

水利水电工程施工中混凝土施工技术应用

郭 胜 郭俊鹏

浙江省第一水电建设集团股份有限公司 浙江杭州 310051

【摘 要】本研究旨在系统地探讨混凝土施工技术在水利水电工程中的应用,分析其在不同施工阶段的具体实施方法和效果评价。通过总结和分析典型工程案例,进一步了解当前混凝土施工技术的发展现状及其在实际工程中的应用效果。研究成果将为相关工程的设计和施工提供参考,并为进一步提升混凝土施工技术的应用水平提供理论依据和实践指导。此外,研究还将探索未来混凝土施工技术的发展方向,为实现更高效、更环保的施工工艺奠定基础。

【关键词】混凝土; 水利水电; 工程施工; 施工技术

随着社会经济的发展和城市化进程的加快,水利水电工程在促进经济发展、防洪抗灾和能源供给等方面发挥着重要作用。混凝土作为水利水电工程中的主要建筑材料,其施工技术的先进性和可靠性直接影响到工程的质量和安。混凝土施工技术的发展,不仅提高了工程建设的效率和质量,还为工程的长久使用提供了保障。因此,深入研究混凝土施工技术在水利水电工程中的应用具有重要的理论和实际意义。

1 混凝土施工技术的历史与发展

混凝土作为一种重要的建筑材料,其施工技术经历了漫长的发展历程。从古代罗马帝国的混凝土建筑开始,混凝土技术便展现出其卓越的性能和广泛的应用前景。最早期的混凝土施工技术较为简陋,多采用手工操作和自然养护。随着工业革命的到来,混凝土施工技术逐渐向机械化和自动化方向发展。19世纪末和20世纪初,水泥的发明和推广极大地推动了混凝土技术的发展,混凝土的应用范围迅速扩大。在20世纪中期,预拌混凝土和泵送技术的出现,使得混凝土施工效率和质量得到了显著提升^[1]。

进入21世纪,随着科学技术的不断进步,混凝土施工技术实现了多方面的创新和突破。例如,采用高性能混凝土(HPC)和自密实混凝土(SCC)大幅提高了结构的强度和耐久性。同时,数字化和信息化技术的应用,如BIM(建筑信息模型)技术和自动化施工设备,使得混凝土施工的精度和效率进一步提高。总之,混凝土施工技术在历史上经历了从简单到复杂、从手工操作到机械化和自动化的逐步演进,逐步发展成为一门高度专业化和精细化的工程技术。

2 相关理论与技术的研究现状

当前,混凝土施工技术研究集中在多个领域,涵盖了

基础理论研究和技术应用创新两个方面。在基础理论研究方面,学者们主要关注混凝土的力学性能、耐久性、以及在不同环境条件下的行为表现。这些研究包括混凝土在高温、低温、湿热、海洋环境等特殊条件下的性能变化,以及新型材料(如纳米材料、复合材料)在混凝土中的应用效果。此外,混凝土裂缝形成机理和控制技术也是当前研究的热点之一,通过对裂缝产生原因的深入分析,提出有效的预防和修复措施。

在技术应用创新方面,自动化和智能化施工技术研究备受关注。例如,自动化浇筑技术利用机器人和智能设备实现了混凝土施工的无人化操作,极大地提高了施工效率和安全性。混凝土配合比优化设计则通过先进的计算方法和实验手段,优化原材料的使用,提高混凝土的性能和经济性。随着绿色建筑理念的兴起,低碳和环保混凝土技术的研究也逐渐增多。例如,使用工业废料(如粉煤灰、矿渣等)替代部分水泥,减少碳排放;开发再生混凝土,实现资源的循环利用^[2]。

这些研究为混凝土施工技术的进步提供了坚实的理论支持和实际指导,推动了混凝土在现代建筑工程中的广泛应用和不断提升的质量要求。通过理论与实践的结合,混凝土施工技术正朝着更加高效、环保和智能化的方向发展,为建筑工程的可持续发展提供了重要保障。

3 混凝土材料与配合比

3.1 主要混凝土材料特性分析

混凝土的性能直接受到其主要原材料特性的影响,水泥是混凝土的胶凝材料,主要决定了混凝土的强度和耐久性。不同类型的水泥(如普通硅酸盐水泥、粉煤灰掺合水泥、高性能水泥等)具有不同的凝结性能和早期强度发展特性,决定了水泥的化学成分、水化性能和早期强度发

展,水泥细度影响水泥的反应活性和后期强度。骨料(如粗骨料和细骨料)的选择直接影响了混凝土的力学性能和耐久性能,包括其力学强度、抗冻融性能以及对化学侵蚀的抵抗能力,骨料的级配对混凝土的工作性、密实性和强度都有重要影响。混凝土中的掺合料(如粉煤灰、矿渣粉等)不仅可以改善混凝土的工作性能,还能减少混凝土的温度升高、收缩和裂缝的形成,适量添加纤维可以改善混凝土的抗拉强度和韧性。另外减水剂、促凝剂等外加剂可调节混凝土的流动性、凝结时间和强度发展,且温度、湿度等养护条件直接影响混凝土的强度发展和耐久性。

3.2 配合比设计与选择原则

混凝土的配合比设计是根据工程要求和原材料特性进行的,其目的是确保混凝土具有适当的工作性能、力学性能和耐久性能。配合比中水灰比是一个关键参数,直接影响混凝土的强度、密实性和耐久性。较低的水灰比通常意味着更高的强度和耐久性,但也可能导致施工性能的挑战,如搅拌困难和成型问题。在设计中需要平衡水灰比以满足工作性和最终强度要求。现代混凝土工程中,常采用高性能混凝土(HPC)和自密实混凝土(SCC)等特殊类型,其水灰比设计更为精细^[3]。

水泥的种类和品牌、骨料的级配和物理性质、掺合料的种类及含量等原材料的特性直接影响混凝土的性能。例如,选用高性能水泥和优质骨料能够显著提升混凝土的强度和耐久性。使用环境中的温度、湿度、化学腐蚀性等因素会影响混凝土的耐久性。根据不同的环境条件,可能需要调整配合比中的掺合料含量或添加抗裂纤维等措施来增强混凝土的适应性。配合比设计应在确保质量的前提下尽可能减少成本和资源消耗。通过精确计算和模拟技术,可以优化原材料使用,提高混凝土的效率和经济性。另外,现代配合比设计不再仅依赖于经验公式和试验数据,而是结合了数学模型和计算机仿真技术。这些技术能够更准确地预测混凝土的行为,并优化配合比以满足各种复杂工程要求。

4 混凝土施工工艺

4.1 施工前的准备工作

施工前的准备工作是确保混凝土施工顺利进行的重要环节,首先,需要对施工现场进行全面的勘察和清理,确保施工区域无障碍物,并做好地基的平整和加固工作。其次,施工前必须进行详细的施工方案设计,明确施工流程和技术要求,制定应急预案。此外,还需准备好所需的施工机械设备和工具,并对其进行检查和调试,确保设备处于良好状态。最后,施工人员需接受相关的技术培训和安

全教育,熟悉施工工艺和操作规程,确保各项准备工作到位,为施工的顺利开展打下坚实基础。

4.2 混凝土浇筑技术与方法

混凝土浇筑是施工过程中的关键环节,其技术与方法直接影响到工程质量和结构性能。首先,浇筑前需进行模板的搭设和固定,确保模板尺寸准确、接缝严密。浇筑过程中,需要按照设计要求分层进行,每层厚度应符合规范,避免一次性浇筑过厚,导致混凝土内部不均匀。振捣是混凝土浇筑中的重要步骤,通过机械振捣器或人工振捣,使混凝土内部的空气排出,确保其密实度和均匀性^[4]。对于大体积混凝土,还需采取分区分段浇筑的方法,防止因水化热引起的温度裂缝。最后,浇筑过程中需保持连续性,避免中途停歇,确保混凝土整体性和一致性。

4.3 混凝土养护技术

混凝土养护是保障其性能和耐久性的重要工艺,养护的目的是保持混凝土在硬化过程中的适宜湿度和温度,防止因失水过快导致的开裂和强度下降。常见的养护方法包括洒水养护、覆盖养护和喷洒养护剂等。洒水养护适用于气候干燥的环境,通过定时洒水保持混凝土表面湿润;覆盖养护则利用塑料薄膜、湿草袋等覆盖在混凝土表面,保持其湿度;喷洒养护剂是一种快捷的方法,通过喷洒养护剂在混凝土表面形成保护膜,减少水分蒸发。此外,针对冬季施工,还需采取保温养护措施,防止低温对混凝土早期强度的影响。养护时间通常需持续7天以上,具体时间根据环境条件和混凝土类型而定,确保其达到设计强度和性能要求。

5 施工中的质量控制与安全

5.1 施工质量控制要点

施工质量控制是确保混凝土工程质量的核心措施之一,一是必须严格执行混凝土配合比设计,确保每批混凝土原材料的质量符合标准,并按照设计要求进行配比。二是施工过程中应严格控制浇筑质量,包括浇筑工艺、振捣质量和分层浇筑的执行。然后,对混凝土浇筑后的外观质量进行检查,如表面平整度、孔洞和裂缝等,及时进行修补和处理。三是应定期对施工现场进行质量检查和验收,确保施工质量符合相关规范和标准,以提升工程的耐久性和安全性。四是要确保混凝土在浇筑过程中能够充分振实和排除内部空隙,避免出现空鼓、裂缝等质量问题。同时,要根据混凝土的种类和用途选择合适的浇筑方式,确保混凝土的均匀性和稳定性。五则是振捣,振捣属于混凝土浇筑过程中很关键的环节,振捣质量直接影响混凝土的密实性和强度。因此,对振捣设备的操作和振捣时间进行严格控

制,确保混凝土的质量符合设计要求。六是钢筋是混凝土承重结构的主要受力构件,其质量和安装质量直接影响混凝土结构的安全性和稳定性。因此,在施工过程中要对钢筋的质量进行检查和验收,并确保钢筋的正确安装位置和数量,避免出现钢筋错位或缺失等问题。最后,施工现场的环境对混凝土的质量也有很大影响,例如温度、湿度等环境因素会影响混凝土的凝固过程和强度发展。因此,在施工过程中要对环境因素进行监测和控制,确保混凝土的质量不受影响。

5.2 施工过程中的安全管理措施

施工过程中的安全管理是保障工程参与人员生命安全和减少事故发生的重要手段。首先,必须制定详细的安全施工方案和应急预案,明确各项作业的安全措施和应急处理流程。包括详细的施工流程、危险源识别和风险评估、安全控制措施、应急预案等内容。明确各种意外情况下的应急处理措施和责任人员,确保在事故发生时能够迅速、有效地应对。其次,对施工人员进行安全培训,包括操作技能培训(如起重机械操作、电气设备使用)、安全意识和应急处置训练,提高其安全防范意识和应变能力。第三,施工现场需设置明显的安全警示标志和隔离区域,在施工现场的危险区域和高风险作业区域设置明显的安全警示标志,警示施工人员注意安全。设立隔离区域,防止未经授权的人员和车辆进入危险区域,确保安全距离和作业区域的安全管理。此外,应配备必要的个人防护装备,如安全帽、安全鞋、手套等,确保每位施工人员在作业时都能正确佩戴和使用。严格执行施工现场的安全操作规程,制定详细的安全操作规程,包括设备操作、危险物品使用、施工作业流程等方面的安全措施和操作步骤。强化安全操作规程的执行力度,通过监督检查和安全培训等手段,确保施工人员严格按照规程执行。最后,定期进行安全检查和评估,发现并及时排除安全隐患,确保施工过程安全可控,还可定期组织安全会议或安全演练,提升安全管理水平和应急响应能力。

6 案例分析与应用

6.1 典型水利水电工程中的混凝土施工实例分析

在水利水电工程中,混凝土施工技术的应用是项目成功的关键因素之一,特别是在大型工程如三峡工程等中更显其重要性。以三峡工程为例,该工程是世界上最大的水利枢纽工程之一,混凝土施工量巨大,工艺复杂。施工过程中,采用了大量先进的混凝土技术,如大体积混凝土的浇筑与振捣技术、温控措施、以及高性能混凝土的应用。具体来说,三峡工程中采用了分区分层浇筑的方法,有效防

止了混凝土裂缝的产生。振捣技术则使用高频振捣器,不仅提高了混凝土的密实度,还有效地排除了混凝土内部的气泡,确保了结构的均匀性和强度。这种先进的振捣技术在大体积混凝土的施工中尤为重要,能够确保混凝土结构在长期使用中不会出现强度不均或者损伤的情况。此外,三峡工程还采用了自动化喷洒养护技术,通过设备精确控制混凝土的表面湿度和温度,提高了混凝土的早期强度和耐久性。这种技术不仅节省了人力资源,还减少了施工过程中的操作失误,有效地提升了施工效率和质量。

6.2 技术应用效果评价与分析

通过对典型工程的分析可以看出,先进的混凝土施工技术在应用中取得了显著的效果。首先,施工质量得到了显著提升,高性能混凝土的应用使得结构强度和耐久性大幅提高。其次,施工效率得到优化,通过自动化和机械化的施工方法,大大缩短了工期,降低了人力成本。再次,环境影响得以控制,特别是在温控和养护技术的应用下,有效减少了施工对周边环境的负面影响。此外,通过案例分析还发现,针对不同环境和条件,混凝土施工技术需要进行相应调整和优化,以达到最佳效果。例如,在寒冷地区的施工,必须采取保温措施以防止低温对混凝土性能的影响。总的来说,现代混凝土施工技术的应用不仅提升了工程质量和效率,还推动了水利水电工程的可持续发展,为未来类似项目提供了宝贵的经验和借鉴。

结束语:

混凝土作为水利水电工程中不可或缺的建筑材料,其施工技术的应用与发展对工程的安全性、经济性和可持续性具有重要影响。通过本文的研究与分析,深入探讨了混凝土施工技术在水利水电工程中的实际应用情况及其效果评价。未来,随着科技的不断进步和工程建设的需求变化,混凝土施工技术仍将面临新的挑战 and 机遇。需要进一步推动混凝土技术的创新,尤其是在材料科学、自动化施工和绿色环保方面的应用,以适应复杂多变的工程需求和环境要求。

参考文献:

- [1] 李彦华. 水利水电工程施工中混凝土施工技术应用分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(7): 3.
- [2] 赵晓晖. 混凝土施工技术在水利水电建设中的运用分析[J]. 石油化工建设, 2023, 45(2): 100-102.
- [3] 王媛. 混凝土施工技术在水利水电施工中的应用[J]. 散装水泥, 2023(3): 167-169.
- [4] 史陆元, 吴胜君, 史致超. 简析混凝土施工技术在水利水电施工中的运用[J]. 中国房地产业, 2022(3): 199-201.