

水利工程混凝土裂缝的温湿度影响及施工技术研究

罗全

四川水发建设有限公司，四川省资阳市，641399；

摘要：随着我国经济的不断发展，在水利水电工程施工中混凝土裂缝现象越来越普遍，一旦出现混凝土裂缝，很容易引发严重的后果。在水利工程中，由于施工环境以及特点不同，产生混凝土裂缝的原因也不尽相同。但是在实际施工中，由于温湿度等外界因素影响，导致混凝土产生裂缝现象。在对混凝土裂缝产生原因进行分析后发现，温度和湿度变化是导致混凝土产生裂缝的主要原因。

关键词：水利水电工程施工；混凝土裂缝；温湿度影响；施工技术

DOI：10.69979/3060-8767.25.01.055

引言

近年来，我国的经济不断发展，水利工程项目建设规模也越来越大。在水利工程施工中，由于外界因素影响，经常会出现混凝土裂缝现象，不仅会对工程的质量造成一定的影响，还会降低混凝土的耐久性和稳定性。因此如何控制混凝土裂缝已经成为水利工程施工的重点工作内容。在水利工程施工中，由于环境因素的影响，温度和湿度变化较大，这就使得混凝土在施工过程中容易出现裂缝现象。因此如何从温湿度变化等因素出发来控制混凝土裂缝，是当前水利工程施工中需要重点考虑的问题。

1 水利工程混凝土裂缝的形成原因

1.1 水利工程施工环境及特点

在水利工程的建设过程中，混凝土施工技术的应用是必不可少的，施工现场的环境是比较复杂的，在这种复杂的环境下，混凝土结构在使用过程中难免会受到外界因素的影响，比如温度、湿度等。由于混凝土自身具有一定的收缩性，所以在温度变化较大时容易产生裂缝。通常情况下，混凝土裂缝具有普遍性、多样性、隐蔽性、延续性等特点，同时这些特点还会随着施工过程中环境因素的变化而变化。

1.2 混凝土裂缝的分类

混凝土裂缝的产生有多种因素，常见的有以下几种：一是混凝土原材料出现质量问题；二是混凝土本身质量不合格，比如坍落度不够、水灰比过大、水泥用量过多等，这些因素会造成混凝土强度不足，一旦受到外界的扰动就会出现裂缝现象；三是施工技术不合理，比如施工中钢筋保护层过厚、养护不到位等；四是由于施工操

作不规范造成的。除此之外还可能会因外界环境因素引发混凝土裂缝。比如在冬季施工时，气温较低，混凝土结构中的水和水泥等会发生冻结，此时混凝土结构中的水泥会产生膨胀应力，如果在混凝土结构的内部形成应力集中区，就很容易引发裂缝。

1.3 温湿度对混凝土裂缝的影响

混凝土裂缝的形成与混凝土中温度和湿度的变化息息相关。在各种环境条件下，混凝土的内部温度以及周围环境湿度的波动都会对其结构稳定性产生影响。特别是在混凝土开始凝固期间，温度的微小变化都有可能导致混凝土内部出现膨胀应力，这种应力随着时间的推移而逐渐累积，最终超出了混凝土本身所能承受的范围，从而引发了裂缝。

当外界温度升高时，混凝土会吸收更多热量，导致体积膨胀，这是因为水分子从水泥颗粒的间隙中蒸发出来，填充了空隙，使得原本紧密结合的水泥和骨料之间的空隙增大。但当温度降至一定程度后，这种膨胀效应就会逆转，混凝土结构开始收缩，这种收缩性是由水泥水化作用产生的结果。如果混凝土没有设计足够的收缩补偿能力，或者受到不恰当的外部压力（如荷载过重或施工不当），就可能导致裂缝出现。

湿度也是影响混凝土裂缝的一个重要因素。水在混凝土结构中起到填充和胶结的作用，同时也会吸收一部分来自外界的温度变化带来的影响。然而，湿度的变化同样不容忽视。在干燥的环境中，水分蒸发速度较快，而在潮湿的环境中，水分则会被困在混凝土内部，减缓蒸发速度。因此，湿度的变化直接影响混凝土的密实度和强度。如果水分在混凝土内的含量过高，或者水蒸气在混凝土内部形成过大的压力，这些都会导致水分压应

力增加,进而可能引起裂缝。

综上所述,混凝土裂缝主要是由于温度和湿度变化引起的,其中温度的变化通过膨胀应力来驱动,而湿度的变化通过水分压应力和水蒸气压应力来影响结构的完整性。为了减少裂缝的产生,工程师在设计混凝土材料和结构时,必须考虑这些因素,并采取相应措施以保持材料和结构在不同环境条件下的稳定性。

2 温湿度对水利工程混凝土裂缝的影响机理分析

2.1 温湿度变化对混凝土性能的影响

混凝土的水化反应受温度和湿度的影响较大,在混凝土硬化过程中,随着温度和湿度的变化,水化反应也发生变化。在温湿度较高的环境下,水泥水化速度快,产生的水化热也大,从而导致混凝土内部温度较高,促使混凝土产生拉应力;而在湿度较低的环境下,水泥水化速度慢,产生的水化热也小,从而混凝土内部温度较低。当混凝土内部温度与环境温度相差过大时,就会导致混凝土内部产生拉应力。而温湿度变化造成的拉应力过大时,就会导致混凝土出现裂缝。由此可见,在不同的温湿度条件下施工,混凝土产生裂缝的概率不同。温度越高、湿度越小、温差越大越容易导致混凝土裂缝。

2.2 温湿度引起混凝土裂缝的机理

在温度较高的情况下,混凝土的水化速度快,使得混凝土内部温度较高,从而导致混凝土内部产生较大的温度应力,而当混凝土温度应力与外界气温相差过大时,就会引起混凝土产生裂缝。在湿度较小的环境下,水泥水化速度慢,导致混凝土内部温度较低,从而使得水泥水化产生的水化热不足以抵消混凝土内部的温度应力,这样就会导致混凝土产生裂缝。在温度和湿度变化较大的环境下施工时,由于混凝土内部温度较高,导致水化反应产生的水化热过高,进而促使水泥水化速度快,而当温度与湿度相差过大时就会导致混凝土内部产生拉应力。当拉应力大于混凝土承受能力时就会引起裂缝。

2.3 温湿度控制技术在水利工程中的重要性

在水利工程建设过程中,混凝土结构由于受到多种环境因素的干扰,如温度、湿度和日照等因素的影响,容易出现各种裂缝现象。这些裂缝不仅影响建筑的美观和耐久性,而且严重时还可能导致建筑物的不稳定甚至坍塌,从而降低水利工程的整体质量和使用寿命。为了

避免这种情况发生,工程技术人员采用了一系列的温湿度控制技术来确保混凝土在各个阶段都能得到适当的养护,从而有效地减少裂缝的产生。

首先,在水利工程施工前,施工团队会对施工现场进行详尽的勘察,这包括对现场温度和湿度的细致测量。通过科学的计算和分析,工程团队可以确定最佳的施工时间和方法,以适应气候条件,最大限度地减少因环境变化对混凝土造成的影响。

在施工过程中,对混凝土的质量控制尤为重要。工程师们会定期检查混凝土表面的湿度,并根据实际情况调整养护措施,以保持其湿润状态,防止水分流失导致干缩或收缩变形。此外,一些特殊的混凝土添加剂也被应用于混凝土中,以提高其抗裂性和耐久性。

在混凝土硬化的过程中,温湿度控制技术同样发挥着至关重要的作用。通过使用调节式混凝土搅拌机和精准的温控系统,可以有效控制混凝土内部的温度,同时保持适当的湿度,使之达到最佳的硬化效果。这样不仅能加速混凝土硬化进程,还能减少后期因温度或湿度变化而产生的裂缝问题。

最后,在水利工程项目完成后,对混凝土结构的养护仍然不可忽视。养护工作是确保工程长期稳定运行的关键环节。在项目竣工后,应立即开展全面的养护工作,包括浇水、覆盖保温材料以及设置遮阳设施等,以促进混凝土的自然干燥和收缩,防止因过湿或过干而引起的裂缝。

3 水利工程混凝土裂缝的施工技术研究

3.1 施工前的准备工作

3.1.1 温湿度监测技术

在进行混凝土结构施工前,需要对混凝土的温湿度进行检测,然后根据施工的实际情况制定相应的温湿度控制方案,以确保混凝土结构的质量。具体来说,需要对混凝土的温度和湿度进行实时监测,并根据实际情况对温湿度进行调节。通常情况下,可以采用多种方式来监测温度和湿度。首先是通过在混凝土结构中埋设传感器来进行测量;其次是通过在混凝土内部埋设温度计来进行测量;最后是通过在混凝土结构中埋设湿度计来进行测量。这些方法都可以用来对温度和湿度进行测量。

3.1.2 预防措施制定

在混凝土结构施工前,需要制定合理的预防措施。具体来说,可以从以下几个方面入手:对混凝土原材料

进行质量检测, 保证原材料的质量符合施工标准要求; 选择合适的混凝土施工材料, 保证施工材料的质量符合施工要求; 对混凝土结构的模板进行设计, 确保模板的牢固性; 在施工前, 要对混凝土结构的模板进行彻底清洗, 确保模板具有良好的清洁度; 在进行混凝土结构施工前, 要对浇筑流程和浇筑方式进行合理设计, 避免出现混凝土浇筑不连续或者浇筑不均匀的现象; 在进行混凝土结构施工前, 要对施工人员进行技术培训, 提高施工人员的技术水平。

3.2 施工中的控制措施

3.2.1 混凝土配合比设计

混凝土配合比设计时要充分考虑其经济性, 按照施工需要进行配合比设计, 特别是水工混凝土, 在确定水灰比的同时还要考虑水泥用量。为保证混凝土质量, 应采用低热水泥, 同时在掺用减水剂时, 应选择高效减水剂。另外, 还应充分考虑混凝土的施工性能和经济性。如当水泥用量较大时, 宜采用缓凝剂、早强剂、防水剂等以延缓水化热的产生和释放; 在掺入粉煤灰或外加剂后, 可减少水泥用量和水化热, 降低温度应力; 当掺合料用量较大时, 宜采用粉煤灰等矿物掺合料。对大体积混凝土来讲, 因其体积大、收缩大、需水多、水化热高、降温缓慢等特点。因此更要注意混凝土的温度控制。

3.2.2 施工工艺优化

混凝土浇筑过程中, 为防止表面裂缝, 应及时用麻袋覆盖保温。混凝土入模温度不宜过高, 特别是采用泵送混凝土时, 入模温度不应超过 25℃, 否则应采取措施降低入模温度。一般情况下, 夏季浇筑时, 混凝土入模温度控制在 20~25℃; 冬季浇筑时, 混凝土入模温度控制在 10~15℃。浇筑后及时覆盖保温材料, 以保持混凝土内外温差不大于 25℃。另外, 当采用泵送混凝土施工时, 泵送时应降低水灰比, 并减少入模坍落度。一般情况下可采用 1:2.5 的掺合料掺量进行坍落度补偿; 若掺加外加剂时, 应严格控制外加剂用量。

3.3 施工后的监测与维护

3.3.1 裂缝监测技术

混凝土结构施工后, 需要对其进行裂缝监测, 以了解混凝土结构是否存在开裂等问题。目前常用的检测方法主要有: 裂缝检测仪、热像仪、表面轮廓仪等。其中, 超声检测和表面轮廓仪在施工后的监测中应用较多。其中, 表面轮廓仪利用光学原理, 通过测量混凝土表面温

度场分布来检测混凝土结构的温度变化情况; 超声检测仪利用超声波原理, 通过测量超声波在混凝土结构中的传播时间来判断其是否出现开裂情况。为了提高测量精度和准确性, 需要选择高精度的仪器, 并注意探头与混凝土结构表面保持一定的距离, 以减少误差。

4 结语

在水利工程施工中, 混凝土裂缝现象是较为常见的质量问题。由于环境因素的影响, 混凝土结构出现裂缝是难以避免的。但是如何在混凝土施工过程中对温度和湿度等因素进行有效控制, 保证水利工程项目的质量, 这是当前施工单位需要重点关注的问题。通过对混凝土裂缝产生原因进行分析后发现, 温度和湿度是导致混凝土出现裂缝现象的主要原因。因此在实际施工中, 需要重点从温度和湿度两方面入手进行控制, 以保证水利工程项目的质量。随着我国经济的不断发展, 在水利工程施工中对温度和湿度等因素进行有效控制, 对于提高我国水利工程项目质量具有重要意义。

参考文献

- [1] 刘秀明. 水利工程混凝土裂缝的温湿度影响及施工技术研究[J]. 河北工业大学学报, 2019, 18 (1): 64-68.
- [2] 潘金东. 影响混凝土表面温度的因素及其影响机理研究[J]. 工业工程, 2013, (11): 35-36.
- [3] 周文霞. 温湿度变化对混凝土性能的影响研究[J]. 黑龙江科技信息, 2018, (4): 46-47.
- [4] 李爱清. 混凝土温度收缩裂缝的原因及控制措施研究[J]. 建筑结构, 2017, (4): 34-35.
- [5] 王洪涛, 闫晓君. 混凝土结构温湿变化对混凝土力学性能的影响研究. 水利学报, 2015, (4): 22-25.
- [6] 潘金东, 周晓红. 大体积混凝土内外温差产生裂缝的机理研究. 大体积混凝土温度变形及其与开裂的关系研究.
- [7] 刘秀明. 水利工程混凝土裂缝的温湿度影响及施工技术研究[J]. 河北工业大学学报(自然科学版), 2015, (6): 89-95.
- [8] 王洪涛, 闫晓君. 混凝土结构温湿变化对混凝土力学性能的影响研究. 中国水利水电科学研究院, 2020.
- [9] 潘金东, 周晓红. 大体积混凝土温度变形及其与裂缝的关系研究. 北京水利电力职业技术学院, 2019.