

水利工程施工中混凝土裂缝防治技术研究

王洪楼

江苏河海建设有限公司, 江苏 镇江 212000

[摘要]在水利工程飞速发展的背景下,混凝土裂缝在施工过程中愈发凸显,工程中的混凝土裂缝不仅损害其美观,亦可能危及结构稳固与使用年限。文章旨在研究水利工程施工中混凝土裂缝的形成原因与防治措施。首先,在研究水利工程中,对混凝土裂缝的类型及其成因机制进行了深入剖析,强调温度波动、干湿交替以及施工技术等因素为主要原因。然后,对混凝土裂缝的防治策略进行了深入研究,涵盖了材料选择、施工工艺的管控、温度湿度调节以及裂缝修补技术等多个方面。在水利工程混凝土结构的耐久性提升与裂缝控制领域,文章提出了一系列高效的技术策略,力求确保工程项目的品质与安全。

[关键词]水利工程;混凝土裂缝;防治技术

DOI: 10.33142/hst.v8i2.15578

中图分类号: TV544

文献标识码: A

Research on the Prevention and Control Technology of Concrete Cracks in Water Conservancy Engineering Construction

WANG Honglou

Jiangsu Hehai Jianshe Co., Ltd., Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

Abstract: With the rapid development of water conservancy engineering, concrete cracks have become increasingly prominent during the construction process. Concrete cracks in engineering not only damage their appearance, but may also endanger the stability and service life of the structure. The article aims to study the causes and prevention measures of concrete cracks in water conservancy engineering construction. Firstly, in the study of hydraulic engineering, an in-depth analysis was conducted on the types and causes of concrete cracks, emphasizing factors such as temperature fluctuations, wet dry alternation, and construction techniques as the main causes. Then, in-depth research was conducted on the prevention and control strategies for concrete cracks, covering multiple aspects such as material selection, construction process control, temperature and humidity regulation, and crack repair techniques. In the field of durability improvement and crack control of concrete structures in hydraulic engineering, this article proposes a series of efficient technical strategies to ensure the quality and safety of engineering projects.

Keywords: water conservancy engineering; concrete cracks; prevention and control technology

引言

水利工程作为基础设施建设的重要组成部分,承担着防洪、灌溉、供水等重要功能。在水利工程建设中普遍采用混凝土结构,在施工过程中,混凝土裂缝的出现,常常对工程的整体质量和安全性能产生不利影响。混凝土结构若出现缝隙,将加剧其强度降低及水侵入风险,进而对工程的长久使用与耐久度产生不利影响。因此,针对混凝土裂缝的防治技术研究显得尤为重要。混凝土裂缝的形成机理繁杂,涵盖温度波动、湿度起伏、施工工艺失误、设计瑕疵等众多要素。在水利工程的特定环境之下,此类因素常常诱发裂缝的形成,水利工程建设领域亟待解决的问题之一,是探索高效途径以预防和遏制混凝土裂缝的发生。

1 水利工程混凝土裂缝的成因

水利工程中混凝土裂缝的发生是多因素共同作用的结果,裂缝的产生不仅影响工程外观,还可能严重影响结构的安全性和耐久性。因此,为了解决混凝土裂缝问题,其核心在于对裂缝产生根源的深入剖析,此乃关键所在。水利工程阶段,混凝土浇筑完成,随之引发水泥水化反应,

该反应产生大量热能,进而使混凝土内部温度显著上升。尤其是夏季高温与冬季低温的交替,常导致混凝土内外部及表面温差显著,进而产生显著的温度梯度效应。若混凝土表面与内部温差悬殊,将导致表层受压而内部拉伸,进而诱发裂缝^[1]。

混凝土的浇筑过程如果不规范,如搅拌不均匀、浇筑不连续、振捣不充分等,都可能造成混凝土的质量问题,形成局部薄弱区域,进而导致裂缝的发生。在施工过程中,所采用的水泥与骨料品质未能达标,导致混凝土性能波动,进而诱发裂缝现象加剧。施工阶段,混凝土结构部件往往需抵御诸如车辆压迫、施工机械振动等外部荷载冲击,此类荷载易引发混凝土局部应力积聚,尤其是在接缝、结构变形节点或连接部位等易于裂痕产生的敏感区域。

2 水利工程混凝土裂缝防治技术

2.1 材料选择与改良

在水利工程中,混凝土裂缝的防治首先需要从材料的选择与改良入手。混凝土的质量直接决定了其抗裂性能,因此,选择合适的材料、改良混凝土配比是防止裂缝的基

础。混凝土内部温度梯度,其成因往往与水泥的水化热特性密切相关,而不同类型的水泥水化热差异显著,过高则易引发温度裂缝。在大体积混凝土工程领域,尤其是在此领域中,选用低热型或高强型水泥,此类材料在水泥水化过程中能够显著减缓温升速度,从而有效降低温度裂缝的生成概率。

骨料是混凝土的重要组成部分,其质量直接影响混凝土的密实度、强度和抗裂性。优质的骨料粒径均匀、杂质少,能够使混凝土具有较好的抗压强度与黏结力,从而降低裂缝的产生风险。在施工过程中,对骨料水分含量的合理调控至关重要,它有效避免了因骨料水分过剩或不足而导致的混凝土配比失衡,确保了混凝土质量的一致性,适量的引入减水剂与引气剂等,可显著增强混凝土的施工性能及抗裂特性。混凝土在掺入减水剂后,水分得以降低,从而增强其结构强度;与此同时,引入引气剂的混凝土内部产生细微气泡,显著提升了其抗冻与抗渗性能,并有效抑制了裂缝的形成^[2]。

2.2 施工工艺控制

在施工过程中,对工艺的合理操控,是预防混凝土出现裂缝的又一重要手段,即便选用优质材料,施工技术若不达标,混凝土亦可能出现裂缝现象。混凝土施工乃水利工程的关键步骤,需对每一施工环节实施严格把控,以保障混凝土品质之稳定。在混凝土浇筑过程中,若浇筑速度过快或不匀,往往引发混凝土结构层次不均,进而诱发裂缝出现。浇筑作业需确保作业均匀且持续,且在同一层面上完成。在实施大体积混凝土浇筑作业过程中,必须采用分层浇筑技术,以防因温差过大而造成裂缝问题,为确保接缝处的强度与密实性,需严格禁止混凝土的重复浇筑。

确保混凝土密实,振捣操作旨在消除其内部空气,以预防空洞与离析问题的产生。若混凝土振捣作业不到位,将导致其内部强度分布不均,进而可能诱致裂缝产生,浇筑混凝土时,必须保证每一层都得到充分振捣,特别是对边角和接缝部位,以保障混凝土的密实度。浇筑混凝土若养护失当,极易引发表面早期干燥,进而出现收缩裂缝现象。为确保混凝土质量,务必强化养护措施,维持其表面水润,避免水分提前流失。

2.3 施工现场的环境管理

施工现场的环境管理是影响混凝土裂缝产生的重要因素之一。在施工过程中,环境温度、湿度以及风速等外界因素,对混凝土浇筑的品质与养护成效具有显著影响,有效进行环境管理,可显著减少裂缝发生的潜在威胁。在混凝土浇筑作业中,尤其是在炎热的夏季,温度的攀升往往使得混凝土水化作用加剧,热能释放增大,从而形成显著的温差,继而导致裂缝的产生。在施工现场环境下,必须实施有效的降温策略,诸如采用冷却水法、搭建遮阳棚等手段,以调节混凝土的温度,防止因温差过大而引发裂缝^[3]。

混凝土的水泥水化作用易受湿度过高或过低的影响,当环境湿度不足时,混凝土表面的水分迅速蒸发,极易引发开裂问题;湿度过高,则可能导致混凝土水化反应过快,引起裂缝的产生。在施工现场,为确保混凝土品质,需对环境湿度实施合理调控,维持适宜湿度水平。风速较高的恶劣天气环境下,风干效应致使混凝土表层迅速脱水,进而诱发裂缝。在施工现场,应严格规避大风天气施工,并实施一系列防风措施,诸如设置遮挡设施,以降低风速对混凝土表层造成的干扰。在科学调控环境的过程中,混凝土施工得以获得理想的外部环境,此举能有效遏制裂缝的出现,确保水利工程在质量与安全层面得到充分保障。

3 裂缝修补技术的研究与应用

3.1 裂缝修补的基本方法

水利工程中混凝土裂缝的修补是确保工程结构长期稳定性和耐久性的重要措施。裂缝的修补策略应基于其形态、尺寸、深浅以及成因等多元因素全盘考量,诸多修补手段中,表面修补、注射修补、干湿修补等,均为常见之术。裂缝轻微时,普遍采用表面修补法进行修复,在实施过程中,首先需对裂缝表面进行清理,随后移除松动及老化的混凝土,最终以修补材料进行覆盖。修补材料一般选择聚合物水泥砂浆、环氧树脂等高黏结力材料,这些材料能有效填补裂缝,并增强混凝土表面抗渗透和耐久性。表面修补法操作简单、经济实用,但适合于裂缝较浅且裂缝结构不严重的修补^[4]。

在处理深层裂缝或需提升结构支撑能力时,采用注射修补技术显现出其显著的实效性。裂缝加固,采用注射修补法,将环氧树脂、聚氨酯、丙烯酸树脂等修补材料注入其中,以实现填充与强化目的,此法具备深入修补裂缝的能力,特别适用于对承重结构裂缝的修复工程。在实施修补作业时,首要任务是于裂缝两侧开孔,进而植入注管,随后利用泵送机制向裂缝内注入专用修补物料,务必使修补物料充实填补裂缝的空腔,以此恢复结构的整体完整。裂缝修补在水下混凝土结构中,尤其是水库与堤坝等水利设施,干湿法修补技术尤为适用。修补过程中,运用快速硬化材料,旨在确保混凝土表层与水下结构实现牢固黏结,以阻隔水流渗入裂缝深处。水泥基修补砂浆与聚氨酯类材料,作为干湿法修复之选,遇水即能快速凝结,展现出卓越的黏合力。在各类裂缝的修复工作中,需针对具体类型与条件挑选适宜的修补策略,以此保障水利设施的长久安全与稳定。

3.2 新型修补材料与技术

随着混凝土修补技术的发展,越来越多的新型修补材料和技术被应用到水利工程的裂缝修补中,这些新材料具有更好的性能、更高的耐久性和更加环保的特点。一种常用的新型修补材料是高强度环氧树脂。环氧树脂不仅具有较高的强度和黏结力,还具备良好的耐水性、耐化学腐蚀

性和抗冻性,因此被广泛用于深度裂缝的修补。环氧树脂的流动性较好,能够深入裂缝的深处,起到很好的填充作用,并且修补后能迅速恢复混凝土的强度^[5]。另外,聚氨酯材料也逐渐成为混凝土修补的热点。聚氨酯材料不仅具有较好的黏结性能,还具有极强的弹性和耐候性,能够有效适应混凝土结构的变形和位移,避免因混凝土变形而导致修补层脱落。聚氨酯材料常用于修复水下或潮湿环境下的裂缝,能够确保修补效果的持久性。

纳米材料的应用也为混凝土修补带来了新的突破。粒径极小、表面积高的纳米材料,更易深入混凝土微观孔隙,构建紧密的修复层,混凝土结构通过应用纳米修补材料,显著提升了其抗渗透和抗压性能,且该修补技术相较于传统方法,展现出更精细且持久的修复效果。纳米技术的持续进步预示着纳米材料的应用范围将不断延伸,并在修补技术领域扮演愈发关键的角色。在修补领域,除了沿用已久的传统材料,聚合物修补材料亦逐步受到青睐,其应用范围日渐拓宽。在水泥基体中引入聚合物成分,该修补材料得以增强其黏附性、延展性和防渗能力,从而更好地应对不同环境条件下的混凝土修复作业。新型修补材料的广泛应用,不仅提升了混凝土裂缝修补的效果,也延长了水利工程的使用寿命,为混凝土结构的长期稳定性提供了更为可靠的保障^[6]。

3.3 裂缝修补的施工技术与质量控制

混凝土裂缝修补不仅需要合理的材料选择,还需要严格的施工技术和质量控制。凭借科学的施工技艺与严苛的质量监管,方能保障修补成效的长期性与修补层与混凝土基体的紧密贴合。施工裂缝修补,需严格遵循高精度施工规范,在修补作业启动前,作业人员需对裂缝深处进行彻底清扫,剔除所有松动的混凝土颗粒及杂屑,从而确保修补材料与原混凝土基体实现良好贴合。以气枪吹尘与手动工具打磨为手段,对清洁作业进行高效处理,在水利工程建设领域,裂缝所引起的水位波动显著,因此排水作业需予以高度重视,以防水分干扰修复成效。

施工过程中,修补材料的配比及操作技术亦占据着关键地位,在混合环氧树脂与聚氨酯等修补材料时,务必遵循制造商建议的配比,以保证材料性能达到最优化。在施工过程中,必须严格遵循特定的作业流程,包括分层涂抹或注入,以保障修复材料能够全面渗透至裂缝各处,防止形成空挡或遗漏修补现象。在施工环节,必须密切关注气候因素对工程进度的影响。此外,当遭遇低温或湿润气候时,物料硬化进程往往有所延缓,对此,施工团队需根据

气候状况作出相应的调整。

质量控制方面,施工完毕后,应进行修补层的强度检测。通过对修补层与基体混凝土间的黏结力进行检测,以此评估修补效果是否满足设计规范。为确保修补层在抗渗性和抗拉强度等方面具备充分稳定性与耐久性,需执行多项性能测试。工程修缮完毕后,施工方需确立周期性检测方案,持续关注裂缝修复成效,一旦察觉到裂缝或修补层的异常,亟需立即执行相应的补救行动,以防问题加剧。在确保施工技术严谨和质量控制严格的前提下,混凝土裂缝修补作业得以达成预期目标,进而为水利工程的安全稳定运行保驾护航^[7]。

4 结语

水利工程施工中混凝土裂缝防治问题日益受到关注,裂缝的产生不仅影响工程的美观,更可能对结构的耐久性和安全性造成隐患。本文通过对水利工程中混凝土裂缝的成因分析,结合具体防治技术,提出了多种有效的裂缝防治方法。这些技术手段包括合理选材、优化施工工艺、加强温湿度管理、实施裂缝修补等方面。未来,随着新材料和新技术的不断发展,混凝土裂缝的防治技术将更加精准和高效,尤其是在水利工程建设中,如何更好地融合先进的裂缝修补技术和材料,将是提高工程质量和安全性的关键。通过不断加强技术研究与实践,水利工程的混凝土裂缝问题将在更大程度上得到控制和预防,确保水利工程的长期稳定运行。

[参考文献]

- [1]李瑶,田志秀.水利工程施工中混凝土裂缝控制技术[J].水上安全,2024(21):175-177.
- [2]杨帆.水利工程施工中控制混凝土裂缝技术研究[J].东北水利水电,2024,42(9):16-18.
- [3]牛欣伟.农业水利工程施工中混凝土裂缝出现的原因及防治措施[J].农村科学实验,2024(9):97-99.
- [4]蒋宜英.水利工程施工中混凝土裂缝的防治策略研讨[J].水上安全,2023(16):169-171.
- [5]张剑.水利工程施工中控制混凝土裂缝的技术研究[J].工程与建设,2023,37(6):1775-1777.
- [6]石宝林.水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治技术研究[J].水上安全,2023(15):28-30.
- [7]杨正平.水利工程施工中的混凝土裂缝的防治技术[J].石材,2023(11):92-94.

作者简介:王洪楼(1986.12—),本科,工程师,目前职务:副科长。