

水利水电工程大体积混凝土裂缝成因与控制对策

陈 亮

江苏省水利建设工程有限公司 江苏 扬州 225000

摘 要：水利水电工程中，大体积混凝土的裂缝会降低工程的安全性和耐久性。成因包括温度、湿度变化，施工工艺控制不到位及原材料不合格。为控制裂缝，需优化配合比设计并加强施工过程控制，减少用水量，合理选择水泥等级，控制骨料级配和质量。加强施工现场管理和养护工作，避免风速过大、温度过高导致混凝土早期脱水，采取保湿措施避免表面干缩形变受到内部混凝土的约束导致裂缝产生。

关键词：水利水电工程；大体积混凝土裂缝；成因；对策

引言

在水利水电工程建设中，大体积混凝土的裂缝问题是一个普遍且重要的工程问题。由于大体积混凝土结构的特点，裂缝的产生可能会对结构的强度、稳定性以及工程整体安全性和耐久性产生负面影响。因此，对大体积混凝土的裂缝成因与控制对策进行研究，对于保证水利水电工程的安全性和稳定性具有重要意义。本论文将深入探讨大体积混凝土裂缝的成因和控制对策，为水利水电工程建设提供有益的参考。

1 水利水电工程大体积混凝土裂缝的成因

1.1 温度变化引起的裂缝

在混凝土硬化过程中，水泥水化会释放出大量的热量，使得混凝土内部温度升高。由于外部环境的温度变化，混凝土表面和内部之间会形成温差，从而在表面产生拉应力。当这些拉应力超过混凝土的抗裂能力时，就会在表面产生裂缝。特别是在夏季施工时，由于气温较高，混凝土内部的热量难以散发，导致内外温差增大，更容易产生裂缝。

1.2 收缩引起的裂缝

在混凝土硬化过程中，由于水分的蒸发和胶凝材料的逐渐固化，混凝土的体积会逐渐收缩。这种收缩会受到模板、钢筋等外部约束的影响，从而在混凝土内部产生拉应力。当这些拉应力超过混凝土的抗裂能力时，就会产生裂缝^[1]。特别是在水灰比过大、水泥用量过多或外加剂使用不当的情况下，更容易产生收缩裂缝。

1.3 材料因素引起的裂缝

混凝土原材料的质量对裂缝的产生有很大影响。例如，水泥安定性不合格、骨料含泥量过大、外加剂使用不当等都会导致混凝土出现裂缝。另外，粗细骨料的级配不合理、骨料粒径过小或过大、砂率不合适等也会导致混凝土出现收缩裂缝。因此，选择质量稳定、符合标

准的原材料是非常重要的。

1.4 施工因素引起的裂缝

施工过程中，如果模板支撑不牢固、混凝土浇筑不均匀、养护不当等都会导致混凝土出现裂缝。例如，在浇筑混凝土时如果振捣不均匀或过振会导致混凝土出现分层离析等现象从而产生裂缝。另外不合理的施工安排也会导致裂缝的产生如在高温季节进行大体积混凝土的浇筑更容易产生温度裂缝。

1.5 荷载作用引起的裂缝

水工建筑物混凝土结构在使用荷载作用下由于截面的混凝土拉应变大多是大于混凝土极限拉伸值的所以构件在使用时总是带缝工作的这类裂缝总是与主拉应力方向大致垂直且最先在荷载效应最大处产生这些裂缝的产生往往与结构设计不合理有关如配筋不足、结构形状不合理等。

1.6 地基基础变形引起的裂缝

由于基础竖向不均匀沉降或水平方向位移使结构中产生附加应力超出混凝土结构的抗拉能力导致结构开裂这类裂缝往往贯通整个结构横截面通常与水平荷载有着直接关系这些裂缝的产生往往与地质勘察不准确、地基处理不当有关如地基承载力不足、地基稳定性差等。

2 水利水电工程大体积混凝土裂缝的控制对策

2.1 优化混凝土配合比设计

混凝土配合比设计是确保混凝土性能和质量的首要步骤，其目标是实现所需强度、耐久性和工作性能的同时，尽量降低混凝土的水化热和收缩率。原材料选择。水泥：选择低热水泥品种，如矿渣水泥、粉煤灰水泥等，能有效降低水化热。骨料：采用级配良好、洁净的骨料，控制其含泥量和有害物质含量。外加剂：适当使用减水剂、膨胀剂等外加剂，以减少用水量，提高混凝土的密实性和抗裂性。配合比优化。水灰比：在满足

强度和工作性能的前提下, 尽量降低水灰比, 以减少混凝土的收缩和孔隙率。砂率: 合适的砂率能确保混凝土的密实性和工作性, 过高的砂率可能增加收缩率。用水量: 控制用水量在最小范围内, 以降低混凝土的干缩和水化热。试验与调整: 在正式施工前, 进行充分的试验和调整是必要的。通过试验不同配合比的混凝土性能, 如强度、坍落度、抗渗性等, 来确定最佳配合比。同时, 考虑到实际施工条件、环境因素等的影响, 进行必要的调整。质量控制: 在施工过程中, 严格控制原材料的质量和数量, 确保配合比的准确执行。定期对混凝土进行质量检测和控制在, 及时调整配合比或采取补救措施。此外, 为了确保混凝土的质量稳定性, 推荐使用计算机辅助设计和控制技术进行配合比设计和生产管理。这不仅能提高设计效率, 还能更精确地控制混凝土的质量和性能。

2.2 加强原材料质量控制

水泥选择: 水泥是混凝土的主要胶凝材料, 其质量直接影响混凝土的性能。在选择水泥时, 我们应优先考虑那些具有稳定质量和良好信誉的大品牌。同时, 要确保水泥符合相关标准和规定, 尤其是其安定性、强度和凝结时间^[2]。骨料控制: 骨料在混凝土中占比较大, 其质量对混凝土的性能有显著影响。对于细骨料(砂), 我们应控制其含泥量和颗粒级配, 避免使用含有过多有害物质的砂。对于粗骨料(碎石或卵石), 除了控制含泥量和级配外, 还应关注其强度和坚固性。外加剂管理: 外加剂可以改善混凝土的工作性能和力学性能。但是, 不同的外加剂对混凝土的性能有不同的影响。因此, 在使用外加剂前, 我们应进行充分的试验和验证, 确保其有效性和稳定性。此外, 还要严格控制外加剂的掺量, 避免过量使用导致混凝土性能的不稳定。水质要求: 水是混凝土制备中不可或缺的成分。使用清洁、无杂质的水是确保混凝土质量的基础。避免使用含有过多杂质或有害物质的水, 以免对混凝土性能造成不良影响。严格入场检测: 为了确保进入施工现场的原材料质量合格, 我们应建立严格的入场检测制度。对于每一批次的原材料, 都应进行抽样检测, 确保其质量符合规定要求。对于检测不合格的原材料, 应坚决予以退货或拒收。存储与保管: 正确的存储和保管是确保原材料质量稳定的关键。对于水泥、骨料和外加剂等, 我们应分类存储, 并设置明显的标识, 避免混用或误用。同时, 要确保存储环境干燥、通风, 防止原材料受潮或变质。

2.3 加强施工管理

施工前的准备: 在施工前, 应进行深入的技术交底

和培训, 确保施工人员熟悉混凝土的施工工艺和操作规程。同时, 要对模板、钢筋等进行严格检查, 确保其符合设计要求。混凝土浇筑过程控制: 浇筑过程中, 要确保混凝土的均匀性和密实性。采用合适的浇筑方法, 如分层浇筑、连续浇筑等, 以避免出现冷缝和施工缝。同时, 要控制浇筑速度, 避免过快或过慢导致混凝土的质量不稳定。振捣与养护: 适当的振捣可以帮助混凝土更好地密实和成型。但是, 过度振捣或振捣不足都可能导致混凝土出现裂缝。因此, 要严格控制振捣的时间和强度。养护也是非常重要的一环, 混凝土浇筑完成后, 要及时进行养护, 如覆盖保湿、定期洒水等, 以确保混凝土的强度和稳定性。温度与湿度控制: 大体积混凝土在硬化过程中会产生大量的水化热, 导致内外温差过大, 从而产生裂缝。因此, 在施工过程中要密切关注混凝土的温度变化, 采取必要的措施, 如设置冷却水管、使用低热水泥等, 以降低混凝土的温度。同时, 要控制施工环境的湿度, 避免混凝土过早干燥导致裂缝的产生。施工质量检查与验收: 在施工过程中, 要定期进行质量检查和验收, 确保每一道工序都符合设计要求和质量标准。对于出现的问题和缺陷, 要及时进行处理和修补, 避免问题扩大和影响工程质量。

2.4 加强温度控制

原材料温度控制: 在夏季高温时节, 混凝土原材料的温度也会升高, 从而影响混凝土的入模温度。为了避免这种情况, 可以对原材料进行遮阳、洒水降温等措施, 确保原材料的温度在一个合适的范围内。混凝土浇筑时间选择: 尽量选择气温较低的时间段进行混凝土的浇筑, 如夜间或清晨, 以降低混凝土的入模温度, 减少因温度梯度造成的裂缝风险。施工过程中的温度监测: 在浇筑过程中, 要对混凝土的温度进行实时监测, 特别是在大体积混凝土中。通过布置测温点, 及时掌握混凝土内部的温度变化, 为采取必要的措施提供依据。冷却水管设置: 在大体积混凝土结构中, 可以设置冷却水管, 通过通水循环来降低混凝土内部的温度。这是一种非常有效的温度控制方法, 可以显著降低混凝土内外温差, 从而减少裂缝的产生。保温与养护措施: 混凝土浇筑完成后, 要及时进行保温和养护。通过覆盖保温材料、定期洒水等措施, 确保混凝土表面的湿润度, 避免因表面干燥过快导致的温度裂缝。后期温度控制: 即使在混凝土硬化后, 也要继续关注其温度变化。特别是在工程运行阶段, 要控制水温、环境温度等, 避免对混凝土结构产生不利影响。

2.5 加强荷载控制

设计阶段荷载分析:在结构设计阶段,应对混凝土结构进行详细的荷载分析,确保荷载取值准确、合理。避免设计荷载过大导致结构开裂。施工阶段荷载监控:在施工过程中,要对混凝土结构所承受的荷载进行实时监控。特别是对于临时荷载和施工荷载,要进行严格的控制,防止因荷载过大造成裂缝。优化荷载分布:通过优化结构设计,使荷载在混凝土结构中分布更加均匀,降低局部应力集中,从而减少裂缝产生的风险。加强支撑与加固:在需要承受较大荷载的部位,可以采取增加支撑、加固等措施,提高混凝土结构的承载能力,防止裂缝产生。严格控制加载速率:加载速率过快容易导致混凝土结构开裂。因此,在施工过程中要严格控制加载速率,使混凝土结构有足够的时间进行应力调整和变形适应。定期检测与评估:定期对混凝土结构进行检测和评估,了解结构的实际工作状态和荷载情况。若发现荷载超出设计值或结构出现开裂迹象,要及时采取措施进行处理。提高混凝土强度等级:在保证混凝土工作性的前提下,可以通过提高混凝土强度等级来增强其承载能力,从而更好地应对荷载作用,减少裂缝产生的风险。

2.6 加强地基基础处理

地基勘察:在工程施工前,必须对地基进行详细的勘察,了解地基的工程地质特性、地下水位、不良地质现象等。通过准确的地基勘察,可以为后续的基础设计提供可靠依据。基础类型选择:根据地基勘察结果,选择合适的基础类型。对于软弱地基,可以采用深基础、桩基础等来提高地基的承载能力。对于不均匀沉降的地基,可以采用梁板式基础等来调节沉降差。地基处理措施:对于不良地基,应采取必要的地基处理措施,如换填、强夯、振冲等,以改善地基的工程性质。对于可能存在液化问题的地基,还应进行液化判别和处理。基础施工质量控制:在基础施工过程中,要严格控制施工质量。确保基础的几何尺寸、位置、高程等符合设计要求^[3]。同时,要加强基础的养护和保护,避免基础在施工过程中受到损坏。地基与基础监测:在地基与基础施工过程中,要进行实时监测。通过设置沉降观测点、应力监测点等,及时掌握地基与基础的变形和应力情况,为采取必要的补救措施提供依据。与上部结构的协调:地基与基础的处理还应与上部结构的设计和施工相协调。确保上部结构的荷载分

布与地基基础的承载能力相匹配,避免因荷载过大或不均匀导致裂缝的产生。

2.7 加强后期养护

养护时间与周期:混凝土浇筑完成后,立即开始养护工作。养护的时间与周期必须严格按照规范要求进行,确保混凝土充分硬化和强度稳定。保湿措施:混凝土表面在硬化过程中会失去水分,若不及时补充,容易产生表面裂缝。因此,要定期洒水、覆盖湿布或塑料薄膜等,保持混凝土表面湿润。温度控制:后期养护过程中,还要密切关注混凝土的温度变化。特别是在夏季或高温地区,要采取措施降低混凝土表面的温度,如遮阳、通风等,防止因温度梯度造成的裂缝。防止外力损害:在养护期间,要避免混凝土受到外力的损害,如人员践踏、重物撞击等。可以设置围挡、警示标志等,确保混凝土在养护期间不受损害。养护记录与检查:要建立详细的养护记录,记录养护的时间、措施、人员等信息。同时,要定期对养护效果进行检查,确保养护措施的有效实施。与其他工序的协调:后期养护工作还要与其他工序相协调,如设备安装、装修等。确保这些工序不会对混凝土的养护造成干扰或损害。修复与处理:若在养护期间发现混凝土出现裂缝或其他质量问题,要及时进行修复和处理。可以采用填补、加固等方法来修复裂缝,防止问题进一步扩大。

结语

水利水电工程中的大体积混凝土裂缝问题是一个复杂的问题,其成因多种多样。为了有效控制裂缝的产生和发展,应从材料、设计、施工、管理等多个方面入手采取有效的措施。只有这样才能确保水利水电工程的安全性和耐久性达到设计要求。在未来的水利水电工程建设中应该进一步加强对于大体积混凝土裂缝的研究和应用提高工程建设的质量和效益。

参考文献

- [1]姜峰.大体积水利水电工程混凝土裂缝原因探析[J].黑龙江水利科技,2021,49(02):83-86.
- [2]汪伟.水利工程中大体积混凝土裂缝成因及控制[J].低碳世界,2020,10(05):48+50.
- [3]姜峰.大体积水利水电工程混凝土裂缝原因探析[J].黑龙江水利科技,2021,49(02):83-86.