

道路桥梁混凝土施工及裂缝控制施工工艺

高湘芸

山西路桥第六工程有限公司 山西 晋中 030600

摘要: 道路桥梁混凝土施工是交通基础设施建设的关键环节,其质量直接关系到道路桥梁的安全性和耐久性。本文重点探讨了道路桥梁混凝土施工及裂缝控制施工工艺,包括优化混凝土材料配比、加强施工过程中的温度与湿度控制、合理选择施工方法和顺序等预防措施,以及裂缝修补技术和养护与保护措施。通过实施科学的施工工艺,可以有效预防和控制混凝土裂缝的产生,提高道路桥梁的整体质量和使用寿命,为交通运输的安全和顺畅提供有力保障。

关键词: 道路桥梁;混凝土施工;裂缝成因;措施

1 道路桥梁混凝土施工的重要性

道路桥梁混凝土施工的重要性不言而喻,它是确保交通基础设施安全、稳定和耐用的关键环节。混凝土作为道路桥梁工程中最主要的建筑材料之一,其施工质量直接关系到整个工程项目的品质和使用寿命。优质的混凝土施工不仅能够提升道路的承载能力,减少路面破损和桥梁结构变形,还能有效抵抗自然环境中的风雨侵蚀、温度变化等不利因素,延长道路桥梁的使用寿命。在混凝土施工过程中,合理的配合比设计、严格的施工工艺控制以及科学的养护措施都是保证工程质量的重要因素。通过精确的混凝土配比,可以实现材料的优化利用,提高混凝土的强度和耐久性。而严格的施工工艺控制则能确保混凝土浇筑、振捣、抹面等各个环节的质量,避免出现空洞、裂缝等质量问题。科学的养护措施也是混凝土施工不可或缺的一环,它有助于混凝土强度的进一步发展,减少早期裂缝的产生,从而确保道路桥梁的整体稳定性和安全性。道路桥梁混凝土施工的重要性不仅体现在对工程质量的直接贡献上,更关系到人民群众的生命财产安全和社会的长远发展。

2 道路桥梁混凝土施工技术

2.1 混凝土材料选择

在道路桥梁混凝土施工中,材料的选择是基础且至关重要的环节。混凝土由水泥、骨料(砂、石)、水以及根据需要添加的外加剂组成,每一种材料的质量和配比都直接影响到混凝土的最终性能。作为混凝土中的胶凝材料,水泥的选择需考虑其强度等级、初终凝时间、安定性等特性^[1]。高强度等级的水泥能提升混凝土的抗压强度,但也可能导致混凝土收缩增大,因此需根据工程需求合理选择。确保水泥的安定性良好,避免使用过期或受潮的水泥,以防混凝土后期出现膨胀开裂。骨料分为粗骨料(石子)和细骨料(砂)。粗骨料的大小、

形状和级配对混凝土的强度、工作性和耐久性有显著影响。细骨料则主要影响混凝土的和易性和密实性。选择骨料时,应确保其清洁、无杂质,并符合设计要求的粒径分布,以优化混凝土的力学性能。水质的好坏直接影响混凝土的拌合物性能和硬化后的耐久性,应使用干净、无有害物质的饮用水或经过适当处理的工业用水,避免使用含有过多盐分、油脂或其他污染物的水源。根据工程需要,可添加减水剂、缓凝剂、早强剂、引气剂等外加剂,以改善混凝土的工作性、提高强度、调节凝结时间或增强耐久性。外加剂的选择和使用需严格遵循相关标准和规范,确保与混凝土其他组分相容。

2.2 混凝土施工流程

道路桥梁混凝土施工流程大致包括准备阶段、拌合、运输、浇筑、振捣、抹面、养护等几个关键步骤。

(1) 准备阶段:包括施工场地的清理、模板的搭建与检查、钢筋的绑扎与定位等。模板需确保尺寸准确、位置正确、支撑稳固,钢筋则需按设计图纸准确布置,保证结构的整体性和稳定性。(2) 拌合:根据设计配比,将水泥、骨料、水及外加剂按比例投入搅拌机中,充分拌合至均匀一致。拌合过程中需控制搅拌时间和转速,确保混凝土拌合物具有良好的工作性。(3) 运输:拌合好的混凝土应及时运至施工现场,运输过程中应采取措施防止混凝土分层、离析和初凝。(4) 浇筑:浇筑前,需检查模板、钢筋及预埋件的安装情况,确保无误后,按一定顺序和速度进行浇筑,避免产生冷缝。(5) 振捣:振捣是确保混凝土密实的关键步骤,通过机械或人工振捣,排除混凝土中的气泡和多余水分,提高混凝土的密实度和强度。(6) 抹面:浇筑完成后,对混凝土表面进行抹平处理,以消除表面缺陷,提高美观度和耐久性。(7) 养护:养护是混凝土施工的最后一步,也是保证混凝土强度发展和耐久性的重要措施。根据气候条件,采

取覆盖保湿、洒水养护或喷涂养护剂等方法，确保混凝土在硬化过程中保持适宜的水分和温度条件。

2.3 施工质量控制

施工质量控制是确保道路桥梁混凝土施工质量的关键。这包括原材料的质量控制、施工过程的监控以及成品的检验与评估。首先所有进入施工现场的原材料均需经过严格检验，确保其符合设计要求和相关标准。通过现场巡视、旁站监督、抽样检测等手段，对混凝土拌合、运输、浇筑、振捣、抹面、养护等各个环节进行实时监控，确保施工操作符合规范。施工完成后，对混凝土进行强度测试、外观检查、裂缝检测等，评估其是否满足设计要求。对于发现的问题，应及时采取措施进行整改，确保工程质量。

3 道路桥梁混凝土裂缝产生的原因分析

3.1 荷载引起的裂缝

荷载引起的裂缝是道路桥梁混凝土裂缝中最常见的一种类型。这类裂缝主要分为直接应力裂缝和次应力裂缝。直接应力裂缝往往源于设计计算阶段的不当处理，比如结构计算不准确、受力假设偏离实际以及安全系数选取不当等。设计阶段，若构件尺寸设定不合理、钢筋配置位置失当或配筋比例偏低，将导致桥梁结构局部荷载承载能力下降，从而在桥梁建成后加载时产生裂缝^[2]。施工环节中，若施工设备、材料的堆放未受限制，施工过程如翻身、起吊、运输、安装等随意进行，或施工未按设计图纸严格执行，擅自变更施工顺序，均可能使桥梁结构局部荷载超出设计范围，进而产生裂缝。次应力裂缝则是由外部荷载诱发的次生应力所致，这类裂缝主要表现为张拉、劈裂、剪切等形式。设计上，若结构突变处理不当，例如转角未采用圆角或倒角设计，未增加构造配筋等，均易导致次应力裂缝的出现。在使用阶段，若桥梁承受超过设计荷载的重型车辆通行，受到车辆、船舶的碰撞，或遭遇地震、爆炸等自然灾害，同样可能引发结构次应力裂缝的产生。

3.2 温度变化引起的裂缝

混凝土具有热膨胀冷缩的特性，在外部环境或内部温度波动时，会发生相应的形变。一旦这种形变受到制约，就会在结构内部产生应力。当这些应力超越了混凝土的抗拉强度极限，温度裂缝便会产生。造成温度变化的几大要素包括年温差、日照强度、温度的急剧下降、水化热反应、蒸汽养护过程以及冬季施工措施的不当运用等。年温差主要对桥梁结构的纵向位移产生影响，尽管这种变化相对缓慢，但其持续存在。当桥梁的纵向位移受到外部限制而不能自由调节时，会在一定程度上诱

发温度应力的产生，进而导致温度裂缝的形成。由于太阳照射角度和范围的不同，混凝土桥梁结构的不同部位所受热辐射程度不一，特别是主梁、桥墩侧面和桥面板等直接受暴晒部位，温度会比其他部位显著升高，这种由日照引起的温差也会引发温度裂缝。另一方面，雨雪冰冻天气会导致桥梁表面温度急剧下降，从而在混凝土结构内部与外部之间形成温度梯度，这也可能成为桥面裂缝产生的原因之一。在进行大体积混凝土浇筑时，水泥的水化反应会产生大量热量，且由于体积庞大，热量不易散失，使得结构内部温度迅速上升，而混凝土表面散热相对较快，内部与外部之间的温度差异增大，也会导致裂缝的出现。

3.3 收缩引起的裂缝

混凝土在硬化过程中会发生体积收缩，这是混凝土材料本身的特性。收缩引起的裂缝是道路桥梁混凝土裂缝中较为常见的一种类型。影响混凝土收缩裂缝的主要因素有水泥品种、标号及用量、骨料品种、水灰比、外掺剂、养护方法、外界环境、振捣方式及时间等。混凝土收缩主要分为塑性收缩、缩水收缩（干缩）、自生收缩和炭化收缩。塑性收缩发生在混凝土浇筑后的初凝阶段，此时水泥水化反应剧烈，放出大量热量，同时混凝土失水导致体积收缩。缩水收缩则发生在混凝土硬化后，随着水分的蒸发，混凝土体积逐渐减小。自生收缩是混凝土在密封条件下，由于水泥水化反应消耗水分而引起的体积减小。炭化收缩则是混凝土在二氧化碳的作用下，发生碳化反应，导致体积减小^[3]。

3.4 其他因素引起的裂缝

除了荷载、温度变化和收缩外，还有一些其他因素也可能导致道路桥梁混凝土裂缝的产生。（1）地基形变问题：地基在竖向不均匀沉降或水平位移过程中，会向结构施加额外的应力，一旦这些应力超出了混凝土结构的抗拉极限，就会导致结构开裂。地基形变裂缝多见于钢筋上方和结构变化区域，并且往往发生在混凝土浇筑后的初期阶段。地基形变的主要原因包括地质勘察精确度不足、试验数据不准确、地基地质条件差异显著、结构荷载分布不均、基础类型差异大以及地基位于易于冻胀的土质区域等。（2）钢筋锈蚀现象：若混凝土质量不达标或保护层厚度不足，二氧化碳侵蚀会导致混凝土碳化至钢筋表面，从而降低钢筋周围混凝土的碱度。此外，氯化物的渗入也会增加钢筋周围氯离子的含量，这些因素均会破坏钢筋表面的氧化膜。随后，钢筋中的铁离子与混凝土中的氧气和水分发生锈蚀反应，生成的氢氧化铁体积比原铁离子体积增大2~4倍，对周围混凝土产

生膨胀应力,引发保护层混凝土开裂、剥落,并沿着钢筋纵向形成裂缝。(3)施工工艺与质量问题:在混凝土结构浇筑、构件制作、模具拆卸、运输、堆放、拼装及吊装等环节,如果施工工艺设计不合理或施工质量不达标,容易导致纵、横向等多种裂缝的产生,尤其是细长薄壁结构更容易受到此类问题的影响。

4 道路桥梁混凝土裂缝控制施工工艺

在道路桥梁建设中,混凝土裂缝是一个不容忽视的问题,它不仅影响结构的整体性和美观性,还可能对结构的安全性和耐久性造成潜在威胁。因此,采取有效的裂缝控制施工工艺至关重要。

4.1 裂缝预防措施

4.1.1 优化混凝土材料配比,提高混凝土抗裂性能

优化混凝土材料配比是预防裂缝的首要措施。通过调整水泥、骨料、水和外加剂的种类及用量,可以有效提高混凝土的抗裂性能。具体而言,应选用低热水泥或掺加适量粉煤灰等矿物掺合料,以降低水化热,减少混凝土因温度变化而产生的裂缝;应选用级配良好的骨料,并严格控制骨料的含泥量和含水量,以提高混凝土的密实性和抗裂性。合理添加外加剂,如减水剂、引气剂等,也能显著改善混凝土的工作性和抗裂性能。

4.1.2 加强施工过程中的温度控制和湿度控制

温度控制和湿度控制是预防混凝土裂缝的重要手段。在施工过程中,应密切关注环境温度和湿度的变化,并采取相应措施进行调整。例如,在高温季节施工时,可采取遮阳、洒水降温等措施,以降低混凝土表面的温度梯度;在低温季节施工时,则可采取保温措施,如搭设暖棚、覆盖保温材料等,以防止混凝土因受冻而产生裂缝。应保持施工环境的湿度适宜,避免混凝土因失水过快而产生干缩裂缝。

4.1.3 合理选择施工方法和施工顺序

施工方法和施工顺序的选择对预防混凝土裂缝同样至关重要。应根据工程特点、环境条件及材料性能等因素,合理选择施工方法,如分层浇筑、分段施工等,以减小混凝土的收缩变形和温度应力。应合理安排施工顺序,避免在混凝土强度未达到设计要求前进行下一道工序的施工,以防止因施工荷载过大而产生的裂缝。

4.2 裂缝修补技术

对于已产生的混凝土裂缝,应根据裂缝的宽度、深度及位置等因素,选择合适的修补技术进行处理。常见的裂缝修补技术包括表面修补法、注浆修补法和结构加固法等^[4]。表面修补法适用于宽度较小、深度较浅的裂缝,可通过涂抹水泥浆、环氧树脂等材料进行封闭处理;注浆修补法则适用于宽度较大、深度较深的裂缝,可通过注浆设备将修补材料注入裂缝内部,达到填充和加固的目的;结构加固法则适用于裂缝严重影响结构安全性的情况,需通过增加钢筋、粘贴碳纤维布等措施进行加固处理。

4.3 养护与保护措施

养护与保护措施是确保混凝土裂缝得到有效控制的关键环节。在混凝土浇筑完成后,应及时进行养护,如覆盖保湿、洒水养护等,以保持混凝土表面的湿润状态,促进混凝土的强度发展和水化反应的进行。应根据环境条件的变化,采取适当的保护措施,如搭设遮阳棚、覆盖保温材料等,以防止混凝土因受环境因素影响而产生裂缝。在混凝土达到设计强度后,应及时进行质量检验和评估,对于发现的问题应及时采取措施进行处理,以确保混凝土结构的整体性和耐久性。

结束语

道路桥梁混凝土施工及裂缝控制施工工艺对于确保工程质量至关重要。通过不断优化施工工艺,加强施工管理,可以有效预防和控制混凝土裂缝的产生,提高道路桥梁的耐久性和安全性。未来,随着技术的不断进步和创新,将继续探索更加高效、环保的施工方法,为交通基础设施的建设和发展贡献更多力量。

参考文献

- [1]何亚杰.道路桥梁施工中的裂缝成因及预防对策[J].中国物流与采购.2022(2):61-63.
- [2]洪凯.探究道路桥梁施工中的裂缝成因及预防对策[J].科技创新与应用.2020(25):132-133.
- [3]王征.道路桥梁混凝土施工及裂缝控制施工工艺[J].四川建材.2023.49(07):91-93+96.
- [4]王涛.道路桥梁工程中的混凝土施工及裂缝控制技术[J].工程技术研究.2022.7(08):79-81.DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2022.08.024.