

水利工程混凝土结构施工裂缝控制技术探析

刘晓会

(涿州市水利局, 河北 涿州 072750)

摘要 水利工程中的混凝土结构施工裂缝控制技术是保证工程质量和安全的重要手段。由于混凝土的干缩、温度变化、荷载作用等因素, 施工过程中往往会出现裂缝现象, 如果不加以控制和处理, 将会对工程的使用寿命和稳定性产生严重影响。对此, 本文介绍了混凝土结构裂缝的类型, 分析水利工程混凝土结构中出现裂缝的原因, 为后续的控制措施提供依据, 并系统地介绍了各种裂缝控制技术, 期望能够为有效减少工程维修和加固的成本, 延长工程的使用寿命提供借鉴, 从而为水利工程的可持续发展提供有力支撑。

关键词 水利工程; 混凝土结构; 施工裂缝控制技术

中图分类号: TV5

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)02-0040-03

水利工程是国家基础设施的重要组成部分, 其施工质量直接关系到人民的生命财产安全。混凝土结构作为水利工程的主要结构形式, 其施工质量尤为重要。然而, 在施工过程中, 混凝土结构常常会出现裂缝问题, 这不仅影响了工程的美观性, 更严重的是会影响到工程的稳定性和安全性。因此, 如何有效控制水利工程混凝土结构施工中的裂缝问题, 是当前水利工程建设中亟待解决的关键问题。通过对水利工程混凝土结构施工裂缝控制技术的研究和应用, 可以有效地减少裂缝产生和扩展的风险, 提高工程的安全性和可靠性。同时, 也为今后水利工程的设计、施工和维护提供有益的参考和指导, 推动水利工程的可持续发展。

1 混凝土结构裂缝的类型

1.1 干缩裂缝

干缩裂缝是由于混凝土内外水分蒸发程度不同而导致变形不同。混凝土在硬化过程中, 由于水分蒸发, 表面水分损失快, 变形较大, 而内部水分损失慢, 变形较小。当这种变形差异达到一定程度时, 就会在混凝土表面产生干缩裂缝。干缩裂缝通常出现在混凝土浇筑后的一段时间内, 多为不规则的龟裂状缝隙。干缩裂缝对混凝土的耐久性产生影响, 容易使钢筋锈蚀, 降低混凝土的抗渗能力。

1.2 沉陷裂缝

沉陷裂缝是由于结构地基土质不匀、松软或回填土不实或浸水而造成不均匀沉降所致。或者因为模板刚度不足、模板支撑间距过大或支撑底部松动等导致。沉陷裂缝多为深进或贯穿性裂缝, 其走向与沉陷情况有关, 一般沿与地面垂直或呈 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 角方向发展。

裂缝宽度与沉降量成正比关系。较大的沉陷裂缝, 往往上下或左右有一定的错位, 裂缝宽度随温度变化而变化, 通常宽度会有所变化。沉陷裂缝往往对人体安全构成威胁, 一旦发现, 应立刻向相关部门报告。

1.3 温差裂缝

温差裂缝是由于混凝土结构内外温差引起的。混凝土在硬化过程中会产生大量的水化热, 由于混凝土的体积较大, 大量的水化热聚积在混凝土内部而不易散发, 导致内部温度急剧上升, 而混凝土表面散热较快, 使得混凝土结构内外温差较大, 当温差超过一定的限度时, 就会在混凝土表面产生拉应力, 使得混凝土表面产生裂缝。温差裂缝通常出现在大体积混凝土浇筑后的3~4天内, 表现形式为短条状裂缝, 多为贯穿性裂缝。温差裂缝的走向通常无一定规律, 大面积的结构裂缝常纵横交错。

2 水利工程混凝土结构出现裂缝的原因分析

2.1 施工质量问题

水利工程施工质量差会造成裂缝的出现, 主要表现在: 第一, 混凝土配合比设计不合理。混凝土配合比是指混凝土中水、水泥、骨料和掺合料等各种材料的比例关系。如果配合比设计不合理, 比如水灰比过大、水泥用量不足等, 会导致混凝土强度不够, 易发生裂缝。第二, 施工过程中的振捣不均匀。混凝土浇筑后需要进行振捣作用, 以排除混凝土中的空气和空隙, 使混凝土内部更加均匀致密。如果振捣不均匀, 会导致混凝土内部存在空隙, 这些空隙会削弱混凝土的力学性能, 从而引发裂缝。第三, 未按规定浇筑顺序和方法施工。混凝土结构的浇筑顺序和方法是根据结

构特点和受力要求来确定的。如果未按规定的浇筑顺序和方法施工,比如连续浇筑过长的跨度、未进行适当的分段浇筑等,会导致混凝土内部应力分布不均匀,从而引发裂缝。第四,混凝土湿养护不充分。混凝土在初凝和硬化过程中需要进行湿养护,以保持足够的水分供应,促进水化反应和强度的发展。如果湿养护不充分,比如水化反应早期水分流失过快、未进行湿润保护等,会导致混凝土强度发展不良,易发生裂缝。

2.2 温度变化

温度变化是导致水利工程混凝土结构出现裂缝的重要原因之一。由于大体积混凝土的水化热,结构内部温度可能会很高,而外部则由于散热较快温度较低,这种内外温差导致的不均匀温度分布会使混凝土产生温度应力。一方面,关于内外温差,大体积混凝土在凝固时会释放出大量的水化热,使得结构内部温度急剧上升。由于混凝土的导热性能较差,外部散热较快,温度较低,这就形成了明显的内外温差。这种温差导致混凝土内部产生压应力,而外部产生拉应力。当拉应力超过混凝土的抗拉强度时,就会引发裂缝。另一方面,季节温差也是不可忽视的因素。水利工程常常暴露在自然环境中,会受到季节性温度变化的影响。季节性的温度变化会对混凝土结构产生周期性的作用,长期作用下,混凝土会产生疲劳应力,从而导致裂缝的产生,尤其是在温差较大的地区,季节性温度变化对混凝土结构的影响更为显著。

2.3 材料因素

混凝土是由水泥、骨料、水和其他添加剂混合而成的复合材料,其性能受到各种因素的影响,其中配合比和材料质量是最为重要的因素。第一,混凝土的配合比。配合比不当,如水灰比过大、骨料级配不良等,都可能对混凝土的强度和收缩性能产生不利影响。水灰比过大,会导致混凝土的收缩增大,增加裂缝产生的风险;骨料级配不良,会影响混凝土的强度和耐久性,进而引发裂缝问题。因此,合理设计混凝土的配合比,控制好水灰比和骨料级配,是减少裂缝产生的重要措施之一。第二,材料质量也是影响混凝土结构质量的重要因素之一。如果使用不合格的材料,如劣质的水泥、骨料或其他添加剂,可能会严重影响混凝土的性能,使其更容易开裂。例如,使用过期或受潮的水泥,其强度和稳定性会大大降低,增加裂缝产生的风险;使用质量差的骨料,其粒径、级配和坚固性不符合要求,会影响混凝土的强度和耐久性。因此,严格控制材料质量,选择符合要求的高质量材料,是保证混凝土结构质量、减少裂缝产生的重要措施之一。

3 水利工程混凝土结构施工裂缝控制技术

3.1 强化施工流程

在水利工程混凝土结构施工过程中,强化施工流程是非常重要的环节,具体而言:(1)土地准备。在施工前,需要对施工现场进行充分的土地准备工作,包括清除杂物、平整土地等,确保施工时的基础稳定性,减少土壤的不均匀沉降,从而降低裂缝的风险。(2)基础施工。基础施工是水利工程混凝土结构的基础,需要保证基础的稳定性和均匀性。在基础施工过程中,要注意控制施工过程中的振动和水平度,避免产生过大的应力和变形。(3)模板搭设。模板搭设是混凝土结构施工中的关键环节,需要确保模板的刚度和稳定性,在模板搭设过程中应控制模板的尺寸和平整度,避免产生过大的变形和应力。(4)混凝土浇筑。混凝土浇筑是水利工程混凝土结构施工中的重要环节,需要注意控制浇筑速度、浇筑高度和浇筑温度。控制浇筑速度可以避免产生过大的温度差异,减少裂缝的产生;控制浇筑高度可以避免混凝土的分层和不均匀沉降;控制浇筑温度可以避免混凝土的过早干燥和收缩。通过严格控制施工流程,可以有效地减少水利工程混凝土结构施工过程中的裂缝产生,同时施工过程中需要密切监测和记录施工参数,及时调整和采取相应的措施,以确保施工质量和结构的安全性^[1]。

3.2 调整混凝土配比

调整混凝土配比是控制水利工程混凝土结构施工裂缝的重要手段之一。通过合理的配比设计,可以优化混凝土的各项性能,提高其抗裂能力,从而减少裂缝的产生。在调整混凝土配比的过程中,应考虑以下几个关键因素:一是原材料选择。选用质量稳定、性能优良的原材料,如优质水泥、低碱骨料等,确保混凝土的基本性能。二是控制水灰比控制。水灰比是影响混凝土性能的重要参数。过大的水灰比会导致混凝土强度降低,容易产生裂缝;过小的水灰比则可能使混凝土过于硬化,导致收缩裂缝。应根据工程要求和试验结果,合理确定水灰比。三是确定合适砂率。砂率的大小直接影响混凝土的流动性和硬化后的性能。砂率过小,混凝土流动性差,浇注困难;砂率过大,则容易产生离析和干缩裂缝。应通过试验确定合适的砂率,确保混凝土的良好工作性能。四是掺合料与外加剂。通过掺加适量的掺合料(如粉煤灰、矿渣等)和外加剂(如减水剂、缓凝剂等),改善混凝土的硬化过程,减少收缩裂缝的产生。五是配合比设计。根据工程要求和实际情况,进行多方案比较和试配,确定最优的配比方案,采用抗裂性能更高的新型混凝土,

如纤维混凝土等,提高混凝土的抗裂能力^[2]。

3.3 管理施工温度

管理施工温度是水利工程混凝土结构施工过程中非常重要的一环。混凝土的硬化过程中会释放出大量的热量,如果不能及时散发,就会导致温度差异,从而引起混凝土的收缩和裂缝的产生。因此,需要采取一系列措施来管理施工温度。首先,控制混凝土的浇筑时间是关键。在高温季节,应尽量选择在早晨或晚上进行混凝土浇筑,避免在日照强烈的高温时段进行施工,以减少混凝土受热的时间。此外,可以采用分层浇筑的方式,每层混凝土浇筑完成后进行充分养护,等待其温度降低后再进行下一层的浇筑,以避免过大的温度差异。其次,浇筑层数的控制也十分重要。过厚的混凝土层会导致内部温度升高过快,增加了裂缝的风险。因此,在施工过程中,可以适当减少单次浇筑的混凝土层数,使混凝土的温度更加均匀,减少温度差异。最后,覆盖保温也是管理施工温度的有效手段。在混凝土浇筑完成后,及时进行覆盖保温,减缓混凝土的散热速度,使其温度逐渐降低,减少温度差异。可以使用保温材料覆盖混凝土表面,并加强保温措施,如使用保温棚或加盖保温层,以降低混凝土的散热速度^[3]。

3.4 加强养护技术

混凝土的养护不仅影响其质量,还直接关系到裂缝的产生和发展,采取科学合理的养护技术,对于提高混凝土的抗裂性能和整体稳定性具有重要意义。在混凝土浇筑完成后,其硬化的过程中需要充足的水分,以完成水化反应,防止因失水过快导致干缩裂缝的产生。因此,及时进行养护是防止裂缝的关键环节。对于加强混凝土结构的养护可以从以下几个方面来实现:

(1) 及时覆盖保湿。在混凝土浇筑完成后,应尽快进行表面覆盖,防止水分过快蒸发。常用的覆盖材料包括湿布、塑料薄膜等,这些材料可以有效保持混凝土表面的湿润状态,降低水分蒸发速度。(2) 控制温度梯度。在混凝土硬化的过程中,内外温差过大容易导致温度裂缝的产生,因此应加强温度监测,控制好混凝土内部的温度梯度。在高温季节,可以采用洒水降温等方式降低混凝土表面的温度,减小内外温差。(3) 延长养护时间。根据工程实际情况和气候条件,应合理延长混凝土的养护时间,在干燥或高温环境下,养护时间应当适当延长,确保混凝土有足够的时间完成水化反应,提高其抗裂性能。(4) 科学安排施工顺序。在水利工程施工过程中,应合理安排不同工序之间的施工顺序,避免因施工交叉导致的混凝土暴露时间过长,浇筑完成后尽量避免对混凝土的扰动,以免影响

其稳定性。(5) 建立质量监控体系。建立完善的质量监控体系,对混凝土的养护过程进行全程监控。通过定期检查和记录养护情况,及时发现和解决养护过程中出现的问题,确保混凝土的质量和稳定性^[4]。

3.5 布置防裂钢筋

布置防裂钢筋是水利工程混凝土结构中常用的一种措施,可以有效增加混凝土的抗裂能力。混凝土在施工过程中由于温度变化和收缩等因素的影响,容易出现裂缝,而布置防裂钢筋可以有效地限制裂缝的扩展,提高混凝土结构的整体抗裂性能。防裂钢筋一般布置在混凝土的受力区域,如梁、柱、板等部位,布置的方式可以根据具体的工程要求来确定,一般有单向和双向布置两种方式。单向布置防裂钢筋是指在混凝土的主要受力方向上布置钢筋,以增加混凝土在这个方向上的抗裂能力。通常情况下,将防裂钢筋布置在梁、板等构件的正张力区域,以承担拉应力,防止裂缝的产生和扩展。双向布置防裂钢筋则是在混凝土的两个主要受力方向上都布置钢筋,以增加混凝土的整体抗裂能力。这种方式适用于大型水利工程中的混凝土结构,如大坝、堤坝等。通过在不同方向上布置钢筋,可以增加混凝土在各个方向上的抗裂性能,有效地限制裂缝的产生和扩展。在布置防裂钢筋时,需要根据具体的工程要求和设计规范来确定钢筋的布置密度和间距。同时,还需要注意钢筋与混凝土的粘结性能,确保钢筋能够有效地与混凝土结合,发挥其抗裂作用^[5]。

总的来说,控制水利工程混凝土结构施工裂缝需从多个方面入手,包括强化施工流程、调整混凝土配比、管理施工温度、加强养护技术和布置防裂钢筋等。只有综合运用这些措施,才能有效地防止混凝土结构出现裂缝,确保水利工程的施工质量和使用安全。

参考文献:

- [1] 张霄龙. 水利工程混凝土结构施工裂缝控制技术[J]. 水利科学与寒区工程, 2023, 06(03): 145-148.
- [2] 尹雪保. 水利工程施工中混凝土裂缝的控制技术研究[J]. 居舍, 2022(16): 53-56.
- [3] 余方方, 朱宏松. 水利工程施工中混凝土裂缝控制技术分析[J]. 治淮, 2022(02): 41-42.
- [4] 夏显斌. 水利工程施工中混凝土裂缝控制技术浅述[J]. 建筑技术开发, 2020, 47(22): 58-59.
- [5] 居官林. 水利工程施工中混凝土裂缝控制技术探讨[J]. 居舍, 2020(11): 43.