

混凝土施工技术在水利水电施工中的标准化应用

朱艳

洮南市鸿盛水利水电建筑工程有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i10.5039

[摘要] 水利水电工程建设对结构的安全性、耐久性、抗渗性要求极高,而混凝土施工的标准规范性会直接影响工程整体质量。但目前水利水电工程混凝土施工过程中仍存在原材料质控不严、混凝土配合比不合理等问题,对水利水电工程后期的运行安全及使用寿命造成影响。本文结合水利水电施工特点,从原材料选用、拌和运输、浇筑振捣、养护管理等方面全面分析了混凝土施工技术的标准化应用要点,结合工程实例验证效果,并针对性提出相关优化措施,以期进一步提高混凝土施工技术的标准化应用水平,保障水利水电工程建设质量及运行安全。

[关键词] 混凝土施工; 施工技术; 水利水电工程; 标准化应用

中图分类号: TV544 文献标识码: A

Standardized Application of Concrete Construction Technology in Water Conservancy and Hydropower Projects

Yan Zhu

Taonan Hongsheng Water Conservancy and Hydropower Construction Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Water conservancy and hydropower projects impose extremely high requirements on structural safety, durability, and impermeability, and the standardization of concrete construction directly affects the overall quality of the project. However, problems such as inadequate quality control of raw materials and unreasonable concrete mix proportions still exist during the concrete construction process of water conservancy and hydropower projects, which may adversely affect the operational safety and service life of the projects. Based on the characteristics of water conservancy and hydropower construction, this paper comprehensively analyzes the key points of the standardized application of concrete construction technology from aspects including raw material selection, mixing and transportation, pouring and vibration, and curing management. The effectiveness of these measures is verified through engineering case studies, and corresponding optimization measures are proposed to further improve the level of standardized application of concrete construction technology, thereby ensuring the construction quality and operational safety of water conservancy and hydropower projects.

[Key words] Concrete Construction; Construction Technology; Water Conservancy and Hydropower Project; Standardized Application.

引言

水利水电工程多建设在河道、山谷等复杂地形区域,施工环境相对复杂,且建成运行后长期承受水压、冲刷、冻融、渗流等作用,在此情况下水利水电工程对混凝土各方面性能的要求要高于普通建筑工程^[1]。混凝土施工涉及的工序环节较多,一旦发生操作不规范都可能引发裂缝、渗漏等质量缺陷,对后续工程的运行安全造成严重影响。所以现阶段应加强重视混凝土施工过程,能够结合水利水电工程实际,把握混凝土施工技术的标准化应用要点,分析更具针对性、可行性的标准化技术应用方案,为水利水电工程的可持续建设发展提供有力保障。

1 混凝土施工标准化应用要点分析

1.1 原材料选用与检验标准化

一是水泥材料,优先选用强度42.5级及以上的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,而大体积混凝土施工区域则优先选择中热或低热水泥^[2]。水泥材料入场前需对出厂合格证、出厂检验报告进行严格审核,并对其安定性、强度、细度等参数指标进行检测,根据水泥的标号、批次、厂家将材料规范保存堆放,且堆放高度不超过10袋,底部垫高不低于30cm,墙面间距不小于20cm。在保存期间需加大防潮力度,保持良好通风,若三个月内未投入使用,需重新复检,合格后才能在施工中使用。

二是细骨料, 优先选用质地坚硬、颗粒洁净的天然中砂, 细度模数控制在2.3-3.7, 含泥量 $<3\%$, 泥块含量 $<1\%$ ^[3]。进入施工现场后按规格分区堆放, 为防止细骨料受潮影响含水率, 需在堆放区搭设防雨棚, 且不得将土、杂物等与细骨料混合堆放。

三是粗骨料, 优先选用5-25mm连续级配的碎石或卵石, 质地坚硬、级配良好, 含泥量 $<1\%$, 压碎指标满足设计强度要求, 同时尽量减少针片状颗粒的含量, 针片状颗粒含量 $<15\%$ 。进入施工现场前, 需逐批检测颗粒级配、含泥量等各项参数指标, 不合格的骨料不得进入现场, 入场后按粒径分级堆放, 为防止骨料与其他材料混合, 需提前设置隔离挡墙等措施。

四是拌和用水, 必须采用饮用水或经检测合格的地表水、地下水, 同时确保所选的拌和用水其pH值、可溶物、硫酸盐等指标符合要求, 不得选用工业废水、生活污水等^[4]。

五是外加剂, 优先选用高效减水剂、缓凝剂、引气剂等, 保证与水泥品种相适配。进入现场前需对外加剂的减水率、抗压强度等参数指标进行检测, 合格才可入场。掺合料如粉煤灰、矿粉等, 使用前需检测细度、烧失量、需水量比, 按规定比例掺加, 且需安排人员专职管理, 避免错加、漏加情况的发生。

1.2 配合比设计与现场控制标准化

混凝土配合比需由试验室通过试验确定, 不得凭借施工经验随便设计, 水利水电工程不同结构部位需单独设计专用配合比。配合比设计是需考虑强度、耐久性、和易性等原则, 水胶比根据设计强度、抗冻等级等参数指标设定, 常规水工混凝土控制在0.40-0.45, 在达到性能要求的情况下尽可能降低水胶比, 可进一步提高混凝土的强度、抗裂性能、抗渗性能等。砂率控制在33-36%, 这样可保证混凝土保持良好的流动性, 避免出现离析现象等情况, 为后续的浇筑振捣施工打好基础。

每立方米混凝土材料用量执行量化标准, 通常情况下水泥用量 $<380\text{kg}/\text{m}^3$, 用水量为 $160-180\text{kg}/\text{m}^3$, 外加剂需根据试验结果确定类型及掺量^[5]。针对大体积混凝土、水下混凝土等施工位置, 需制定专项配合比。配合比设计确定后, 应通知拌和站、施工队伍等相关部门人员知晓, 并予以公示。在现场施工过程中需按照配合比称重计量, 不得随意更改。为保证施工质量, 施工现场需安排人员每隔2h检测一次砂石骨料含水率, 雨天加密检测, 及时根据混凝土含水率调整骨料、水等用量, 确保坍落度达标。坍落度执行现场抽检, 其中常态混凝土坍落度为70-90mm, 泵送混凝土坍落度为120-160mm, 不符合标准要求的混凝土不能入仓。

1.3 拌和与运输过程标准化

按规范要求拌和站进行拌和作业, 定期对计量设备进行检查校验, 保证称量误差控制在允许范围内。在条件满足的情况下, 优选强制式搅拌机, 依据要求按顺序投料, 先加入粗细骨料, 干拌15s, 再加水泥、掺合料, 干拌15s, 最后加入水、外加剂溶液。总搅拌需 $>90\text{s}$, 掺入外加剂时延长至120s。搅拌期间由质检人员专职在旁监督, 对搅拌时间、坍落度等指标进行定期检查、记录, 若混凝土出现离析、结块等现象, 需即刻停止拌和, 排查原因,

不合格拌和料不得出料。

根据路况、运输距离、方量等条件选择合适的运输设备, 如长距离采用搅拌运输车, 短距离采用泵车、皮带机等, 保证运输时间 $<30\text{min}$ 。运输期间保持罐体低速转动, 提前查看路况, 做好措施, 避免出现急刹车等情况造成混凝土离析。到达施工现场后, 核对小票, 并对其坍落度进行检测, 对其外观进行检查, 各项无误后进行卸料, 同时要控制好流速进行卸料。

1.4 模板、钢筋与仓面准备标准化

模板施工时, 应选择钢模或高强覆膜竹胶板, 确保模板表面干净平整, 无任何破损变形问题。按设计要求确定模板安装的尺寸、标高、轴线位置等。支撑牢固, 拉杆、螺栓间距均匀, 紧固到位。浇筑前先对模板上存在的杂物、灰尘等进行清理, 避免对钢筋、混凝土接触面造成污染。仓面内淤泥、积水等也要及时清理干净, 在上述操作完成后需由专业人员检查, 验收合格后才能开盘浇筑。钢筋的规格、数量、间距等条件, 需根据施工图纸进行选择 and 施工, 保护层垫块强度、数量、布置满足标准化要求, 保证在浇筑施工期间不会出现位移、变形、露筋情况。

1.5 浇筑振捣作业标准化

混凝土浇筑振捣是混凝土施工关键工序, 需采取分层分段标准化作业模式, 不得出现随意浇筑、超高下料等情况, 且浇筑时保持连续、匀速。竖向结构如坝体、墙、柱采用分层浇筑, 每层浇筑厚度控制在30-50cm, 薄层均匀铺料, 这样可保证混凝土紧密, 充分填充各个细槽。浇筑顺序需遵循“由高到低、由远到近、先边角后中间”原则, 当仓面内落差 $>2\text{m}$ 时可使用溜管等设备下料, 减少混凝土出现离析现象^[6]。若浇筑过程中突发情况, 间歇时间不得超过混凝土初凝时间, 一旦超出则需按施工缝处理, 确保浇筑质量达标。

振捣作业标准化管埋时需对人员、位置、设备、参数等进行明确规定, 在无特殊要求的情况下选择插入式振捣器为主要设备, 平板振捣器辅助。遵循“快插慢拔”原则, 振捣棒垂直插入, 深入下层混凝土5-10cm, 确保上下层结合密实。振捣点均匀布置, 移动间距不得超过振捣器作用半径的1.2倍, 振动时间通常为20-30s, 以混凝土表面不再下沉、出现均匀浮浆、无气泡溢出为准, 严格控制振捣速度及次数, 防止出现过振、漏振等情况。另外, 针对止水片周边、钢筋密集区等较为特殊的区域, 可使用小直径振捣器进行振捣, 保证振捣质量。浇筑到顶后及时整平、收面、压光, 对表面泌水进行清理, 为后期养护管理工作的开展打好基础。

1.6 养护管理标准化

为提高混凝土耐久性、防裂性能、强度等参数指标, 保障水利水电工程整体运行安全稳定, 需加强养护管理力度, 执行标准化时间、标准化方式、标准化责任人制度^[7]。混凝土浇筑后12h内开展养护工作, 若遇高温天气、大风天气等情况, 需提前至6h。采取洒水、覆膜等方式保持混凝土表面湿润, 不得出现干湿交替。普通混凝土养护 $\geq 7\text{d}$, 掺外加剂或有抗渗等要求的混凝土养护 $\geq 14\text{d}$, 大坝、厂房等关键结构及大体积混凝土养护 $\geq 28\text{d}$ 。养

护管理期间需安排专职人员负责,根据实际情况定时洒水,高温天气每1-2h一次,夜间不间断,若天气温度偏低,还需增加防冻措施,确保混凝土内外温差在允许范围内,通常温度波动控制在5-30℃。在养护时间内,不得随意掀开覆盖层,不得随意在上方行走,保证养护过程连续、稳定,在养护结束后也要对混凝土强度等参数性能进行检测,强度未达到设计强度70%不可开展后续施工项目,以保证养护质量达标。

2 工程实例应用效果

某大型水利水电工程,主要建筑物为混凝土重力坝,最大坝高180m,对混凝土质量要求极高,本项目全面推行混凝土施工标准化管理。

首先,严格选用强度42.5级水泥、优质砂石料,规范对原材料入场进行检验,确保含泥量、针片状等指标全部达标。经试验室试验确定配合比,水胶比0.42,砂率36%,每立方米混凝土中水泥、水、砂、石的用料分别为350kg、175kg、680kg、1200kg,此配合比可更好地保证混凝土性能稳定。其次,施工现场采取分层浇筑方式,每层厚度控制在40cm左右,选用专业设备进行振捣,严控振捣次数、频率等,保证密实度达标。最后,根据本项目实际情况,开展28天混凝土养护管理工作,安排专职人员进行养护管理,做好洒水、保温、测量等工作,且全程记录。

实施标准化后,混凝土强度合格率达到99%以上,振捣密实度达95%,结构外观质量优良,未出现大面积裂缝与渗漏问题。经标准化养护后,水泥强度超设计要求的120%,让混凝土施工工期缩短15%,显著提高水利水电工程质量及效益。由此实践可证明,混凝土施工标准化在水利水电工程中适用性强,能够取得可靠明显的应用效果,进一步提升工程建设质量水平。

3 提升混凝土施工标准化水平的优化措施

为不断提升混凝土施工标准化水平,不断完善水利水电工程混凝土施工过程,还需积极采取实施更多优化措施。一是原材料全流程管控,应根据原材料的入场验收、抽检、堆放、施工使用等环节,制定全过程质量管控制度,明确各环节对应的规范标准,确保原材料性能稳定,做到不合格不进场、不检验不使用。二是制定专项措施,由于环境因素也会影响混凝土施工质量,需根

据季节与天气调整施工方案,如在高温天气下需缩短运输时长、加快浇筑,以及在养护工作开展时加大保湿力度;在低温天气下需采取保温、防风措施;在雨天下进行混凝土施工,需做好排水措施、定期检测含水率等,保证混凝土标准化施工在复杂环境下仍可执行。三是推行智能化管理,水利水电工程应积极引入自动计量、智能搅拌、温度监测、养护监控等技术手段,大幅度提高混凝土施工质量管理的智能化水平,精准配置资源,减少人为干预引发的施工误差,更好地保障混凝土施工质量,推动标准化向智能化升级。

4 结语

综上所述,混凝土施工技术标准化应用对提高水利水电工程建设质量及运行安全有重要作用。所以现阶段应对原材料、配合比、拌和运输、浇筑振捣、养护管理等全过程实施统一标准,减少施工不规范、质量通病多等问题的发生,保证混凝土强度、耐久性等指标达标,进一步提高水利水电工程建设质量。同时,还需对原材料管控、施工环境、施工技术等方面制定实施更多优化措施,推动混凝土施工标准化更加完善,为水利水电工程安全稳定运行提供坚实保障。

[参考文献]

- [1]代存胜.混凝土施工技术在水利水电施工中的应用[J].大众标准化,2025(8):50-52.
- [2]庞永波,李晶.水利水电工程混凝土施工关键技术研究[J].地下水,2024,46(5):316-317,322.
- [3]赵晓晖.混凝土施工技术在水利水电建设中的运用分析[J].石油工程建设,2023,45(2):100-102.
- [4]和玉亮.混凝土施工技术在水利水电施工中的实践探究[J].水上安全,2023(9):181-183.
- [5]徐嵩.试析混凝土施工技术在水利水电施工中的应用[J].科学技术创新,2019(7):91-92.
- [6]许国徽,罗石.水利水电施工混凝土施工技术实践应用[J].城镇建设,2025(18):253-255.
- [7]钱桂花.水利水电工程大体积混凝土施工控制技术研究[J].散装水泥,2024(4):56-58.