水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治措施

周超

扬州市勘测设计研究院有限公司 江苏 扬州 225007

摘 要:水利施工中,混凝土裂缝问题影响工程质量和安全。裂缝产生原因多样,材料方面,水泥种类及用量、骨料质量与级配、外加剂与掺合料使用不当都可能引发裂缝;施工工艺上,浇筑、振捣、养护等环节操作失误易导致裂缝;环境因素如温度、湿度变化也会促使裂缝形成。针对这些问题,可采取防治措施,包括优化材料选择与配合比、改进施工工艺、加强环境控制以及进行设计优化,以有效减少混凝土裂缝,保障水利工程的稳定与持久。

关键词:水利施工;混凝土裂缝;产生原因;防治措施

引言:水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,对社会经济发展和民生保障起着关键作用。混凝土凭借其高强度、耐久性等优势,成为水利施工中不可或缺的材料。然而,混凝土裂缝问题却普遍存在,严重影响着水利工程的质量、安全性和使用寿命。裂缝不仅会降低混凝土结构的承载能力,还可能引发渗漏、钢筋锈蚀等问题,威胁工程的正常运行。因此,深入分析水利施工中混凝土裂缝产生的原因,并采取有效的防治措施,具有重要的现实意义和工程应用价值。

1 混凝土在水利工程中的重要性

混凝土作为水利工程建设中不可或缺的关键材料, 在保障工程质量、提升工程性能以及推动水利事业发展 等方面发挥着至关重要的作用。从结构稳定性方面来 看,混凝土具有出色的抗压强度,能够承受巨大的压力 和重量。在水利工程中,如大坝、水闸等重要建筑物, 需要承受水的压力、自重以及其他外部荷载。混凝土的 高强度特性使其能够稳定地支撑这些结构,确保工程的 安全性和可靠性。以三峡大坝为例, 其主体结构大量使 用混凝土,正是凭借混凝土的高强度,才能够抵御巨大 的水压,保障大坝的稳固。在耐久性方面,混凝土表现 卓越。水利工程通常处于复杂的环境中, 面临着水流冲 刷、化学侵蚀、冻融循环等多种因素的影响。混凝土具 有良好的抗渗性、抗冻性和抗侵蚀性,能够有效抵抗这 些不利因素的侵害,延长工程的使用寿命。例如,在一 些沿海地区的水利工程中, 混凝土能够抵御海水的侵 蚀,保证工程长期稳定运行。从施工角度而言,混凝土 具有良好的可塑性[1]。它可以根据工程设计的要求,浇 筑成各种形状和尺寸的结构,满足不同水利工程的多样 化需求。无论是复杂的水工建筑物,还是简单的渠道、 水池等,混凝土都能够轻松实现设计意图。而且,混凝 土的施工工艺相对成熟,便于大规模施工,能够提高工 程建设的效率。混凝土的成本相对较低,原材料来源广泛。这使得在水利工程建设中,能够在保证工程质量的前提下,有效控制成本。与其他一些建筑材料相比,混凝土具有更高的性价比,为水利工程的大规模建设提供了经济可行的解决方案。

2 混凝土裂缝产生的原因分析

2.1 材料原因

2.1.1 水泥种类及用量问题

水泥是混凝土的关键胶凝材料,其种类和用量对混凝土性能影响显著。不同种类的水泥,如硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥等,具有不同的特性。例如,硅酸盐水泥早期强度发展快,但水化热高,在大体积混凝土中使用时,大量水化热聚集难以散发,会使混凝土内外产生较大温差,导致热胀冷缩不一致,从而产生温度裂缝。同时,水泥用量过多会增加混凝土的收缩性,使混凝土在硬化过程中产生较大的收缩应力,当收缩应力超过混凝土的抗拉强度时,就会引发裂缝。

2.1.2 骨料质量与级配问题

骨料在混凝土中起着骨架作用,其质量和级配至关重要。若粗骨料强度不足,在承受荷载时容易破碎,破坏混凝土的整体结构,产生裂缝。而细骨料含泥量过高,会降低水泥与骨料之间的粘结力,削弱混凝土的强度。此外,骨料的级配不合理,如颗粒大小搭配不当,会使混凝土内部孔隙率增大,导致混凝土的密实性变差,抗渗性和抗裂性降低,在外界环境作用下,更容易出现裂缝。

2.1.3 外加剂与掺合料的使用

外加剂和掺合料能改善混凝土的性能,但使用不当 也会引发裂缝。某些外加剂可能会影响水泥的水化过程,导致混凝土的凝结时间和强度发展异常。例如,过 量使用早强剂会使混凝土早期强度增长过快,内部产生 较大的收缩应力,从而引发裂缝。掺合料若质量不合格 或掺量不合适,也会对混凝土的性能产生不利影响。如 粉煤灰质量不佳,会降低混凝土的耐久性,增加裂缝产 生的可能性。

2.2 施工工艺原因

施工工艺在水利工程混凝土施工中起着关键作用, 不合理的施工工艺会增加混凝土裂缝产生的几率。以下 是具体方面: (1)混凝土配合比设计不合理,水灰比过 大或过小都会影响混凝土的性能。水灰比过大,会降低 混凝土的强度和耐久性,增加收缩裂缝产生的可能性; 水灰比过小,则会使混凝土的和易性变差,导致施工困 难,也容易引发裂缝。(2)搅拌过程中搅拌时间不足或 过长,会使混凝土搅拌不均匀,影响其强度和稳定性。 搅拌不充分会导致水泥等材料不能充分混合, 使混凝土 内部结构不一致,容易产生裂缝。(3)运输过程中若出 现离析现象,会使混凝土的均匀性遭到破坏,降低其整 体性能。当离析的混凝土进行浇筑时,会导致不同部位 的强度差异较大,从而引发裂缝。(4)浇筑过程中振捣 不密实或过度振捣,都会影响混凝土的质量。振捣不密 实会使混凝土内部存在空隙,降低其强度;过度振捣则 会使粗骨料下沉,表面出现浮浆,导致混凝土上下层强 度不一致,产生裂缝。(5)养护不当是导致混凝土裂缝 的常见原因。养护不及时或养护时间不足,会使混凝土 表面水分蒸发过快,产生收缩裂缝。

2.3 环境因素

在水利工程中,环境因素对混凝土裂缝的产生有着不可忽视的影响。在混凝土浇筑初期,水泥水化会释放大量热量,使内部温度急剧上升。若此时外部环境温度较低,内外温差过大,就会产生温度应力。当温度应力超过混凝土的抗拉强度时,便会引发裂缝。例如在夏季高温时段浇筑混凝土,白天温度高,夜间温度骤降,很容易出现这种情况。如果空气过于干燥,混凝土表面水分蒸发过快,会产生干缩变形^[2]。而内部湿度变化相对较小,这种内外变形不一致就会导致表面出现裂缝。在干旱地区的水利工程中,这种现象较为常见。化学侵蚀也是重要的环境因素,水中含有的酸碱盐等化学物质,会与混凝土中的成分发生化学反应,破坏混凝土的结构,降低其强度,进而引发裂缝。如一些工业废水排放区域的水利设施,受化学侵蚀的影响更为明显。

3 混凝土裂缝的防治措施

- 3.1 材料选择与配合比优化
- 3.1.1 选择低热或中热水泥

在水利施工进程中, 水泥水化热引发的温度裂缝始

终是亟待攻克的难题。混凝土内部因水泥水化热积聚大量热量,与外部形成较大温差,产生温度应力,极易导致裂缝出现,严重威胁水利工程质量与安全。而选择低热或中热水泥,无疑是解决这一难题的关键举措。这类水泥在水化过程中释放热量少,可有效降低混凝土内部升温幅度,缩小内外温差,削减温度应力,从而大大降低裂缝出现的几率。以大体积混凝土施工为例,像粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥等低热水泥,能显著改善混凝土的温度性能,增强其抗裂能力,确保混凝土结构的稳定性和耐久性,为水利工程的质量和安全提供坚实有力的保障。

3.1.2 控制水泥用量

在水利施工中,水泥用量对混凝土的影响不容小觑,它不仅关乎混凝土强度,还与裂缝产生密切相关。 当水泥用量过多时,水化热会大幅增加,使得混凝土内部温度急剧上升,内外温差变大,进而产生温度应力,增加裂缝出现的可能性。同时,过多的水泥还会增大混凝土的收缩性,进一步加剧裂缝风险。因此,在满足设计强度要求的前提下,应尽可能减少水泥用量。通过优化配合比,采用其他活性掺合料部分替代水泥是行之有效的办法。比如适当增加粉煤灰的掺量,不仅能保证混凝土的性能,还能降低成本,改善其工作性能和抗裂性能,从而减少裂缝产生的风险,保障水利工程中混凝土结构的质量与安全。

3.1.3 优化骨料级配

在水利施工中,骨料作为混凝土的骨架,其级配对 混凝土性能影响重大。优化骨料级配,让颗粒大小合理 搭配,能显著提升混凝土质量。合理级配可增加混凝土 密实性,减少空隙率,进而提高强度和抗渗性。连续级 配的骨料优势明显,能更好填充内部空隙,减少水泥浆 用量,降低水化热和收缩率,避免因温度变化和收缩产 生裂缝。此外,选用质地坚硬、级配良好的骨料,可增 强混凝土的耐磨性和耐久性。如此一来,从多个方面保 障了混凝土的性能,有效防止裂缝产生,为水利工程的 稳定与安全奠定基础。

3.1.4 掺加合适的外加剂与掺合料

外加剂和掺合料可以改善混凝土的性能,对防治裂缝具有积极作用。合适的外加剂如减水剂,能在不增加用水量的情况下提高混凝土的流动性,减少水泥用量,降低水化热。缓凝剂可以延缓混凝土的凝结时间,使混凝土有足够的时间进行散热,减少温度裂缝。掺合料如粉煤灰、矿渣粉等,能增加混凝土的密实度,提高抗裂性和耐久性。但在使用时,要严格控制其品种和掺量,

确保达到最佳效果。

3.2 施工工艺改讲

施工工艺的改进对于防治水利工程混凝土裂缝至关重要。在混凝土浇筑方面,要严格控制浇筑速度和高度。分层分段浇筑能使混凝土均匀散热,避免温度应力集中。同时,要保证浇筑的连续性,防止出现冷缝。振捣环节需规范操作,采用合适的振捣设备,按照一定的顺序和间距进行振捣,确保混凝土密实。避免振捣不足导致的蜂窝麻面,以及过度振捣造成的粗骨料下沉、表面浮浆等问题。模板安装要牢固且尺寸准确,模板的变形或移位会影响混凝土的成型质量,增加裂缝产生的风险。拆除模板时,要严格按照规定的时间和顺序进行,防止过早拆模使混凝土结构受损。施工缝的处理要得当,在继续浇筑混凝土前,要对施工缝进行清理和凿毛,涂刷界面剂,保证新旧混凝土的良好结合。

3.3 环境控制

在水利施工中,对环境因素进行有效控制,能显著 降低混凝土裂缝产生的概率。具体如下: (1)温度控 制是关键。在高温天气施工时,可对原材料进行降温处 理,如用冷水冲洗骨料、在搅拌水中加冰等,降低混凝 土的入模温度。在低温季节,要做好混凝土的保温工 作,如覆盖保温材料,减少内外温差,防止温度裂缝。 (2)湿度控制也不容忽视。保持混凝土表面湿润,可减 少干缩裂缝。在干燥环境中,及时进行喷水养护,或采 用覆盖塑料薄膜等方式,保持混凝土表面的湿度。(3) 避免在恶劣天气条件下施工。如大风天气会加速混凝土 表面水分蒸发,易产生塑性收缩裂缝;暴雨会冲刷未凝 固的混凝土,破坏其结构。(4)合理安排施工时间。避 开高温时段和昼夜温差大的时期进行混凝土浇筑, 降低 环境对混凝土的不利影响。(5)对于有特殊要求的工 程,可搭建遮阳棚、防风棚等设施,为混凝土施工创造 相对稳定的环境。

3.4 设计优化

设计优化是防治水利工程混凝土裂缝的重要环节, 从源头上为混凝土结构的稳定性提供保障。合理规划结 构体型,避免结构断面突变,减少应力集中现象[3]。例 如,在设计水工建筑物时,采用渐变的结构形式,使应 力分布更加均匀,降低裂缝产生的可能性。科学配置钢 筋,适当增加构造钢筋的数量和密度,提高混凝土的抗 裂能力。特别是在结构的薄弱部位,如转角处、孔洞周 边等,加强配筋能够有效约束混凝土的变形,防止裂缝 扩展。设置伸缩缝和后浇带,根据工程的规模和特点, 合理确定伸缩缝和后浇带的位置和间距。伸缩缝可以释 放混凝土的收缩应力,后浇带则能解决混凝土的沉降和 收缩问题,避免裂缝的产生。优化基础设计,确保基础 具有足够的承载能力和稳定性,避免因基础不均匀沉降 导致混凝土结构出现裂缝。结合工程实际情况,采用先 进的设计理念和方法,提高混凝土结构的整体性能,从 设计层面有效防治裂缝。

结语

在水利施工领域,尽管已对混凝土裂缝的成因及防治有一定成果,但面对不断发展的行业需求,未来仍需不懈探索创新。前沿技术如大数据分析可精准预测混凝土性能变化,3D打印技术能优化复杂结构施工;新理念强调绿色环保与可持续发展,为施工注入新活力。通过运用这些技术与理念,可有效解决现存难题,持续提升混凝土施工质量。这不仅能为水利工程的长久稳定运行筑牢根基,增强其抗灾能力和使用寿命,还能推动水利事业朝着高质量、现代化方向大步迈进,更好地服务社会。

参考文献

[1]孙全军.水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治措施[J].建筑工程技术与设计,2020(36):3026.

[2]王伟. 水利施工中混凝土裂缝的主要原因及防治技术研究[J]. 建材与装饰,2021,17(6):293-294.

[3]曹丛俊.水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治技术分析[J].广西城镇建设,2021(6):71-72,78.