

水利施工中的混凝土抗裂技术研究

毕煜东 张尧 李超予 吴健

江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225000

[摘要] 混凝土抗裂技术在水利施工中具有重要的意义。本篇文章从水利工程的特殊性出发, 系统研究了混凝土抗裂技术的发展历程、关键影响因素及现有技术方案。通过深入剖析抗裂技术在水利施工中的应用, 探讨其在提高混凝土耐久性、延长工程寿命等方面的优势。同时结合实际案例, 分析混凝土抗裂技术在水利工程中的成功应用与挑战。最后提出未来混凝土抗裂技术研究的方向, 以期为水利工程的可持续发展提供有益参考。

[关键词] 水利施工; 混凝土; 抗裂技术

DOI: 10.33142/ect.v2i2.11344

中图分类号: TV544

文献标识码: A

Research on Concrete Crack Resistance Technology in Water Conservancy Construction

BI Yudong, ZHANG Yao, LI Chaoyu, WU Jian

Jiangsu Surveying and Design Institute of Water Resources Co., Ltd., Yangzhou, Jiangsu, 225000, China

Abstract: Concrete crack resistance technology is of great significance in water conservancy construction. Starting from the particularity of water conservancy engineering, this article systematically studies the development process, key influencing factors, and existing technical solutions of concrete crack resistance technology. Through in-depth analysis of the application of crack resistance technology in water conservancy construction, it explores its advantages in improving concrete durability and extending project life. At the same time, combined with practical cases, analyze the successful application and challenges of concrete crack resistance technology in hydraulic engineering. Finally, the direction of future research on concrete crack resistance technology is proposed, in order to provide useful references for the sustainable development of hydraulic engineering.

Keywords: water conservancy construction; concrete; anti cracking technology

引言

水利工程在现代社会中扮演着至关重要的角色, 为了确保水利工程的安全、稳定运行, 混凝土结构的质量和耐久性显得尤为重要。在水利工程中, 由于多种外部因素的综合作用, 混凝土往往面临裂缝的风险, 这不仅影响工程的美观性, 更可能导致工程结构的稳定性和耐久性下降。为有效解决混凝土裂缝问题, 混凝土抗裂技术应运而生。混凝土抗裂技术通过改良混凝土的材料和结构设计, 以及引入新的施工工艺, 旨在提高混凝土的抗裂性能, 延长工程的使用寿命。

1 混凝土抗裂技术的发展历程

混凝土抗裂技术的发展历程可以追溯到 20 世纪初, 随着混凝土工程的不断发展, 人们逐渐认识到混凝土裂缝对工程结构的潜在危害。在早期, 主要采用增加混凝土的配筋量来提高其抗裂性能, 然而这种方法在成本和施工难度上存在一定的限制。随着材料科学和建筑技术的进步, 混凝土抗裂技术逐渐丰富和完善。在 20 世纪中叶, 高性能混凝土的研究与应用为抗裂技术提供了新的方向。通过优化混凝土配合比, 添加掺合料和化学添加剂, 使混凝土的强度和耐久性得到提升。同时, 纤维增强混凝土(FRC)的引入, 使混凝土在微观层面获得了更好的韧性, 从而提高了其抗裂性能。近年来, 随着智能材料和传感器技术的

发展, 混凝土自愈合技术、智能监测与修复技术等也逐渐应用于水利施工中, 为混凝土抗裂技术注入了更多创新元素。

2 混凝土抗裂技术的关键影响因素

2.1 材料选择与配合比

在混凝土抗裂技术中, 材料选择与配合比的合理性对于提高抗裂性能至关重要。通过精心选择混凝土的原材料, 并优化配合比, 可以显著改善混凝土的性能。合适的掺合料和化学添加剂的添加, 不仅有助于提升混凝土的耐久性, 还能降低裂缝产生的概率。这种策略不仅关注混凝土的强度和稳定性, 更注重其在水利施工中面临的实际应用, 通过科学的材料选择与合理的配合比, 实现混凝土结构的更长寿命和更高的工程质量。

2.2 温度与湿度控制

在水利工程中, 混凝土结构很容易受到自然环境的影响, 不同的气候条件对混凝土的抗裂性能有直接影响。针对自然环境问题, 相关人员就要严格控制温度与湿度, 这样可以减缓混凝土的干缩收缩过程, 降低温度裂缝的发生概率。这种措施不仅有助于保持混凝土的整体稳定性, 还能提高其在水利工程中的抗裂性能, 确保结构的持久性和安全性。

2.3 结构设计与施工工艺

在水利工程中, 合理的结构设计和施工工艺对于混凝土

土的抗裂性能至关重要。通过科学合理的结构设计,可以减少混凝土在施工过程中的应力集中,降低裂缝发生的概率。采用先进的模板支撑体系、施工方法等先进工程技术也对混凝土的抗裂性能产生积极影响。这种综合考虑结构设计和施工工艺的方法,可以优化混凝土结构的力学性能,最大限度地降低由于施工引起的裂缝。

2.4 纤维增强技术

纤维增强混凝土技术是一项有效的抗裂技术,在混凝土中添加适量的纤维可以提高混凝土的韧性。这些纤维能够有效分散混凝土中的应力,从而阻止裂缝扩展,提高混凝土的抗裂性能。在水利工程中,采用纤维增强混凝土技术可以有效应对混凝土在不同工况下的应力变化,降低裂缝产生的风险,确保混凝土结构的安全可靠。这一技术的应用不仅提高了混凝土的整体性能,也为水利工程的施工和使用提供了可靠的技术支持。

2.5 自愈合技术

自愈合技术是一项先进的混凝土抗裂技术,引入微生物或自愈合剂等特殊材料,可以实现混凝土中微小裂缝的自主修复。在水利工程中,由于很多外界因素的影响,混凝土结构也会受到一定影响发生反应,比如会出现一些微小裂缝。采用自愈合技术可以有效缓解这个问题,在混凝土中引入微生物,它们能够在适当的环境条件下活跃起来,然后填充进微小裂缝中,就可以实现混凝土的自我修复。这种技术不仅能够提高混凝土的整体耐久性,还能够延长水利工程结构的使用寿命,省去了很多修复的时间成本,降低了维护成本,具有广阔的应用前景。

3 现有混凝土抗裂技术方案

3.1 高性能混凝土技术

高性能混凝土技术是一种在混凝土材料的配合比、原材料选择等方面进行优化的技术手段。通过这一技术,可以有效提高混凝土的整体性能,减缓裂缝的产生,从而增强混凝土的抗裂能力,使其更适用于水利施工等工程领域。首先,通过对混凝土的配合比进行科学合理的设计,可以使混凝土具有更高的抗压强度和抗折强度。采用高强度的水泥和细粒料,搭配适量的添加剂,使混凝土更加致密,减少孔隙和空隙,从而提高了整体的力学性能。其次,高性能混凝土技术在原材料的选择上更加注重材料的高耐久性。选择经过特殊处理或具有良好抗腐蚀性能的材料,能够有效防止混凝土在潮湿、酸碱等恶劣环境中的劣化,延长混凝土的使用寿命。最后,通过添加一定量的掺合料,如硅灰、矿渣等,可以提高混凝土的抗裂性能。这些掺合料能够填充混凝土中的微观裂缝,改善混凝土的内部结构,提高其抗裂能力。

3.2 纤维增强混凝土技术

纤维增强混凝土技术是一种通过在混凝土中添加合适的纤维材料,如钢纤维、聚合物纤维等,以改善混凝土的韧性和抗裂性能的技术手段。首先,纤维增强混凝土技

术通过在混凝土中加入纤维材料,能够显著提高混凝土的抗拉强度。这种强化效果主要得益于纤维在混凝土中的均匀分布,使得混凝土在受力时能够更加均匀地吸收和分散压力,有效抑制了裂缝的扩展。尤其是在水利工程中,混凝土结构常受到水压等外部力的作用,纤维增强技术能够更好地保障混凝土结构的整体稳定性。其次,纤维增强混凝土技术对抑制裂缝扩展具有显著效果。纤维的添加能够形成三维分布的网络结构,使得混凝土内部的微裂缝得到有效的桥接和支撑,防止了裂缝的扩大。特别是在水利工程中,混凝土结构往往长时间处于潮湿环境,纤维增强混凝土的抗裂性能能够更好地适应潮湿环境的挑战。最后,纤维增强混凝土技术还能够提高混凝土的耐久性。由于纤维的耐腐蚀性和耐磨性,混凝土的整体性能在潮湿、腐蚀等恶劣环境中能够更长时间地保持。这对于水利施工中的混凝土结构来说,是一项非常重要的技术创新,有助于提升工程的使用寿命和可靠性。

3.3 自愈合混凝土技术

自愈合混凝土技术在水利施工中的应用效果显著,是一种创新性的混凝土修复方法,主要是引入微生物或自愈合剂等成分,让混凝土微小裂缝可以自主修复,从而提高混凝土的整体耐久性。这些微生物一般为耐碱性的细菌或孢子,它们被混入混凝土中并激活,当混凝土发生微小裂缝时,这些微生物就能够通过代谢作用产生碳酸盐等矿物质填充裂缝,实现自主修复。这个过程就像混凝土中的微生物在进行自我治愈,可以有效延缓裂缝的扩展,提高混凝土的整体抗裂性能。自愈合混凝土技术还可以通过引入自愈合剂来实现裂缝的自主修复,这些自愈合剂一般包含有利于混凝土自愈的特殊成分,如微胶囊、聚合物乳液等。当混凝土发生微小裂缝时,这些自愈合剂能够在裂缝处释放出填充物质,填充裂缝,形成连接,并在固化过程中完成修复。

3.4 智能监测与修复技术

智能监测与修复技术借助目前先进的传感器技术,可以实时监测混凝土结构变化,并通过自动化系统进行修复。在水利施工中,该技术可以为混凝土结构的健康状态提供全面、及时的监测和修复手段。智能监测系统通过布置在混凝土结构表面的传感器,实时监测结构的变化,这些传感器可以测量温度、湿度、应变等多个参数,实现对混凝土结构健康状况的全面监测。这种监测相对来说更加全面,可以及时监测到一些异常情况,比如出现微小裂缝或变形等,一旦出现这些问题系统就会立即发出警报,这样相关人员就能根据问题及时采取修复措施,提高了整个修复效率,也减轻了人为因素的干扰。智能修复技术可以通过自动化系统实现对混凝土结构的实时修复,这一系统包括控制单元、执行机构和修复材料等组成部分。当传感器监测到混凝土结构存在问题时,控制单元将启动执行机构,对

修复材料进行定向喷射或注入,完成对微小裂缝或损伤的自动修复。此外,智能监测与修复技术的应用为水利施工提供了更为可持续的维护方案,实时监测和及时修复可以最大程度地延缓混凝土结构的老龄化过程,提高水利工程的整体可维护性。

4 混凝土抗裂技术在水利施工中的应用案例

4.1 三峡大坝混凝土抗裂技术应用

三峡大坝举世闻名,是世界上最大的水利工程之一。在长期的水文环境中,三峡大坝混凝土结构面临着巨大的水压力和温度变化,为了应对这一挑战,三峡大坝采用了高性能混凝土技术。这种技术通过对混凝土的配合比进行优化,并使用高强度、高耐久性的原材料,提高混凝土的整体性能。高性能混凝土的使用有效地降低了混凝土的温度敏感性,减缓了温度变化引起的裂缝产生。为了增加混凝土的韧性,三峡大坝采用了纤维增强混凝土技术。通过添加适量的纤维,如碳纤维和聚合物纤维,混凝土的韧性得到提高,有效抑制裂缝的扩展。这对于承受大坝长期运行中可能出现的微小裂缝具有重要意义,保障了混凝土结构的整体稳定性。在实际应用中,三峡大坝混凝土结构的设计充分考虑了水压力和温度变化对混凝土的影响。通过科学合理的结构设计和施工工艺,降低了混凝土在施工过程中的应力集中,减少了裂缝的发生概率。同时,三峡大坝采用了先进的模板支撑体系和施工方法,为混凝土结构提供了良好的施工环境,进一步提高了抗裂性能。

4.2 南水北调中线工程混凝土裂缝监测与修复

南水北调中线工程是我国一项重要的水资源调配工程,其混凝土结构的裂缝监测与修复工作至关重要。在工程实施过程中,为确保混凝土结构的长期稳定性,引入了智能监测技术,以及相应的裂缝修复措施,为工程的顺利运行提供了有效的保障。首先,为了实现对混凝土结构裂缝的精准监测,南水北调中线工程采用了先进的智能监测技术。通过在混凝土结构表面安装高灵敏度传感器和监测设备,实时监测裂缝的产生和发展情况。这些监测设备能够精确记录裂缝的尺寸、形态,以及发展速度等关键信息,为工程管理者提供了及时的监测数据。其次,基于智能监测获得的数据,南水北调中线工程实施了有效的裂缝修复措施。一旦监测到混凝土结构出现裂缝,工程团队即可迅速响应,采取合适的修复措施。这可能包括注浆修复、贴片加固等技术手段,具体措施根据裂缝的性质和程度而定。这样的智能监测与修复机制大大提高了工程对裂缝问题的应对能力,保障了工程结构的整体稳定性。在实际运行中,南水北调中线工程智能监测系统的使用不仅使得裂缝问题得到及时发现和解决,还提高了整个工程运行的适应

性。工程管理者能够根据监测数据进行科学决策,预防裂缝问题的进一步恶化,确保工程的长期安全运行。

5 未来发展方向

5.1 可持续性发展

随着社会对环境问题的日益关注,混凝土抗裂技术也应当尽快适应这一要求,向可持续性方面发展。如可再生性利用原材料,通过采用可再生材料或循环利用废弃材料,可以降低资源消耗问题,大幅度减轻对环境造成压力。同时,生产过程的环境友好性也是可持续发展的关键,可以采用低碳、清洁生产技术,有效减少污染物排放,保护生态环境。

5.2 智能化与自愈合

随着科技的不断进步,智能化的传感器和自愈合材料的应用将使混凝土结构能够实现对裂缝的自动监测与修复。通过布置在结构表面的智能传感器,系统能够实时监测裂缝的出现和扩展情况。一旦发现问题,自愈合技术就可以自动启动,针对出现的问题进行自主修复,这种有针对性的修复可以减少人工干预,避免不及时或者人为错误,大大提高了施工效率。

5.3 多功能性材料

新型材料不仅具备基本的强度和耐久性,还拥有导电性、光触发性等特性,以适应不同工程的需求。导电性材料可以应用于智能化传感器系统,实现对混凝土结构内部状况的实时监测。光触发性材料则可应用于自愈合技术,通过光的刺激实现裂缝的自主修复。

6 结束语

综上所述,混凝土抗裂技术的研究和应用是水利工程建设中的重要一环。通过对混凝土抗裂技术的发展历程、关键影响因素、现有方案以及应用案例的探讨,我们深入了解了该领域的进展与应用。未来,随着科技的不断进步,混凝土抗裂技术有望在水利施工中发挥更为重要的作用,为工程的安全性、稳定性和可持续性提供更全面的解决方案。

[参考文献]

- [1]李汉林. 水利施工的大体积混凝土抗裂技术[J]. 城市建设理论研究(电子版),2023(36):178-180.
- [2]陈利. 水利施工中大体积混凝土的抗裂技术分析 [J]. 门窗,2019(23):95-97.
- [3]刘晓琴. 浅谈水利施工中大体积混凝土抗裂技术的核心要领[J]. 科技与创新,2017(9):74-77.
- [4]杨小云. 浅析水利施工中大体积混凝土抗裂技术[J]. 江西建材,2015(23):108.

作者简介:毕煜东(1997.11—),男,汉族,安徽省芜湖市人,硕士研究生学历,助理工程师,从事工作为水利工程设计施工。