

# 市政桥梁施工中混凝土裂缝的成因与防范对策

文 / 朱学刚 安徽联沁建设工程有限公司

**摘要：**市政桥梁是城市交通中的重点枢纽，市政桥梁施工质量的好坏直接关系到城市能否正常运行和人民群众出行的安全性。混凝土是桥梁施工过程中使用最普遍的一种材料，但是混凝土裂缝问题频发，已经成为了困扰工程发展的主要问题。这些裂缝在影响桥梁美观的同时也严重威胁着桥梁结构安全性与耐久性。深入地研究混凝土裂缝产生的原因，寻求行之有效的预防和解决措施，对于促进市政桥梁建设质量的提高和桥梁使用寿命的延长具有十分重要的意义。文章将重点对市政桥梁施工过程中混凝土裂缝产生的各种原因进行分析，并且有针对性地提出预防措施，其目的是为了给相关工程实践带来有益借鉴。

**关键词：**市政桥梁施工；混凝土裂缝；成因；防范对策

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.16.057

## 引言

在城市化进程不断加快的背景下，市政桥梁的施工规模也越来越大。桥梁施工中混凝土裂缝是经常遇到的问题，引起人们对于桥梁质量与安全问题的极大重视。混凝土裂缝一旦产生就会使水分，空气和其他有害物质入侵到桥梁内，加快钢筋锈蚀速度，使混凝土强度下降，从而影响桥梁整体性能。从荷载，温度，收缩到基础沉降，诸多因素都有可能是导致混凝土裂缝出现的原因。所以，对裂缝产生的原因进行系统分析，制定可行的防范策略已经成为当前市政桥梁建设领域急需解决的一个重要问题。通过研究这些问题，希望可以为提高市政桥梁施工质量提供强有力的支撑。

## 一、混凝土裂缝类型及成因

### （一）荷载裂缝

荷载裂缝的出现是因为外荷载超过了混凝土结构的承载能力。在如桥梁和建筑这样的建筑结构中，外部荷载有多种形式，包括车辆行驶产生的动态荷载和建筑使用过程中产生的静态荷载等。在这些载荷的作用下，混凝土中会产生应力，如果应力大于它的抗拉强度就会发生裂缝<sup>[1]</sup>。裂缝的走向与主应力密切相关，受弯构件中，如同建筑中梁一样，往往会因为下部受拉而产生与构件轴线垂直的弯曲裂缝并呈上窄下宽的形状，其原因是受拉区位于下半部分，距离受拉边缘越近，拉应力越大，裂缝宽度越大。例如桥梁的桥墩这样的受剪构件，在承受较大的剪切力时，往往会出现与构件轴线大约45°的斜向裂缝，这主要是由于剪切力导致的主拉伸应力方向，裂缝的宽度与长度将随着荷载的继续作用或者增加而发展，给结构的安全带来很大的威胁（图1荷载裂缝）。

### （二）温度裂缝

温度裂缝起源于混凝土内部和表面之间明显的温度差。在进行大规模的混凝土施工，例如大型建筑的基础部分，水泥的水化过程会产生大量的热量，这些热量在内部难以散发，温度可以高达数十摄氏度，但其表面的

散热速度较快，因此温度相对较低。该温差使得混凝土的内部膨胀比表面大，形成拉应力，拉应力大于混凝土的抗拉强度时，就会发生裂缝。表面温度裂缝一般比较浅，为无规则龟裂状，大多分布于大体积混凝土表面或者薄壁结构中，其原因是由于表面与外界环境直接接触且对温度变化比较敏感<sup>[2]</sup>。深层或者贯穿温度裂缝的宽度比较大，其沿着截面高度发展，其走向往往平行于主筋或者近平行于主筋，往往发生在混凝土浇筑完成后温度急剧变化的阶段，对结构整体性和耐久性造成了严重的影响（如图2温度裂缝）。



图1 荷载裂缝



图2 温度裂缝

## 二、市政桥梁施工中混凝土裂缝的防范对策

### (一) 精准调控混凝土配合比

合理的混凝土配合比堪称抵御裂缝的第一道防线。水灰比作为关键参数，对混凝土性能影响深远。降低水灰比，意味着单位体积内水分减少，水泥颗粒间的空隙被更充分填充，从而极大增强了混凝土的密实度。密实度提升不仅显著提高了抗压强度，更有效减少了因强度不足在荷载作用下产生裂缝的几率。荷载裂缝常因结构承受的外力超出混凝土承载极限而出现，而高强度的混凝土能够更好地分散应力，阻止裂缝萌生与扩展<sup>[3]</sup>。适量添加优质掺合料，如粉煤灰和矿粉，具有多重功效。从温度裂缝角度看，它们能在一定程度上替代水泥，降低水泥水化热的产生。水泥水化过程中释放大量热量，若内部热量无法及时散发，易与表面形成较大温差，进而引发温度裂缝。粉煤灰和矿粉的掺入，改善了混凝土内部微观结构，增强了和易性，使得施工过程中混凝土的浇筑与振捣更为顺畅，减少了因施工困难导致的混凝土内部缺陷，降低了收缩裂缝出现的可能性。同时，通过精心调整砂率，确保粗细骨料级配良好，能增强混凝土整体的抗变形能力，有效预防因基础不均匀沉降等因素引发的沉降裂缝，保障桥梁结构长期稳定。

某市政桥梁工程施工前期，施工队按常规配合比完成了混凝土的浇筑工作。等混凝土硬化以后，桥梁结构表面相继产生各种裂缝。细心观察，荷载裂缝表现出沿着受力方向的分布特点，有些地区裂缝较宽，威胁结构承载能力；在大体积混凝土区域，温度引起的裂缝通常表现为不规则形状；在混凝土表面，收缩裂缝表现得非常精细，并且普遍存在。技术团队在遇到这一严重问题时很快进行了全面的检测分析。经过一系列的试验和数据比选，他们确定了混凝土配合比的精准调整方案。使水灰比由0.6审慎降低到0.55，降低了水分含量并增强了混凝土的密实度和强度。同时，将粉煤灰的掺入量从10%增加到15%，以最大限度地发挥其降低水化热、改善和易性的效果。另外技术人员还利用专业知识对砂率进行了优化，以保证骨料级配的最佳。在以后的建设中严格执行新的配合比。在长期使用和多种复杂工况的检验下，例如受到频繁车辆荷载和季节交替引起的气温变化，新建混凝土结构裂缝出现率明显降低。桥梁结构的稳定性得到了有效保证，其性能指标满足设计要求，从而为城市交通安全运营打下坚实的基础。

### (二) 严格把控原材料品质

优质原材料对市政桥梁混凝土的建设具有决定性的影响，它是确保混凝土质量和降低裂缝出现的基础。以水泥为核心胶凝材料的混凝土性能非常关键。选择水化热较小的水泥可以有效地控制混凝土水化时的发热，避

免由于内部温度过高而使表面产生过大的温差，进而减少温度裂缝发生的可能性<sup>[4]</sup>。与此同时，水泥安定性好是保证混凝土结构能够长期保持稳定的关键所在，安定性达不到标准的水泥硬化后会使其体积发生变化，从而使混凝土中出现应力进而诱发裂缝。骨料做为混凝土骨架，骨料粒径，级配以及含泥量等对混凝土性能有着直接影响。粒径中等、级配较好的骨料可使混凝土内部结构更致密，提高混凝土强度和耐久性。含泥量较低能确保骨料和水泥浆具有较好的粘结力并降低荷载作用下因粘结力不充分而出现荷载裂缝和内部缺陷引起收缩裂缝。另外，虽然外加剂和掺合料的掺量比较小，但是对于混凝土的性能却有明显的影响。一定要严格按照设计要求准确地加入，这些材料不仅可以提高混凝土工作性能，还可以调整混凝土强度发展和体积稳定性，避免由于性能改变而造成各种裂缝。并且，高质量的原材料使混凝土具有较好的整体性和均匀性，有利于提高混凝土抗基础不均匀沉降能力和降低沉降裂缝发生率。

在一个市政桥梁项目的建设初期，项目的推进似乎是一帆风顺的，但是当具体到养护期时问题就渐渐显露出来了。施工人员在已经浇筑好的混凝土中发现表面有很多不规则裂缝存在，这一现象已经引起项目团队极大关注。经专业检测机构针对混凝土样本和原材料进行细致分析，最后认定问题的根本原因是某些水泥安定性不过关。这些不合格品水泥发生水化反应时，其体积变化具有不稳定性，使混凝土内出现复杂应力而导致裂缝。施工方采取果断措施，即时更换水泥供应商和制定严格原材料检测制度。对于每批入场水泥，除常规测试强度和其他指标以外，着重测试其安定性。在随后的施工过程中技术人员时刻注意着混凝土浇筑和维护的过程。随着新批水泥的应用，混凝土质量明显提高。拆模混凝土构件表面光洁平整，不再有水泥问题引起的开裂。通过长时间的观测和监控，该桥整体结构比较稳定，质量指标满足设计要求，对后续项目的顺利进行和该桥的安全运营打下坚实的基础。

### (三) 规范混凝土浇筑流程

标准的混凝土浇筑流程，是确保混凝土质量，降低裂缝出现的关键环节。分层浇筑为其重要作业要点之一，严格控制各层浇筑厚度具有十分重要的意义。合适的厚度可以使振捣设备发挥其应有的功能，从而将混凝土中的空气充分地排出体外，保证水泥浆和骨料被严密地包裹在一起，避免空洞和蜂窝缺陷的产生。如果混凝土堆积过高，则下部混凝土振捣时由于上部重压而很难振捣致密，这样既减弱了混凝土强度，又容易诱发由于振捣不实而产生收缩裂缝，加载时更容易发展成荷载裂缝。对浇筑顺序和速度进行合理的规划也是不可忽视的。浇

筑顺序的混乱会使得混凝土不同位置凝结时间及硬化程度存在差异,从而造成内部应力不均匀分布。而且浇筑速度过快时,混凝土会在短期内大量积聚,其内热不能及时释放,容易形成过大温度梯度,进而加大温度裂缝发生的可能性。反之,均一稳定的浇筑质量可以使得混凝土结构受力过程中荷载传递更加均匀,降低由于局部受力不均而导致的沉降和裂缝,确保桥梁结构整体性和稳定性<sup>[5]</sup>。

某城市桥梁建设项目,施工队在连续梁浇筑前期,因浇筑流程控制不严,导致现场施工混乱。浇筑顺序没有按照科学的方案进行,各部分混凝土浇筑的时间间隔不尽合理,造成混凝土凝结时产生冷缝现象,极大地影响其整体性。同时振捣作业由于没有有效的组织,在某些地区振捣的时间太短,混凝土中出现了大量的间隙,导致振捣不够密实。连续梁拆模时,令人忧虑的现象发生,梁表面产生许多裂缝,这不但影响外观,而且给结构安全带来严重的威胁。面对这一严峻形势,施工单位很快组织技术专家会诊并对浇筑流程做了重新安排。为了确保振捣棒能够深入到混凝土的内部并进行充分的振捣,我们决定使用分段分层的浇筑方法,并确保每一层的厚度都被精确地控制在30厘米之内。浇筑时严格按设定的先后顺序进行,确保混凝土浇筑连续均匀。改进施工后,连续梁混凝土密实度在随后浇筑过程中得到显著提高,梁体拆模后表面光洁平整,没有再次发生由于浇筑问题而产生开裂,为该桥的成功施工和长远安全使用打下坚实的基础。

#### (四) 优化混凝土养护策略

混凝土养护对市政桥梁施工具有决定性作用,它是保证混凝土质量和降低裂缝产生的关键环节。恰当的养护方式宛如为混凝土成长提供适宜的“温床”,能有力保证其强度正常增长。混凝土硬化的早期,适时进行洒水保湿养护是极其重要的。混凝土中水泥需要和水进行水化反应才能逐渐变硬,如果水过早过快地挥发,将阻碍水化反应,继而造成混凝土内部结构松散并诱发干燥收缩裂缝。继续保持混凝土表面润湿可以有效地延缓水分蒸发速率、保持水泥水化需要的湿度环境、提高混凝土密实度和耐久性。对大体积混凝土来说,由于内部水泥水化热的积累不容易散发出去,所以内部的温度往往比表面要高得多,从而形成很大的温差,如果温差大于某一范围就容易出现温度裂缝。采用保温保湿养护手段,通过覆盖保温材料、定时洒水等方式,能将混凝土内部与表面温差严格控制在合理区间(一般为20~25°C)。这既可以减小温度应力和防止温度裂缝的产生,又可以促进混凝土的均匀硬化和整体性能的提高。在较好的维护情况下,混凝土各个部位的性能都比较稳定和均一,使得混凝土在面临荷载作用和基础沉降变形等情

况下有较强抵抗能力,确保了桥梁结构的长期安全性和稳定性。

某城市桥梁项目暑期建设过程中,施工队一开始并没有足够的重视混凝土的维护,使得问题随之而来。混凝土浇筑结束时,由于没有及时做好养护措施,导致构件表面的水分很快被蒸发掉。在短短的几个小时时间里,施工人员就在一些混凝土构件的表面上发现了许多微小而致密的塑性收缩裂缝。这些裂缝如果不能及时得到处理,就会对混凝土耐久性和结构强度造成严重的影响。项目团队紧急开会,对养护方案进行快速调整。对于普通的混凝土构件,应在浇筑完成后的1-2小时内迅速覆盖土工布,并指派专门的人员定时浇水,以确保土工布始终保持湿润,从而为混凝土提供持续的水分供应。对大体积混凝土承台而言,除采取常规的保湿措施之外,还要在承台上盖上若干层保温棉被以严格控制承台内和承台表面的温差。在随后的施工中,技术人员严密监控混凝土强度生长状况,定期检测构件裂缝。经精心维护后,混凝土构件强度增长曲线与设计预期一致,无新增裂缝产生。现有裂缝经过专业处理,其对结构性能影响得到有效管控,确保市政桥梁项目顺利进行和整体品质。

#### 结语

总之,在市政桥梁建设过程中混凝土裂缝是由荷载,温度,收缩及基础沉降诸多因素综合影响的结果。根据这些原因,提出了精准调控混凝土配合比,严格把关原材料品质,规范混凝土浇筑流程以及优化混凝土养护策略的预防措施,能够较大程度地降低裂缝的产生,确保桥梁结构安全稳定运行。在实际的工程当中,施工单位要对这些问题给予高度的重视,并把各种防范措施有效的落实到每个施工环节当中。与此同时,有关研究还要继续深化,继续探索更加高效的裂缝防治技术为市政桥梁建设高质量发展奠定坚实的保障,保证今后城市桥梁能够长久安全的为社会服务。

#### 参考文献

- [1] 杨庆锋. 市政桥梁施工中现浇箱梁关键技术探究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(22): 126-129.
- [2] 谭维安. 市政桥梁施工混凝土裂缝成因及处理措施[J]. 散装水泥, 2023, (06): 89-91.
- [3] 张勇, 赵小龙, 董丽娜, 等. 市政桥梁施工混凝土裂缝产生的原因与预防措施[J]. 四川建材, 2023, 49(12): 171-173.
- [4] 黄基敏. 浅谈市政桥梁施工混凝土裂缝成因及其防治措施[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022, (31): 95-97.
- [5] 赵佳康. 市政桥梁施工混凝土裂缝及其防治措施分析[J]. 绿色环保建材, 2021, (07): 95-96.

作者简介: 朱学刚, 1978年10月, 男, 汉, 安徽省六安市人, 本科, 工程师, 研究方向: 市政道桥。