

大型水利工程混凝土施工质量 控制与缺陷防治分析

谢春菊¹, 张 慧²

(1. 东营市众润市政工程有限公司, 山东 东营 257000;

2. 山东浩景建设有限公司, 山东 东营 257000)

摘 要 本研究聚焦大型水利工程混凝土施工质量控制与缺陷防治, 系统分析了混凝土施工在水利工程中的特殊性, 深入探讨了质量控制技术、常见缺陷及其成因, 并提出了针对性防治措施与技术优化方案以减少缺陷发生。通过结合实际案例分析, 展示了如何通过强化质量管理、实施精细化温控措施和建立及时有效的检测机制, 确保混凝土施工质量, 避免工程质量问题的蔓延。研究结果旨在为大型水利工程项目提供有效的质量控制参考, 进而提升水利工程结构耐久性与安全性。

关键词 大型水利工程; 混凝土施工; 缺陷防治; 信息化管理

中图分类号: TV5

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.05.040

0 引言

大型水利工程混凝土施工质量直接影响工程安全与耐久性。由于施工环境复杂, 控制混凝土质量尤为重要。本文针对大型水利工程混凝土施工环节, 系统研究质量控制技术与缺陷防治措施, 提出可行性技术方案。该方案不仅可以有效提升工程质量, 还能同类工程实践提供可借鉴的技术指导与经验支撑, 可以有效保障工程的顺利推进与长期稳定运行。

1 大型水利工程混凝土施工质量的特殊性与基本要求

大型水利工程具有规模庞大、施工环境复杂和周期长等特点。在施工过程中, 通常需要应对恶劣的自然环境条件, 如水位波动、泥沙流动以及地下水渗透等, 这些因素对混凝土的施工质量提出了极高的要求。施工周期长、工程内容多样化, 使得每一个阶段的质量控制都需特别注意, 以确保混凝土在长期使用中的稳定性与耐久性^[1]。混凝土在大型水利工程中起着至关重要的作用, 它不仅是承载结构的主体材料, 还对工程的耐久性、防水性及抗冻融性等方面提出了严格要求。高强度和防渗透性能是水利工程中混凝土的关键需求, 而这些性能直接影响到工程的安全性与长期运行的稳定性。因此, 确保混凝土的施工质量, 不仅是为了满足工程的设计要求, 也是确保水利工程可持续性与安全性的重要保障。

2 大型水利工程混凝土施工质量控制技术与方法

2.1 材料质量控制

1. 混凝土原材料的选择与检验。混凝土的质量直接受到水泥、骨料和外加剂等原材料的影响。因此, 选择合格的原材料是确保混凝土质量的基础。水泥应符合国家标准, 并经过必要的检验以确保其强度和耐久性; 骨料需要筛选和清洗, 以去除杂质, 保证粒径均匀; 外加剂的使用必须根据项目需求选择, 且应经过充分测试, 确保其对混凝土性能的积极作用。材料的质量检验要包括强度、密实性、耐久性等方面的评估。

2. 材料性能的优化与配合比设计。为了优化混凝土的性能, 合理的配合比设计至关重要。通过合理选择水泥、骨料和外加剂的比例, 能够有效提高混凝土的强度、工作性和耐久性。在设计配合比时, 需要考虑环境条件、施工要求及混凝土的使用寿命等因素, 同时进行多次试验验证, 以确保配合比能够满足工程设计标准和质量要求。优化的配合比不仅有助于提升混凝土的综合性能, 还能降低成本。

2.2 施工过程中的质量控制

1. 浇筑过程中的操作规范与注意事项。在混凝土浇筑过程中, 严格遵守操作规范是确保质量的关键。第一, 振捣是防止混凝土出现蜂窝状空洞的有效手段, 振捣时应避免过度或不足, 确保混凝土密实性。第二,

作者简介: 谢春菊 (1989-), 女, 本科, 工程师, 研究方向: 水利水电工程施工。

合理的养护措施可以保证混凝土的强度增长和避免裂缝产生,尤其在高温或低温环境下,必须保证适当的湿度和温度条件。第三,温控也是至关重要的,特别是在大体积混凝土施工时,温控不当可能引发温差裂缝^[2]。

2. 施工环境对混凝土质量的影响。施工环境对混凝土质量的影响不可忽视。温度的波动会影响混凝土的凝结时间及强度发展,尤其是在高温或低温环境下,混凝土容易出现早期干裂或强度不达标。因此,在极端天气条件下,需采取相应的温控措施,如遮阳、保温或加速养护,以确保混凝土强度的正常增长。湿度过低或过高也可能导致表面干裂或养护不当,需在施工过程中严格控制环境条件。

3. 施工人员的技术培训与质量意识提高。施工人员的技术水平与质量意识直接影响混凝土的施工质量。定期的技术培训可以帮助施工人员掌握正确的施工方法与技术,特别是在振捣、浇筑、养护等关键环节上。提高施工人员的质量意识至关重要,他们需充分认识到施工质量对工程安全和耐久性的重要性。通过提高其对质量控制的重视程度,能够确保施工过程中的每个环节都符合标准要求,从而提升整体施工质量。

2.3 后期养护与检测

1. 养护措施与强度测试方法。混凝土的养护是保证其强度和耐久性的重要环节。合理的养护可以有效防止水分蒸发过快和温度波动过大,从而避免混凝土出现裂缝。常见的养护方法包括保持湿润养护、覆盖养护和喷雾养护等,尤其是在高温或低温环境下,养护措施更为重要。强度测试是评估混凝土性能的关键,常用的测试方法包括抗压强度测试、拉伸强度测试等。通过定期检测,能够有效掌握混凝土强度的增长情况,并根据测试结果调整施工方案^[3]。

2. 混凝土的质量检测与评估技术。混凝土的质量检测技术可以帮助及时发现潜在的质量问题。超声波检测是一种非破坏性检测方法,能够通过声波在混凝土中的传播速度变化,评估混凝土的密实度、强度和均匀性。抗压强度测试则是通过测试样本的抗压能力来评估其承载力,通常作为混凝土质量验收的标准。还可以采用钢筋探测、回弹法等技术对混凝土进行全面评估,确保其符合设计要求和使用标准。

3 混凝土施工缺陷的类型、成因与防治措施

3.1 常见混凝土施工缺陷及其影响

常见的混凝土施工缺陷主要包括裂缝、蜂窝、气泡和空洞等。裂缝通常分为温差裂缝和收缩裂缝,温差裂缝多发生在大体积浇筑过程中,由于内部和表面

温差过大,产生应力集中;而收缩裂缝是硬化过程中体积收缩所致。蜂窝现象则由振捣不充分或材料分布不均引起,形成内部空隙。气泡和空洞主要由于浇筑不当或混凝土含气过多,导致结构不密实。这些缺陷会显著影响混凝土的强度、密实性和耐久性,进而影响工程的安全性。

3.2 混凝土施工缺陷的成因分析

混凝土施工缺陷的产生,通常由材料、施工工艺和外部环境等因素共同作用。材料问题如水泥质量不合格或骨料粒径不均,容易导致混凝土强度不足或密实度差。施工工艺中的振捣不密实、浇筑不均匀等问题会导致气泡、空洞和蜂窝等缺陷,影响混凝土的整体结构和承载能力。外部环境因素,如温差过大或湿度过低,会加剧裂缝的形成或影响混凝土强度的增长,特别是在恶劣天气下,温控和养护不当容易导致质量问题。

3.3 缺陷防治的技术措施

1. 材料选用与配合比优化。混凝土的质量始于材料的选择与配合比的优化。选用合格的水泥、骨料及外加剂是确保混凝土强度与耐久性的基础。水泥的质量应符合国家标准,骨料应去除杂质并控制粒径分布,以保证混凝土的密实性和均匀性。合理设计配合比,确保水泥、骨料和水的比例合适,可以满足强度、流动性和耐久性等多方面要求。通过试验优化配合比,减少水泥用量,降低成本的同时,提高混凝土的工作性和长期稳定性。材料的科学选用和配比设计是防止施工缺陷发生的重要前提^[4]。

2. 施工过程中的控制措施。施工过程中,严格控制各项操作是防止混凝土缺陷的关键。振捣能保证混凝土的密实度,过程中需要注意避免过度振捣或振捣不足两种情况,确保混凝土与钢筋之间无空隙,从而提高结构的稳定性。合理的温控措施能防止温差裂缝的产生,尤其是在大体积混凝土浇筑时,需要控制温度梯度,避免过快冷却或过高温度引起应力集中。施工环境也需要适当调控,确保混凝土在合适的湿度和温度条件下凝固与硬化,从而提高其整体质量。

3. 防治裂缝的具体措施。裂缝是混凝土施工中常见的缺陷之一,而有效的裂缝防治措施是确保结构长期稳定性的关键。(1) 合理的养护措施。该技术可避免水分蒸发过快,导致产生收缩裂缝。(2) 对于大体积混凝土,应采取防温差措施,如分层浇筑、保温覆盖等,确保内部温度均匀,防止温差裂缝的形成。对于已产生的裂缝,可采用裂缝修复技术,如注入树脂、灌浆或表面封闭处理等,确保裂缝不会进一步扩展,恢复混凝土的结构完整性与耐久性。

4 大型水利工程混凝土施工质量管理体系与监督机制

4.1 质量管理体系

大型水利工程混凝土施工的质量管理体系应当有明确的组织架构与责任分配。项目的质量管理部门通常由项目经理负责,并设有专门的质量控制人员,明确划分各岗位的职责与权限。施工前,应制定详细的质量控制计划,并依据施工的每个阶段设立质量目标,确保每项施工活动符合规范要求。在实施过程中,施工单位需要按照预定的质量标准进行操作,并进行自检、互检和第三方检测。质量控制的实施步骤包括从材料采购、配合比设计、施工过程控制到最终的验收,所有环节都要有清晰的质量标准和有效的监督措施。

4.2 质量监督与验收

大型水利工程混凝土施工的质量监督与验收是确保工程质量的关键环节。项目质量检查通常分为自检、互检和第三方检测三个层次。自检是施工单位自我检查,确保施工过程符合质量要求;互检是不同施工队伍之间的质量交叉检查,互相监督以提高施工质量;第三方检测则是通过独立的质量检测机构对关键环节进行客观公正的检查,确保施工质量的透明性与准确性。在施工过程中,缺陷排查与整改机制至关重要,项目经理应根据检查结果及时发现质量问题并采取有效的整改措施,确保问题得到有效解决,避免对后续工程产生影响,最终通过验收合格后才能进入下一个施工阶段。

4.3 信息化管理在质量控制中的应用

随着数字化技术的快速发展,信息化管理在大型水利工程混凝土施工中的应用越来越广泛,成为提升质量控制效率和准确性的关键工具。数字化监控与预警系统通过实时采集施工现场的数据,能够动态监测温度、湿度、混凝土强度等关键参数。一旦系统检测到异常值,便可立即发出预警,及时采取措施调整施工方案,避免质量问题的发生^[5]。大数据与物联网技术的结合可以实现多维度的数据分析,优化施工过程中的资源配置,提高施工效率和质量。通过信息化手段,可以实现全面、精确、透明的质量监控和实时追溯,减少人工操作带来的误差和延误,大大提高施工管理水平和工程质量。

5 案例分析

在某大型水利工程项目中,施工团队在混凝土浇筑过程中遇到了温差裂缝问题。该项目位于气候较为极端的山区,项目要求进行大体积混凝土浇筑^[6]。由于未充分考虑到温度变化对混凝土强度的影响,浇筑

过程中出现了较大的内部温差,及表面与混凝土内部温差过大,进而形成温差裂缝。

为解决这一问题,项目团队迅速启动了质量控制应急预案。第一,通过现场温控系统对混凝土浇筑过程中的温度进行实时监测,并实施了覆盖保温措施,减缓了温差产生。第二,施工人员加强了对混凝土的振捣和养护工作,确保混凝土的密实度和湿度在适宜的范围内,避免了由于干裂导致的强度不足,并且加强了养护过程中对温湿度变化的监控,确保养护效果最佳。项目组还利用第三方检测机构对出现裂缝的区域进行了强度测试和后期修复,采用灌浆修复技术有效恢复了混凝土的承载力,确保了工程的稳定性与安全性,避免了结构性缺陷对整体施工进度和质量的影响^[7]。

最终通过及时的质量检查与整改,项目避免了更严重的质量问题,并确保了工程的顺利进行。该案例表明,针对大体积混凝土施工中的温差问题,合理的温控与养护措施是避免裂缝的关键,特别是在极端天气条件下,控制温度梯度至关重要。而及时的质量检测和整改机制也能有效防止质量问题的扩大,避免了后期更为复杂的修复工作。

6 结束语

大型水利工程混凝土施工质量控制至关重要。通过严格的材料选择、优化配合比设计、规范施工过程及完善养护措施,可以有效防止缺陷。质量管理体系、信息化技术和监督机制的应用,为工程质量提供保障。案例表明,温控、及时检测与整改措施能有效避免裂缝等问题。未来,应继续加强技术与质量控制体系,提升工程的安全性与可持续性。

参考文献:

- [1] 徐建,杨莉,孙国煊.水利工程混凝土施工质量控制技术研究[J].现代工程科技,2025,04(09):181-184.
- [2] 李松涛.水利工程混凝土施工技术及其质量控制的策略[J].水上安全,2025(01):94-96.
- [3] 杨阳.水利工程混凝土施工技术及其设备质量控制对策分析[J].中国设备工程,2024(14):229-231.
- [4] 慕跃飞.水利工程混凝土施工技术及其质量控制策略[J].工程与建设,2024,38(02):412-413,439.
- [5] 高歌.水利工程混凝土施工技术及其质量控制策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2022(34):139-141.
- [6] 李泽优,吴佳辰,孙雨淳.水利工程钢筋混凝土施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025(35):88-90.
- [7] 张羽中.混凝土防渗墙施工技术在水利工程施工中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025(34):152-154.