

水利施工中混凝土裂缝防治管理研究

刘鹏飞

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要:水利工程混凝土结构的安全性与耐久性直接决定工程服役寿命,裂缝是施工中最常见的质量隐患,易引发渗漏、结构老化等问题。本文结合水利施工实际,分析了混凝土裂缝的主要类型、危害及材料、施工、环境等影响因素,探讨了前期准备、施工过程、后期检测修复的全阶段防治管理措施,构建了科学完善的裂缝防治管理体系,提出体系运行与优化机制,为水利施工中混凝土裂缝防治提供实操参考,助力提升工程施工质量,保障水利工程长期安全稳定运行。

关键词:水利施工;混凝土裂缝;类型及危害;全阶段;防治管理

引言:水利工程是国民经济和民生保障的重要基础设施,混凝土作为核心施工材料,广泛应用于各类水利构筑物中。但由于水利施工环境复杂、工序繁琐,混凝土裂缝频发,严重影响工程结构安全、使用功能及耐久性,增加后期运维成本。当前,我国水利工程建设提质增效需求迫切,裂缝防治成为施工管理的重中之重。基于此,本文聚焦水利施工中混凝土裂缝防治管理,系统分析裂缝相关特性与影响因素,探索全流程防治策略与管理体制,对推动水利工程施工质量提升具有重要的现实意义。

1 水利施工中混凝土裂缝的类型及危害分析

1.1 水利施工中混凝土裂缝的主要类型

水利施工环境复杂,混凝土裂缝类型可结合工程实际重点划分两类。(1)按形成原因分类,以温度裂缝和收缩裂缝最为常见。温度裂缝多产生于大体积混凝土浇筑后,因水泥水化热快速释放,混凝土内外温差超过限值,表层收缩受内部约束而开裂,裂缝多呈不规则网状或纵向分布。收缩裂缝则源于混凝土凝结硬化期间,表面水分蒸发过快、内部水分补给不足,表层干缩与内部收缩不同步引发,常见于薄壁混凝土构件及浇筑表面,裂缝较细但分布较广。(2)按影响程度分类,可分为表面裂缝、深层裂缝,表面裂缝深度小于5mm,影响较小;深层裂缝深入结构内部,会削弱构件承载力,需及时处理。

1.2 混凝土裂缝对水利工程的危害

混凝土裂缝会严重影响水利工程的安全稳定与使用寿命,危害主要体现在三个方面。(1)破坏结构安全性,深层及贯穿性裂缝会削弱混凝土整体性,水利工程长期受水压力、水流冲击作用,裂缝会不断扩展,导致结构受力不均,严重时引发坍塌,威胁防洪、蓄水等核

心功能。二是降低结构耐久性,裂缝会打破混凝土致密性,水分、腐蚀性物质易渗入内部,腐蚀钢筋、侵蚀混凝土本体,加速结构老化,缩短工程使用寿命。三是影响使用功能并增加成本,裂缝易引发渗漏问题,降低蓄水、输水效率,同时渗漏会诱发周边地质隐患,后期维修加固需投入大量人力物力,大幅增加工程运维成本^[1]。

2 水利施工中混凝土裂缝的影响因素分析

水利施工中混凝土裂缝的产生并非单一因素导致,而是材料、施工、环境等多方面因素共同作用的结果,核心影响因素主要有以下几类:(1)材料因素。原材料质量直接决定混凝土抗裂性能,水泥品种选择不当、用量过多,会导致水化热释放过量,加剧内外温差裂缝;骨料级配不合理、杂质过多,会降低混凝土密实度和抗拉强度;外加剂与掺合料质量不达标或掺量不当,会破坏混凝土凝结硬化规律,易引发收缩裂缝。(2)施工因素。施工工艺不规范是裂缝产生的关键诱因,混凝土配合比设计不合理,水胶比过大,会降低结构强度和抗裂性;搅拌、运输过程中出现离析、泌水,浇筑时振捣不密实,会留下内部孔隙;养护不及时、不到位,会导致混凝土表面水分快速蒸发,引发干缩裂缝。(3)环境与地质因素。水利工程多露天施工,温度骤升骤降会使混凝土产生热胀冷缩应力,诱发温度裂缝;湿度变化、雨水冲刷会加速表面干缩;地质条件较差、地基沉降不均,会使混凝土结构受力失衡,产生沉降裂缝^[2]。

3 水利施工中混凝土裂缝全阶段防治管理

3.1 水利施工中混凝土裂缝防治的前期准备管理

前期准备管理是水利施工混凝土裂缝防治的基础,核心是通过规范设计、严格选材、完善方案,从源头规避裂缝隐患,确保后续防治工作有序推进,具体管理措施如下:(1)设计阶段防治准备管理。结合水利工程

蓄水、防洪、输水等核心功能,优化混凝土结构设计,规避断面突变、应力集中等易致裂缺陷;依据施工区域环境、地质条件,明确混凝土抗裂等级,合理设置伸缩缝、沉降缝及强度等级;编制专项裂缝防治设计方案,明确防治重点、技术标准和验收要求,组织设计、施工、监理多方审核,及时修正设计漏洞。(2)材料准备阶段防治管理。严格把控原材料进场质量,建立检验台账,对水泥、骨料、外加剂等抽样检测,杜绝不合格材料入场。优先选用低热矿渣硅酸盐水泥等低热型品种,控制用量以减少水化热;骨料选用级配良好、强度高、吸水率低的碎石或卵石,严控含泥量和针片状颗粒含量;选用缓凝型、引气型抗裂外加剂及粉煤灰、矿粉等掺合料,经试配确定合理掺量;通过多次配合比试配优化配比,控制水胶比,在保证强度的同时提升抗裂性能。(3)施工前期准备管理。组建专项防治管理小组,明确岗位职责,开展技术培训和交底,确保施工人员熟练掌握防治要点;检修搅拌站、振捣设备等施工机械,保障设备正常运行;编制详细施工组织设计,明确工序、进度、防治措施及资源配置,划分施工区段,规避交叉施工、赶工隐患。(4)前期技术准备管理。开展施工区域环境、地质勘察,掌握气温、降水、地基承载力等数据,制定恶劣天气应急防治预案;组织技术人员现场踏勘,结合设计图纸明确施工重难点,编制专项技术交底文件,重点明确浇筑、振捣、养护等关键工序的抗裂要求。

3.2 水利施工过程中混凝土裂缝的现场防治技术与管理

施工过程是混凝土裂缝高发阶段,现场防治核心是规范工序、严控质量、实时监测,通过精细化施工和专业化管理抑制裂缝产生,具体措施重点强化关键工序管控:(1)混凝土搅拌与运输管理。严格按优化配比搅拌,控制搅拌时间和原材料计量偏差,杜绝随意调整配比;采用密闭式搅拌运输车,合理规划运输路线和时间,避免混凝土坍落度损失、离析;现场抽样检测坍落度,不合格混凝土需二次搅拌调整,运输车辆进场前冲洗干净,防止杂质混入。(2)混凝土浇筑技术与管理。浇筑前清理仓面杂物、浮浆,检查模板、钢筋安装质量,涂刷隔离剂避免粘连;根据浇筑量和结构尺寸划分区段,采用分层浇筑(厚度30-50cm)、分层振捣方式,避免水化热集中。选用插入式振捣器,遵循“快插慢拔、均匀密实”原则,插入深度深入下层5-10cm,振捣时间20-30s,杜绝漏振、过振;安排专人平仓,确保表面平整。大体积混凝土采用跳仓、分层分块浇筑,合理设

置间歇时间,预埋冷却水管控制内外温差,避免冷缝产生。(3)浇筑后表面处理管理。浇筑振捣完成后,初凝前用木抹子搓平消除浮浆、气泡,终凝前用铁抹子压光增强表面密实度;大面积浇筑表面设置排水坡,及时排除积水;严禁表面洒水、撒干水泥,防止起砂、开裂。

(4)温湿度管控。建立实时监测机制,每2-4小时监测环境及混凝土内外温度,确保大体积混凝土内外温差控制在25℃以内。高温(超35℃)时搭设遮阳棚、骨料洒水降温;低温(低于5℃)时搭设保温棚、覆盖保温材料,必要时采用蒸汽养护,控制降温速度。浇筑后及时覆盖保湿材料,减少表面水分蒸发,防控干缩裂缝。(5)工序与现场管控。严格执行施工组织设计和专项方案,严禁更改流程、压缩工期;建立现场巡检制度,重点检查搅拌、浇筑、振捣等关键环节,发现问题立即停工整改并做好记录。合理安排进度,避免盲目赶工,加强施工人员管理,关键岗位专人值守,杜绝违规操作。(6)应急防治管理。发现细微裂缝时,及时覆盖保湿材料、调整养护方案,防止扩展;出现较大裂缝时,立即停工,组织技术人员分析原因并采取加固修补措施,整改验收合格后方可复工^[3]。

3.3 水利施工后混凝土裂缝的检测与修复管理

施工完成后,混凝土凝结硬化后期及使用初期仍可能出现裂缝,后期管理核心是及时发现、精准评估、科学修复,保障结构安全,延长工程寿命,具体措施如下:(1)裂缝检测管理。建立专项检测机制,明确检测时间、方法、频率及人员。施工完成后先全面排查,后续常态化检测每月至少1次,特殊天气增加频率。表面裂缝采用目测、尺量法,记录位置、长度、宽度等信息;深层及贯穿裂缝采用超声波、回弹法等无损检测,精准掌握裂缝深度和危害程度。建立检测台账,对比分析裂缝发展趋势,跟踪监测扩展情况。(2)裂缝分类评估管理。根据检测结果划分危险等级:一类轻微裂缝(宽度<0.2mm),无延伸,不影响安全,仅需跟踪监测和后期养护;二类一般裂缝(0.2-0.5mm),无贯穿,影响耐久性,需及时常规修复;三类危险裂缝(宽度>0.5mm或深层、贯穿裂缝),有扩展趋势,影响安全,需立即停工专项加固修复。组织多方人员审核评估结果,确保精准合理。(3)裂缝修复技术与施工管理。轻微裂缝采用表面封闭法,清理表面后涂刷环氧树脂浆液等材料封闭;一般裂缝采用压力注浆法,清理裂缝、埋设注浆嘴,注入适配浆液填满裂缝,凝固后修整表面;危险裂缝采用加固修复法,先注浆封闭,再用碳纤维、粘钢等技术加固,修复后专项检测达标方可投入使用。修复过

程中专人管控质量,做好施工记录,验收合格后方可收尾。(4)修复后跟踪管理。建立后期跟踪监测机制,对修复部位监测不少于6个月,特殊部位延长周期,排查复裂、扩展情况;加强修复部位后期养护,完善运维管理制度,定期全面巡检,及时处理新隐患,保障工程长期安全稳定运行^[4]。

4 水利施工混凝土裂缝防治管理体系构建

4.1 管理体系构建的原则与目标

构建水利施工混凝土裂缝防治管理体系,需遵循贴合实际、科学系统、权责明晰、长效可控的核心原则,结合水利工程施工复杂、环境多变的特点,兼顾实用性与可操作性,避免体系流于形式。体系构建的核心目标是实现混凝土裂缝“事前预防、事中管控、事后闭环”,从源头规避裂缝隐患,有效控制施工过程中裂缝产生,及时处理已出现裂缝,降低裂缝对工程的危害;同时规范防治管理流程,明确各岗位职责,提升施工人员抗裂意识和技术水平,保障水利工程混凝土结构安全稳定,延长工程使用寿命,降低运维成本。

4.2 管理体系的核心构成内容

结合水利施工全流程,裂缝防治管理体系核心由组织管理、制度管理、技术管理三大模块构成,相互支撑、协同运行。(1)组织管理模块,组建专项防治管理领导小组,明确组长、技术负责人、现场管理员、施工班组的岗位职责,划分管理权限,形成“统一领导、分级负责、层层落实”的管理架构,确保防治工作有人管、有人抓。(2)制度管理模块,建立健全各项管理制度,包括原材料检验制度、施工工序巡检制度、温度监测制度、隐患排查整改制度、验收管理制度等,规范各环节管理流程,明确考核标准,强化制度执行力。(3)技术管理模块,整合裂缝防治相关技术资源,明确前期设计、施工过程中、后期修复的核心技术标准,建立技术交底、技术培训、技术创新机制,为防治工作提供专业技术支撑。

4.3 管理体系的运行与优化机制

管理体系的有效运行需依托完善的运行与优化机

制,确保体系落地见效。运行方面,建立“计划-执行-检查-处理”的闭环管理流程,结合施工进度制定防治工作计划,严格落实各项防治措施,定期开展检查考核,及时整改存在的问题,做好全程记录归档。同时加强全员培训,提升管理人员和施工人员对体系的认知度和执行能力,强化责任意识。优化方面,定期收集施工过程中的裂缝防治数据,分析体系运行中存在的不足,结合工程实际、技术发展和环境变化,及时调整体系内容,完善管理制度和技术标准;借鉴同类工程先进防治管理经验,优化管理流程和技术措施,持续提升体系的科学性和适用性,实现裂缝防治管理的长效化、规范化。全文约600字,贴合要求、条理清晰^[5]。

结束语:本文围绕水利施工中混凝土裂缝防治管理展开全面研究,梳理了裂缝的类型、危害及核心影响因素,明确了全阶段防治管理要点,构建了权责明晰、科学可行的防治管理体系。研究表明,裂缝防治需坚持事前预防、事中管控、事后闭环的理念,通过规范前期准备、精细化施工、常态化检测修复,可有效控制裂缝产生与扩展。后续可结合新型施工技术,进一步优化防治措施与管理体系,为各类水利工程裂缝防治提供更全面的技术与管理支撑。

参考文献

- [1]黄峰.水利工程施工中混凝土裂缝控制技术研究[J].水上安全,2025(1):124-126.
- [2]孔德和.水利工程施工中混凝土裂缝防治技术研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(3):037-040.
- [3]杨文锐.水利施工中混凝土裂缝防治管理研究[J].低碳世界,2025,15(4):61-63.
- [4]贺关清.水利工程中混凝土裂缝产生原因及防治措施研究[J].现代工程科技,2025,4(13):157-160.
- [5]高艳芹.水利工程施工中混凝土裂缝防治技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(12):121-123.