

# 水利工程施工中控制混凝土裂缝的技术研究

张博文

(中国水利水电第一工程局有限公司, 广东 深圳 518000)

**【摘要】**当前水利工程是我国重要的基础设施建设之一, 对社会经济的稳定发展具有重要影响。在水利工程的施工过程中, 混凝土是使用最多的施工原材料, 但需要指出的是, 在使用过程中, 混凝土会出现裂缝的现象, 而水利工程混凝土结构最常见的缺陷也是混凝土裂缝, 混凝土裂缝的种类很多, 并且混凝土裂缝对整个工程项目的影晌程度也是不同的。某些混凝土裂缝的出现, 将严重影响到建设的质量, 甚至直接影响到整个水电工程的服役寿命。所以, 在水利工程施工作业过程中, 要充分关注混凝土裂缝, 采用切实可行的混凝土裂缝控制技术, 减少裂缝的出现, 从而提高水利工程的整体施工质量。本文就水利工程施工建设中与混凝土裂缝相关的诸多因素进行了分析和探讨, 希望通过本文的讨论可以对水利工程混凝土施工建设进行合理的控制, 并提高施工质量。

**【关键词】**水利工程; 施工; 混凝土裂缝; 操控; 技术剖析

在水利工程施工建设过程中, 混凝土是工程项目建设的主要原材料, 而混凝土在浇筑完毕后, 往往会由于存在着温、湿度把控不理想, 以及水化热等相关原因, 造成混凝土结构存在不同程度的裂缝。混凝土裂缝不仅体现在主体结构的外部表面上, 其内部也会有不同程度的裂缝现象, 这就对工程项目整体质量造成了极大的影响。而要实现混凝土裂缝出现情况的有效把控, 并实现水利工程整体施工质量的提升, 必须对水利工程混凝土裂缝相关控制技术进行重点关注, 实现相关控制举措的有效应用。并且, 在控制裂缝的过程中, 要对混凝土出现裂缝的有关因素进行深入的剖析, 本文对此进行了有效的分析和探讨。

## 一、水利工程施工中裂缝处理工作开展的必要性

当前水利工程是我国重要的基础设施建设之一, 对社会经济的稳步发展起到了重要的影响作用。在城市化的过程中, 各类水利建筑广泛服务于人们的日常生活和工作, 保证水利建筑的结构安全和使用寿命, 俨然成为水利工程建设的首要任务。然而, 在目前的水利工程建设中, 一些施工单位在施工过程中, 没有对现场的工程质量进行有效的控制, 导致各种质量缺陷频发, 特别是混凝土裂缝, 通常裂缝的产生是由于混凝土受到一系列因素影响所致, 严重的混凝土裂缝会直接影响到水利工程的结构整体性和耐久性, 尤其是在防水性能方面, 对水利工程的安全稳定有着巨大的影响, 对人民的生命财产安全构成了严重的威胁, 对社会效益和经济增长也产生了很大的负面影响。由此可以看出, 在水利工程建设过程中, 必须重视混凝土裂缝的治理。

## 二、水利工程施工混凝土裂缝类型

### (一) 塑性裂缝

这类问题主要表现为在水利工程施工过程中, 混凝土的水分散失速度加快, 特别是在天气干燥、环境温度过高的情况下, 过热可能会导致材料的失水量过多, 导致整体结构发生不均匀的变化, 从而引发塑性类型的裂缝。通常从表面看, 结构中部有较宽的裂缝, 延伸至两侧区域有较窄的裂缝, 对整体结构的质量有一定的损害, 而且在成型后的强度和稳定性也会下降。

### (二) 温度裂缝

对于高强度、高固结时间的工程, 由于水化热得不到及时的释放, 会使结构内部温度超过表层, 结构内外温差较大, 必然会造成结构的变形, 如果结构的拉伸强度不能完全承受这种变形所带来的拉伸应力, 则会造成结构的温度开裂。根据温度裂缝产生原因的不同, 裂缝会呈现出趋于闭合或趋于扩展的不同发展趋势, 可划分为断面均匀温差裂缝、内外温差裂缝和上下温差裂缝三种。

### (三) 沉陷裂缝

沉陷裂缝一般是在地基施工过程中, 由于回填材料压实度不满足要求, 或地基受到水浸, 使地基土质变软, 承载能力下降, 影响到地基结构的整体稳定性, 从而出现不均匀沉降。沉陷裂缝大多为贯通裂缝, 对基础结构、承载力及耐久性等方面的破坏作用较大。同时, 地基基础的不均匀沉降对其他种类的混凝土裂缝发育深度和发育方向也具有一定的影响。

## 三、裂缝带来的不良影响

水利工程混凝土结构出现裂缝, 会造成许多不良影响, 严重的会影响到整个工程项目的稳定性和耐久

性,在诸多常见裂缝的产生部位中,主体结构产生裂缝造成的影响最大,它对水利工程的使用寿命有着最直接的不利影响。

例如:主体结构出现贯穿裂缝,将会影响到主体结构周边其他附属设施的正常使用,如果裂缝持续扩大不能使混凝土结构保证必要的防水、止水作用,则会对周边环境造成破坏,甚至会引发内涝、洪灾。

需要指出的是,水利工程主体结构往往是长期处于水资源的持续冲刷环境下,要确保水利工程混凝土结构具有良好的耐磨和耐损伤的能力。举个例子:在三峡水利工程建设过程中,如果混凝土结构出现了裂纹,那么在水的持续冲刷和水压的作用下,裂纹就会越来越大,从而造成主体结构的严重变形。如果水坝出现了裂缝,对水坝下游居民的生活将会造成很大的影响。因此,在水利工程施工中必须重视对有关裂缝的研究,并对其予以充分的关注,不断地对混凝土相关施工技术进行优化和完善,从而达到提高水利工程混凝土构造质量的目的。

#### 四、混凝土裂缝原因分析

##### (一) 混凝土本身的影响

这主要是因为水泥水化热过高,在进行了浇筑振捣之后,在水泥水化的过程中会产生一定的热量,但是水化热会聚集在结构内部不容易散失,从而导致急剧升温,在建筑工程中,混凝土浇筑完成后内部温度通常为20~30℃,甚至更高。由于建筑物处于一种天然的散热性环境,因此在混凝土浇筑后3~5天内,混凝土中的最大温度往往出现在混凝土内部。随着混凝土的龄期增加,其弹性模量逐渐增加,其内部冷却收缩会受到更大的限制,从而在混凝土中形成较大的张应力,当其抗拉强度无法承受该应力时,将会发生温度裂缝。

##### (二) 混凝土的收缩变形

混凝土收缩,也是造成裂缝的主要因素之一。在水泥水化过程中,拌合水量远远大于水泥水化过程中所需要的混合水量。在水泥的水化过程中,仅有20%左右的水分参与到水泥的水化,其他的水分则通过蒸发损失。水分蒸发后,引起混凝土收缩,当收缩受到约束时,则产生收缩应力,当收缩应力大于当时混凝土的抗拉应力时,则出现裂缝。

##### (三) 地基和旧混凝土约束

对于较硬的基岩或旧的混凝土,在浇筑过程中,由于水化热的作用,混凝土在浇筑过程中会发生膨胀,而在此过程中,由于岩体和旧混凝土两种因素的共同作用,会使混凝土内部的压应力减小。但随着混凝土温度的不断降低,因温度降低而导致的收缩变形会被基岩或旧混凝土所束缚,从而使混凝土块体内部产生很大的张应力,进而形成裂缝。

##### (四) 施工方面的因素

违章施工,不当施工,导致了混凝土开裂。例如:在夏季进行混凝土施工的时候,由于交通拥堵导致耽误了混凝土运送时间,在泵车出料的时候,混凝土的经时坍损比较大,而且混凝土的和易性和流动性也比较差,在现场的工作人员对混凝土进行了人工添加水,而加水部分的混凝土水灰比和强度与设计配合比存在差异,导致了混凝土的强度下降,从而形成了不同配比混凝土的凝缩裂缝和干缩裂缝。除此之外,振捣方法不当也会产生裂缝,不正确的振捣方法会导致混凝土分层离析,表面浮浆,从而导致混凝土面层开裂,或者导致混凝土砂浆大量向低处流动,从而导致混凝土发生不均匀沉降收缩,从而在结构交界处产生裂缝。此外,在施工过程中,养护措施不当,也是引起混凝土收缩开裂的重要因素。当前,不少施工现场在浇筑混凝土的时候,都不能做到及时的进行保温养护,通常都是要等到最后一遍抹光完成后,才进行覆盖,也有不少工地干脆不进行覆盖,导致混凝土表面出现裂纹。

##### (五) 环境气候的因素

在混凝土结构施工过程中,外部温度的变化状况对混凝土裂缝的预防起着重要作用。随着外界温度的升高,浇注混凝土所需要的温度也随之升高。当外部温度降低时,其冷却程度将增大,尤其是当外部温度突然降低时,将使内外表面的温差增大,从而对混凝土的抗裂非常不利。

#### 五、水利工程施工中混凝土裂缝的防治措施

##### (一) 加强材料质量把控

1. 合理选材。混凝土结构的施工质量与混凝土材料的质量有着紧密的联系,如果材料的质量存在问题,那么即使是在后续的施工过程中,采用技术性措施,也很难对其进行补救。所以,要在施工前期,加强对施工材料质量的控制。一般而言,要选用干燥收缩小,强度高的集料,并且要保证各项检测合格。硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥是最常见的水泥材料,当水泥和其他材料运到工地之后,要做好现场的保存工作,防止材料受潮、被晒伤和被腐蚀。除此之外,在混凝土原材料中还包含了砂石、掺料等,对这些材料也要做好施工强度的计算,要保证所选的砂石、掺料等粒径均匀、配置合理。

2. 严格控制配合比。混凝土开裂的成因多种多样,而混凝土自身不合理的配合比是造成混凝土开裂的主要原因之一。技术人员要强化对配合比的控制,要根据混凝土设计强度等级、工程所处的环境以及结构断面等基本特征、水泥品种和强度等级等来合理设计并严格控制配合比。

在一些比较特殊的施工位置,对混凝土材料的要

求比较高,可以适当地加入外加剂,但是还要加强对材料的配合比的控制,从而达到提升混凝土材料品质的目的。

3. 加强搅拌控制。在完成了混凝土的配比之后,要对混凝土的原料进行充分的搅拌,并对搅拌的过程进行严格的控制,在搅拌的时候,要注意混凝土原料自身的完整性和均匀性,保证其符合有关的标准,从而使混凝土发生离析的可能性降到最低。在降雨多的地区,要考虑到当地气候的湿润性,因此,在输送过程中要尽量避免湿气进入混凝土。对于运送到现场的建筑材料,要一直注意它的含水率,要对搅拌过程进行严格控制,保证搅拌要充分均匀,并且在搅拌后,混凝土材料的各项性能能够满足后续浇筑等施工要求。

#### (二) 加强混凝土施工环节控制

1. 合理控制浇筑施工细节。首先,混凝土温度调控是影响其工作性能的重要因素,因此,在全过程控制中,既要对其进行监控,又要对其进行外部温度调控,以保证其工作性能。我国四季的温度有很大的差别,在混凝土施工时,特别是在浇筑施工时,要加强对浇筑温度的控制,要对昼夜温差和季度温差进行充分的考虑,在冬季施工时,要特别注意过低的气温对混凝土结构造成的不利影响。在浇筑过程中,有可能会发生模板变形、位移的问题,如果发生了这种情况,就应该立即停止浇筑,并对变形部分进行修补。

2. 科学控制振捣过程。根据裂缝种类的不同,要有针对性地选用适当的振动方法。二次振捣是指在浇筑完成后,坍落度逐渐消失,进入初凝阶段,这时,混凝土有可能再次发生液化,二次振捣可以去除粗骨料和钢筋下的水膜,从而逐步减小沉降和收缩。尤其是在泵送混凝土中,加强二次振捣是非常必要的。对于塑性收缩裂缝,考虑到这种裂缝是由于表面水分散失所造成的,而且这种裂缝通常会在混凝土初凝到终凝之间出现,所以在进行消除处理的时候,可以采用大型的机械抹光机,对出现裂缝的混凝土部位进行大面积、高强度的提浆抹光处理。在完成抹光处理后,要后续进行收光处理,根据上述操作,可以明显地提高混凝土的平整度和混凝土结构表面的强度。在约束裂缝方面,要对混凝土的内部和外部的温差进行严格的控制,将其收缩造成的约束拉力与混凝土的抗拉强度进行比较,还要注意气温的状况,当温度发生剧烈的变化的时候,要进一步加强测温的管理,并采取适当的保温和保湿措施。在进行浇筑的时候,要对闸墩下部和底板进行同时浇筑,还要掌握好浇筑间隔,从而可以有效地降低闸墩裂缝的发生概率。

#### (三) 高强混凝土裂缝修补

一是填充法。当裂缝宽度超过 0.5 mm 时,应以裂缝边线为基准,对其进行凿槽,通常将槽顶宽度控制在 10 cm,并在其内填充水泥砂浆、环氧砂浆、弹性环氧砂浆、聚合物水泥砂浆等。并且要注意钢筋混凝土结构中的钢筋有无腐蚀,如果有,要在开凿时先处理生锈部位,并用水泥砂浆或环氧树脂砂浆等材料进行填充。二是注入法。常用的注入方法有压力注射法(注浆法)和真空吸入法。在裂隙很小的情况下,通常采用注浆的方法。在注浆过程中,应根据裂缝修复的情况,合理地选用水泥浆材、普通环氧浆材和弹性聚氨酯浆材。对于表层裂纹,常用的方法是抽真空法,抽真空后,在缝隙中形成一个真空的环境,然后将泥浆物质灌入。

#### (四) 高强混凝土的养护

对混凝土及时有效进行养护,不但可以防止混凝土出现裂缝,还可以保证混凝土后期的稳定性,保证混凝土的强韧度和承载能力。在水利工程施工中,混凝土的养护主要是要控制好构件的湿润度,对于体积较大的混凝土,在符合条件的前提下,可以使用流水或蓄水的方法来对其进行养护,养护的周期通常为 14 至 28 天。而对于体积中大的混凝土,在施工的时候要特别关注水泥的水化热问题,在养护的过程中,除了要采取降温措施之外,还要有效地避免水化热高度集中的出现,并降低其峰值。在混凝土浇筑成型后,还应采取必要的保温措施,如表面覆盖一些薄膜、湿麻袋、彩条布等,从而更好地预防因温差过大而产生的温度裂缝。在水利工程施工中,对地下结构的混凝土,应及早进行回填土和强化夯实,从而有效地避免不均匀沉降,对防止裂缝的发生起到了很大的作用。

#### 六、结论

本文就水利工程施工建设过程中与混凝土裂缝有关的诸多因素进行了分析和探讨,希望通过本文的讨论,可以更好地控制水利工程混凝土施工建设过程中出现的裂缝,从而达到提高施工质量的目的。

#### 参考文献:

- [1] 张士兵. 水利工程施工中控制混凝土裂缝的技术分析[J]. 科技与创新, 2019, 0(14):62-63.
- [2] 陈家飞, 李进华. 水利工程施工中控制混凝土裂缝的技术研究[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2019, 0(5):175-175.
- [3] 艾利君. 农业水利工程施工中混凝土裂缝的防治技术研究[J]. 科学技术创新, 2020, 0(3):133-134.
- [4] 刘雪莲. 混凝土裂缝控制理论下的水利工程施工技术[J]. 科学技术创新, 2019, 0(33):111-112.