

水利施工中的混凝土裂缝的原因及防治措施分析

江 秀

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘 要：水利工程作为国家重要的基础设施建设项目，其质量直接关系到人民生命财产安全和社会经济的稳定发展。在水利施工过程中，混凝土裂缝问题是一个较为常见且棘手的质量隐患，若不及时有效地解决，将会对水利工程的整体结构安全、耐久性和使用功能产生严重影响。本文旨在深入剖析水利施工中混凝土裂缝产生的原因，并针对性地提出一系列切实可行的防治措施，以期为提高水利施工质量、保障水利工程长期稳定运行提供有益参考。

关键词：水利施工；混凝土裂缝；防治措施

1 引言

水利工程通常规模宏大、结构复杂，且大多处于较为恶劣的自然环境中，面临着各种复杂的水文、地质和气候条件。混凝土作为水利工程中最常用的建筑材料之一，具有强度高、耐久性好、可塑性强等优点，在水利工程的坝体、渠道、涵洞等结构中得到了广泛应用。然而，由于混凝土材料的自身特性以及施工过程中多种因素的影响，混凝土裂缝问题在水利施工中时有发生。混凝土裂缝不仅会影响水利工程的美观，更重要的是会降低结构的整体性和承载能力，加速钢筋的锈蚀，导致混凝土的碳化，进而缩短水利工程的使用寿命，甚至可能引发严重的安全事故。因此，深入研究水利施工中混凝土裂缝的原因及防治措施具有重要的现实意义。

2 水利施工中混凝土裂缝产生的原因

2.1 材料因素

2.1.1 水泥品种和用量

不同品种的水泥在水化过程中释放的热量不同，产生的温度应力也有所差异。例如，普通硅酸盐水泥水化热较高，在混凝土浇筑后容易产生较大的温度梯度，从而增加温度裂缝产生的风险。此外，水泥用量过大也会加剧水化热反应，导致混凝土内部温度升高，增加裂缝产生的可能性。

2.1.2 骨料质量

骨料的级配、粒径、含泥量等对混凝土的性能有重要影响。如果骨料级配不良，会导致混凝土内部孔隙率增大，降低混凝土的密实性和抗拉强度，容易产生裂缝。骨料中含泥量过高，会削弱骨料与水泥浆之间的粘结力，影响混凝土的强度和耐久性，也会增加裂缝产生的几率。

2.1.3 外加剂使用不当

外加剂在混凝土中起着改善性能、调节凝结时间等作用，但如果外加剂选用不当或掺量不准确，可能会对

混凝土的性能产生不利影响。例如，减水剂掺量过多会导致混凝土离析、泌水，降低混凝土的均匀性和抗拉强度，容易产生裂缝；缓凝剂使用不当可能会使混凝土凝结时间过长，导致混凝土早期强度增长缓慢，在后续施工过程中容易受到外界因素影响而产生裂缝。

2.2 施工工艺因素

2.2.1 混凝土配合比设计不合理

混凝土配合比是影响混凝土性能的关键因素之一。如果水灰比过大，会导致混凝土内部孔隙增多，强度降低，抗拉性能变差，容易产生干缩裂缝和温度裂缝^[1]。砂率过大或过小也会影响混凝土的工作性能和强度，增加裂缝产生的风险。

2.2.2 浇筑与振捣不当

混凝土浇筑过程中，如果浇筑速度过快、分层过厚，会导致混凝土内部气泡难以排出，形成蜂窝、麻面等缺陷，降低混凝土的密实性和抗拉强度。振捣不密实会使混凝土内部存在空洞和缝隙，在荷载作用下容易产生应力集中，导致裂缝的产生。此外，振捣时间过长或过短也会对混凝土的质量产生不良影响。

2.2.3 养护措施不到位

混凝土养护是保证混凝土强度增长和防止裂缝产生的重要环节。如果在混凝土浇筑后养护不及时、养护时间不足或养护方法不当，会导致混凝土表面水分蒸发过快，产生干缩裂缝。特别是在高温、干燥、大风等恶劣气候条件下，养护措施不到位会加剧混凝土的干缩变形，增加裂缝产生的可能性。

2.2.4 模板安装与拆除不当

模板安装不牢固、支撑体系不稳定会导致混凝土在浇筑过程中发生变形，产生裂缝。模板拆除过早，混凝土强度尚未达到设计要求，会因承受不了自身重量和施工荷载而产生裂缝；模板拆除过晚，会使混凝土表面

与模板之间产生粘结力,拆除时容易造成混凝土表面损伤,影响混凝土的抗拉性能。

2.3 环境因素

2.3.1 温度变化

温度变化是引起混凝土裂缝的重要因素之一。在水利施工过程中,昼夜温差、季节性温差以及混凝土内部水化热引起的温度变化都会导致混凝土产生温度应力。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生温度裂缝。例如,在夏季高温天气下浇筑混凝土,混凝土内部温度升高较快,而表面散热较快,容易在混凝土表面形成拉应力,导致表面裂缝的产生;在冬季低温环境下,混凝土受冻会使其体积膨胀,产生冻胀应力,也会引起裂缝。

2.3.2 湿度变化

环境湿度的变化会导致混凝土内部水分蒸发或吸收,从而引起混凝土的干缩或湿胀。在干燥环境中,混凝土内部水分不断蒸发,体积收缩,当收缩受到约束时就会产生干缩裂缝。而在潮湿环境中,混凝土可能会吸收水分,产生湿胀变形,虽然湿胀变形相对较小,但如果反复出现干湿循环,也会加速混凝土裂缝的发展。

2.3.3 地基变形

水利工程的地基条件复杂多变,如果地基处理不当或存在不均匀沉降,会导致混凝土结构产生附加应力,从而引发裂缝。例如,在软土地基上修建水利工程,若地基处理不彻底,在工程荷载作用下地基会发生不均匀沉降,使混凝土结构受到拉伸或弯曲作用,当应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生沉降裂缝。

2.4 设计因素

2.4.1 结构设计与计算不合理

在水利工程设计中,如果结构设计不合理,如结构形式选择不当、构件截面尺寸设计过小、配筋不足等,会导致混凝土结构在荷载作用下应力分布不均匀,局部应力集中,从而增加裂缝产生的可能性^[2]。此外,在结构计算过程中,如果对荷载取值不准确、未充分考虑温度应力、地基变形等因素的影响,也会导致设计结果与实际情况不符,使混凝土结构在实际使用过程中出现裂缝。

2.4.2 构造措施不完善

合理的构造措施对于防止混凝土裂缝的产生具有重要作用。如果设计中缺乏必要的构造钢筋、伸缩缝、沉降缝等,或者构造钢筋的布置不合理、伸缩缝和沉降缝的间距过大,都无法有效释放混凝土在温度变化、地基变形等作用下产生的应力,容易导致裂缝的产生。

3 水利施工中混凝土裂缝的防治措施

3.1 材料选择与质量控制

3.1.1 合理选用水泥品种和用量

根据水利工程的具体要求和施工环境条件,选择水化热较低、性能稳定的水泥品种,如矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥等。在满足混凝土强度要求的前提下,尽量减少水泥用量,以降低混凝土的水化热,减少温度裂缝产生的风险。可以通过掺加粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料来替代部分水泥,这样不仅可以降低水泥用量,还能改善混凝土的工作性能和耐久性。

3.1.2 严格控制骨料质量

选用质地坚硬、级配良好、含泥量低的骨料。在骨料进场前,要进行严格的检验和试验,确保其质量符合相关标准要求。对于粗骨料,应控制其最大粒径,避免过大粒径的骨料在混凝土中形成薄弱环节;对于细骨料,要控制其细度模数,保证混凝土的流动性、粘聚性和保水性。

3.1.3 正确选用和使用外加剂

根据混凝土的性能要求和施工条件,选择合适的外加剂品种和掺量。在使用外加剂前,要进行试验验证,确定其最佳掺量和对混凝土性能的影响。例如,在高温天气下施工时,可以选用缓凝型减水剂,以延缓混凝土的凝结时间,降低水化热峰值;在需要提高混凝土抗渗性能时,可以选用引气剂,在混凝土中引入适量均匀分布的微小气泡,提高混凝土的抗冻性和耐久性。

3.2 优化施工工艺

3.2.1 科学设计混凝土配合比

根据水利工程的设计要求、原材料性能和施工条件,通过试验确定合理的混凝土配合比。在配合比设计中,要严格控制水灰比,在保证混凝土工作性能的前提下,尽量降低水灰比,以提高混凝土的强度和抗拉性能。同时,要优化砂率,使混凝土具有良好的和易性和密实性。此外,还可以通过掺加外加剂和矿物掺合料来改善混凝土的性能,减少裂缝产生的可能性。

3.2.2 规范混凝土浇筑与振捣操作

在混凝土浇筑前,要对模板、钢筋等进行检查和清理,确保其表面干净、无杂物。浇筑过程中,要控制好浇筑速度和分层厚度,采用分层分段浇筑的方法,保证混凝土能够充分振捣密实。振捣时要遵循“快插慢拔”的原则,振捣棒插入深度要适宜,振捣时间要足够,避免漏振和过振^[3]。对于钢筋密集部位和大体积混凝土结构,要采用特殊的振捣方法,确保混凝土质量。

3.2.3 加强混凝土养护管理

混凝土浇筑完成后,要及时进行养护,保持混凝土表面湿润。根据不同的气候条件和混凝土类型,选择合

适的养护方法,如洒水养护、覆盖养护、喷涂养护剂等。在高温、干燥、大风等恶劣气候条件下,要采取有效的保湿措施,如覆盖塑料薄膜、草帘等,减少混凝土表面水分蒸发。养护时间要符合相关规范要求,一般不少于14天,对于大体积混凝土和有特殊要求的混凝土结构,养护时间应适当延长。

3.2.4 严格模板安装与拆除程序

模板安装前,要对模板进行清理、涂刷隔离剂,确保模板表面平整、光滑。安装过程中,要严格按照设计要求进行安装,保证模板的尺寸准确、拼接严密、支撑牢固。模板拆除时间要根据混凝土的强度增长情况和设计要求确定,在混凝土强度未达到设计要求前,严禁拆除模板。拆除模板时,要遵循“先支后拆、后支先拆”的原则,避免对混凝土结构造成损伤。

3.3 应对环境因素影响的措施

3.3.1 温度控制措施

在高温季节施工时,要采取降温措施降低混凝土的入模温度,如对骨料进行遮阳、洒水降温,在搅拌水中加冰等。在混凝土内部埋设冷却水管,通过循环冷却水带走混凝土内部的水化热,降低混凝土内部温度。在低温季节施工时,要做好混凝土的保温措施,如覆盖保温材料、采用暖棚法等,防止混凝土受冻。同时,要合理安排施工时间,尽量避免在极端温度条件下进行混凝土施工。

3.3.2 湿度控制措施

在干燥环境中施工时,要加强混凝土的保湿养护,增加洒水养护次数,保持混凝土表面湿润。可以在施工现场设置喷雾装置,提高空气湿度,减少混凝土表面水分蒸发^[4]。在潮湿环境中施工时,要注意混凝土的排水和防潮,避免混凝土长期处于浸泡状态,影响混凝土的质量。

3.3.3 地基处理措施

在水利工程开工前,要对地基进行详细的勘察和试验,了解地基的地质条件和水文情况。根据地基的实际情况,采取合适的地基处理方法,如换填法、强夯法、桩基础等,提高地基的承载能力和均匀性,减少地基变形对混凝土结构的影响。在施工过程中,要加强对地基变形的监测,一旦发现地基有异常变形,要及时采取措施进行处理。

3.4 完善设计措施

3.4.1 优化结构设计与计算

在水利工程设计中,要充分考虑各种荷载的作用和影响,合理选择结构形式和构件截面尺寸。进行结构计算时,要采用准确可靠的计算方法和参数,充分考虑温

度应力、地基变形等因素对混凝土结构的影响。对于大体积混凝土结构和重要结构部位,要进行详细的应力分析和裂缝控制计算,确保结构在设计使用年限内不出现有害裂缝。

3.4.2 加强构造措施

在设计中要合理设置构造钢筋,提高混凝土的抗拉性能。构造钢筋的直径、间距和布置方式应根据结构的具体情况和受力特点确定。同时,要合理设置伸缩缝、沉降缝等变形缝,以释放混凝土在温度变化、地基变形等作用下产生的应力。变形缝的间距要根据相关规范和工程经验确定,并采取有效的防水措施,防止渗漏。

结语

水利施工中混凝土裂缝问题是一个复杂的多因素问题,涉及到材料、施工工艺、环境、设计等多个方面。混凝土裂缝的产生不仅会影响水利工程的结构安全性和耐久性,还会降低其使用功能,增加维修成本。因此,在水利施工过程中,必须高度重视混凝土裂缝的防治工作。通过合理选择材料、优化施工工艺、应对环境因素影响和完善设计措施等一系列综合防治手段,可以有效减少混凝土裂缝的产生,提高水利工程的施工质量,保障水利工程的长期稳定运行。同时,随着科技的不断进步和水利工程建设的不断发展,还需要进一步加强对混凝土裂缝产生机理和防治技术的研究,不断探索更加有效的裂缝防治方法,为水利事业的可持续发展提供有力支持。在实际水利工程建设中,各参建单位应加强质量管理,建立健全质量保证体系,严格按照相关规范和标准进行施工和验收。施工人员要不断提高自身的技术水平和质量意识,精心组织施工,确保每一个环节都符合质量要求。只有这样,才能从根本上解决水利施工中混凝土裂缝问题,建造出更多高质量、安全可靠的水利工程,为经济社会的发展和人民生活水平的提高做出更大贡献。

参考文献

- [1]孟翔.水利工程施工中混凝土裂缝防治技术分析[J].水上安全,2025,(01):183-185.
- [2]赵韶冲,朱立旭.浅析水利工程施工中混凝土裂缝的防治措施[C]//水利部防洪抗旱减灾工程技术研究中心(水旱灾害防御中心),《中国防汛抗旱》杂志社,中国水利学会减灾专业委员会.中国水利学会减灾专业委员会2024年学术年会论文集.山东菏泽黄河工程有限公司,2024:131-133.
- [3]王立群.水利工程施工中混凝土裂缝的防治措施[J].水上安全,2024,(14):196-198.
- [4]牛欣伟.农业水利工程施工中混凝土裂缝出现的原因及防治措施[J].农村科学实验,2024,(09):97-99.