

# 水利工程施工混凝土裂缝成因分析及控制措施

邢缤文

新疆博瑞建昇工程技术服务有限公司

**摘要:** 水利工程对于我国社会及经济的发展具有重要影响, 实际施工中混凝土属于重要施工建材, 混凝土结构施工质量对于水利工程整体施工质量具有重要影响。因此, 水利水电工程施工过程中, 对混凝土的裂缝问题进行有效控制是非常必要的, 只有控制好混凝土浇筑过程中的温度和湿度, 才能有效地减少裂缝产生。

**关键词:** 水利工程; 混凝土裂缝; 裂缝问题; 控制措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.08.232

## 引言

在水利工程施工中, 裂缝控制已成为施工体系的重要一环, 也是顺利实现工程预期建设目标的关键。因混凝土施工质量易受诸多因素的影响, 所以实际施工容易出现裂缝问题, 常见的裂缝问题有温度裂缝、收缩裂缝以及沉降裂缝等, 每种裂缝的成因不同, 具体的控制措施也会不同。此外, 针对裂缝问题的解决, 常见的施工技术有材料粘贴技术、灌浆填充技术、混凝土置换技术以及裂缝修补技术等。

## 一、水利工程施工混凝土裂缝成因分析

水利工程施工中, 混凝土裂缝现象较为常见, 其主要产生的原因有多种, 例如, 混凝土施工质量不高、施工温度控制不合理以及施工材料存在质量问题等, 而常见的混凝土裂缝包括多种类型, 如温度裂缝、干缩裂缝、沉陷裂缝及收缩裂缝等, 无论何种裂缝都会降低水利工程施工质量。

### 1. 温度裂缝

混凝土内外温差的骤升骤降是温度裂缝产生的主要原因, 具体影响因素介绍如下: 凝土刚浇筑时处于塑性流动状态, 水泥在水化反应凝结过程中会产生大量的水化热, 使混凝土体积膨胀, 达到最高温度时, 混凝土基本固结后开始降温并收缩产生裂缝。在此过程中积极组织洒水养护, 可以中和水泥水化热影响, 使混凝土的内部外部温差得到控制, 避免裂缝出现。部分水利工程在施工过程中, 养护工作不够完善, 未能安排专职人员负责养护、养护间隔过长、养护时间偏短, 均有可能导致混凝土结构出现裂缝<sup>[1]</sup>。

### 2. 干缩裂缝

干燥收缩裂缝出现在混凝土塑性流动到弹性阶段, 时间跨度大, 一些水利工程在投运使用阶段仍存在混凝土开裂的可能性。干燥收缩裂缝的形成机理在于, 水

基材料以干燥收缩作为固有特性, 由于线膨胀系数存在差异, 水泥浆体体积变化取决于骨料约束程度, 水泥浆体体积变化程度明显超过混凝土体积变化程度, 随着混凝土多余水分蒸发, 体积发生变化, 最终形成宽度不超过0.2mm的细微裂缝。

### 3. 沉降裂缝

混凝土结构施工中沉降裂缝较为常见, 其产生的主要原因是混凝土的不均匀沉降。如果水利施工中地基的施工水平偏低, 则地基本身的承载力会有所下降, 此时随着上层水利施工高度的逐渐增加, 地基的承重力增大, 久而久之便容易出现沉降问题, 加之地基两端施工较为软弱, 便会导致混凝土结构出现沉降裂缝。此外, 水利结构施工各部位的荷载能力不同, 如果荷载能力相差较大, 也可能导致混凝土结构出现沉降裂缝<sup>[2]</sup>。

### 4. 收缩裂缝

收缩裂缝具体是指塑性收缩裂缝, 其裂纹具有中间宽、两端细长的特点, 且各裂纹之间互不相连。常规情况下, 塑性收缩裂缝的宽度在1~5mm, 长短各异, 一般是在2~3m左右, 最短的裂缝长度大概在20~30cm。在环境天气较为干燥或风力较大的情况下, 混凝土在凝结之前容易出现塑性收缩裂缝问题。此外, 混凝土在凝结之前所受压强较小, 如果此时天气炎热干燥或有大风, 则会加快混凝土表面水分的蒸发速度, 导致混凝土结构出现体积迅速收缩的现象。

### 5. 荷载裂缝

当荷载施加于构件时, 不同性质的荷载会导致裂缝呈现出多样的形态, 通常情况下, 主拉应力的方向与裂缝方向呈正交关系。因此, 在实际的工程中, 我们尽量要保证结构构件受到的内力为正压力或在主拉应力方向配置足够的钢筋, 否则就容易发生裂缝问题, 而这也正是导致水利工程质量降低的主要原因之一。在实际的

建造过程中,也存在多种因素会对结构在受荷后出现的裂缝产生影响,这些裂缝通常会在建造和使用过程中出现<sup>[3]</sup>。

### 二、水利工程施工混凝土裂缝控制措施

水利工程在现代社会中具有重要的基础设施地位,其施工质量直接关系到国家经济和社会的可持续发展。混凝土结构是水利工程中常见的建筑材料之一,但在施工和使用过程中,混凝土裂缝问题一直是制约工程质量和寿命的重要因素之一。因此,深入研究水利工程中混凝土裂缝的防治技术具有重要的理论和现实意义。

#### 1. 做好预防混凝土裂缝设计

设计阶段的控制策略关注的是如何通过合理的设计防止裂缝的产生。适当的设计选择和应力计算可以优化混凝土结构的性能,从而减少裂缝的产生。例如,选择合适的混凝土厚度和形状,确保混凝土结构的应力分布均匀;预先设计缝隙或者使用预应力技术,可以让混凝土在收缩时有足够的空间,减少因应力集中导致的裂缝。工程师应在设计阶段考虑结构的稳定性和荷载分布,以减小混凝土的受力差异。合理设置伸缩缝、构造缝和接缝,以容忍混凝土的收缩和膨胀。结构设计应充分考虑水利水电工程所在地的气候条件,包括温度和湿度的季节变化。设计中应预测混凝土的热应力和湿度变化,以避免裂缝的形成。配合比设计应考虑混凝土的用途和环境条件。合适的水灰比、使用高性能混凝土、添加抗裂纤维等都可以提高混凝土的抗裂性能。另外,大板块的混凝土结构容易受到温度和湿度变化的影响,因此在设计中应避免过于大的板块,或者合理设置板块间的伸缩缝。工程师在设计中应考虑施工工艺,确保混凝土的浇筑和养护过程得到合理的安排<sup>[4]</sup>。

#### 2. 合理选择施工材料

混凝土是由多种原材料混合而成的,各原材料质量以及配比等对于混凝土施工质量具有重要影响,也是其裂缝问题产生的原因之一。其一,水泥是混凝土配比的重要原材料,混凝土施工强度不同,对于水泥型号及品种的选择要求也就不同,采购人员需要尽可能减少对高强度水泥的采购与使用,同时还需要注重水泥细度的挑选。其二,针对砂石骨料的采买,采购人员需要优选含泥量少、级配合理及粗细适宜的砂石骨料,为保证混凝土混合质量,施工人员还需要适当添加高质量的矿渣或粉煤灰。其三,如果施工过程中需要使用膨胀剂,施工人员要依据膨胀剂的膨胀效果选择相关掺料,以此确保

膨胀剂的使用效果发挥至最大。

#### 3. 合理选择配置材料

材料配比优化在水利工程中扮演着不可或缺的角色,它直接影响着混凝土结构的质量和性能。混凝土属于混合物,其各原材料的科学配比对于施工质量具有重要影响。其一,砂子的选择。采购人员需要优选连续级配、等级较高以及含泥量超过3%的人工砂,在砂子进入施工现场之前,质检人员需要对其碱活性进行检验。其二,水泥的选择。常用的水泥材料为普通硅酸盐水泥,其水化热偏低,且强度大于42.5,在实际施工中,依据施工要求可以适当配以火山灰水泥或矿渣水泥等,有助于防止混凝土裂缝的产生,提高混凝土施工质量。其三,粉煤灰的选择,其属于水泥材料的替代品,优选一级粉煤灰,且需要在拌和过程中将其添加量控制在40%以内,以此为混凝土易性提供保障。其四,水与外加剂。水选用于生活用水即可,使用之前水需要经过悬浮物以及酸碱度测试;外加剂,依据气候条件合理添加复合型或抗冻外加剂。

#### 4. 施工过程进行把控

为了有效提升混凝土浇筑的质量和效率,水利施工人员需要具备高超的职业技能,以应对浇筑过程中的复杂性和不确定因素,包括明确浇筑方法、顺序、注意事项以及施工安全管理等。对于大型水利物来说,为了保证其结构稳定,可以采用整体浇筑法,但同时必须要做好基础施工工作。另外,考虑到钢筋的长度和跨度较大,可能会导致较大的位移,因此必须严格控制钢筋的位置在规范允许的范围内,这一点至关重要。对于不同种类的混凝土来说,其养护方式和要求都不一样。在考虑混凝土材料和周边环境温度等因素的基础上,应确定适当的养护时间,并在浇筑完成后立即进行恰当的保温和保湿处理,同时定期进行监测,以避免出现裂缝。

#### 5. 严格控制施工温度

混凝土温度控制是水利水电工程中重要的施工管理措施之一,旨在预防或减轻混凝土裂缝的形成。混凝土中的材料选择是控制温度的重要因素之一。首先,使用干硬性混凝土,减少水泥材料使用量,尤其是在炎热的夏季,在混凝土搅拌施工中可以通过添加冷水或冰块的方式降低混凝土搅拌温度。与此同时,夏季环境温度较高,在混凝土施工完成之后,施工人员需要在其表面洒水进行养护,防止其因表面水分蒸发较快而出现温度裂缝或干缩裂缝。其次,针对混凝土的浇筑施工,施工

人员需要科学控制浇筑厚度，最佳浇筑厚度应控制在500mm左右。最后，拆模时间不宜过早，冬季需要进行保温养护处理，先覆盖一层塑料薄膜，随后覆盖麻袋锯末中层，厚度90mm左右，最后覆盖岩棉被，厚度100mm左右。

#### 6. 加强混凝土养护工作

混凝土浇筑后的初期养护是至关重要的。混凝土浇筑完成后，施工人员应尽快对其进行养护，以避免过早干燥和收缩。具体的养护措施如下：第一，在混凝土浇筑完成后，要及时覆盖塑料薄膜，然后在上面洒水进行养护，每天喷洒两次，保持混凝土表面的湿润状态，大约两天之后就可以拆除塑料薄膜。第二，在进行混凝土浇筑时，需要采取有效的保温措施。一般情况下，在夏季温度较高时，可以在混凝土内部埋设水管进行浇水养护；而在冬季温度较低时，可以将水管埋到地下或用土掩埋。但是需要注意的是，在冬季进行混凝土养护时要采取有效的保温措施，避免出现裂缝现象。第三，加强混凝土养护工作还需要保证混凝土表面的清洁和干燥。具体的做法为：首先要对混凝土表面进行浇水养护；其次要对混凝土表面进行洒水养护；最后是对混凝土表面进行抹压、压光等养护措施。

#### 7. 混凝土裂缝的修复和维护

##### (1) 表面裂缝的修复与维护

表面裂缝的修复方面，施工人员必须清洁裂缝的表面，包括清除杂物、尘土和松散的混凝土碎片。施工人员可以使用高压水或空气来清洁表面。同时，选择适合的填充材料，如聚合物修复剂、混凝土修复浆料或聚合物修复胶。施工人员将填充材料充分灌入裂缝中，确保填充材料与混凝土表面充分黏结。并且，施工人员使用工具或刮板将填充后的表面抹匀，使其与周围的混凝土表面一致，确保修复后的表面平整、坚固。修复后，施工人员应采取适当的养护措施，如湿润养护或覆盖保湿膜，以确保填充材料充分硬化和黏结。

##### (2) 外部裂缝的修复与补强

第一，填充法。填充法是通过填充材料（如水泥砂浆、环氧树脂等）填充裂缝，以封闭裂缝并恢复其强度。填充法适用于裂缝较小、较浅的情况。第二，表面涂抹法。表面涂抹法是在裂缝表面涂抹一层特殊的水泥浆或环氧树脂，以封闭裂缝并增加其强度。表面涂抹法适用于裂缝较小、较浅的情况。第三，喷浆法。喷浆法是通过喷枪将水泥浆或环氧树脂喷射到裂缝表面，以封

闭裂缝并恢复其强度。喷浆法适用于裂缝较小、较浅的情况。第四，粘贴法。粘贴法是将具有高强度、高黏结力的材料（如钢板、碳纤维布等）粘贴在裂缝表面，以提高结构的抗拉、抗剪能力。粘贴法适用于裂缝较深、较宽的情况。

#### 8. 加大施工监管力度

混凝土施工流程比较多，每一施工工艺都会对其施工质量产生影响，为防止裂缝问题的产生，施工期间工程监管人员需要加强对混凝土施工的监管，并逐步加大监管力度。在实际的施工中，监管人员需要加强对混凝土温度及收缩变形度的检测，及时观察混凝土施工变化，一旦发现质量隐患，应及时进行处理，避免引发质量问题。此外，混凝土的施工质量对于其裂缝病害的预防具有重要影响，施工人员需要科学控制混凝土性能，并不断强化混凝土的抗裂能力，尽可能防止出现贯穿性裂缝，重在保证混凝土结构施工的整体性。同时，施工期间，监管人员需要加强质量监管，即混凝土每一施工工艺完成之后都需要进行质量检测。

#### 结束语

水利施工中经常会遇到混凝土，其施工质量直接影响着水利施工的整体质量，但是在水利工程施工过程中，混凝土会产生裂缝，这给水利工程的使用带来了极大的安全隐患。因此，分析混凝土裂缝类型以及预防措施显得尤为重要。混凝土裂缝是现代水利工程的一项典型的质量问题，其具有成因复杂、裂缝种类多的特征，若材料选型、配合比设计、工艺操作等环节处理不规范，均可能出现混凝土裂缝。为此，施工人员需重视混凝土裂缝问题，采取行之有效的裂缝控制技术，最大限度地降低混凝土裂缝发生的风险，保证现场施工活动有序开展。

#### 参考文献

- [1] 马泽琛, 吴英红, 周海鹏, 等. 大体积混凝土裂缝控制[J]. 中国住宅设施, 2021(10): 119-120.
- [2] 金鹏. 水利施工中的混凝土裂缝的原因及防治措施[J]. 时代农机, 2018, 45(8): 145, 147.
- [3] 仝正芳. 水利工程施工中混凝土裂缝的成因及有效防治措施[J]. 工程技术研究, 2021, 6(23): 130-132, 152.
- [4] 王乐天. 水利工程施工中的混凝土裂缝防治措施分析[J]. 住宅与房地产, 2021(12): 236-237.