

水利工程中混凝土裂缝成因分析与控制措施研究

吴波¹ 王亚芳²

1.湖北路达胜工程技术咨询有限公司黄冈分公司 湖北 黄冈 438000

2.湖北省水利水电科学研究院、湖北正平水利水电工程质量检测有限公司 湖北 武汉 430070

【摘要】：混凝土是水利工程建设的主要施工材料，具有造价低、结构牢固、耐久性好等特点，在堤坝、水闸、渠道等各种水利构筑物上得到了广泛的应用。在实际工程运行过程中，混凝土结构很容易出现裂缝问题，不仅会破坏结构的完整性，降低工程的防渗能力，还会缩短工程的使用寿命，严重时还会引发安全隐患。本文根据水利工程施工的特点，从材料、施工、环境、结构设计四个方面分析混凝土裂缝的主要原因，结合工程实践提出科学合理的裂缝控制措施，为提高水利工程混凝土施工质量、保证工程安全稳定运行提供参考。

【关键词】：水利工程；混凝土；裂缝成因；控制措施

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.062

1 引言

水利工程是水资源调配、防洪抗旱和农业灌溉的工程，工程施工质量好坏关系到民生发展和生态安全。混凝土结构是水利工程的主要结构，施工工艺繁杂，受外界环境、施工技术、原材料质量等诸多因素的影响，裂缝病害时有发生。裂缝会导致水体渗透，侵蚀内部的钢筋，破坏混凝土内部的结构，降低结构的承载能力。部分隐蔽性裂缝不能及时发现，长时间发展会造成病害的扩大，增大工程维护费用。目前，怎样准确控制裂缝的原因，实施全过程的预防措施，削减混凝土裂缝的发生，成为水利工程施工领域主要的研究技术问题。

2 水利工程混凝土裂缝主要成因

2.1 原材料因素

原材料质量不合格是产生混凝土裂缝的根源。水泥品质不符合施工要求，安定性差，硬化时易产生不均匀的体积变化，造成结构开裂。普通硅酸盐水泥水化热较高，水利大体积混凝土施工时，内部热量聚集不能迅速散失，产生内外温差，产生温度应力从而引起裂缝。骨料中含有的杂质过多、级配不合理，都会使混凝土的密实度降低，干缩变形加剧。砂石含泥量过高会削弱骨料和水泥浆的粘结力，降低混凝土的整体强度。拌合用水中含有的杂质会干扰水泥的水化反应，使混凝土结构稳定性降低，后期很容易产生细微裂缝。除此之外，外加剂掺量控制不当，也会使混凝土凝结速度发生变化，从而产生收缩裂缝。

2.2 施工工艺因素

施工流程不规范、工艺控制不到位属于人为造成裂缝产生的主要因素。混凝土拌合阶段配比计量不准、水灰比偏大都会使混凝土的流动性增大，硬化后产生更大的收缩。搅拌时间不

够会造成材料混合不均匀，搅拌过度会破坏骨料原有的结构，都会影响混凝土的成型质量。浇筑速度过快、分层厚度不合理都会造成混凝土内部气泡不能排出，出现蜂窝空洞，后期受力产生裂缝。振捣施工存在漏振、过振现象，漏振处密实度不够，过振会造成骨料下沉、水泥浆上浮，引发表面收缩裂缝。混凝土浇筑完成后，拆模时间控制不妥，过早拆模会造成结构受力失衡，产生变形裂缝。施工人员的专业水平不够，操作没有规范性，也会造成质量隐患。

2.3 环境温度与湿度因素

水利工程大多露天施工，自然环境对混凝土成型有较大影响。温度变化是产生温度裂缝的主要原因，大体积混凝土水化阶段内部温度不断上升，外部散热速度快于内部，内外温差增大，产生拉应力，当应力大于混凝土的抗拉强度时，就会出现裂缝。夏季高温施工，混凝土表面水分蒸发速度快，内部水分迁移补充跟不上，就会产生干缩裂缝。冬季低温时混凝土未达受冻临界强度即遭冻害，内部水冰结后膨胀，破坏结构肌理，产生冻胀裂缝。空气湿度低的时候，混凝土表面的水分迅速蒸发，内外收缩不均匀，裂缝就容易延伸。

2.4 结构与地基因素

工程设计不合理会先天性地增大裂缝发生的概率。结构设计阶段构件截面尺寸规划不合理、钢筋排布间距过大都会降低混凝土的抗拉伸能力。结构受力分析不准确，没有考虑水体压力、地基沉降等外力的影响，局部应力集中造成开裂。伸缩缝、沉降缝设置间距不合理，不能抵消混凝土形变产生的应力。地基处理质量不合格，地基土质松软、压实度不够，在工程运行期间产生不均匀沉降，牵拉上部混凝土结构，形成贯通性裂缝。此类裂缝的危害性较大，会造成构筑物的整体稳定性遭到破

坏。

3 水利工程混凝土裂缝控制措施

3.1 严格管控原材料质量

原材料管控需从采购、检测、存放全流程把控。根据水利工程施工环境,优先选用中低热水泥,减少水化热释放量,减小大体积混凝土温差应力。严格检测砂石骨料品质,控制含泥量,改善骨料级配,保证骨料强度满足要求。合理选用外加剂,根据施工温度、工程类型调整掺量,改善混凝土流动性及抗收缩性能。适量加入粉煤灰等矿物掺合料,改善混凝土内部的微观结构,减少水化热,减小干缩变形。拌合用水采用洁净自来水,不得使用污染源。原材料进场前必须进行质量检测,不合格的材料不得进入施工现场,存放期间做好防潮、防晒措施。

3.2 优化施工工艺流程

规范施工操作流程,把各个施工环节的质量控制标准做细。提前做好混凝土配合比试验,准确控制水灰比,根据施工环境变化调节配合比参数,提高混凝土密实度和稳定性。严格控制搅拌时间,保证各种原材料混合均匀。浇筑施工按分层浇筑、循序渐进原则进行,控制浇筑厚度和浇筑速度,防止一次性浇筑量过大。规范振捣作业,均匀控制振捣点位和振捣时间,消除混凝土内部气泡,防止漏振、过振。科学安排拆模时间,根据环境温度和混凝土强度检测结果来确定合理的拆模周期,防止外力扰动引起结构变形。加强施工人员的培训工作,完善施工技术操作规程,提高施工专业化程度。

3.3 强化温度湿度养护管理

做好温控保湿养护,减少环境因素造成的裂缝。夏季高温施工时,避开正午高温时段,对原材料进行遮阳降温处理,浇筑完成后及时覆盖保湿材料,定时洒水养护,减缓表面水分蒸发。冬季低温施工,搭设保温防护棚,采取保温覆盖措施,防止混凝土受冻,必要时加防冻剂,保证低温环境下混凝土硬化

质量。大体积混凝土预埋冷却水管,通水循环降低内部温度,减小内外温差。合理延长养护时间,普通混凝土养护时间不少于7天,特殊抗渗混凝土养护时间适当延长,保持表面湿度,减少收缩裂缝的发生。

3.4 完善结构设计地基处理

优化工程结构设计,从源头上防止裂缝出现。设计阶段准确计算结构受力,合理安排构件截面尺寸,科学布置钢筋,提高混凝土的抗拉强度。根据工程地质条件及施工规范要求,合理布置伸缩缝、沉降缝,释放结构形变应力。优化大体积混凝土结构造型,减少结构突变处,防止应力集中。

3.5 健全质量检测与运维体系

全过程质量控制体系,施工阶段对混凝土坍落度、强度等进行检测,及时发现施工质量情况。利用无损检测技术对隐蔽裂缝实施无损检测,迅速发觉细微的病害并加以处理。工程竣工之后,创建常态化的运维巡检制度,定期对混凝土结构状况实施检查并记载裂缝的发展情形。根据已经出现的裂缝宽度、深度选择修补方法,对于细微裂缝用密封注浆法处理,对于深部贯通裂缝用加固补强的方法,防止裂缝不断增大。同时建立施工档案,总结施工问题,改进以后的施工技术方案。

4 结论

水利工程混凝土裂缝的形成原因多种多样,原材料品质、施工工艺、自然环境、结构设计都会影响到结构的整体性。裂缝问题不但会降低工程的美观程度,还会破坏结构的稳定性和防渗能力,影响水利工程的长效运行。施工单位在施工过程中要根据工程实际情况,从原材料控制、施工工艺改进、温湿度养护、结构设计改善、后期维护管理等几个方面采取防控措施。坚持预防为主、防治结合原则,细化施工控制标准,规范施工操作程序,加强全过程质量监管。采用科学技术手段减少混凝土裂缝的产生,提高水利工程施工质量,延长工程使用寿命,为水资源合理利用、水利事业稳定发展奠定基础。

参考文献:

- [1] 任珂莹,郑刚.水利工程施工中混凝土裂缝防治技术[J].城市建设理论研究(电子版),2026,(12):205-207.
- [2] 于志多,郭道迁.水利工程施工中混凝土裂缝的防治技术研究[J].科技资讯,2026,24(06):118-120.
- [3] 刘厚恩.水利工程施工中混凝土裂缝控制技术研究[J].中国科技纵横,2026,(03):112-114.