

水利施工中混凝土裂缝的防治技术

熊建平

江西省水投建设集团有限公司, 江西 南昌 330000

[摘要] 混凝土裂缝在水利施工中具有严重的危害, 包括结构安全风险、水密性降低和寿命缩短等问题。为了有效防治混凝土裂缝, 应采取多种创新的技术和措施。加强质量控制、使用智能感知技术、应用抗裂剂和增强剂, 以及配合维护修复策略等方法被广泛应用。这些技术和措施具有新意, 能够改善混凝土的性能、增强其抗裂能力, 并延长水利工程的使用寿命。通过采取综合的防治措施, 可以提高工程的安全性、可靠性和耐久性, 为水利工程的可持续发展提供重要保障。

[关键词] 水利施工; 混凝土裂缝; 防治

DOI: 10.33142/hst.v6i5.9520

中图分类号: TU755.7

文献标识码: A

Prevention and Control Technology for Concrete Cracks in Water Conservancy Construction

XIONG Jianping

Jiangxi Water Investment Construction Group Co., Ltd., Nanchang, Jiangxi, 330000, China

Abstract: Concrete cracks have serious hazards in water conservancy construction, including structural safety risks, reduced water tightness, and shortened lifespan. In order to effectively prevent and control concrete cracks, various innovative technologies and measures should be adopted. Methods such as strengthening quality control, using intelligent perception technology, applying anti cracking and reinforcing agents, and coordinating maintenance and repair strategies are widely used. These technologies and measures are innovative and can improve the performance of concrete, enhance its crack resistance, and extend the service life of hydraulic engineering. By adopting comprehensive prevention and control measures, the safety, reliability, and durability of the project can be improved, providing important guarantees for the sustainable development of water conservancy projects.

Keywords: water conservancy construction; concrete cracks; prevention and control

在水利施工中, 混凝土裂缝的防治是确保工程安全和可靠性的重要环节。混凝土裂缝的形成和扩展会导致结构的损坏和功能的降低, 进而影响工程的持久性和使用寿命。为了解决这一问题, 需要采取一系列创新的技术措施来预防和治理混凝土裂缝。通过加强质量控制、应用智能感知技术、使用抗裂剂和增强剂, 以及配合维护修复策略等措施, 可以有效地防止裂缝的发生和扩展, 提高工程的结构稳定性和耐久性。这些技术的应用将为水利施工中的混凝土裂缝防治提供新的思路和方法。

1 水利施工中混凝土裂缝的危害

1.1 结构安全风险

混凝土裂缝可能导致结构强度的降低。混凝土作为水利工程中常用的结构材料, 其完整性对工程的承载能力至关重要。然而, 一旦出现裂缝, 混凝土的连续性受到破坏, 使得结构的整体强度和刚度降低。这将增加工程在受力状态下的变形和挠度, 进而可能引发不可逆的破坏, 甚至导致工程的倒塌。其次, 混凝土裂缝可能影响水利工程的稳定性。水利工程通常承受着巨大的水压力、地震力或土壤侧压力等外力作用。当混凝土发生裂缝时, 其抗剪强度和抗扭强度将会降低, 从而减少工程的整体稳定性。特别是在长期作用力的作用下, 裂缝的扩展和扩大可能导致工程

失去平衡, 引发不可预知的灾害。

1.2 水密性降低

混凝土裂缝会破坏水利工程的水密性, 导致渗漏和渗水问题。水利工程通常用于储存、输送和控制水资源, 如水库、堤坝、渠道和隧道等。当混凝土发生裂缝时, 裂缝成为水分的通道, 使得水从裂缝处渗漏到结构内部或周围的土壤中。这种渗漏不仅会造成水资源的浪费, 还可能引发地基软化、冲刷和泥沙淤积等问题, 甚至威胁到周边环境和人员安全。其次, 混凝土裂缝可能引起地下水位的升高。水利工程中的某些结构, 如堤坝和隧道, 需要抵御地下水的压力。然而, 当混凝土存在裂缝时, 地下水可通过裂缝渗透到结构内部, 增加水利工程承压部分的水压。这会导致地下水位升高, 增加了结构所承受的水压力, 从而增加了工程的稳定性和安全性的风险。此外, 混凝土裂缝还可能导致土壤的侵蚀和冲刷。当水通过混凝土裂缝渗透到土壤中时, 水流会扰动土壤颗粒, 加剧土壤的侵蚀和冲刷。这可能导致土壤的松动和坍塌, 进一步破坏水利工程的稳定性和水密性。土壤侵蚀还可能引发泥石流、滑坡等地质灾害, 对周围的生态环境和人类居住区域造成威胁^[1]。

1.3 寿命缩短

混凝土裂缝可能导致钢筋锈蚀和混凝土劣化。裂缝为

空气、水分和化学物质提供了进入混凝土结构内部的通道。空气中的氧气和湿气以及水分中的溶解物质可能与钢筋发生反应,导致钢筋锈蚀。锈蚀的钢筋会膨胀并破坏混凝土的黏结性能,进一步加剧裂缝的扩展和混凝土的劣化。这种锈蚀和劣化过程会逐渐削弱混凝土的强度和稳定性,缩短水利工程的使用寿命。其次,混凝土裂缝可能引发进一步的破坏和损害。裂缝作为弱点,可能会加速裂缝的扩展和扩大。水利工程在长期受力和变形的作用下,裂缝可能不断延伸,进一步削弱结构的稳定性。这可能导致局部破坏的扩大,进而引发结构的部分或完全崩塌。这种破坏和损害不仅影响工程的正常运行,还可能给周边环境和人员带来巨大的安全风险。

2 水利施工中混凝土裂缝的防治技术

2.1 施加预应力

通过增加混凝土的抗拉强度和刚度,预应力技术能够改善混凝土结构的整体性能,抑制裂缝的形成和扩展。其适应性强、施工方便的特点使其在水利施工中具有广泛应用前景,能够提高工程的安全可靠性和使用寿命。以下是该技术的特点以及优势:一是施加预应力可以改善混凝土结构的整体性能。预应力技术利用张拉钢筋或预制构件,通过外加荷载使其产生初始应力,形成一种抵消混凝土受力产生的拉应力的反向压应力状态。这种压应力有助于抵消混凝土受力时产生的拉应力,从而减少裂缝的发生和扩展。预应力还能提高混凝土结构的整体刚度和抗变形能力,增强其抵抗外部荷载和内部压力的能力。二是预应力技术能够有效地抑制混凝土的裂缝扩展。在水利工程中,结构常常承受复杂的荷载和变形状态,容易引起混凝土的开裂。通过施加预应力,可以提高混凝土的抗拉强度,使其能够更好地抵抗拉力,减少裂缝的形成和扩展。预应力技术还能够限制裂缝的宽度,使其维持在较小的范围内,从而保持结构的完整性和稳定性^[2]。

2.2 使用纤维增强材料

使用纤维增强材料是一种有效的混凝土裂缝防治技术,其在水利施工中具有重要的应用价值。该技术通过将纤维增强材料(如玻璃纤维、碳纤维等)添加到混凝土中,显著提高混凝土的韧性和抗裂性能。以下是该技术的特点以及优势:一是纤维增强材料可以形成在混凝土内部的网络结构,有效地阻止裂缝的扩展。这些纤维在混凝土中形成三维分散的网状结构,使得裂缝在纤维间受到阻碍,不易扩展。纤维的高强度和高模量特性能够有效地吸收和分散裂缝周围的应力,减缓裂缝扩展的速度,从而提高混凝土的抗拉强度和抗裂性能。二是纤维增强材料能够提高混凝土的韧性和能量吸收能力。传统混凝土的脆性特性使其在受到拉应力时容易发生裂缝,并且裂缝一旦形成就会迅速扩展导致破坏。然而,添加纤维增强材料后,混凝土的韧性显著提高。纤维在混凝土中起到桥梁的作用,能够延

缓裂缝扩展的速度,增加混凝土的变形能力和能量吸收能力,使其能够更好地抵抗外部荷载和变形引起的应力集中。三是纤维增强材料还能够改善混凝土的耐久性。纤维的添加可以阻止水分和氧气的渗透,减少混凝土中的孔隙和微裂缝,从而降低钢筋锈蚀和混凝土劣化的风险。此外,纤维增强材料还能够提高混凝土的抗冻融性能,减少冻融循环引起的裂缝和损伤。

2.3 应用自修复材料

通过自主修复机制和快速修复能力,自修复材料能够填补裂缝、恢复混凝土的完整性和强度。其能够提高混凝土的耐久性、抗环境侵蚀能力,并减少维修和维护成本。以下是该技术的特点以及优势:一是自修复材料可以在混凝土裂缝中形成自主修复机制。例如,微胶囊内封装有活性物质,当混凝土发生裂缝时,微胶囊破裂释放出活性物质,与周围环境中的水和氧气反应形成胶凝物质,填补裂缝并恢复结构的完整性。这种自主修复机制能够减缓裂缝的扩展速度,防止混凝土进一步破坏,提高结构的稳定性和持久性。二是自修复材料具有快速修复能力,能够在裂缝处迅速形成修复材料,减少修复时间和工程停工时间。自修复材料的施工过程相对简单,可以在裂缝处直接注入或涂覆。与传统的裂缝修复方法相比,自修复材料能够快速填补裂缝,形成紧密的连接,减少水分和氧气的渗透,三是自修复材料还能够提高混凝土的耐久性和抗环境侵蚀能力。修复材料具有良好的耐化学品、耐渗透和耐冻融性能,能够阻止水分和化学物质的渗入混凝土结构,降低钢筋锈蚀和混凝土劣化的风险。这有助于延长水利工程的使用寿命,并减少维修和维护成本^[3]。

3 水利施工中混凝土裂缝的防治技术应用措施

3.1 加强质量控制

合理的配合比设计、严格的施工工艺控制、材料选用和质量监控,能够保证混凝土的均匀性、致密性和质量稳定性,降低混凝土裂缝的发生概率。具体可以采取以下措施:

①合理的配合比设计是加强质量控制的基础。根据工程需求和材料特性,通过科学的配合比设计,确定混凝土中水泥、骨料、粉煤灰等成分的比例,确保混凝土拥有适当的强度、流动性和耐久性。合理的配合比可以减少混凝土内部的孔隙和缺陷,降低裂缝的形成概率。

②施工工艺控制是加强质量控制的关键。在混凝土施工过程中,需要严格控制搅拌、浇筑、振捣和养护等环节。搅拌时间、搅拌速度和搅拌顺序等参数的合理控制可以保证混凝土的均匀性。正确的浇筑方法和振捣技术能够确保混凝土的密实性和质量。合理的养护措施,如保湿、遮阳等,能够减少混凝土早期干缩和温度变化引起的裂缝。

③材料选用和质量监控也是加强质量控制的重要环节。确保使用符合标准要求的水泥、骨料和掺合料等材料,通过严格的进货检验和现场监测,避免使用质量不合格的

材料。同时,实施全过程的质量监控,包括对混凝土的抗压强度、抗裂性能和耐久性进行检测,及时发现和纠正质量问题,确保混凝土的质量达到设计要求。

3.2 使用智能感知技术

实时监测混凝土的变形、温度和湿度等参数,及时发现裂缝的形成和扩展,能够提供预警和维修的及时性。智能感知技术的应用可以大大提高水利工程的监测和管理效率,确保工程的安全运行。具体可以采取以下措施:

①智能感知技术能够实时监测混凝土的变形情况。通过在混凝土结构中安装应变传感器或位移传感器等设备,可以监测混凝土的变形和应力变化。一旦混凝土发生裂缝或产生变形超出预设范围,传感器即可实时检测到,并通过数据传输系统发送警报,提醒工程监管人员及时采取措施。

②智能感知技术可以监测混凝土的温度和湿度。温度和湿度是混凝土性能的重要指标,也是裂缝形成的重要影响因素。通过安装温度和湿度传感器,可以实时监测混凝土结构的温度和湿度变化。一旦温度或湿度超出安全范围,传感器将发出警报,提醒相关人员采取适当的措施,如增加养护措施或调整施工进度等。

③智能感知技术还能够远程监测混凝土结构的状态。通过使用互联网和无线通信技术,可以将传感器获取的数据实时传输到监测中心或移动终端设备,使工程监管人员可以随时远程监测混凝土的状态。这种实时监测和远程监控的能力,使得工程人员能够及时获取混凝土结构的变化信息,并采取必要的措施,保障工程的安全性和稳定性^[4]。

3.3 应用抗裂剂和增强剂

引入化学添加剂,改善混凝土的抗裂性能和韧性,能够减缓裂缝的形成和扩展。它们能够提高混凝土的韧性、抗拉强度和耐久性,延长水利工程的使用寿命,减少维修和维护成本。具体可以采取以下措施:

①抗裂剂能够减少混凝土的收缩和开裂。在混凝土的硬化过程中,水分的蒸发和水泥胶凝体的收缩会引起混凝土内部的应力集中,从而导致裂缝的产生。应用抗裂剂可以改善混凝土的延展性和可变形性,减少内部应力的集中,从而降低开裂的风险。抗裂剂可以与水泥胶凝体发生化学反应,形成胶状物质,填充混凝土中的微观孔隙和微裂缝,减少水分和氧气的渗透,从而防止裂缝的扩展。

②增强剂可以提高混凝土的韧性和抗拉强度。常见的增强剂包括纤维增强剂和颗粒增强剂。纤维增强剂可以形成三维分散的网状结构,在混凝土内部形成桥梁作用,能够有效地阻止裂缝的扩展,并增加混凝土的抗拉强度和韧性。颗粒增强剂通过填充混凝土中的孔隙,增加混凝土的致密性和强度,提高其抗裂性能^[5]。

3.4 配合维护修复策略

定期维护、预防性加固和优质维护材料的选择,能够及时处理已有的裂缝,防止其进一步发展和扩大。这将延长混凝土结构的使用寿命,提高工程的安全性和稳定性。具体可以采取以下措施:

①维护修复策略强调定期的维护工作。通过定期巡检和监测,及时发现和评估混凝土裂缝的状况,制定相应的维护计划。维护工作包括对已有裂缝进行表面修补、填充和加固等处理,以保持结构的完整性和稳定性。定期维护可以及时修复裂缝,避免其进一步发展和引发其他问题。

②维护修复策略包括预防性加固措施。通过对混凝土结构进行评估和分析,确定可能出现裂缝的部位,提前进行加固措施。这可以包括增加钢筋数量、设置预应力或加固板等方法,以提高结构的抗裂性能和稳定性。预防性加固能够在混凝土结构承受荷载之前就强化其抗裂能力,减少裂缝的发生概率。

③维护修复策略还需要注重维护材料的选择和施工质量的控制。合适的维护材料,如修补剂、充填材料和加固材料,能够与混凝土良好地结合,形成坚固的修复层,提高结构的整体性能。同时,施工过程中需要注意施工质量的控制,确保修复材料的均匀性、致密性和黏附性,以确保修复层的质量和稳定性。

4 结语

在水利施工中,混凝土裂缝的防治至关重要。通过加强质量控制、使用智能感知技术、应用抗裂剂和增强剂,以及配合维护修复策略等新颖的技术措施,能够有效预防和治理裂缝,提高水利工程的安全性和可靠性,延长使用寿命。这些措施的应用将为水利工程的可持续发展和保护提供重要支持。

[参考文献]

- [1]余晓瑛.水利施工中混凝土防裂缝技术控制[J].大陆桥视野,2022(9):129-130.
- [2]海卫华.水利工程施工中混凝土裂缝的防治技术研究[J].工程与建设,2022,36(4):1124-1125.
- [3]商福海.水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治措施[J].工程技术研究,2022,7(12):146-148.
- [4]季海斌,李浩.水利施工中混凝土裂缝的防治技术[J].石油工程建设,2021,43(6):136-137.
- [5]石砾.水利施工中混凝土裂缝的防治技术分析[J].工程技术研究,2021,6(23):58-60.

作者简介:熊建平(1995.10—),男,南昌工程学院,通信工程,江西省水投建设集团有限公司,施工员,助理工程师。