

水利工程施工中混凝土裂缝防治策略探讨

蔡国安

中国水利水电第十一工程局有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5919

[摘要] 混凝土是构成水利工程实体的基础元素,其施工质量直接决定了整个工程的安全性与耐久性。在混凝土施工实践中,裂缝问题频繁地出现在水利工程的各个角落,这些裂缝的产生往往源于多种复杂因素的交织,包括配比不合理、环境温度与湿度的剧烈变化,以及地基处理不当等。若施工团队未能及时识别并采取有效措施加以处理,这些裂缝不仅会削弱混凝土结构的整体强度,还可能成为水渗漏的通道,进而威胁到水利工程的整体安全与稳定运行。基于此,本文将通过分析混凝土裂缝产生的原因,探讨相应的防治措施,旨在为水利工程施工提供理论参考和实践指导。

[关键词] 水利工程; 水利施工; 混凝土施工; 裂缝; 防治策略

中图分类号: TV 文献标识码: A

Discussion on concrete crack prevention strategy in water conservancy project construction

Guoan Cai

China 11th Water Conservancy and Hydropower Engineering Bureau Co., Ltd.

[Abstract] Concrete is the basic element of water conservancy project entity, and its construction quality directly determines the safety and durability of the whole project. In the practice of concrete construction, cracks frequently appear in every corner of water conservancy projects. These cracks are often caused by the interweaving of many complex factors, including unreasonable proportion, drastic changes in environmental temperature and humidity, and improper foundation treatment. If the construction team fails to identify and take effective measures to deal with them in time, these cracks will not only weaken the overall strength of concrete structures, but also become channels for water leakage, thus threatening the overall safety and stable operation of water conservancy projects. Based on this, this paper will discuss the corresponding prevention measures by analyzing the causes of concrete cracks, aiming at providing theoretical reference and practical guidance for water conservancy project construction.

[Key words] water conservancy project; Water conservancy construction; Concrete construction; Cracks; Prevention and control strategy

引言

在水利工程的建设与运营过程中,混凝土裂缝的出现,不仅会影响水利工程的美观性,更重要的是,它们可能严重削弱结构的整体性和稳定性。这些裂缝成为水分和有害物质侵入的通道,加速了钢筋的锈蚀过程,进一步导致混凝土结构的性能下降和老化加速,随着时间的推移,裂缝的扩展和结构的退化可能会引发一系列安全问题,严重威胁到水利工程的长期稳定运行和安全性能。因此,深入研究混凝土裂缝的成因及其防治策略,对于提高水利工程施工质量、确保工程安全运行具有重要意义。

1 水利工程施工中混凝土裂缝的成因分析

1.1 混凝土自身因素引起的裂缝

1.1.1 配比不合理

混凝土在配制过程中,配合比的设计并非易事,不合理的配合比主要表现为水泥用量过多、水灰比过大等,往往会导致混凝土强度不足、收缩变形增大等,进而引发裂缝等质量问题,这些问题不仅影响建筑物的美观性和使用功能,还会对结构的安全性构成潜在威胁。此外,混凝土自身也会出现收缩裂缝,特别是在浇筑后,混凝土在空气作用下出现硬化,水分蒸发迅速,严重时可能导致贯穿裂缝。

1.1.2 水泥浆上浮

水泥浆上浮通常发生在混凝土初凝后的阶段,当混凝土开始失去流动性并逐渐硬化时,由于水泥浆的密度小于骨料,它往往会向混凝土的上部聚集,这一过程不仅改变了混凝土的内部

结构,还加剧了混凝土的收缩行为。收缩是混凝土在硬化过程中由于水分蒸发和水泥水化反应引起的体积减小现象,而水泥浆上浮会进一步放大这种效应,使得混凝土表面更容易出现裂缝,这种裂缝通常出现在混凝土初凝后的阶段,对结构物的安全性构成威胁。

1.2 外界因素引起的混凝土裂缝

1.2.1 温度变化

混凝土在硬化的过程中,由于水化作用会产生大量水化热,如果不能及时散发,将导致混凝土内部温度过高,形成内外温差过大,在温度应力的作用下,混凝土会出现变形,特别是在硬化的初期,抗拉强度较低,容易导致裂缝出现。另外,混凝土浇筑后常常受到阳光照射,外部温度过高也会引发裂缝;冬季施工时,由于气温较低,如果不采取必要的防护措施,混凝土在浇筑后可能出现外部温度过低的情况,同样会导致温度裂缝。

1.2.2 地基沉降

沉降裂缝主要是由于地基处理不当、地基土质较差或模板刚度不足等原因造成的。当地基处理不够充分,地基土质松软或存在不均匀沉降时,混凝土浇筑后容易因地基下沉而产生拉力,导致裂缝的形成。此外,如果模板的支撑系统不够稳固,无法有效抵抗混凝土浇筑时产生的侧压力,也可能引发模板变形,进而造成混凝土表面出现裂缝。特别是在地基土质较差的情况下,如果回填处理不当,如回填土压实度不够或回填材料选择不当,混凝土浇筑时地基会发生不均匀沉降,这种沉降会直接反映到混凝土结构上,形成沉降裂缝。这些裂缝不仅影响建筑物的整体稳定性,还可能成为水分和有害物质的渗透通道,加速混凝土的劣化过程^[1]。

2 水利工程混凝土裂缝的危害探讨

2.1 结构安全性降低

混凝土裂缝的存在直接导致其抗拉性能的降低,进而影响整个结构的承载能力,裂缝会使混凝土内部的钢筋材料产生腐蚀,进一步削弱结构的强度。当裂缝贯穿整个构件或结构时,会破坏结构的整体性,影响结构的稳定性和安全性,特别是对于大型水利工程如大坝、涵闸等,贯穿性裂缝可能引发严重的结构安全问题。

2.2 渗漏风险增加

混凝土裂缝会导致水利工程相关建筑出现渗漏问题。在水压作用下,裂缝会进一步加宽,混凝土内部一旦渗水,会引起水解破坏,混凝土结构物也会遭到破坏。渗漏会导致水利工程无法按照设计要求正常运行。例如,在水库工程中,渗漏会降低水库的蓄水能力;在堤防工程中,渗漏可能引发管涌等险情。长期的渗漏作用会导致水利工程的结构稳定性下降,增加安全事故的风险,特别是在极端天气条件下,如暴雨、洪水等,渗漏问题会引发严重的安全事故。

3 水利工程施工中混凝土裂缝防治策略

3.1 优化混凝土配合比设计

合理设计混凝土配合比是提高混凝土抗裂性能的关键,应

根据工程实际情况,选择合适的水泥品种、强度等级和骨料级配,并严格控制水灰比,同时可适量掺加粉煤灰、矿渣粉等掺合料,以改善混凝土的工作性能和耐久性。在配合比设计过程中,施工人员需要依据混凝土的预期用途、强度等级、工作环境等因素,精心选择原材料,并经过反复试验,不断调整水灰比、骨料级配等关键参数,直至混凝土的各项性能指标,如抗压强度、耐久性和工作性等,均达到或超过设计标准。通过这一科学严谨的方法,混凝土配比设计确保了建筑工程的质量与安全。

3.2 加强施工质量管理

3.2.1 支模环节施工质量控制措施

水利工程施工中混凝土中,模板拼装成型后,施工人员需严格进行验算工作,包括模板结构的稳定性、支撑体系的牢固度以及基础的承载性能,任何一项不达标均需立即返工,必要时可通过增设背楞支撑等方式进行加固,以预防混凝土因模板问题而产生裂缝。确认模板系统无误后,还需仔细清理模板内壁的杂质与积水,避免这些微小因素成为混凝土裂缝的诱因。接下来,使用海绵胶条紧密封堵模板的拼缝,确保无缝隙,以防漏浆现象发生。之后,均匀涂刷脱模剂并细致检查,这一步骤不仅有助于拆模时的顺畅,还能进一步减少混凝土表面裂缝的风险。通过这一系列严谨的准备工作,有效防止模板失稳、漏浆等问题,从而确保混凝土的质量上乘,拆模过程顺利,为水利工程的整体安全与耐久性打下坚实基础。

3.2.2 浇筑环节施工质量控制措施

在水利工程的混凝土施工过程中,精确调控入模温度是预防混凝土裂缝的关键措施,施工人员需根据工程现场的实际情况灵活调整,通常将入模温度维持在5~28℃的适宜范围内,以确保混凝土在浇筑后能够均匀硬化,避免因温度应力过大而产生裂缝。若实际温度未能达到这一标准,应立即采取自然冷却或加热的方法进行调整,自然冷却可通过遮阳、洒水等方式实现,加热则可能采用蒸汽养护或电热毯等设备,务必保证温度控制的精准性和及时性。在浇筑作业方面,采用科学的分层或分段浇筑方式,旨在有效控制混凝土的内外温差,减少因体积收缩引起的裂缝。具体而言,泵送混凝土时,每层浇筑厚度应严格控制在0.5米以内,以保证混凝土能够充分振捣密实,同时避免热量积聚和温度应力集中;对于非泵送混凝土,每层浇筑厚度则不宜超过0.3米,以进一步降低裂缝产生的风险^[2]。此外,面对泵管堵塞或送料不及时等突发状况导致的浇筑中断,施工人员需保持高度警惕,密切关注前后两层混凝土的浇筑间隔时间。一旦已浇筑层发生初凝,应立即采取措施进行界面处理,如使用专业工具凿毛凝结面,以增加新旧混凝土之间的粘结力,随后涂刷一层水泥砂浆界面剂,以进一步改善界面结合状况。经过这样的处理后,方可继续浇筑下层混凝土,从而有效避免因施工冷缝的形成而导致的混凝土裂缝问题,确保水利工程的整体质量和安全。

3.2.3 振捣过程中施工质量控制措施

在振捣过程中,施工人员必须秉持着细致入微、精益求精的

态度进行操作,不仅要确保每一角落、每一层混凝土都得到充分且均匀的振捣,以便有效排除其中的气泡和空隙,从而显著提升混凝土的密实度,增强结构的整体稳固性;同时,还要时刻警惕并严格避免漏振或过振这两种极端情况的发生。漏振,看似微小的疏忽,却会埋下巨大的安全隐患,它会导致混凝土内部存在大片未经振捣的区域,这些区域往往疏松多孔,强度严重不足,成为整个结构中的薄弱环节。在水利工程中,这样的缺陷无疑会严重威胁到坝体、堤防等关键设施的稳定性和抗渗性能,一旦遭遇洪水等极端天气条件,极易引发渗漏、管涌甚至溃坝等灾难性后果。过度的振捣则会使混凝土内部产生严重的离析现象,即粗骨料分离,水泥浆上浮,导致混凝土均匀性大幅下降,不仅会降低混凝土的强度和耐久性,还可能因材料分布不均而引发应力集中,增加混凝土开裂的风险。在水利工程中,裂缝是绝对的禁忌,它们会削弱结构的整体性,成为水分和有害物质侵入的通道,加速混凝土的劣化过程,缩短工程的使用寿命^[3]。

3.2.4后期养护工作施工质量控制措施

在混凝土浇筑作业圆满完成之后,为了防止混凝土内部水分过快蒸发、温度应力不当以及收缩变形等因素导致的裂缝问题,必须迅速且有效地进行保湿和保温养护措施。这要求施工人员采取科学合理的手段,持续保持混凝土表面的湿润状态以及维持一个适宜的温度环境,为混凝土的初期硬化和强度发展创造有利条件。养护时间应根据工程实际情况和气候条件进行合理确定,一般不少于14天,通过加强养护工作,可有效提高混凝土的强度和耐久性,减少裂缝的产生。

3.3采取裂缝修补措施

对于已产生的混凝土裂缝,应及时采取修补措施以防止裂缝进一步扩展。在选择修补方法时,应充分考虑裂缝的宽度、深度、位置以及其对水利工程结构安全的具体影响,确保修补方案既科学又经济。宽度较小、深度较浅的表面裂缝,通常可采用表面修补法,如涂抹聚合物砂浆或环氧树脂等材料,以增强裂缝表面的抗渗性和耐久性。而对于宽度较大、深度较深的裂缝,或是

位于关键受力部位的裂缝,则需采用更为复杂的修补技术,如灌浆嵌缝充填法。该方法通过高压注入特制的灌浆材料(如水泥石灌浆料、聚氨酯等),填充裂缝内部,恢复混凝土的整体性和强度,有效防止水分和有害物质的侵入^[4]。灌浆嵌缝充填法不仅修补效果显著,还能在一定程度上提升结构的承载能力。若裂缝已经严重影响到水利工程的整体结构安全,如裂缝出现在承重墙或基础部位,则需考虑采用结构加固法,如增设钢筋网片、粘贴碳纤维布或钢板等措施,从根本上增强结构的抗裂性和承载能力。这种方法虽然成本较高,但能有效提升水利工程的抗震、抗洪能力,保障其长期安全运行。

4 结束语

综上所述,在水利工程施工的复杂体系中,混凝土裂缝的防治,直接关系到工程质量。因此,施工单位必须深刻认识到混凝土裂缝问题的严峻性,树立积极的预防观念,全面深入地掌握裂缝产生的各种情况。在此基础上,施工单位应采取一系列技术措施,包括优化混凝土配合比设计、加强施工质量管理,以及及时有效的裂缝修补等,以确保为水利工程建设提供坚实的技术支撑和质量保障。

[参考文献]

- [1]胡鑫,李君昭.水利工程施工中混凝土裂缝防治策略探讨[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(6):0053-0056.
- [2]杨军.水利工程施工中混凝土裂缝防治策略探讨[J].大众标准化,2023(23):34-36.
- [3]周秋露.水利工程施工中混凝土裂缝控制策略探讨[J].工程技术研究,2024,9(1):103-105.
- [4]熊一博.水利工程施工中混凝土裂缝防治策略探讨[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(3):0083-0086.

作者简介:

蔡国安(1983--),男,湖北恩施土家族,本科,工程师,水利工程。