

# 水工混凝土裂缝成因与修补技术探析

林荣峰

(山东航空学院, 山东 滨州 256600)

**【摘要】**混凝土作为水利工程建设中的重要材料,其耐久性和稳定性直接关系到工程的安全与寿命。然而,在实际应用中,受环境、荷载、材料等多种因素的影响,混凝土裂缝问题时有发生。文章旨在探讨水工混凝土裂缝的成因及修补技术,并分析不同修补方法的适用性和效果,为水工混凝土裂缝的修补提供理论依据和技术支持。

**【关键词】**水利工程;混凝土裂缝;灌浆法;嵌缝法

**【中图分类号】** TU755.8

**【文献标志码】** A

**【文章编号】** 1009-6159(2025)-10-0034-03

## Analysis on Causes and Repair Technologies in Hydraulic Concrete Cracks

LIN Rongfeng

(Shandong University of Aeronautics, Binzhou, Shandong 256600, China)

**Abstract:** As a key material in water engineering, concrete's durability and stability are directly related to the safety and service life of the engineering. However, in practical application, concrete crack problems occur often, due to the various factors such as environment, load and materials. This paper targets to explore the causes of cracks in hydraulic concrete and corresponding repair technologies deeply, and analyze the applicability and effect of different repair methods, so as to provide theoretical basis and technical support for the repair of cracks in hydraulic concrete.

**Key words:** Water engineering; Concrete crack; Grouting method; Joint embedding method

混凝土裂缝是水利工程施工期和运营期中常见的质量问题之一,其不仅影响工程的外观美观性,还有可能降低处于水压作用下结构的承载能力和耐久性,甚至引发安全事故。因此,必须采取有效措施对混凝土裂缝进行修补,从而预防裂缝的进一步扩展,确保水利工程的安全运行。

## 1 混凝土裂缝成因

### 1.1 原材料方面

水工混凝土原材料主要包括水泥、掺合料、骨料和外加剂等。水泥因矿物组分或细度的不同而表现出明显的水化特性和收缩性差异,一旦选用水化热较大或干缩性较大的水泥品种,就会增加混凝土因水化热或干燥收缩而导致开裂的风险,实际工程中尤其是要加强对水泥体积安定性的检测。混凝土中合理地掺加一定数量的矿物掺合料(矿粉、粉煤灰等),不仅能够降低水泥用量,

而且能够增加混凝土的和易性和泵送性能。但活性矿物掺合料的掺入降低了混凝土的早期强度,施工过程中容易因赶工期而忽视混凝土养护,从而产生由施工荷载作用导致的裂缝。

骨料在水工混凝土中起着改善工作性能、骨架支撑和耐久性能提升等多重作用。骨料颗粒的级配(即不同粒径颗粒的比例)会严重影响混凝土的工作性能和密实度,粗骨料和细骨料的合理搭配可以减少混凝土中的孔隙,防止水分和其他有害物质的侵入,从而降低混凝土开裂的可能性。混凝土外加剂的掺入能够明显改善水工混凝土的各项性能,但减水剂或膨胀剂等的掺加量和使用方法不合理时,就可能发生混凝土泌水、离析和膨胀率不受控的风险,从而增加混凝土开裂的可能性。

收稿日期:2025-04-19

作者简介:林荣峰(1986—),男,讲师

## 1.2 施工方面

混凝土施工过程中,施工工艺和养护方式的合理选择对混凝土质量有着至关重要的影响。混凝土振捣不充分或过度振捣都有可能造成混凝土内部缺陷和裂缝的产生。混凝土浇筑完成后的硬化过程中会因水泥水化而产生大量的热量,若降温措施不当,就会导致混凝土内外温差较大而产生温度应力,一旦温度应力超过混凝土的抗拉强度就会产生裂缝。混凝土浇筑完成后需要进行养护,以保证其正常硬化和强度发展。若养护不及时、不充分或方法不当(如过早拆模、冬季未采取保温措施等),都可能造成混凝土产生裂缝。

## 1.3 结构设计方面

水利工程结构复杂,设计时需要充分考虑地质条件、水文条件、气候条件、荷载作用等各种自然条件和工程要求。1)对地基的承载力、变形特性等考虑不足或者地基处理方案不合理,就会导致基础不均匀沉降,进而引发上部结构产生裂缝;2)未深入地进行结构布局和受力分析,可能会导致混凝土结构在实际使用中因受力不均而产生局部的应力集中,应力集中过大时就会产生裂缝;3)未充分考虑大体积混凝土结构中温度和湿度的变化对结构的影响,没有采取有效的温控和保湿措施,就会导致混凝土内部因温度应力或干缩应力而产生裂缝;4)忽视了伸缩缝、沉降缝等防裂构造措施或者设置不合理,会增加混凝土结构因温度、湿度、地基沉降等因素引起裂缝的风险。

## 1.4 环境条件方面

外界温度的剧烈变化会造成混凝土的收缩与膨胀。水工混凝土长期处于强光照射或阴冷环境中,其温度会随之变化,从而影响混凝土的收缩和膨胀性能,进而可能引发裂缝。水工混凝土通常处于富水环境中,水位的急剧升降会对混凝土结构产生浮力作用和动水压力,都有可能造成混凝土裂缝的产生;水流冲刷作用也是影响混凝土结构稳定性的重要因素,特别是当水流速度较快、含沙量较大时,水流冲刷会对混凝土结构造成侵蚀和磨损,进而引发裂缝。

# 2 水工混凝土裂缝修补技术

## 2.1 表面修补法

表面修补法主要是直接在裂缝表面涂抹或

粘贴修补材料来完全封闭水工混凝土表面裂缝,并达到防止水分或有害物质进一步侵入混凝土内部的目的,从而减缓裂缝的扩展速度,保护混凝土结构的完整性。裂缝表面修补法主要适用于那些对结构整体承载能力和耐久性影响较小,但裂缝宽度较为明显的混凝土表面。这种方法特别适用于裂缝宽度较小、深度较浅且对结构性能影响不大的情况。此方法操作简便、成本低,且能迅速恢复混凝土表面的美观性,但其修补效果相对有限,仅适用于表面裂缝的修补,对于深层裂缝或结构性能受影响的裂缝则不适用。表面修补法并不能解决裂缝的根本原因,也不能显著提高混凝土结构的整体强度或刚度。因此,在采用此方法时,应综合考虑裂缝的成因、发展趋势以及对结构性能的具体影响,必要时还需结合其他修补或加固措施来共同解决裂缝问题。

## 2.2 灌浆法

灌浆法是利用压力设备将胶结材料(如水泥浆、环氧树脂等高流动性浆液)压入裂缝中,胶结材料硬化后与混凝土形成一个整体,从而起到封堵加固的目的。针对因温度应力、干缩变形或基础不均匀沉降引起的水工混凝土裂缝,灌浆法都能将浆液注入到混凝土内部,精准定位并充填裂缝,从而有效阻止水分和有害物质的侵入,恢复混凝土结构的完整性和稳定性,不仅能够显著提高混凝土的抗渗性能,还能有效防止地下水位的上升对结构造成的不利影响,确保水利工程的长期稳定运行。

水工混凝土灌浆法在实际工程应用中也存在一定的缺点和挑战。首先,灌浆材料种类的选择对裂缝的修补效果至关重要;不同性能的灌浆材料对不同类型裂缝的适应性不同,需要根据实际工程具体情况进行选择和调整。其次,施工过程中的技术要求较高;施工人员需要具备丰富的施工经验和专业设备的操作技能,以确保灌浆施工的质量和效果。此外,灌浆法的成本相对较高,需要综合考虑工程预算和经济效益。最后,灌浆法的长期效果需要进行持续的监测和评估,以确保其能够持续发挥加固和防水的作用。

综上所述,灌浆法作为一种重要的混凝土裂缝修补手段,在水利工程建设中具有广泛的应用前景和重要的实践价值。在未来的发展中,相关

工程人员需要不断优化和完善灌浆技术方案,提高施工质量和效率,为水利工程的安全运行和可持续发展提供更加坚实的技术支撑。

### 2.3 嵌缝法

嵌缝法是在裂缝处凿出一定宽度和深度的槽口,然后在槽口中嵌填塑性或刚性止水材料(如聚氯乙烯胶泥、聚氨酯密封胶、聚合物水泥砂浆等),以达到封闭裂缝和阻止水分渗透的目的。该方法适用于裂缝宽度较大、深度较深且需要防水的情况。在嵌缝施工过程中,施工人员需遵循严格的操作规程,确保嵌填材料能够充分填充缝隙,并与周围结构紧密结合,形成有效的防水屏障。并且通过质量检查环节对嵌缝效果进行全面评估,确保施工质量符合设计要求和相关标准。嵌缝法也为水利工程的日常维护与保养提供了便利,使得维修工作更加高效、精准。

除了以上几种修补方法外,还有一些如电化学保护法、结构加固法等极少选用的修补方法。水工混凝土裂缝的修补需要根据具体情况选择合适的修补方法和辅助措施,综合性强且技术复

杂。通过科学的修补和有效的预防措施,可以确保混凝土结构的安全性和耐久性。

## 3 结语

随着水利工程建设的不断发展,混凝土结构的裂缝问题日益凸显。裂缝不仅影响结构的外观质量,更可能导致结构的承载能力下降和耐久性降低,甚至引发安全事故。因此,深入研究混凝土裂缝的成因和修补方法,选择合适的修补方法来提高修补效果,对于保障水利工程的安全运行具有重要意义。

### 参考文献

- [1] 任致贤,赵靖丹,刘庆源,等.水工混凝土缺陷处理技术应用[J].内蒙古水利,2024,(1):38-39.
- [2] 刘付.某电站高速水流过流面混凝土缺陷修补技术应用[J].四川水利,2023,44(6):105-109,190.
- [3] 李浪,字林,李剑寒,等.大华桥水电站引水渠道混凝土缺陷修补技术[J].云南水力发电,2022,38(1):137-140.
- [4] 王进军,李禄禄,牛政.混凝土裂缝修补及监测技术研究进展[J].现代盐化工,2024,51(2):36-37,51.

(责任编辑 迟明春)

(上接第 28 页)

混凝土面板及趾板是坝体最重要的防渗结构,该坝面板从顶部厚度 0.3 m 渐变至底部厚度 0.53 m,垂直缝间距 12 m,缝长超百米,这就要求面板混凝土必须具有较高的强度、耐久性和抗裂性,因此混凝土设计抗压强度等级 C30,抗渗等级 W10,抗冻等级 F200。同时,配合比设计选用均匀性和稳定性较好的常规优质原材料、尽量降低混凝土凝固过程中的温度应力,掺加高效引气减水剂、粉煤灰等掺合料,采用较低水胶比,优化胶凝材料用量,并改善混凝土拌合物和易性,减少自身收缩。

### 1.5 止水安装质量检测控制要点

混凝土面板堆石坝的防渗体系由趾板、面板、防浪墙构成,接触部位接缝型式包括趾板缝、面板周边缝和垂直缝、防浪墙水平缝和结构缝,分缝止水主要由缝顶国标塑性填料加缝底止水铜片组成。止水安装质量要查验每道工序,其中铜止水焊接,是施工检验的重点项目。焊接完成后首先进行焊缝外观检查,确保焊缝压缝均匀、

顺直,无夹渣、无气孔,搭接长度和轴线对接误差必须满足规范和技术要求;然后抽样进行煤油渗透试验,确保无渗漏;必要时进行强度检查,焊缝抗拉强度不应低于母材强度的 80%。检测中发现问题应及时进行补焊处理。

## 2 结语

随着山东省水利工程建设的快速发展,优势明显的混凝土面板堆石坝必将得到进一步发展和广泛应用。本文所述的混凝土面板堆石坝的建设得到了参建各方的高度重视,为确保施工质量,前期进行了大量的试验性研究和准备工作,并形成了程序化、规范化、标准化的质量管理体系。科学管理,严格控制进场原材料,严格按照设计和规范要求施工,及时排除各种不利因素。由于该工程位于崂山风景区,建设过程中克服了安全文明施工及环保要求严格、施工场地狭窄,施工布置及规划困难等难题,有效控制好各个施工环节质量,工程实体质量较好。

(责任编辑 崔春梅)