

水利工程混凝土施工探讨

高琛

河北省水利工程局集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 本文围绕水利工程混凝土施工展开探讨,阐述了混凝土的核心特性、施工原则及所需材料设备,重点分析了配合比设计、搅拌运输、浇筑振捣、养护拆模等关键技术流程,构建全流程质量控制体系,剖析施工中常见质量问题及成因,并提出针对性处理措施。研究表明,科学把控施工技术、严格落实质量管控、结合工况优化方案,是保障施工质量、提升工程耐久性和安全性的关键,为同类工程施工提供参考。

关键词: 水利工程;混凝土施工;关键技术;流程

引言: 水利工程是保障水资源合理调配、抵御水旱灾害的重要基础设施,混凝土作为水利工程的核心建筑材料,其施工质量直接决定工程的安全稳定性和使用寿命。当前,水利工程建设规模扩大、施工环境日趋复杂,对混凝土施工的技术水平和质量管控提出更高要求。为解决施工技术难题、规避质量隐患,推动水利工程高质量发展,本文结合施工实际,对其基础理论、关键技术及质量控制进行深入探讨,具有重要工程实践意义。

1 水利工程混凝土施工相关基础理论

1.1 水利工程混凝土的特性与要求

(1) 混凝土的基本特性: 强度是混凝土承受外力的核心能力,需满足水利工程长期承载需求;耐久性可抵御水流冲刷、侵蚀及环境老化,保障工程使用寿命;抗渗性是水利工程关键特性,防止水体渗透破坏结构;抗冻性适配寒冷地区,避免冻融循环导致混凝土开裂。结合水利工程多处于水下、露天等复杂工况,需兼顾各项特性的协同性,应对不同水文、气候条件的考验。(2) 水利工程对混凝土的性能要求: 针对大坝工程,需高强度、高抗渗、高耐久性,抵御巨大水压;渠道混凝土需具备良好的抗冲性和抗裂性,减少输水损耗;涵闸混凝土需兼顾强度与抗渗性,适应启闭过程中的受力变化,同时根据工程等级明确具体性能指标,确保适配工程实际功能需求^[1]。

1.2 水利工程混凝土施工的核心原则

(1) 质量优先原则: 混凝土施工质量直接决定水利工程安全运行,是工程的生命线。需严格控制材料质量、配合比设计、施工工艺等各环节,杜绝质量隐患,确保混凝土强度、抗渗等指标达标,保障工程长期稳定运行。(2) 安全高效原则: 施工中需落实人员安全防护措施,规范设备操作流程,防范高空坠落、机械伤害等安全事故;同时优化施工流程,合理调配人力、设备,提升搅拌、运

输、浇筑等环节效率,缩短施工周期,降低施工成本。(3) 因地制宜原则: 结合工程地域特点、气候条件和水文环境,优化施工方案。如高温地区采取降温措施,寒冷地区做好防冻保温,多雨地区合理安排施工时序,确保施工顺利进行,保障混凝土施工质量。

1.3 水利工程混凝土施工的核心材料与设备

(1) 核心材料: 水泥需根据工程需求选择适配品种,控制强度等级和安定性;骨料需满足级配要求,严控杂质含量,确保强度和耐久性;外加剂按需选用,改善混凝土和易性、抗渗性等性能;掺合料需符合质量标准,降低成本同时提升混凝土综合性能,所有材料均需经过检验合格后方可使用。(2) 核心设备: 搅拌设备需选用符合产能要求、搅拌均匀的机型,严格控制搅拌时间和配合比;运输设备需保障混凝土运输过程中不离析、不初凝,适配施工场地路况;浇筑设备需根据浇筑部位选择,确保浇筑连续、均匀;振捣设备需规范使用,避免漏振、过振,保障混凝土密实度。

2 水利工程混凝土施工关键技术与流程

2.1 混凝土配合比设计与优化

(1) 配合比设计的基本原则: 核心是根据水利工程对混凝土的强度、抗渗、抗冻、耐久性等具体性能要求,科学确定水胶比、骨料级配、外加剂掺量及水泥、掺合料用量等关键参数。设计时需以规范为依据,结合工程实际工况,优先保证混凝土核心性能达标,同时兼顾施工和易性,确保混凝土能够顺利搅拌、运输、浇筑和振捣,避免因配合比不合理导致施工困难或工程质量隐患,为后续施工环节奠定基础。(2) 配合比优化策略: 结合水利工程的施工环境、设备条件和成本控制目标,对初步设计的配合比进行优化调整。在保证混凝土性能不降低的前提下,合理增加掺合料用量、优化骨料级配,减少水泥用量,降低施工成本;针对高温、寒冷等特殊工况,

调整外加剂掺量,改善混凝土的抗裂、抗冻性能;通过试验验证,优化水胶比,平衡混凝土的强度与和易性,确保配合比既适配施工需求,又能提升混凝土综合性能,实现质量与效益的双重提升。

2.2 混凝土搅拌与运输施工技术

(1) 混凝土搅拌技术:搅拌质量直接决定混凝土的均匀性和性能稳定性,施工中需严格控制搅拌时间,一般不少于90秒,确保各组充分混合;遵循“先骨料、再水泥、后水和外加剂”的搅拌顺序,避免水泥结块,提升搅拌效率;合理选择投料方式,可采用一次投料或分次投料,根据搅拌设备型号和混凝土配合比灵活调整,同时定期检查搅拌设备的运行状态,及时维修校准,防止因设备故障影响搅拌质量^[2]。(2) 混凝土运输技术:根据施工场地、浇筑部位和工程量,合理选择运输方式,大坝、大型渠道等工程优先采用泵送运输,灵活高效;小型涵闸、附属工程可采用自卸汽车运输,降低运输成本。运输过程中需做好质量保护,运输车辆需加盖篷布,防止日晒、雨淋导致坍落度损失;运输路线尽量缩短,避免颠簸,防止混凝土离析;卸料前需对混凝土进行二次搅拌,确保其和易性符合浇筑要求,严禁不合格混凝土进入浇筑环节。

2.3 混凝土浇筑与振捣施工技术

(1) 浇筑施工技术:浇筑前需清理浇筑部位,检查模板、钢筋安装质量,确保符合设计要求。严格控制浇筑顺序,大坝等大体积混凝土采用分层、分段浇筑,从低处向高处推进,避免出现冷缝;控制浇筑厚度,一般每层不超过50cm,兼顾振捣效果和施工效率;根据浇筑部位调整浇筑速度,大坝浇筑需匀速推进,涵闸、廊道等复杂部位需放慢速度,确保混凝土填充密实。不同部位浇筑各有侧重,大坝需注重温控防裂,涵闸需保证接口部位浇筑质量,避免渗漏。(2) 振捣施工技术:根据浇筑部位和混凝土坍落度,选择合适的振捣设备,大体积混凝土采用插入式振捣器,表面浇筑采用平板式振捣器。振捣方法遵循“快插慢拔”的原则,振捣时间控制在20-30秒,以混凝土表面泛浆、无气泡冒出为宜;振捣时避免碰撞模板、钢筋,防止结构变形或钢筋移位;合理划分振捣区域,确保振捣覆盖全面,杜绝漏振、过振问题,漏振会导致混凝土密实度不足,过振则会造成骨料离析,影响混凝土强度和耐久性。

2.4 混凝土养护与拆模施工技术

(1) 混凝土养护技术:养护是混凝土强度增长和性能提升的关键,需根据气候条件选择合适的养护方式。常温天气采用洒水养护,保持混凝土表面湿润,养护时间不少于14天;高温天气需增加洒水频次,搭建遮阳棚,

防止混凝土表面开裂;寒冷天气采用覆盖保温养护,铺设保温被、塑料薄膜,必要时采取加热措施,防止混凝土受冻。养护过程中定期检查混凝土表面湿度和温度,及时调整养护措施,确保养护效果^[3]。(2) 拆模施工技术:拆模时机需根据混凝土强度判断,一般当混凝土强度达到设计强度的75%以上时,方可拆除侧模;承重模板需达到设计强度的100%,经检验合格后再拆除,避免过早拆模导致混凝土结构变形、开裂。拆模遵循“先非承重模板、后承重模板,先侧模、后底模”的顺序,拆模方法需轻柔,避免硬撬、硬砸,防止损坏混凝土表面和棱角。拆模后及时对混凝土成品进行保护,避免碰撞、磨损,必要时进行覆盖养护,确保工程外观质量和结构安全。

3 水利工程混凝土施工质量控制与常见问题处理

3.1 混凝土施工质量控制体系构建

(1) 质量控制目标:核心是明确水利工程混凝土施工的质量验收标准与核心控制指标,确保混凝土施工质量符合国家相关规范及工程设计要求。验收标准需明确混凝土强度、抗渗、抗冻、耐久性等关键指标的合格范围,核心控制指标重点围绕材料质量、配合比精度、施工工艺规范性、成品外观及结构安全性展开,同时结合水利工程不同部位(大坝、渠道、涵闸等)的功能需求,细化各部位质量控制目标,确保工程建成后能够安全、稳定运行,满足长期使用要求。(2) 质量控制流程:构建施工前、施工中、施工后的全流程质量控制体系,实现各环节无缝衔接、全程管控。施工前重点做好准备工作,排查质量隐患;施工中实时监测施工过程,及时纠正偏差;施工后严格验收,确保成品质量达标。全流程需明确各环节责任主体、控制要点及验收标准,建立健全质量追溯机制,确保每一道工序都有记录、可追溯,形成“事前预防、事中控制、事后验收”的闭环管理模式^[4]。

3.2 施工前与施工中的质量控制要点

(1) 施工前质量控制:作为混凝土施工质量的基础保障,需全面落实各项准备工作,杜绝源头质量隐患。材料质量检验需对水泥、骨料、外加剂、掺合料等核心材料进行严格抽样检测,核查材料出厂合格证,不合格材料严禁进场使用;设备调试需对搅拌、运输、浇筑、振捣等施工设备进行全面检查、调试及试运行,确保设备性能稳定、运行正常,满足施工需求;施工方案审核需结合工程实际工况,审核方案的科学性、可行性,重点核查复杂部位施工工艺的合理性;人员技术交底需向所有施工人员明确施工流程、质量标准、操作规范及安全注意事项,提升施工人员的质量意识和规范操作水平。(2) 施工中质量控制:贯穿混凝土搅拌、运输、浇筑、振捣、养

护等全施工环节,实行实时质量监测与动态调整。搅拌环节重点监测配合比投料精度、搅拌时间,确保混凝土各组分混合均匀,和易性达标;运输环节监测混凝土坍落度、运输时长,采取加盖篷布、避免颠簸等措施,防止混凝土离析、初凝;浇筑环节监测浇筑顺序、厚度、速度,避免出现冷缝、漏浇等问题;振捣环节监测振捣方法、时间,遵循“快插慢拔”原则,杜绝漏振、过振;养护环节监测养护方式、环境温湿度,确保养护及时有效,保障混凝土强度正常增长^[5]。

3.3 混凝土施工常见质量问题及成因分析

(1) 常见质量问题:水利工程混凝土施工中,常见质量问题主要包括表面缺陷和内在缺陷。表面缺陷有裂缝、蜂窝、麻面、露筋等,其中裂缝分为表面裂缝和深层裂缝,蜂窝、麻面多出现于模板接口或浇筑死角,露筋多因钢筋保护层不足导致;内在缺陷主要是混凝土强度不足,表现为试块强度未达到设计要求,影响工程结构承载能力,严重时留下安全隐患。(2) 成因分析:质量问题的产生多由多方面因素共同导致,一是材料质量不达标,如水泥强度不足、骨料杂质过多、外加剂掺量不当等;二是施工工艺不当,如配合比设计不合理、搅拌不均匀、浇筑顺序错误、振捣不规范、养护不及时等;三是环境因素影响,高温、寒冷、暴雨等天气会影响混凝土凝结硬化,导致裂缝、强度不足等问题;四是管理不到位,施工人员操作不规范、质量监测不严格、责任落实不明确,未能及时发现和纠正施工中的偏差。

3.4 常见质量问题的处理措施

(1) 裂缝、蜂窝等表面缺陷的处理方法:根据缺陷严重程度选择适配的修补材料和工艺。轻微表面裂缝可采用环氧砂浆、聚合物砂浆等修补材料,清理裂缝表面浮尘、杂物后,将修补材料均匀填充、抹平,再进行养护;较深裂缝需先凿除裂缝周围松散混凝土,清理干净并洒水湿润后,采用压力注浆法填充修补材料,确保裂缝封闭严密。蜂窝、麻面需凿除缺陷部位松散混凝土,清理

干净后洒水湿润,采用与原混凝土配合比一致的砂浆或细石混凝土填补,抹平后加强养护,确保修补部位与原结构结合紧密、外观平整。(2) 强度不足、露筋等严重缺陷的处理措施:需结合缺陷实际情况,制定科学严谨的处理方案,确保工程结构安全。混凝土强度不足时,先通过专业检测确定实际强度,若强度偏差较小,可采用粘贴碳纤维布、外包钢板等加固措施;若强度严重不达标,需果断采取返工处理,拆除不合格混凝土,重新按照规范要求配合比设计、浇筑、振捣和养护。露筋问题需凿除露筋部位周围松散混凝土,调整钢筋位置、补足保护层厚度,再采用合适的修补材料填补,加强养护,防止钢筋锈蚀,保障结构耐久性,所有处理过程需详细记录,确保可追溯。

结束语

综上所述,水利工程混凝土施工是一项系统性、专业性极强的工作,涉及材料、设备、技术、管理等多个方面,任一环节疏漏都可能影响工程质量。只有严格遵循施工原则,熟练掌握关键施工技术,构建完善质量控制体系,及时处理各类质量问题,才能确保施工质量达标。未来需结合工程实际优化施工方案、创新技术,提升混凝土施工水平,为水利工程安全运行和长效发展提供坚实保障。

参考文献

- [1] 杨正平.水利工程施工中的混凝土裂缝的防治技术[J].石材,2023(11):92-94.
- [2] 李云鹏.水利工程建设施工中混凝土衬砌渠道防渗漏技术的运用[J].工程建设与设计,2023(20):204-206.
- [3] 张雪,张松露.水利工程施工中混凝土防渗墙施工工艺研究[J].居业,2022(1):61-63.
- [4] 肖敏,王伟.浅谈水利工程施工中的混凝土裂缝的防治技术[J].陕西水利,2024(9):133-135.
- [5] 李险峰.水利水电施工中的混凝土裂缝防治技术[J].大众标准化,2024(19):37-39.