

# 水利施工中的混凝土裂缝的原因及防治措施分析

周 威

河南省水利第二工程局集团有限公司 河南 郑州 450016

**摘 要:** 在水利工程施工过程中, 混凝土裂缝问题一直备受关注。裂缝不仅影响工程的美观性和整体性, 还可能对工程的安全性和耐久性产生严重影响。因此, 本文旨在深入探讨水利施工中混凝土裂缝的主要原因, 并提出相应的防治措施, 以期水利工程施工提供有益的参考和指导。

**关键词:** 水利工程; 混凝土裂缝; 原因分析; 防治措施

## 引言

水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分, 其施工质量和安全性直接关系到人民生命财产的安全和国家的经济发展。混凝土作为水利工程中主要的建筑材料, 其性能的稳定性和结构的完整性对于工程的长期安全运行至关重要。然而, 在实际施工过程中, 混凝土裂缝问题屡见不鲜, 成为制约水利工程质量提升的关键因素之一。因此, 深入分析混凝土裂缝的成因, 并采取有效的防治措施, 对于提高水利工程质量、保障工程安全运行具有重要意义。

### 1 混凝土裂缝的类型及危害

混凝土裂缝根据其形成原因和表现形式可分为多种类型, 如干缩裂缝、塑性收缩裂缝、温度裂缝、沉降裂缝、应力裂缝等。这些裂缝不仅损害工程的美观性, 更重要的是可能降低结构的承载能力、抗渗性能和耐久性, 严重时甚至可能引发结构失稳和安全事故。例如, 干缩裂缝会导致混凝土表面开裂, 降低结构的整体性和耐久性; 温度裂缝则可能由于温度变化引起的应力集中而导致结构破坏。

### 2 混凝土裂缝的主要原因分析

#### 2.1 材料因素

水泥作为混凝土的主要胶凝材料, 其品种和用量对混凝土的性能至关重要。不同品种的水泥具有独特的收缩特性和强度发展规律, 这就要求我们在选择水泥时必须充分考虑工程需求和环境条件。水泥用量过多不仅会增加混凝土的收缩量, 还会产生大量的水化热, 这两者都是导致混凝土裂缝产生的重要风险。骨料是混凝土的主要构成部分, 骨料的粒径、级配、含泥量以及吸水率等性质都是影响混凝土收缩、强度和耐久性的重要因素。如果骨料粒径过大或过小, 或者级配不良, 都可能导致混凝土内部的应力分布不均, 从而增加裂缝产生的可能性。同时, 含泥量过高也会影响骨料与水泥浆的粘

结性能, 降低混凝土的强度。掺合料和外加剂在混凝土中扮演着重要的角色, 如果掺合料和外加剂的种类选择不当, 或者掺量和使用方法不合理, 都可能导致混凝土性能的不稳定, 进而引发裂缝。例如, 过量使用减水剂会导致混凝土泌水、离析, 使混凝土内部产生大量的毛细孔道, 这些孔道不仅会降低混凝土的强度, 还会增加混凝土的收缩量, 从而增加收缩裂缝的风险。

#### 2.2 施工因素

混凝土浇筑与振捣是混凝土施工中的核心环节, 然而浇筑速度过快可能导致混凝土内部的气泡和水分无法充分排出, 从而形成空洞和蜂窝等缺陷。这些缺陷不仅削弱了混凝土结构的整体性和承载能力, 还为裂缝的产生提供了条件。同时, 振捣不密实也会导致类似的问题, 使混凝土的性能无法达到设计要求。另一方面, 过度振捣同样是一个不容忽视的问题。过度振捣会使混凝土表面的浮浆过多, 这不仅影响了混凝土的外观质量, 更重要的是增加了收缩裂缝的风险。因为浮浆过多会使混凝土表面的收缩率增大, 从而更容易产生裂缝。此外, 在养护期间, 如果温度、湿度和养护时间等条件控制不当, 就可能导致混凝土早期收缩过大或产生温度应力裂缝。特别是在高温、干燥或大风天气下, 混凝土表面的水分蒸发速度会加快, 若不及时采取保湿措施, 就极易出现干缩裂缝<sup>[1]</sup>。施工缝的处理也是施工中需要特别关注的一个环节。若处理不当就可能导致结构整体性受损。例如, 施工缝处未设置企口或未进行凿毛处理, 就会使新旧混凝土之间的粘结不牢。这种情况下, 新浇筑的混凝土与旧混凝土之间无法形成有效的整体, 从而增加了裂缝产生的风险。

#### 2.3 设计因素

在水利工程的设计阶段, 多个因素可能潜在地导致混凝土裂缝的产生。首先, 结构的形式与尺寸选择至关重要。过于复杂的结构形式或过大的构件尺寸都可能导

致应力在结构内部分布不均,从而增加裂缝产生的可能性。这是因为复杂的结构形式往往伴随着应力集中的问题,而过大的构件尺寸则可能使混凝土在硬化过程中产生过大的内部应力。其次,钢筋的配置与约束对混凝土的抗裂性能具有重要影响。钢筋的数量、直径、间距以及布置方式都需要精心设计。如果钢筋配置不当,如数量过少或间距过大,就可能使混凝土在受到外部荷载时产生过大的应力,从而诱发裂缝<sup>[2]</sup>。同时,过强的约束也可能使混凝土在收缩或温度变化时产生过大的内部应力,导致裂缝的产生。最后,温度与收缩应力的考虑也是设计过程中不可忽视的一环。温度变化和混凝土收缩都会在结构内部产生应力,如果这些应力超过混凝土的抗拉强度,就会产生裂缝。

#### 2.4 环境因素

环境因素在水利工程中对混凝土裂缝的产生具有不可忽视的影响。首先,温度变化是一个主要的环境因素。季节性温差、日照温差等自然条件下的温度变化,都可能导致混凝土内部产生温度应力。当这种温度应力超过混凝土的抗拉强度时,就会引发裂缝。特别是在大体积混凝土结构中,由于水泥水化过程中产生的内部温升较高,如果降温措施不当或外部环境温度急剧变化,就可能使结构内外温差过大,从而产生温度裂缝。这些裂缝不仅影响结构的美观性和耐久性,还可能危及工程的安全运行。除了温度变化外,地基约束与沉降也是导致混凝土裂缝产生的重要环境因素。地基对混凝土结构的约束作用会在结构内部产生应力集中,当地基条件不良或基础处理不当时,这种应力集中就可能引发裂缝。同时,地基的不均匀沉降也会导致结构开裂。这是因为不同部位的地基沉降量不同,会在结构中产生附加应力,当附加应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。

### 3 混凝土裂缝的防治措施

#### 3.1 优化材料选择与配合比设计

为了确保混凝土结构的耐久性和安全性,必须从源头上控制混凝土的质量。首先,选用合适的水泥品种和等级至关重要。不同品种和等级的水泥具有不同的收缩特性和水化热释放量。因此,在选择水泥时,应充分考虑工程所处的环境条件、结构形式以及施工要求等因素,选用能够有效降低混凝土收缩量和水化热的水泥品种和等级。这样可以有效减少混凝土内部应力的产生,从而降低裂缝出现的风险。其次,优化骨料级配和含泥量控制也是提高混凝土性能的重要手段。骨料作为混凝土的主要组成部分,其级配和含泥量对混凝土的密实性和耐

久性有着直接影响。通过优化骨料级配,可以使混凝土内部形成更加紧密的骨架结构,提高混凝土的强度和耐久性。同时,严格控制骨料的含泥量,可以避免因泥土含量过高而导致的混凝土性能下降和裂缝产生。此外,合理使用掺合料和外加剂也是优化混凝土性能的有效途径。掺合料如粉煤灰、矿渣粉等可以与水泥发生化学反应,降低混凝土的水化热和收缩量,提高混凝土的耐久性。而外加剂如减水剂、缓凝剂等则可以改善混凝土的工作性能,提高混凝土的流动性和抗裂性能。通过科学合理地使用这些掺合料和外加剂,可以进一步提升混凝土的性能,预防裂缝的产生<sup>[3]</sup>。最后,根据工程要求和实际情况进行配合比设计优化是确保混凝土质量的关键步骤。在进行配合比设计时,应综合考虑混凝土的强度等级、工作性能、耐久性以及抗裂性能等多方面因素,通过试验和调整确定最佳的配合比方案。这样可以确保混凝土在满足工程要求的同时具有良好的性能和稳定性,有效预防裂缝的产生。

#### 3.2 改进施工工艺和方法

在水利工程中,改进施工工艺和方法对于预防混凝土裂缝的产生至关重要。通过采用合理的浇筑方式和振捣方法,可以确保混凝土在施工过程中达到密实、均匀和稳定的状态。具体而言,应根据工程实际情况选择合适的浇筑方式,如泵送浇筑、自流平浇筑等,以确保混凝土能够均匀、连续地充满模板空间。同时,采用合适的振捣方法,如机械振捣或人工振捣,可以有效提高混凝土的密实性和强度。然而,需要注意的是,过度振捣可能会导致混凝土表面浮浆过多,反而增加裂缝产生的风险,因此应严格控制振捣时间和频率。除了浇筑和振捣外,严格控制混凝土浇筑速度和分层厚度也是预防裂缝的关键。浇筑速度过快可能导致混凝土内部气泡和水分无法充分排出,形成空洞和缺陷;而分层厚度过大则可能导致混凝土内部应力分布不均,增加裂缝产生的可能性。因此,应根据混凝土的初凝时间和施工条件,合理确定浇筑速度和分层厚度,确保混凝土在初凝前完成所有浇筑工作。此外,合理安排施工顺序和时间间隔也是避免产生施工冷缝的重要措施。施工冷缝是混凝土结构中的薄弱环节,可能导致结构整体性和耐久性受损。因此,在施工过程中应充分考虑混凝土的初凝时间和施工速度,合理安排施工顺序和时间间隔,确保混凝土能够连续浇筑,避免产生冷缝。最后,加强混凝土养护工作也是预防裂缝的重要环节。在高温、干燥或大风天气下,混凝土表面水分蒸发速度加快,容易产生干缩裂缝<sup>[4]</sup>。

#### 3.3 加强结构设计与钢筋配置

在设计阶段,应充分考虑结构形式和尺寸对裂缝的潜在影响。结构形式的选择和尺寸的确定应基于工程需求和力学原理,通过合理的构造措施降低应力集中和裂缝风险。例如,可以采用圆弧形边角、增设肋板等方式优化结构布局和传力路径,提高整体性和抗裂性能。这些措施能够有效分散和传递荷载,减少应力集中现象,从而增强结构的耐久性和安全性。钢筋配置是混凝土结构中不可或缺的一部分,对于提高结构的承载力和抗裂性能具有重要意义。在进行钢筋配置时,应根据工程实际情况进行优化设计。钢筋的数量、直径、间距等参数应满足承载力和抗裂性能的要求,同时还需要考虑施工的可操作性和经济性。在关键部位和节点处,应适当加强配筋以提高结构的整体性和延性。例如,在梁柱节点、板墙连接处等关键部位增加钢筋数量和直径,可以有效提高结构的承载能力和变形能力,降低裂缝产生的风险。此外,温度变化和收缩对混凝土结构的影响也是不容忽视的。温度变化会导致混凝土内部产生温度应力,而收缩则可能引起干缩裂缝。为了应对这些问题,应合理设置伸缩缝、后浇带等构造措施。伸缩缝的设置应充分考虑结构的长度、高度和宽度等因素,确保其能够有效释放温度应力和收缩应力。后浇带的设置则可以在一定程度上减小结构的约束程度,降低裂缝产生的风险。同时,还应加强结构的薄弱环节以提高其抗裂性能,如采用纤维增强混凝土、预应力技术等措施对薄弱环节进行加强处理。

#### 3.4 注重环境因素的影响与应对措施

在水利工程施工过程中,密切关注环境因素对混凝土结构的影响至关重要。温度变化是其中一个关键因素,它会对混凝土产生显著的热应力,可能导致裂缝的形成。因此,在施工过程中,必须采取相应的保温或降温措施,如使用保温材料覆盖新浇筑的混凝土,或在高温天气下使用冷却剂来降低混凝土的温度,从而减少温度应力的产生。此外,合理安排施工时间也至关重要,应避免在极端天气条件下进行混凝土浇筑,以防止混凝土质量受到不良影响。地基处理是另一个关键方面。地基作为混凝土结构的基础,其承载力和稳定性对结构的

安全至关重要。因此,必须加强地基处理工作,确保地基承载力满足设计要求,并减少不均匀沉降的产生。在地基处理过程中,可采用各种地基加固技术,如桩基、地下连续墙等,以提高地基的承载力和稳定性<sup>[5]</sup>。同时,在地基约束较强的部位,应采取相应的基础处理措施,如增设滑动层、设置缓冲带等,以降低应力集中和裂缝风险。对于大体积混凝土结构或特殊要求的工程,传统的混凝土材料和施工方法可能无法满足抗裂性能和耐久性的要求。因此,可考虑采用新型材料和技术来提高结构的性能。例如,预应力技术可以通过预先施加压力来抵消部分外部荷载,从而减少混凝土内部的应力集中;纤维增强混凝土则通过添加纤维材料来提高混凝土的抗拉强度和韧性,有效抵抗裂缝的产生。这些新型材料和技术的应用可以显著提升混凝土结构的抗裂性能和耐久性,确保工程的安全和长期稳定运行。

#### 结语

本文深入探讨了水利施工中混凝土裂缝的主要原因,并提出了相应的防治措施。这些措施涵盖了材料选择、施工工艺改进、结构设计优化和环境因素应对等方面,对于提高水利工程质量、保障工程安全运行具有重要意义。然而,混凝土裂缝问题仍然是一个复杂且难以完全避免的问题,需要在实际施工过程中不断总结经验教训并进行技术创新。未来,随着新材料、新技术和新工艺的不断涌现,相信在水利工程施工中混凝土裂缝问题将得到更加有效的解决。

#### 参考文献

- [1]黄宇航.试析建筑工程施工中混凝土裂缝的成因与治理[J].佛山陶瓷,2023,33(05):102-104.
- [2]强焯.公路工程施工中混凝土裂缝成因与解决方法[J].黑龙江交通科技,2023,46(05):46-48.
- [3]王为明.房屋建筑施工中混凝土裂缝的控制及优化策略[J].中国建筑装饰装修,2023(07):162-164.
- [4]罗泽拥.建筑工程中混凝土裂缝产生原因与防治技术[J].建材发展导向,2022,20(20):148-150.
- [5]杨信国.水利水电施工中混凝土裂缝的主要原因及防治技术[J].中国高新科技,2021(12):123-124.