

水闸工程中超薄型混凝土防渗墙施工技术的应用

黄森林

(博罗县显岗水库管理局, 广东 惠州 516100)

摘要 混凝土防渗墙施工技术包括泥浆槽灌注、槽板式、板桩灌注式等多种形式, 还具有高压喷射灌浆、振动沉模等多种新型工艺方法, 但在超薄型混凝土防渗墙施工方面尚未出现弯曲成熟的技术工艺。本文以某水闸工程为例, 结合混凝土防渗墙施工技术设计了超薄型混凝土防渗墙施工技术方案, 明确了各流程阶段的施工技术要点, 同时结合相关工程案例对新型工艺方法融合应用在水利工程中的实用效果进行了梳理, 旨在为相关人员提供参考。

关键词 水闸工程; 超薄型混凝土防渗墙; 高压喷射灌浆; 振动沉模

中图分类号: TV66

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)06-0043-03

混凝土防渗墙在水利工程防渗处理施工中具有成本适宜、结构稳固、施工工艺简单、效果优异等特点, 各类技术发展相对成熟。然而, 在特殊工况下, 工程单位需要在现场使用超薄型混凝土防渗墙技术解决水闸等渗漏问题, 存在水下深度大、防渗墙薄、塌孔概率高、成槽困难等各类问题, 现场施工环境相对复杂, 为保证施工质量, 工程单位需要在研究新型工艺技术的同时做好对各阶段工艺质量的把控, 避免因过程质量缺陷影响工程正常开展。

1 工程概况

某水闸重新工程中, 水闸共计 3 孔, 单孔 20m 净宽度, 闸底高程 -0.5m, 闸孔总过流宽度 60m。防渗墙施工需要在水闸进水方向开展, 临近翼墙面板边线 3.5m、底板前缘 1m 区域, 需要采用垂直超薄混凝土防渗墙开展施工, 墙体深度 22m、厚度 300mm, 底部深入相对不透水层。防渗墙设有 39 个槽段, 轴线长 293m, 各槽段长度约 6.5m~8m。

2 超薄型混凝土防渗墙施工技术

2.1 防渗墙施工流程

该水闸工程超薄混凝土防渗墙工艺流程主要涉及导墙施工、钻孔挖槽、清孔、混凝土灌注等施工内容。为保证施工质量, 本工程对施工所用泥浆配比进行了设计优化, 主要利用烧碱、CMC、膨润土等材料制作而成, 具有不超过 5% 的含砂率、20 以上的塑性指数以及 50% 以上的黏粒含量, 氧化铝、二氧化硅含量比约 3~4。为保证所配置泥浆效果达标, 施工前需要做好材料配比测试工作, 同时做好施工原料性能的研究分

析, 确保各方面指标合格后方可用于现场施工, 避免对成槽质量等造成影响^[1]。

2.2 导墙施工

针对导墙施工, 工程单位拟采用倒 L 型导墙, 导墙结构形式如图 1 所示, 应用该结构导墙能有效提升浇筑效率, 降低施工土方用量, 推进施工进度。

2.3 钻接头孔、下接头管

接口施工开展于挖槽施工之前, 为避免因接头连接不牢导致防渗墙出现渗漏崩塌等问题, 工程单位需要重视槽段接头施工质量, 严格结合各地层地质状况以及防渗墙深度相关设计参数开展施工, 本工程拟采用接头管形式开展槽段接头施工, 接头管结构形式为单节程度 14m 的两节焊接端, 壁厚为 10mm, 直径为 330mm^[2]。钻接头孔需要应用 SGZ-III 型钻机施工, 钻孔孔径 300mm 的, 一序槽成槽后根据设计深度要求利用振动锤将接头管振入指定位置。其中, 接头管相对钻孔孔径超出 30mm 的原因在于促使接头管紧密接触周边土体, 避免水下混凝土灌浆施工时对接头管与孔壁间隙造成污染。振拔要求为首次振拔 2m~3m, 后续间隔 0.5h 按照 0.5m 每次频率振拔至接头管彻底拔出, 具体时间需要结合混凝土浇筑时间、凝固时间、浇筑尺寸等共同控制^[3]。

2.4 成槽清孔

成槽施工可以借助薄壁防渗墙造墙机开展施工, 施工期间工作人员需要对成槽机进行参数调整, 确导向钻杆垂直度等参数满足施工质量要求, 在开槽施工期间需要严格控制设备, 基于小泵量、小冲程、满

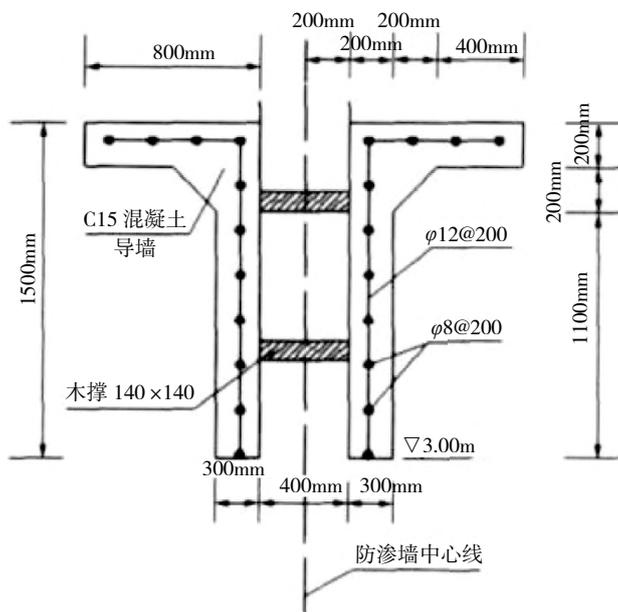


图1 导墙结构剖面图

进尺等原则开展施工,确保开槽段斜度等参数符合施工要求,并按施工设计方案控制施工深度^[4]。在成槽施工期间,为对地层进行破碎处理,施工人员通常需要联合应用成槽器冲击效果以及高速液体射流切割效果实现对地层的破碎处理。在地层冲击破碎处理期间,施工人员需要结合地层性质控制冲程高度,通常需要控制在1m~1.5m范围内,涉水成槽时需要设定不低于0.5MPa的泵压,同时也需要借助反循环泵对泥渣等进行处理。施工人员需要按照单双序号调打方式开展,同时需要确保间隔时间超出48h,泥浆补充需要持续在成槽施工阶段进行,应确保泥浆液面在槽内高度超出墙面0.3m以上,从而避免出现槽内孔壁失稳、塌孔等异常情况;此时,施工人员应持续关注成槽机垂直度,定期调整,避免槽壁垂直度存在较大偏差。针对清孔施工,工程单位可以采用泥浆置换法开展,具体可以利用高压泵、成槽器喷嘴开展施工,在针对双号槽段清孔作业期间,施工人员可以使用0.5MPa以上泵压、侧喷嘴对相邻单号槽段侧面冲洗,并借助钢丝刷对相邻槽段侧面冲刷清洗,有效清除槽段连接部位的泥渣、虚土;待清孔完成后,施工人员需要对孔内泥浆密度和含沙量进行检查,需确保前者低于 $1.3\text{g}/\text{cm}^3$ 而后者低于10%,应对孔底淤积厚度进行核实,避免超出100mm。

2.5 水下混凝土灌注

2.5.1 导管施工

水下混凝土灌注施工是水闸工程中的一项重难点工作,本工程拟采用直升导管法实现防渗墙混凝土的

浇筑,浇筑期间需使用3套导管,从而良好适应槽段尺寸。施工所用导管为150mm管径,通过法兰实现导管间连接,导管两端连接0.3m~1m长度的短管,导管间距低于3.5m,技术槽孔接头管间隔控制在1m~1.5m范围内,偶数槽孔导管两端与孔端间隔1m,特殊情况下(槽底高差0.25m以上)需在控制范围内最大限度降低导管位置,导管底部与槽底间隔应处于0.15m~0.25m范围内^[5]。

2.5.2 混凝土浇筑施工

本项目所应用混凝土为C25型,混凝土浇筑需要在清孔完成后4h内开展,待导管按要求安装完毕后进行混凝土浇筑工作,待配置的混凝土到位后,借助3根导管同步开展作业。施工人员需要严格按照要求对导管位置、安装方式进行调整,安装到位后需要在漏斗口调放由难题制作的隔水球塞,确保泥浆不会在浇筑期间混入混凝土之中;浇筑期间,施工人员需要将混凝土注入料斗后尖端隔水球塞铁线,利用导管输送混凝土至孔底,为避免影响施工质量,现场需要按照间隔时间不超过30min的标准开展连续浇灌作业,确保每小时混凝土上升高度不低于2m,浇筑期间应持续抬升导管。施工人员需要对混凝土灌注速度合理控制,应充分考虑导管中混凝土引发的高压气囊问题,导管埋入混凝土深度应持续调整,避免埋深超出6m或埋深过浅等,3根导管拆卸尺寸需要保持一致,特殊情况下也需要对导管底口高差进行严格把控,避免超出2m,同时确保槽孔内混凝土高差在0.5m内。此外,为确保

后续混凝土的顺序浇筑, 施工人员需要基于设计要求增加 50cm 浇筑高度, 并在浇筑后保留 20cm, 确保后续混凝土的有效结合。

2.6 施工技术难点

槽孔坍塌是超薄混凝土防渗墙施工需要重点关注的难点问题, 为提升槽孔稳定性, 施工人员需要严格控制泥浆配比, 合理应用优质膨润土、增黏剂等材料, 确保泥浆密度等参数符合施工要。针对钻孔施工, 施工人员需要结合地层勘探数据对钻孔参数进行调整, 及时准备补漏材料以应对漏浆等突发状况, 针对大面积塌孔问题通过注入 20% 水泥的优质粘土材料进行回填处理, 待塌孔区域填土沉积密实后再次钻孔施工。针对漏浆问题, 施工人员采取平抛黏土方式处理堵漏时可以应用锯末或增加泥浆比重; 对于松散地层区域, 应严格控制造孔速度, 做好漏浆、塌孔预防工作; 对于存在严重漏失问题的地层需要借助速凝水泥等材料处理, 特殊情况下需要回填槽孔, 后续再开展相应施工。

3 超薄型混凝土防渗墙施工新技术在水利工程中的应用

3.1 组合防渗施工技术

高喷(高压喷射灌浆)防渗墙是传统防渗施工技术, 相对振动沉模技术具有能够深入基于相对不透水层的技术优势, 但存在施工成本较高的问题, 在防渗墙施工时可以将该技术与振动沉模技术融合应用, 将振动沉模用于 20m 深度范围内的施工, 将 20m 深度范围外以及深入基岩相对不透水层的区域使用高喷灌浆技术开展施工, 能够有效保证施工质量并控制施工成本。

3.1.1 振动沉模工作原理

振动沉模技术在超薄混凝土防渗墙施工中需要应用压模与注浆两大系统开展施工, 常用的施工形式为双模板振动沉模。在施工阶段, 假设双模板分别为 A 模板和 B 模板, 具体施工工序为借助振动锤将 A 沉入设计深度, 将 B 紧挨着 A 沉入设计土层, 往 A 内灌浆并将其振动提升, 沿防渗轴线前移步履式桩机实现对 A 的再次压入, 按照对 A 目标的灌浆、振动提升、压入工序处理 B 目标, 通过往复循环施工实现对防渗墙的灌注。在施工期间, 振动沉模所形成的高频振动会在水平方向造成一定影响, 振动能量可能导致高能泥浆侵入问题, 针对此类问题需要做好严密的防护工作, 避免砂浆槽遭受泥浆入侵。

3.1.2 高压喷射灌浆工作原理

该技术通过钻机钻孔, 并注浆管沉入设计深度后, 利用特制喷嘴发生高速射流对土体进行切割冲击, 通

过高压射流带来的强烈扰动实现对结构的掺搅处理, 最终能够凝结出连续的防渗结构, 实现对原始地层结构的优化改进, 有效提升原始地基的防渗性能。在现场施工阶段, 施工人员需要严格控制高压喷射灌浆工序, 首先需要结合设计要求开展灌浆试验工作, 确保各施工参数符合质量要求, 确认灌浆参数后应结合施工设计方案对桩位进行测量定位, 确认无误后方可进行钻孔、喷射管装设、灌浆喷射等一系列施工, 最终完成封孔。

3.2 应用案例

七里坡水库大坝防渗施工项目中, 工程单位针对坝基及坝体下方 12.5m 区域进行了高压喷射灌浆处理, 上部的 20m 区域利用振动沉模施工技术处理形成了能够有效解决坝体和坝基渗漏问题的防渗墙, 后续在围井钻孔试验中发现, 施工建设的防渗墙具备较高的密实度和连续完整性, 在渗透系数和抗压强度等方面均符合设计要求, 具有良好的加固和防渗作用。福建省亚湖水库大坝项目中, 工程单位积极引进振动沉模技术联合高压喷射灌浆技术对坝体、坝基渗漏问题进行了处理, 所建设的超薄混凝土防渗墙在 8 年的持续运行过程中维持良好的防渗效果, 有效解决了水库大坝存在的渗漏缺陷。

4 结语

综上所述, 超薄混凝土防渗墙施工技术对于解决水闸等存在复杂水压、水位变化的工程基础部位具有良好的防渗处理效果, 为保证防渗墙工程质量, 工程单位需要对各流程施工质量进行严格控制, 严格把控泥浆配比参数、结合施工地层调整钻孔参数, 有效规避塌孔、漏浆等技术问题。为持续提升超薄混凝土防渗墙施工质量, 工程单位需要对各类技术深入研究, 通过多种技术联合应用的方式解决施工效率、成本、质量等方面的难题, 持续提升水利工程技术水平。

参考文献:

- [1] 刘江. 超薄型混凝土防渗墙施工技术在水利中的应用[J]. 水利技术监督, 2023(02):260-263.
- [2] 秦根. 水利水电工程建筑中混凝土防渗墙施工技术的运用[J]. 居舍, 2021(18):69-70.
- [3] 韩佳梅. 水利水电工程建筑中混凝土防渗墙施工技术的运用[J]. 工程技术研究, 2019,04(16):115-116.
- [4] 朱涵. 浅谈砂质地基闸、泵站超薄砼防渗墙施工技术[J]. 中国设备工程, 2020(02):218-220.
- [5] 杜建伟. 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术要点[J]. 建筑技术开发, 2019,46(13):39-40.