

# 水利工程施工混凝土裂缝成因分析及控制措施

张承全

河南省水利第一工程局集团有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i2.6522

**[摘要]** 本文主要探讨了水利工程施工中混凝土裂缝的成因及控制措施。通过对不同类型的混凝土裂缝进行分类和分析,找出其成因,并提出相应的预防和控制措施,旨在提高水利工程混凝土结构的安全性和稳定性,延长其使用寿命。

**[关键词]** 水利工程;混凝土裂缝;成因分析;控制措施

## Analysis of the causes of concrete cracks in the construction of water conservancy projects and control measures

Zhang Chengquan

Henan Provincial Water Conservancy First Engineering Bureau Group Co.,  
Ltd., Zhengzhou City, Henan Province, 450016

**[Abstract]** This paper mainly discusses the causes and control measures of concrete cracks in the construction of water conservancy projects. By classifying and analyzing different types of concrete cracks, finding out their causes and proposing corresponding prevention and control measures, the purpose is to improve the safety and stability of concrete structures in hydraulic engineering and prolong their service life.

**[Key words]** water conservancy engineering; cracks in concrete; causal analysis; Control measures

### 引言

水利工程的稳定性和安全性对社会经济发展至关重要。混凝土作为水利工程中常用的水利材料,其质量直接影响工程的整体性能。然而,在施工和使用过程中,混凝土裂缝的出现频繁,严重时甚至会危及结构的安全。因此,对混凝土裂缝的成因进行分析,并采取有效的控制措施,对于保证水利工程的安全、稳定和经济具有重要意义。

### 1 水利工程施工混凝土裂缝类型及成因

#### 1.1 塑性裂缝及成因

塑性裂缝主要发生在混凝土浇筑后的初期,此时混凝土尚处于塑性状态。塑性裂缝的形成,可以归因于以下几个主要因素:

(1) 混凝土收缩:混凝土在硬化过程中会发生体积收缩,特别是水分蒸发导致的干缩作用显著。如果混凝土内部的收缩受到限制,或者不同部位的收缩速率不一致,就可能在表面形成裂缝。

(2) 内部应力分布不均:在混凝土硬化的早期阶段,由于温度变化、水分分布不均等因素,混凝土内部可能产生不均匀的应力分布。这些不均匀的应力如果超过混凝土的抗拉强度,就会导致裂缝的形成。

(3) 模板变形:混凝土浇筑过程中,如果模板设计不合

理或安装不稳固,可能会因为混凝土的重量或外力作用而产生变形。模板的变形会直接影响混凝土的形状和体积,引发塑性裂缝的出现。

塑性裂缝的特点是其呈现不规则形状,裂缝宽度相对较小。然而,随着混凝土的持续硬化,这些裂缝可能逐渐扩展,进而影响结构的美观和耐久性。因此,及时采取措施预防和处埋塑性裂缝是非常必要的。预防措施包括合理设计和安装模板、控制混凝土的水灰比,以及适时采取养护措施(如覆盖湿布、喷雾等),以减少水分蒸发和控制温度变化,从而减少裂缝的产生。如果裂缝已经形成,可以通过灌浆、封闭剂等方法进行修补,以恢复结构的完整性和美观。

#### 1.2 收缩裂缝及成因

收缩裂缝是由于混凝土内部水分蒸发、水泥水化反应及混凝土内部化学收缩等原因导致的。这类裂缝通常出现在混凝土浇筑后的后期,表现为混凝土表面或内部出现的规则或不规则的裂缝。收缩裂缝的宽度受混凝土收缩程度和环境条件的影响,可能在混凝土硬化过程中逐渐扩大。收缩裂缝是混凝土结构中常见的一种裂缝类型,其形成机制复杂,主要由以下几个因素导致:

(1) 水分蒸发:混凝土在固化硬化过程中,内部的水分会逐渐蒸发。这种水分的流失会导致混凝土体积缩小,从而产

生收缩应力。如果这种应力超过了混凝土的抗拉强度，就会在混凝土表面或内部形成裂缝。

(2) 水泥水化反应：水泥与水反应形成水化产物的过程中，也会伴随着体积的微小变化。在水泥水化过程中，混凝土内部生成的新相（如水化硅酸钙）体积小于反应之前的原材料总体积，这种体积的微缩也是形成收缩裂缝的原因之一。

(3) 混凝土内部化学收缩：除了水泥水化反应外，混凝土内部还可能进行其他化学反应，如碱-骨料反应等，这些化学反应同样会导致体积的减少，进而形成收缩裂缝。

### 1.3 温度裂缝及成因

温度裂缝是由于混凝土内外部温度变化引起的应力分布不均导致的。在水利工程中，混凝土结构受太阳辐射、混凝土内部水泥水化反应等因素影响，导致混凝土温度升高。当温度变化引起的应力超过混凝土的抗拉强度时，混凝土表面或内部会出现温度裂缝。这类裂缝通常呈直线状，间距较均匀。温度裂缝的形成机理如下：

(1) 材料特性影响：混凝土是一种多相复合材料，其内部由骨料、水泥石和孔隙组成。不同成分的热膨胀系数不同，导致内部应力分布不均匀。特别是在水泥水化反应过程中，会释放大量的水化热，造成内部温度上升。当外部环境温度发生变化时，混凝土内外部的温差导致应力累积，一旦超过混凝土的抗拉强度，就可能产生裂缝。

(2) 结构设计因素：大型混凝土结构的尺寸和形状会影响其温度应力的分布。例如，较厚的混凝土墙或大体积的混凝土浇筑块因其内部温度不易散发，更容易产生温差应力。如果在设计阶段没有合理考虑温度效应，如设置足够的伸缩缝或使用合适的混凝土配比，就可能增加温度裂缝的风险。

(3) 施工工艺：施工过程中的操作也对温度裂缝的形成有直接影响。例如，浇筑速度过快或浇筑体积过大，未能有效控制水泥水化热的产生和散发；或者养护不当，如在高温环境下未采取适当的覆盖和喷水养护措施，都可能导致混凝土内外温差增大，促使裂缝的发生。

(4) 环境条件：混凝土结构所处的环境条件，如日照、气温变化、风力等自然因素也会影响温度裂缝的形成。特别是在极端气候条件下，如高温炎热或冷热交替的环境中，混凝土结构表面和内部的温差更加显著，从而加剧了温度应力的积累。

### 1.4 结构裂缝及成因

结构裂缝主要发生在混凝土结构受力较大的部位，如柱、梁、板等。由于混凝土内部应力分布不均、施工不当、设计不合理等原因，结构裂缝可能出现在混凝土表面或内部。这类裂缝通常与结构受力方向垂直，呈规律性分布。结构裂缝的形成通常是多因素综合作用的结果，主要包括以下几个方面：

(1) 混凝土材料性质：混凝土是一种多相复合材料，其

内部由骨料、水泥浆等组成。混凝土在硬化过程中会发生体积变化，如收缩和膨胀，这些体积变化如果不均匀，则可能导致内部应力集中，形成裂缝。

(2) 施工过程中的问题：如果施工过程中振捣不均匀、混凝土浇筑速度过快或过慢、养护条件不适宜等，都可能导致混凝土内部产生较大的应力集中，进而形成裂缝。此外，模板的提前拆除或支撑不稳也可能导致结构变形，引发裂缝。

(3) 设计不合理：设计中如果没有充分考虑结构的受力特点和使用环境，如未考虑足够的收缩补偿、温度变化、荷载分布等因素，可能导致结构在使用过程中出现超出预期的应力集中，从而形成裂缝。

(4) 外部环境影响：结构所处的环境也会对其产生影响。例如，温度波动引起的混凝土热胀冷缩、地基沉降不均等都可能导致结构产生应力，进而形成裂缝。

(5) 荷载作用：除了常规设计荷载，结构在使用过程中可能遭受超出设计标准的荷载，如地震、风荷载、意外碰撞等，这些非预期的荷载可能导致结构产生裂缝。

## 2 水利工程施工混凝土裂缝控制措施

在水利工程施工过程中，混凝土裂缝问题一直是一个令人困扰的问题。混凝土裂缝的出现不仅影响工程的美观，更严重的是会对工程的结构安全产生威胁。因此，针对混凝土裂缝的成因，研究并采取有效的控制措施，对于保证水利工程质量具有重要意义。本文将从优化材料选择和配比、合理设计施工方案、严格控制施工过程以及加强环境适应性四个方面，详细探讨如何控制混凝土裂缝的产生。

### 2.1 优化材料选择和配比

(1) 选择优质水泥：水泥的品质直接影响到混凝土的性能。选择合适的水泥品种，可以提高混凝土的抗裂性能。在选择水泥时，应考虑其强度、抗渗性、抗冻性等性能，并根据工程的具体需求进行选择。

(2) 合理选择骨料：骨料的类型、粒径和级配对混凝土的抗裂性能有很大影响。选择合适的骨料，可以提高混凝土的抗压强度、抗渗性能，降低混凝土的收缩率，从而减少裂缝的产生。

(3) 优化混凝土配比：在保证混凝土强度、抗渗性等性能的前提下，通过调整水泥用量、骨料比例、水胶比等参数，优化混凝土配比，降低混凝土的收缩率，从而减少裂缝的产生。

### 2.2 合理设计施工方案

在水利施工过程中，混凝土结构的施工质量和安全性至关重要。为了确保混凝土结构的安全稳定，施工人员需要在设计和施工阶段进行全面考虑。以下是对原文的扩充，从三个方面详细阐述了如何在施工方案中合理设计以提高混凝土结构的安全性。

#### 2.2.1 优化结构设计

为保证混凝土结构的安全稳定,在设计阶段,需要充分考虑以下几点:

(1) 应力分析:在进行结构设计时,应对混凝土结构的受力状况进行详细分析,避免出现应力集中现象。应力集中容易导致混凝土破裂,从而影响结构的安全性。

(2) 构造缝设置:为了减少混凝土收缩裂缝的产生和发展,施工人员需要合理设置构造缝。构造缝能够有效地分散混凝土的应力,降低裂缝扩展的可能性。

(3) 考虑施工因素:在设计过程中,还应充分考虑施工过程中可能出现的各种因素,如温度变化、混凝土收缩等,以确保设计方案的可行性和安全性。

### 2.2.2 施工工艺优化

为了提高混凝土结构的施工质量,施工人员需要针对不同的工程部位和结构形式,采用合适的施工工艺。以下几点需要注意:

(1) 选择合适的混凝土:根据工程部位和结构形式,选择适合的混凝土类型。例如,对于承受高强度荷载的结构,应选用高强度混凝土;对于大体积混凝土结构,应选用低热混凝土以减少温度应力。

(2) 严格控制浇筑过程:在混凝土浇筑过程中,应严格控制浇筑速度和振捣方式,以确保混凝土的均匀性和密实性。

(3) 施工安全措施:针对不同工程部位的施工,制定相应的安全措施,确保施工过程中人员安全和结构安全。

### 2.2.3 合理安排施工顺序

合理规划施工顺序,以确保混凝土结构的安全性。以下几点需要注意:

(1) 避免过度冲击和剪切力:在混凝土浇筑过程中,应合理安排施工顺序,降低过度冲击和剪切力对混凝土结构的影响。

(2) 考虑结构稳定性:在施工过程中,应根据结构特点和受力状况,合理安排施工顺序,确保结构稳定性。

(3) 临时支撑和模板拆除:在施工过程中,临时支撑和模板的拆除应严格按照设计要求和施工方案进行,避免对混凝土结构产生不利影响。

通过以上三个方面的合理设计和施工,可以有效提高混凝土结构的安全性,确保水利施工的顺利进行。在实际工程中,设计和施工人员还需结合具体情况,灵活运用相关技术和方法,以实现更优质、更安全的混凝土结构施工。

### 2.3 严格控制施工过程

(1) 控制浇筑温度:混凝土的性能受到浇筑温度的影响较大,过高或过低的浇筑温度都会增大裂缝产生的风险。因此,在施工过程中,施工人员必须严格控制浇筑温度,以确保混凝土的均匀性和稳定性。具体措施包括:在高温季节施工时,应尽量避免阳光直射,采取遮阳措施;在低温季节施工时,应采

取加热保温措施。

(2) 严格落实养护措施。合理的养护措施对于保证混凝土性能的稳定至关重要。在施工过程中,应采取有效的养护措施,如湿润养护、覆盖养护等。这些措施能确保混凝土充分水化,降低裂缝产生的可能性。同时,养护时间也应根据具体条件进行合理安排,确保混凝土在养护期内得到充分养护。

(3) 加强检测与监控。在施工过程中,施工人员必须加强对混凝土裂缝的检测和监控,及时发现和处理裂缝问题。这包括对施工现场进行定期巡查,以及对混凝土结构进行实时监测。一旦发现裂缝问题,应立即分析原因,并采取针对性的处理措施,确保工程质量。

### 2.4 加强环境适应性

加强环境适应性是混凝土工程中至关重要的一个方面。环境的各种因素,如高温、低温、湿度等,都可能对混凝土产生影响,从而影响其性能和寿命。为了提高混凝土的环境适应性,施工人员可以从以下三个方面进行预防和改善。

(1) 预防环境因素的影响。针对易受环境影响的工程,施工人员需要采取相应的预防措施。这包括对混凝土的配方进行调整,以适应特殊环境。例如,在高温环境下,可以采用降低水泥用量、提高混凝土的抗裂性能等方法,以减轻高温对混凝土的影响。在低温环境下,可以采用适当的热保温措施,以防止混凝土受到冻害。在湿度较大的环境中,可以采用防水措施,减少湿度对混凝土的影响。

(2) 提高混凝土的抗裂性能。混凝土的裂缝是其性能下降的主要原因之一。通过掺加高性能外加剂、矿物掺合料等,可以提高混凝土的抗裂性能,降低环境因素对混凝土裂缝产生的影响。例如,高性能外加剂可以提高混凝土的流动性、黏聚性和抗裂性能;矿物掺合料可以提高混凝土的抗渗性、抗碳化性和抗裂性能。

## 3 结论

综上所述,混凝土裂缝问题是水利工程施工中的常见问题,通过科学地分类分析裂缝类型及其成因,采取有效的控制措施,可以有效减少裂缝发生,保证水利工程的安全、稳定和经济性。未来的研究应进一步深入探讨混凝土裂缝的预防和控制技术,为水利工程建设提供更加科学的指导。

### [参考文献]

- [1]周秋露.水利工程施工中混凝土裂缝控制策略探讨[J].工程技术研究,2024,9(01):103-105.
- [2]蒋宜英.水利工程施工中混凝土裂缝的防治策略研讨[J].水上安全,2023,(16):169-171.
- [3]杨军.水利工程施工中混凝土裂缝防治策略探讨[J].大众标准化,2023,(23):34-36.
- [4]张剑.水利工程施工中控制混凝土裂缝的技术研究[J].工程与建设,2023,37(06):1775-1777.