

水利施工中的混凝土裂缝的原因及防治措施分析

安升学

塔城水利设计研究院有限公司 新疆 塔城 834700

摘要: 水利工程施工中, 混凝土裂缝是一个普遍存在的问题, 它不仅影响工程的外观质量, 还可能对工程的结构安全和耐久性造成严重影响。本文旨在深入分析水利施工中混凝土裂缝产生的具体原因, 并提出一系列科学、合理的防治措施, 以期为实际工程提供理论指导和实践参考。

关键词: 水利施工; 混凝土裂缝; 原因; 防治措施

引言

随着水利工程建设的快速发展, 混凝土作为主要的建筑材料, 其施工质量直接关系到工程的安全性和使用寿命。然而, 混凝土裂缝问题一直是水利施工中的难点和重点。本文将从混凝土裂缝的成因入手, 探讨有效的防治措施, 以期减少裂缝的发生, 提高水利工程的整体质量。

1 水利施工中混凝土裂缝的成因分析

1.1 材料因素

1.1.1 水泥质量

水泥作为混凝土的核心组成部分, 其质量对混凝土的最终性能具有决定性影响。水泥的强度等级直接关系到混凝土的抗压强度和整体结构稳定性。若采用强度等级不足的水泥, 混凝土在承受荷载时易发生内部应力集中, 导致裂缝形成。此外, 水泥的安定性也是关键指标, 安定性不良的水泥在硬化过程中可能产生不均匀的体积变化, 进而引发混凝土内部应力分布失衡, 裂缝随之产生。

1.1.2 配合比不当

混凝土的配合比设计是确保其工作性、强度和耐久性的基础。水灰比(即水与水泥的质量比)过大, 会导致混凝土内部孔隙率增加, 降低混凝土的密实度和强度, 同时增加干燥收缩和温度收缩的风险, 从而易于形成裂缝。砂率(即砂子与石子的质量比)的选择同样重要, 砂率过高会降低混凝土的流动性, 影响振捣密实效果; 砂率过低则可能导致混凝土骨架结构薄弱, 抗裂性能下降。因此, 不合理的配合比设计会显著增加混凝土裂缝产生的可能性。

1.1.3 外加剂使用不当

外加剂在混凝土中的应用旨在改善其施工性能、提高强度和耐久性。然而, 外加剂的使用必须严格控制剂量和种类。例如, 缓凝剂虽能延缓混凝土初凝时间, 便

于施工操作, 但过量使用会延长混凝土的硬化过程, 增加干缩裂缝的风险。减水剂能有效减少混凝土用水量, 提高强度和密实度, 但若使用不当, 如剂量过大, 会导致混凝土泌水现象严重, 即水分从混凝土中析出, 这不仅降低了混凝土的均匀性和强度, 还加剧了混凝土的收缩, 促进了裂缝的形成。因此, 外加剂的合理选择与使用对于预防混凝土裂缝至关重要。

1.2 施工因素

1.2.1 振捣不密实

在混凝土浇筑过程中, 振捣是一个至关重要的环节, 它直接影响到混凝土的密实度和整体质量。振捣的目的是通过机械振动使混凝土中的骨料、水泥浆体以及可能存在的气泡均匀分布, 从而消除空隙和气泡, 提高混凝土的强度和抗裂性能^[1]。然而, 如果振捣不充分或不均匀, 混凝土内部将会残留空隙和气泡, 这些缺陷不仅会降低混凝土的密实度, 还会成为应力集中的区域, 从而在外部荷载或温度变化的作用下更容易产生裂缝。

1.2.2 养护不足

混凝土养护是施工过程中的一个关键环节, 它对于预防裂缝的产生具有至关重要的作用。养护的主要目的是保持混凝土表面的湿润状态, 以减缓水分蒸发速度, 从而降低混凝土的干缩变形和温度应力。如果养护不足或过早停止养护, 混凝土表面的水分将迅速蒸发, 导致混凝土体积收缩, 进而产生干缩裂缝。此外, 养护不足还会影响混凝土的水化进程和强度发展, 降低其抗裂性能。

1.2.3 温度应力

大体积混凝土在硬化过程中, 由于水泥水化反应会释放出大量的热量, 导致混凝土内部温度升高。这种内部温度的升高与外部环境温度之间形成温差, 从而产生温度应力。温度应力的大小与混凝土的导热性能、浇筑温度、环境温度以及混凝土的体积和形状等因素有关。

当温度应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝。特别是在大体积混凝土中,由于内部温度分布不均,温度应力往往更为显著,因此裂缝产生的风险也更高。

1.3 设计因素

1.3.1 结构尺寸不合理

在混凝土结构设计中,合理的构件尺寸是确保结构安全和稳定的基础。如果混凝土构件的尺寸过大,不仅会增加施工难度和成本,还可能导致内部应力集中。特别是在复杂应力状态下,大尺寸构件更容易出现应力分布不均的情况,从而增加裂缝产生的风险。此外,大尺寸构件在温度变化、荷载作用等外部因素的影响下,也更容易产生变形和开裂。

1.3.2 配筋率不足

配筋率是混凝土结构设计中的一个重要参数,它反映了混凝土中钢筋的用量和分布情况。合理的配筋率能够有效分散和约束混凝土内部的拉应力,提高结构的抗裂性能和承载能力。然而,如果配筋率不足,钢筋将无法充分发挥其约束作用,混凝土在受到外部荷载或温度变化时,内部拉应力将无法得到有效分散和平衡,从而导致裂缝的产生。特别是在受拉区域或应力集中区域,配筋率不足的问题更为突出。

1.4 环境因素

1.4.1 外部荷载

水利工程在运营过程中,会承受来自各种外部荷载的作用,包括静荷载和动荷载。静荷载主要指结构自重、水压力等长期作用的荷载,而动荷载则包括水流冲击、波浪拍打、地震等瞬时或周期性作用的荷载。若水利工程的结构设计不合理,如构件尺寸偏小、配筋不足或连接方式不当等,将导致结构在承受外部荷载时产生过大的应力,进而引发裂缝。此外,如果施工质量不达标,如混凝土振捣不密实、养护不足等,也会降低结构的承载能力,增加裂缝产生的风险。

1.4.2 气候变化

气候变化是水利工程中混凝土裂缝产生的另一个重要环境因素。极端天气条件,如严寒和酷暑,会对混凝土结构产生显著的影响。在严寒季节,混凝土表面温度急剧下降,而内部温度相对较高,形成较大的温差应力。这种温差应力会导致混凝土表面产生拉应力,当拉应力超过混凝土的抗拉强度时,就会产生裂缝^[2]。同样,在酷暑季节,混凝土表面温度急剧上升,而内部温度相对较低,也会形成温差应力,引发裂缝。此外,气候变化还会引起混凝土的干湿循环和冻融循环,进一步加剧裂缝的产生和发展。

2 水利施工中混凝土裂缝的防治措施

2.1 材料控制

在水利施工中,材料的选择与控制是预防混凝土裂缝的关键环节。首先,应严格选用优质水泥,确保水泥的强度等级和安定性均符合工程要求。优质水泥不仅具有高强度,还能在硬化过程中保持稳定的体积变化,从而降低裂缝产生的风险。其次,优化混凝土的配合比设计至关重要。根据工程的实际情况,如结构类型、使用环境等,合理确定水灰比、砂率等关键参数。水灰比的控制应兼顾混凝土的工作性和强度要求,避免过大或过小导致的问题。砂率的选择应确保混凝土具有良好的流动性和密实性,同时降低空隙率和气泡含量,提高抗裂性能。此外,外加剂的使用也需严格控制。外加剂虽能改善混凝土的性能,但过量使用往往会带来负面影响。因此,在使用外加剂时,应严格按照使用说明书进行添加,避免过量使用导致的泌水、干缩等问题。同时,还应考虑外加剂与水泥、骨料等材料的相容性,确保混凝土的整体性能不受影响。

2.2 施工控制

在水利施工中,施工过程的控制对于预防混凝土裂缝同样至关重要。首先,要加强混凝土的振捣操作。振捣是确保混凝土浇筑过程中密实度的关键环节。通过合理的振捣方式和时间,可以有效消除混凝土内部的气体和空隙,提高混凝土的密实度和抗裂性能。因此,在施工过程中,应严格控制振捣的操作流程和时间,确保混凝土振捣密实。其次,要充分进行混凝土的养护工作。养护是混凝土硬化过程中不可或缺的一环,对于预防裂缝的产生具有重要作用。根据气候条件,应制定合理的养护方案,确保混凝土表面保持湿润状态,避免水分过快蒸发导致的干缩裂缝。养护期间,应定期检查混凝土表面的湿润情况,并及时补充水分,以保持混凝土的湿润度。此外,对于大体积混凝土,还需要控制其内部温度。由于大体积混凝土在硬化过程中会产生大量的水化热,导致内部温度升高,与外部环境形成温差,从而产生温度应力。为了减小内外温差应力,可以采取冷却措施,如埋设冷却水管、使用低热水泥等,以降低混凝土内部温度^[3]。同时,还可以加强混凝土的保温和保湿养护,以减缓温度应力的产生和发展。

2.3 设计优化

在水利工程的设计阶段,通过合理确定结构尺寸和增加配筋率,可以有效预防混凝土裂缝的产生。首先,合理确定结构尺寸是预防裂缝的重要一环。设计过程中,应充分考虑构件的受力特点和工程实际需求,避免

构件尺寸过大。过大的尺寸不仅会增加施工难度和成本,还可能导致内部应力集中,增加裂缝产生的风险。因此,应通过精确的计算和分析,合理确定构件的尺寸,确保其在承受外部荷载时具有足够的承载能力和稳定性。其次,增加配筋率也是提高混凝土抗裂性能的有效措施。配筋率反映了混凝土中钢筋的用量和分布情况,对于分散和约束混凝土内部的拉应力具有重要作用。在设计过程中,应根据结构的受力特点和要求,合理增加配筋率。特别是在受拉区域或应力集中区域,应适当加密钢筋布置,提高混凝土的抗拉强度和抗裂性能。同时,还应注意钢筋的锚固长度和连接方式,确保钢筋与混凝土之间的有效粘结和协同工作。

2.4 环境应对

在水利工程施工和运营过程中,外部环境的变化对混凝土裂缝的产生具有重要影响。因此,加强环境应对是预防裂缝的关键措施之一。首先,应加强外部环境的实时监测。通过布置温度、湿度、风力等传感器,对施工现场和运营期间的外部环境进行实时监测,及时掌握环境变化的情况。当监测到极端天气条件或异常环境变化时,应立即采取应对措施,如调整施工计划、加强养护等,以减少环境变化对混凝土的影响。其次,在结构设计中应合理设置伸缩缝。伸缩缝是为了适应结构因温度变化而产生的伸缩变形而设置的缝隙^[4]。通过设置伸缩缝,可以将结构分割成若干个相对独立的单元,减少温度应力对混凝土的影响。在设计伸缩缝时,应充分考虑结构的受力特点、使用环境以及温度变化的范围等因素,确保伸缩缝的设置合理有效。

3 水利施工中混凝土裂缝的修补技术

3.1 表面修补法

表面修补法是一种针对裂缝宽度较小(通常 $\leq 0.2\text{mm}$),且对结构构件的承载能力和耐久性影响较小的裂缝的有效修补方法。此方法的核心在于对裂缝进行彻底的清理和封闭,以确保修补效果的质量和持久性。首先,裂缝的清理是至关重要的步骤。使用钢丝刷或角磨机等工具,细心地清理裂缝周围的灰尘和碎屑,确保裂缝表面干净、无杂质,并保持良好的干燥状态。这一步骤的目的是为后续的修补工作提供一个良好的基面,确保修补材料能够牢固地粘附在裂缝上。接下来,封闭裂缝是表面修补法的关键步骤。选用具有良好渗透性的修补胶,如卡本封缝胶,将其均匀地涂抹在裂缝上,确保

裂缝通道被完全封闭。修补胶的渗透性能够使其深入裂缝内部,形成牢固的粘结,从而有效地阻止裂缝的进一步发展。对于楼板及其他需要防渗的部位,可以在裂缝表面粘贴纤维材料,如碳纤维布,以增强封闭效果,提高结构的耐久性和安全性。

3.2 压力灌浆法

适用范围:适用于裂缝宽度较大(通常 $0.1\text{mm} \leq w \leq 1.5\text{mm}$)或裂缝深度较大,对结构构件的承载能力和耐久性影响较大的裂缝。裂缝清理同表面修补法,确保裂缝干净、干燥。在裂缝表面粘贴注浆咀,使其与裂缝对齐,用于引导浆液进入裂缝深处。对粘贴注浆咀后的系统进行试漏检查,确保无漏气、漏浆等现象。将补强浆液(如低粘度结构胶)注入灌浆机中,通过压力将浆液注入裂缝中。当相邻的注浆咀均已注入浆液后,方可停止注浆。注浆完成后,及时清理注浆咀和周边区域的灰尘和碎屑,使修补后的表面平整、光滑。

3.3 填充法

填充法适用于裂缝宽度较大或裂缝深度较大,但不需要提高结构的承载能力和耐久性时使用。表面清理同表面修补法,确保裂缝干净、干燥。根据需要选择合适的填充材料,如嵌缝胶、环氧树脂等。将填充材料填入裂缝中,用刮板或镘刀将填充材料压实、刮平,使填充后的表面平整、光滑。填充材料固化后,对表面进行处理,使其与周围混凝土表面平整、光滑。

结语

水利施工中混凝土裂缝的成因复杂多样,涉及材料、施工、设计和环境等多个方面。通过加强材料控制、施工控制、设计优化和环境应对等措施,可以有效减少混凝土裂缝的发生,提高水利工程的整体质量和使用寿命。未来,随着科技的不断进步和经验的不断积累,混凝土裂缝的防治技术将进一步完善和发展。

参考文献

- [1]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.
- [2]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.
- [3]商福海.水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治措施[J].工程技术研究,2022,7(12):146-148.
- [4]金正芳.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.