桥混凝土内部水分凝结成冰的情况下,会导致混凝土内部结构受到挤压,在混凝土体积发生膨胀的情况下,便会导致裂缝质量隐患加剧,进而影响路桥正常运行,增加养护成本与时间,不利于路桥工程建设经济效益及社会效益的提升。

(三) 混凝土水化热反应因素影响

在路桥工程施工过程中,混凝土是主要的原材料,在混凝土原材料性质影响下,受混凝土硬化成型影响,会使其内部产生相应的水化热反应,使较大的热量产生。与此同时,混凝土内部结构存在比较封闭的特点,其热量很难及时向外部散发,在混凝土内部热量不断增加的情况下,会导致混凝土内部温度持续升高,进而使相应的拉应力形成。在此基础上,若混凝土未能完全硬化,则整体抗拉强度会存在一定限制。如果水化热形成的拉应力比混凝土自身的抗拉强度大,则会产生混凝土表面裂缝。若水泥内部温度逐渐降低,会导致混凝土降温收缩变形的拉应力增强,在未能合理处理的情况下,会导致温度裂缝变得更加严重。由此可见,路桥工程施工裂缝会在很大程度上受到混凝土水化热反应因素的影响。此外,受水泥水化热影响产生的施工裂缝,和单位体积的水泥用量、应用的水泥品类、混凝土体积、截面尺寸等密切相关;在单位体积的水泥用量越多的情况下,会导致混凝土水化热反应越剧烈,从而导致混凝土内部快速升温,进一步加剧施工混凝土裂缝质量隐患问题的出现^[6]。

(四) 混凝土收缩变形因素影响

在路桥工程施工裂缝中,混凝土收缩变形所致的收

缩性裂缝较为常见,此类裂缝的出现和温度、水分等因素密切相关。值得注意的是,混凝土收缩裂缝类型主要包括:

干燥收缩裂缝。此类裂缝为混凝土内部的毛细孔与凝胶孔当中的吸附水在相关因素影响下受到蒸发,导致混凝土体积收缩,进一步形成比混凝土抗拉强度大的收缩应力,进而导致混凝土开裂的一种裂缝。

自由收缩裂缝。当处于混凝土中的水和水泥产生相应的化学反应的情况下,便会形成自由收缩裂缝。即在水和水泥产生化学反应的情况下,导致混凝土产生收缩,在形成收缩应力的情况下,使混凝土结构产生正向变形,或者负向变形。

塑性收缩裂缝。对于此类裂缝来说,在形成机理方面,和干燥收缩裂缝比较类似,指的是养护环节在混凝土表面产生的一种裂缝^[7]。比如,处于干燥空气环节当中,在混凝土表面与内部水分快速蒸发的情况下,会导致整体混凝土体积收缩速度加快,在混凝土表面开裂的情况下,使混凝土的耐久性、抗渗性、承压能力减弱。

温降收缩裂缝。此类裂缝指的是在温度突然降低的情况下而产生的收缩裂缝。对于混凝土来说,其热胀冷缩特点非常明显,在混凝土当中的水泥水化热反应完成之后,考虑到混凝土内外温度能够维持一致,混凝土内部热量慢慢减少,混凝土体积受到温度下降影响会发生收缩,进而使收缩应力产生,注重形成温降收缩裂缝。

三、路桥工程施工中混凝土裂缝具体控制措施分析

为预防控制施工混凝土裂缝质量隐患问题,提高路桥工程施工质量,则有必要实施混凝土裂缝控制措施,具体而言主要控制措施包括:

(一) 优化混凝土原材料配比设计

在路桥工程施工过程中,为控制施工裂缝的发生,需优化混凝土原材料配比设计。即在合理选用混凝土原材料的基础上,由施工单位对原材料进行合理科学配比,确保能够将与路桥工程施工要求相符的混凝土材料制备出来^[8]。基于配比设计过程中,需对潜在的混凝土裂缝质量隐患问题充分考虑,以精密计算、试配为基础,对混凝土的配合比加以确定,进一步落实有效对策,使水泥使用量得到有效控制,使由于水泥水化热形成的混凝土内外温度差得到有效缩小,然后针对制备好的混凝土材料展开强度测试,保证混凝土强度与工程设计要求相符,以此使施工裂缝的发生得到有效预防控制。

(二) 做好施工现场管理,控制外界环境温度变化

为了使路桥工程施工裂缝的发生得到有效预防控制,还有必要做好施工现场管理工作,对外界环境温度变化合理控制。一方面,施工单位需对路桥工程施工项目的具体情况加深了解,以施工现场环境、施工条件为依据,对混凝土浇筑的性能指标加以确定,同时落实相关施工工艺技术、质量控制标准等,确保混凝土浇筑方案的完整性,保证混凝土施工作业能够顺利、有序进行。基于施工准备期间,施工单位需对施工人员、施工

设备配置及运行情况全面掌控,做好施工技术交底作业。另一方面,基于具体施工期间,施工单位需对出机温度、混凝土浇筑温度进行合理控制,选取温度适合的施工时间段,使外界环境温度与混凝土浇筑温度温差得到有效缩小,进一步利用有效对策,比如保温对策、降温对策等,对混凝土浇筑温度进行合理调节,使混凝土裂缝质量隐患问题的发生得到有效预防控制^[9]。此外,施工单位方面需做好管理人员工作安排,加强对施工现场监督管理,确保施工人员能够按照规范要求做好混凝土浇筑工作,禁止随意使用水泥、随意加减用水量等施工行为,确保施工人员施工技术操作严谨、到位,确保混凝土现场浇筑质量合格,倘若出现混凝土性能、强度与设计要求不相符的情况,需及时重新进行浇筑操作,以此确保混凝土浇筑的质量,进而达到预防控制施工裂缝质量隐患问题发生的效果。

(三) 合理选材,有效控制混凝土水化热反应

对于混凝土原材料来说,其性能会对混凝土成型之后的使用性能、强度产生较大程度的影响。考虑到混凝土裂缝预防控制效果能够得到有效保证,需做到合理选材。从混凝土原材料层面分析,主要包括:①水泥;②粗细骨料;③活性混合材料;④外加剂等。从水泥材料来看,其性能对水化过程的水化热反应剧烈程度起到了决定性的作用;水化热反应越剧烈,则混凝土内部温度上升速度越快,进而形成的收缩应力越大,进而更易引发温差裂缝质量隐患问题。所以对于施工单位,需选用低热矿渣硅酸盐水泥,此类水泥的强度比较大,颗粒比较粗,水化热比较低,能够对水化热的形成起到有效抑制作用,进而裂缝的产生得到有效预防控制。对于粗骨料来说,适宜采取细度模数的粗细骨料,使水泥用量减少,在节约拌和用水量的基础上,使水泥的水化热反应得到有效控制,并使混凝土的结构得到有效优化,进一步使混凝土的防裂性能得到有效提高。在活性混合材料方面,为混凝土制备必不可少的掺合料,可将部分水泥代替,使水泥使用量减少,并达到增强混凝土相关性能的作用,可选用粒径比较小的粉煤灰材料,由于此类材料的质地致密,且表面光滑,吸水性比较弱,能够容易置入混凝土中各颗粒的孔隙当中,使混凝土更加密实,进一步达到加固混凝土内部结构的作用,并在混凝土制备需求量减少的基础上,达到预防控制水化热反应发生的作用^[10]。此外,在外加剂方面,可合理应用减水剂,在确保混凝土强度达标的基础上,使水泥、水的用量减少,进而使水泥水化热产生的温度峰值得到有效降低;还可以合理使用膨胀剂,使混凝土内部各应力处于平衡状态,进而预防控制混凝土裂缝质量隐患问题的发生。

(四) 加强混凝土浇筑后保温养护,防控混凝土收缩裂缝

基于路桥工程混凝土施工过程中,在混凝土浇筑作业完成之后,需做好相应的保温养护作业,以此确保混凝土裂缝的发生得到有效预防控制。一方面,对于施工单位工作人员来说,需对混凝土内外部温度进行合理控

制,并以具体情况为依据,通过有效保温、降温处理对策,使混凝土表面的温降梯度得到有效减少,并使混凝土将自身内外部热量散去,进一步预防控制混凝土裂缝质量隐患问题的发生。另一方面,基于混凝土浇筑作业完成之后,施工人员需及时展开打磨打光处理,使混凝土表面塑性裂缝的发生得到有效控制^[11-12]。此外,还可以合理利用塑料薄膜或废弃棉被覆盖、混凝土表面洒水等方式,达到保温、保湿的作用,在混凝土温、湿度得到有效控制的基础上,使混凝土干燥裂缝、温差裂缝等收缩裂缝得到有效防控。

结语

综上所述,路桥工程施工混凝土裂缝包括结构性裂缝与非结构性裂缝,施工混凝土裂缝的危害较多,比如影响桥梁稳定性、破坏混凝土结构、增加养护成本等。与此同时,路桥工程施工混凝土裂缝成因较多,因此需对混凝土原材料配比水加以优化,做好施工现场管理,控制外界环境温度变化;并做到合理选材,使混凝土水化热反应得到有效控制。此外,通过混凝土浇筑后保温养护干预的加强等,使路桥工程施工混凝土裂缝质量隐患问题得到有效预防控制,进一步提升路桥工程施工质量,并为路桥工程建设事业的稳步、可持续发展提供有效技术保障支持。

参考文献

- [1]王永建,王杰.浅谈桥梁工程砼施工裂缝成因与控制[J].城镇建设,2020(7):153.
- [2]文怀龙.试论道路桥梁设计施工中裂缝成因及控制[J].装饰装修天地,2017(5):213.
- [3]聂云鹏.道路桥梁施工技术及其裂缝成因[J].建筑·建材·装饰,2022(15):28-30.
- [4]姚庚.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因及控制[J].砖瓦世界,2021(15):259,262.
- [5]苗永强.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因及策略[J].运输经理世界,2021(33):103-105.
- [6]杨龙翔.道路桥梁施工中的裂缝成因及预防措施[J].运输经理世界,2021(19):148-150.
- [7]李鹏.道路桥梁施工中的裂缝成因及预防对策分析[J].运输经理世界,2020(17):60-61.
- [8]刘凌涛.路桥工程施工中裂缝成因及处理措施探讨[J].建筑工程技术与设计,2021(6):1254.
- [9]王昱.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因及控制措施[J].工程技术研究,2021,6(11):157-158.
- [10]谢建军.试论道路桥梁设计施工中裂缝成因及控制[J].装饰装修天地,2019(18):339,341.
- [11]张楠,韩申.浅谈我国路桥工程施工中混凝土裂缝成因及控制措施[J].建筑工程技术与设计,2019(1):1275.
- [12]陈帮然.道路桥梁施工中混凝土裂缝成因分析及应对措施[J].工程建设与设计,2018(17):185-187.