

水利施工中的混凝土裂缝的原因及防治措施分析

郭礼水

陕西禹龙兴源水电建安工程有限公司 陕西 商洛 726400

摘要: 混凝土裂缝是水利工程施工中常见的质量问题,它不仅影响水利建筑物的抗渗能力,还可能引起钢筋锈蚀和混凝土碳化,从而降低结构的耐久性和承载能力。本文详细分析了水利施工中混凝土裂缝产生的原因,并提出了相应的防治措施,旨在提高水利工程的施工质量和使用寿命。

关键词: 水利施工; 混凝土裂缝; 原因; 防治措施

引言

水利工程在社会经济的发展中扮演着重要角色。随着基础建设投入力度加大,混凝土施工迅速发展,但在水利施工中常常出现混凝土裂缝问题,这严重影响了水利建筑的正常使用和结构安全。因此,深入研究混凝土裂缝的原因及防治措施具有重要意义。

1 水利施工中混凝土裂缝产生的原因

1.1 温度裂缝

混凝土在浇筑后的硬化过程中,水泥与水发生剧烈的化学反应,这一过程伴随着大量水化热的产生。这种热量使得混凝土内部温度急剧升高,而混凝土表面由于与外界环境接触,散热相对较快,导致混凝土内部与外部产生显著的温差。当内部温度高于外部时,混凝土内部发生膨胀,而外部则因温度较低而保持相对稳定的体积,从而在混凝土内部产生压应力,而在外部产生拉应力。由于混凝土在硬化初期抗拉强度较低,当外部拉应力超过混凝土的抗拉强度时,混凝土表面就会出现裂缝,即温度裂缝。具体来说,温度裂缝的产生与混凝土的浇筑厚度、水泥的种类和用量、水灰比、骨料级配以及外界环境温度等多种因素有关。大体积混凝土在浇筑过程中,由于其内部水泥水化热产生的热量难以迅速散发,更容易形成较大的内外温差,从而增加温度裂缝的产生风险。此外,使用高热水泥或水泥用量过大、水灰比过高、骨料级配不合理等,也会加剧温度裂缝的形成。

1.2 干缩裂缝

混凝土在浇筑并初步凝结后,其内部的水分开始逐渐散失。在凝结冷却阶段,由于混凝土表面直接暴露于外部环境,其水分流失速率往往远快于内部。这种不均匀的水分流失导致混凝土内部湿度发生显著变化,进而引发混凝土的体积收缩,即所谓的干缩现象。干缩裂缝的产生主要是由于混凝土在硬化过程中,其内部的水泥石逐渐失去水分,产生收缩变形。而混凝土中的骨料对

水泥石的收缩起到一定的限制作用,当这种限制作用产生的拉应力超过混凝土的抗拉强度时,就会在混凝土表面或内部产生裂缝^[1]。干缩裂缝通常表现为表面裂缝,其宽度较细,且多呈不规则分布。裂缝的深度和宽度受多种因素影响,包括混凝土的配合比、水泥的种类和用量、骨料的性质和含量、环境条件以及养护措施等。

1.3 塑性收缩裂缝

在混凝土浇筑后且尚未完全凝结硬化的阶段,其仍然具有一定的塑性和流动性。此时,若混凝土表面受到外部高温、低湿度或强风等不利环境因素的影响,会导致表面水分迅速蒸发,进而引发混凝土的塑性收缩。塑性收缩裂缝主要是由于混凝土在塑性阶段因失水过快而产生的体积收缩引起的。这种收缩在混凝土表面尤为显著,因为表面直接暴露于外部环境中,水分流失速率远快于内部。当这种收缩受到内部混凝土的约束时,就会在表面产生拉应力。一旦拉应力超过混凝土的抗拉强度,就会形成裂缝。塑性收缩裂缝通常表现为中间宽、两边细长且连续性不足的形态。裂缝的深度和宽度受多种因素影响,包括混凝土的配合比、外部环境的温湿度条件、风速以及混凝土的浇筑和振捣质量等。

1.4 沉陷裂缝

沉陷裂缝主要是由于地基不均匀沉降或混凝土内部骨料下沉引起的。在水利施工中,若地基处理不当,存在软弱土层、回填土不实或浸水等问题,地基在荷载作用下会发生不均匀沉降,导致混凝土结构产生相应的变形,进而在混凝土中引发沉陷裂缝。此外,混凝土在浇筑过程中,若骨料分布不均或振捣不足,也可能导致骨料下沉,使得混凝土上部与下部产生不均匀变形,进而形成沉陷裂缝。这类裂缝通常表现为贯穿性裂缝,对混凝土结构的整体性和稳定性造成严重影响。沉陷裂缝的产生与地基条件、施工质量以及混凝土配合比等多种因素有关。对于已出现的沉陷裂缝,应采取有效的修补和

加固措施,以确保混凝土结构的安全性和耐久性。

1.5 材料与配合比问题

混凝土原材料的质量、配合比以及搅拌工艺对混凝土的性能有着至关重要的影响。若水泥质量不达标,如强度不足、安定性不良或含有过多的有害物质,将直接影响混凝土的强度和耐久性,从而增加裂缝产生的风险。水灰比是混凝土配合比中的一个关键参数。水灰比过大,会导致混凝土强度降低、干缩性增大,进而容易产生裂缝;水灰比过小,则混凝土和易性差,难以振捣密实,也容易出现裂缝。砂石骨料的选择同样重要。骨料质量差、级配不合理或含泥量过高,都会影响混凝土的强度和密实性,从而增加裂缝产生的可能性^[2]。此外,骨料的粒径和形状也会对混凝土的工作性能和力学性能产生影响。搅拌工艺也是影响混凝土质量的重要因素。搅拌不均匀会导致混凝土内部成分分布不均,影响混凝土的强度和均匀性,进而增加裂缝产生的风险。

2 水利施工中混凝土裂缝的防治措施

2.1 控制混凝土的温度

为了精确且有效地控制混凝土的温度,防止温度裂缝的产生,以下是一系列具体且详细的防治措施:首先,在水泥的选择上,应深入考虑水泥的水化热特性。低热或中热水泥,如矿渣水泥和粉煤灰水泥,由于其水化热释放相对较慢且总量较低,因此是优选材料。这些水泥能显著降低混凝土在硬化过程中的温度峰值,从而减小内外温差,降低温度裂缝的风险。其次,严格控制水泥用量和水灰比是至关重要的。水泥用量过大不仅会增加水化热,还会导致混凝土收缩变形增大,增加裂缝产生的可能性。因此,应将水泥用量精确控制在 $450\text{kg}/\text{m}^3$ 以下,同时水灰比应严格控制在0.6以下。这需要通过精确的计量和严格的施工管理来实现,以确保混凝土的性能和稳定性。在搅拌工艺方面,可以采用先进的“二次风冷”技术。这一技术包括在混凝土搅拌过程中,通过引入冷风对混凝土进行初次冷却,以及在混凝土运输和浇筑前再次进行冷风冷却。这样可以有效降低混凝土的浇筑温度,减小内外温差,从而防止温度裂缝的产生。对于大体积混凝土,内部设置冷却管道是一种有效的温度控制措施。冷却管道可以设计成回路或网状结构,均匀分布在混凝土内部。通过向管道内通入冷水或冷气,可以对混凝土进行持续且均匀的冷却,从而精确控制混凝土的温度分布。这种方法的优点是能够直接对混凝土内部进行冷却,提高散热效率,同时减小内外温差,防止温度裂缝的产生。除了以上措施外,还可以采用其他辅助手段来控制混凝土的温度^[3]。例如,在混凝土浇筑

前,可以对模板和钢筋进行预冷处理;在混凝土浇筑过程中,可以采用喷雾或遮阳等措施来降低混凝土表面的温度;在混凝土浇筑后,可以及时覆盖保温材料来减缓混凝土表面的散热速率等。这些措施的综合应用,可以更有效地控制混凝土的温度,防止温度裂缝的产生。

2.2 提高混凝土的抗裂性能

为了提高混凝土的抗裂性能,需要从多个方面入手,包括优化混凝土配合比、增加混凝土的抗拉强度和韧性以及控制混凝土的收缩。在优化混凝土配合比方面,应着重改善骨科级配,通过合理的骨料搭配,使混凝土在受力时能够更均匀地分布应力,减少裂缝的产生。同时,可以掺加粉煤灰或高效减水剂等外加剂,以减少水泥用量,进而降低水化热。粉煤灰的掺入能够填充混凝土中的孔隙,提高混凝土的密实性和抗裂性;而高效减水剂则能够显著降低混凝土的水灰比,提高混凝土的强度和耐久性。为了增加混凝土的抗拉强度和韧性,可以通过调整配比,适当增加骨料用量,并选择形状规则、表面光滑、强度高的骨料,以提高混凝土的力学性能。此外,还可以掺入适量的纤维材料,如钢纤维、聚丙烯纤维等,这些纤维能够在混凝土中形成三维网络结构,有效地阻止裂缝的扩展,提高混凝土的抗拉强度和韧性。在控制混凝土的收缩方面,施工中应严格控制水灰比,避免水灰比过大导致混凝土收缩变形增大。同时,可以添加适量的控制收缩剂,如膨胀剂、减缩剂等,这些外加剂能够补偿混凝土的收缩,减少裂缝的产生。此外,还应注意混凝土的养护条件,及时覆盖保温材料,保持混凝土表面的湿润状态,以减缓混凝土的收缩速率。除了以上措施外,还可以采用其他方法来提高混凝土的抗裂性能。例如,可以采用二次振捣工艺,即在混凝土浇筑后的一段时间内,再次进行振捣操作,以排除混凝土中的气泡和孔隙,提高混凝土的密实性和抗裂性。此外,还可以采用预应力技术,即在混凝土浇筑前对钢筋进行张拉处理,使混凝土在受力时能够更均匀地分布应力,减少裂缝的产生。这些措施的综合应用,可以更有效地提高混凝土的抗裂性能,确保水利工程的安全和稳定。

2.3 加强混凝土结构的支撑与浇筑管理

为了确保混凝土结构的稳定性和整体性,加强支撑与浇筑管理至关重要。在浇筑大体积混凝土时,应采用分段施工的方式。这种方式能够将大体积混凝土划分为若干个较小的浇筑段,每段之间设置一定的间隔,以减小温度和收缩效应对混凝土的影响。分段施工能够降低混凝土内部的温度峰值,减小内外温差,从而防止温

度裂缝的产生。同时,分段施工还能够提高混凝土的散热效率,加速混凝土的硬化过程。合理安排施工工序也是加强混凝土支撑与浇筑管理的重要环节。在浇筑过程中,应采用分层、分块浇筑的方式,以利于散热和减小约束。分层浇筑能够将混凝土分为若干层,每层之间设置一定的间隔时间,以便混凝土能够充分散热和硬化。分块浇筑则是将混凝土划分为若干个较小的块体,每块之间设置一定的间隔,以减小块体之间的约束和应力集中^[4]。通过合理安排施工工序,能够有效地控制混凝土的浇筑质量和稳定性。加强施工监督管理是确保混凝土结构支撑与浇筑管理有效性的关键。应严格规范施工工序,建立完善的质量监督机制。在施工过程中,应对混凝土的原材料、配合比、搅拌工艺、浇筑过程等进行全面的监督和控制,确保每个环节都符合设计要求和施工规范。同时,还应定期对混凝土进行质量检测和评估,及时发现和处理存在的问题和隐患。通过加强施工监督管理,能够确保混凝土结构的稳定性和整体性,提高水利工程的安全性和耐久性。

2.4 加强混凝土养护

混凝土养护是确保混凝土结构强度和耐久性的关键环节。混凝土浇筑后,应及时进行覆盖与保湿。在浇筑完成后,应立即用湿润的草帘、麻片、塑料薄膜或布料等覆盖混凝土表面,以防止水分蒸发过快导致混凝土干缩裂缝的产生。同时,应定期洒水养护,保持混凝土表面的湿润状态。洒水养护的频率和持续时间应根据混凝土的配合比、环境条件以及施工要求等因素进行确定,以确保混凝土能够得到充分的养护。适当延长养护时间也是提高混凝土强度和耐久性的有效措施之一。在寒冷季节,应采取保温措施来控制养护温度。低温环境下,混凝土的水化反应速度会减慢,强度发展也会受到影响。因此,可以采取在混凝土表面覆盖保温材料、搭设保温棚或采用加热设备等方法,来提高混凝土周围的温

度,防止混凝土受冻。保温措施的具体选择和实施应根据当地的气候条件、施工要求以及经济成本等因素进行综合考虑。在养护期间,可以涂刷养护剂来提高混凝土的保湿效果。养护剂能够形成一层薄膜,覆盖在混凝土表面,减少水分的蒸发,从而保持混凝土的湿润状态。涂刷养护剂时应注意均匀涂抹,避免漏涂或涂刷过厚导致混凝土表面出现色差或影响后续施工。同时,应选择质量可靠、性能稳定的养护剂产品,以确保其养护效果。加强混凝土养护需要从及时覆盖与保湿、控制养护温度以及涂刷养护剂三个方面入手。通过采取一系列具体且详细的措施,能够有效地提高混凝土的强度和耐久性,确保水利工程的安全和稳定。同时,还应注意根据具体的施工条件和环境因素进行灵活调整和优化养护方案,以达到最佳的养护效果。

结语

混凝土裂缝是水利工程施工中不可忽视的质量问题。通过控制混凝土的温度、提高混凝土的抗裂性能、加强混凝土结构的支撑与浇筑管理以及加强混凝土养护等措施,可以有效预防和减少混凝土裂缝的发生,提高水利工程的施工质量和使用寿命。未来,随着新材料、新工艺的不断出现,混凝土裂缝的防治措施将更加丰富和有效。

参考文献

- [1]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.
- [2]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.
- [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,(06):71-72+78.
- [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.