

混凝土防渗墙施工技术在福建省龙海市 西溪水闸除险加固工程的应用

张勇斌

漳州市龙海区紫泥海堤工作站

DOI: 10.12238/ems.v6i10.9269

[摘要] 混凝土防渗墙是用专门的机械设备沿着地下基础开挖出一条具有一定宽度与深度的沟槽,同时周边采用泥浆护壁,在沟槽上部设置一定深度的钢筋笼作为构造筋,并运用导管法在泥浆中浇筑混凝土,筑成一个单元槽段,后续再依照一定的顺序依次施工,再以某种接头方法连接成一道地下的钢筋混凝土连续墙。混凝土防渗墙施工技术具有施工时震动小,噪音低,对周围环境影响小,墙体刚度大,防渗性能好等特点,能适应各种复杂的施工环境和多种地基条件,同时又占地少、工效高、工期短、质量可靠、经济效益高。因此水利工程中已经普遍应用。本文针对混凝土防渗墙施工工艺和难点以及在福建省龙海市西溪水闸除险加固工程中的应用进行了探讨。

[关键词] 混凝土防渗墙; 施工技术; 施工工艺; 应用

Application of concrete anti-seepage wall construction technology in the reinforcement project of Xixi sluice in Longhai City, Fujian Province

Zhang Yongbin

Zini Seawall Workstation, Longhai District

[Abstract] A concrete anti-seepage wall is a trench excavated along the underground foundation with a certain width and depth using specialized mechanical equipment. The surrounding area is protected by mud, and a steel cage with a certain depth is set at the top of the trench as a structural reinforcement. The concrete is poured into the mud using the conduit method to form a unit trench section, which is then constructed in a certain order and connected to form an underground reinforced concrete continuous wall using a certain joint method. The construction technology of concrete anti-seepage walls has the characteristics of low vibration, low noise, minimal impact on the surrounding environment, high wall stiffness, and good anti-seepage performance during construction. It can adapt to various complex construction environments and various foundation conditions, while occupying less land, high efficiency, short construction period, reliable quality, and high economic benefits. Therefore, it has been widely used in hydraulic engineering. This article discusses the construction technology and difficulties of concrete anti-seepage walls, as well as their application in the reinforcement project of Xixi Sluice in Longhai City, Fujian Province.

[Keywords] concrete impermeable wall; Construction technology; Construction technology; Application.

一、工程概况

西溪水闸是福建省大(一)型水闸工程之一,是九龙江西溪水系重要的水利枢纽工程。水闸始建于1967年1月,1970年6月竣工,集引水、蓄水、防洪、排涝、挡潮、交通、通航等多种功能于一体。工程建成后发挥了巨大的工程效益,对当地社会经济发展和社会稳定有着至关重要的作用。

西溪水闸采用水闸主体重建的加固处理方案。水闸闸址布置在九龙江西溪下游主河道上,采用拦河水闸作为水闸主

体重建的坝型,拦河闸采用宽顶堰泄洪,平板钢闸门,液压启闭的型式。水闸共设27孔闸孔,单孔净宽14米,闸室底板高程为-1.00m,闸顶高程11.00米,过流总净宽378m,水闸段总宽度453.4m;水闸消能型式采用底流消能,消力池段设置分区消能,中间13孔为先启孔,两侧各7孔为后启孔。水闸设计洪水标准为50年一遇,校核洪水标准200年一遇,防潮标准100年一遇,工程等别为I等。

西溪水闸在闸室上下游齿墙各布置一道C30的钢筋混凝

土防渗墙,形成一道垂直防渗帷幕,轴线长449.4m,墙厚600mm,采用抓取法分槽段施工,即在每槽段(每槽段长5.0m)内用抓斗成槽机抓去导孔间的土体形成槽段,泥浆固壁,上部配置3m的钢筋笼作为构造筋,再下导管自下而上浇筑混凝土。

二、混凝土防渗墙施工工艺

1. 施工准备

(一)根据批准的设计图纸及招标文件编制施工组织设计,选择合适的施工机械设备,并及时向监理单位报验。

(二)施工现场三通一平,根据工艺流程以及现场文明施工情况,合理分配作业区域,合理规划成槽机、吊车、土方车、混凝土罐车等机械设备的施工路线,充分利用好现场场地。

(三)合理规划施工用水、电的管线布置,以便于保证安全生产、符合文明施工等原则。

(四)根据施工工艺特点合理安排组织相关专业工种的工人进场施工,提前解决人员食宿。

(五)机械设备进场,按照规划区域进行就位摆放,大型设备组装检修。

2. 导墙施工

导墙是控制混凝土防渗墙各项指标的基准,它起着支护槽口土体,承受地面荷载和稳定泥浆液面的作用。对于地质情况比较好的地方,可以直接施作导墙,对于松散层可通过地表注浆进行地基加固及防渗堵漏。

(一)导墙形式

根据现场地质情况,本工程采用“Γ”形C20现浇钢筋混凝土导墙形式,导墙顶面标高根据地质条件的不同和地面坡度的影响设置在-1.9m至-2.1m高程之间,导墙翼面置于上部的人工填砂层上,为保证两侧导墙能紧贴地面并在地下连续墙施工前和施工中不产生内挤,导墙翼面宽度设计为1.3m、墙厚0.2m、导墙深度1.6m,导墙顶面高出地面0.2m,防止周围的散水流入槽段内,污染泥浆。导墙的净距为地下连续墙设计厚度加100mm的施工余量。模板拆除后,沿其纵向每隔6米加设一道5*5cm方木做内支撑,将两片导墙支撑起来。导墙分段施工,在平面上导墙施工接头与地下连续墙接头错开。导墙主筋用Φ10螺纹钢,钢筋间距按200mm排列,水平钢筋置于内侧采用Φ10螺纹钢,钢筋间距按200mm排列。

(二)导墙施工质量控制

(1)轴线控制。轴线必须经过测量仪器精准测量,开挖、绑扎钢筋、支立模板以及砼浇筑完成后都必须严控把关,反复校准测量。轴线的准确性直接关系到混凝土防渗墙是否侵入主体结构,根据混凝土防渗墙施工技术规范要求,需吊放钢筋笼的防渗墙,其导墙内墙面宜与防渗墙轴线重合,其允许偏差±10mm。

(2)尺寸控制。为保证成槽机顺利下放抓斗开挖槽段,根据混凝土防渗墙施工技术规范要求,导墙内侧间距宜比防渗墙厚度大50-200mm。

(3)垂直度控制。导墙的垂直度控制直接关系到地下连续墙的成槽质量,根据混凝土防渗墙施工技术规范要求,导墙内墙面应竖直。

3. 泥浆制备与管理

(一)泥浆的作用

(1)防止槽壁坍塌:泥浆从槽壁表面向土层内渗透到一定范围就粘附在土颗粒上,在槽壁上形成的泥皮(不透水膜),使得泥浆的静水压力有效地作用在槽壁上,防止槽壁的剥落和坍塌。

(2)悬浮土渣:如果不能迅速排掉在挖槽过程中形成的土渣,会使泥浆的阻力增大,降低挖槽效果,混凝土质量下降,钢筋笼也难以插入。科学地调制泥浆,可使土渣悬浮,通过泥浆循环将其携带出地面。

(二)泥浆池设计

泥浆池根据成槽施工和泥浆循环与再生的需要,结合现场实际情况设置1个泥浆池。泥浆池按储浆、循环、沉淀池组合合格设置,分别为8m*4.8m、8m*4.8m、8m*9.6m,深均为3m(露出地面1m)。泥浆池底板采用厚100mm,C30混凝土;池体采用“拉森”钢板桩围封。在造浆池上设置泥浆搅拌机配套设施。

(三)泥浆的制备

泥浆搅拌采用2台高速回转式搅拌机。按配合比在搅拌筒内加水,加膨润土,搅拌3分钟后,放入储浆池内,待24小时后,膨润土颗粒充分水化膨胀,即可泵入循环池,以备使用。

(四)泥浆的使用和循环

(1)在挖槽过程中,泥浆由循环池通过管道注入开挖槽段,边开挖边注入,保持泥浆液面距离导墙面0.2m左右。

(2)入岩和清槽过程中,采用泵吸反循环,泥浆由循环池泵入槽内,槽内泥浆抽到沉淀池,以物理处理后,返回循环池。

(3)水下混凝土灌注过程中,上部泥浆返回沉淀池,而混凝土顶面以上4米内的泥浆当成废浆,废弃不用。

(五)泥浆的质量管理

(1)泥浆制作所用原料符合技术性能要求,制备时符合制备的配合比。

(2)泥浆制作中每班进行二次质量指标检测,新拌泥浆应存放24小时后方可使用,补充泥浆时须不断用泥浆泵搅拌。

(3)混凝土置换出的泥浆,应进行净化调整到需要的指标,与新鲜泥浆混合循环使用,不可调净的泥浆排放到废浆池,用运输车辆运输出场。

4. 成槽施工

(一)槽段划分

本工程上下游各设置一道防渗墙,每道防渗墙设计划分为74个槽段,每个槽段长度均为6m。单元槽段划分好后,挖槽分两期槽跳挖施工,即先施工一期槽,再施工二期槽,奇数槽段为一期槽,偶数槽段为二期槽,一、二期槽之间采用接头管连接施工。

(二)成槽机械的选择

根据水闸区域的地质情况,本工程采用2台抓斗最大张开幅度2.8m的液压抓斗成槽机进行槽孔的开挖工作,并配以自卸汽车运至临时渣土堆场。

(三)槽孔开挖

挖孔成槽是混凝土防渗墙施工中的关键工序,挖槽精度是保证混凝土防渗墙施工质量的关键之一,特别是垂直度,必须保证设计要求。本工程槽孔开挖时成槽机抓斗闭斗下放,

开挖时再张开,每斗进尺深度控制在0.3m左右,上、下抓斗时缓慢进行,避免形成涡流冲刷槽壁,引起坍方,同时在槽孔混凝土未灌注之前重型机械严禁在槽孔附近行走。在挖槽中通过成槽机上的垂直度检测仪表显示的成槽垂直度情况,及时调整抓斗的垂直度,确保垂直度达到设计要求;在成槽过程中同时向槽内补充泥浆,保证槽内泥浆面不低于导墙顶面以下0.3米,以利于槽内稳定,直至槽段深度和终孔条件满足设计要求,并且槽底大致平整。

成槽作业完成后,为提高混凝土防渗墙的承载力和抗渗能力,提高成墙质量,采用新制膨润土泥浆对槽孔进行彻底清孔换浆,对于二期槽孔清孔换浆前用钻头刷子对一期槽孔接头混凝土进行洗刷,以钻头刷子不带泥屑、孔底淤积不再增加为清孔结束标准。清孔结束后,采用专用器具、仪器协同验收小组对槽孔进行全面验收,各项指标均满足设计要求后,在槽孔验收合格后4个小时内采用“泥浆下直升导管”法浇筑混凝土。

(四) 接头形式及施工

本工程接头形式采用拔管套接的方法来处理,接头管采用圆形,直径560mm,管身壁厚20mm,管长10m。这种方法的优点是占地面积小、起拔能力大、接缝质量好、接触面光滑、接缝紧密、孔斜易控制、搭接有保证等优点,利于二期槽接头孔的洗刷,具有工效高、成本低的特点。

(1) 接头管的下放

在完成的一期槽孔浇筑前,在其端孔处下入接头管,本工程施工中运用一台履带式起重机配合接头管下放,下放过程中接头管缓慢下管并根据孔深进行搭接直至下管到孔底,接头管下放完成后,使用起拔机上下反复拔、放几次。

(2) 接头管的起拔

接头管的起拔施工应把控好起拔时机,其关键点是掌握住混凝土的脱管龄期。起拔早了混凝土未初凝,会造成孔壁坍塌,无法成孔;起拔时间晚了,混凝土对接头管固结力增加,容易造成起拔困难发生“铸管”事故,危及孔口的安全;终凝后再起拔的做法要坚决禁止。本工程一个槽孔混凝土浇筑时间约为9小时,在混凝土浇筑开始的3小时起,利用液压拔管机对接头管旋转半圈并提升20cm左右,然后在接头自重的情况下自由下落,之后每半小时重复一次。待浇筑完成5小时后,利用液压拔管机按照一定的速度逐步起拔接头管。

接头管拔管结束后,验收小组的工作人员立即对孔深进行测量,以检查孔的淤积情况,对淤积较大的槽孔进行清淤工作。

(五) 钢筋笼的制作及吊装

(1) 钢筋笼平台施工

本工程钢筋笼平台采用10号槽钢焊接,平台底层采用素混凝土铺平,比场地中硬地坪高出100mm,平台标高用水准仪校正,钢筋笼平台放样用经纬仪,以保证钢筋笼平台四个角均为直角。

(2) 钢筋笼的制作

本工程钢筋加工按以下顺序:先铺设水平 $\phi 12$ 横筋,再铺设 $\phi 16$ 竖向纵筋,并焊接牢固,焊接底层保护层钢板垫块,然后焊接中间桁架,再焊接上层纵向筋中间联结筋和面层横向筋,然后焊接锁边筋和吊筋,吊筋与主筋之间采用10d搭

接焊。为保证钢筋网的保护层厚度符合要求(不少于75mm),在钢筋网外侧面焊上足够数量的定位件。

(3) 钢筋笼的吊装

为了不使钢筋笼在起吊时产生很大的弯曲变形,本工程在施工时由一台100t履带起重机配合一台50t履带起重机整体一次吊装,采用六点吊装,吊点位置设置在桁架筋上,事先进行检算,其中一钩吊住顶部,一钩吊住中间部位吊起,先使钢筋笼离开地面一定尺寸,然后主吊机升高,辅吊机配合使钢筋笼底端不接触或冲撞地面,直至主吊机将钢筋笼垂直吊起,这时由主吊机吊着钢筋笼运输、入槽、就位,在吊离焊接平台的水平移动过程中,钢筋笼在起吊及行走过程中应小心,慢速平稳操作同时在钢筋笼下端系上拽引绳以人力操纵,防止钢筋笼抖动而造成槽壁坍塌以及钢筋笼自身产生不可恢复的变形。最后,用槽钢横担于导墙上将钢筋笼吊住,稳定在设计标高位置,其安放后允许误差:钢筋笼标高:±10mm 钢筋笼中心位置:±30mm。钢筋笼吊放就位后应及时浇筑混凝土,间隔不宜超过4小时。

(六) 墙体水下混凝土浇筑

本工程混凝土浇筑采用直升导管法,使用两根 $\phi 300$ mm钢制导管,对称进行砼浇筑,导管安装间距3m。导管标准管节长度为3m,调节管节长度为1m和1.5m,管端用粗丝扣连接并以环状橡胶圈密封,管接头外部要光滑,防止导管上拔挂住钢筋笼。开始浇筑前,导管用吊车吊入槽中连接。导管底离槽底距离控制在0.4m左右。混凝土强度等级采用C30W4商品砼,掺加缓凝型高效减水剂和粉煤灰。

混凝土浇注采用吊车吊住混凝土料斗,通过混凝土料斗提升导管。混凝土上料利用混凝土运输车直接送入料斗浇注。浇筑前在导管内置入一篮球作为隔离塞球,避免混凝土和泥浆混合。浇注过程中,导管始终埋入混凝土中2~4m,最小埋深不得小于1.5m,每隔20min用测绳测量一次混凝土面上升高度,槽孔内混凝土面上升至槽口时,采用泥浆泵抽出浓浆,并提升导管,减小埋深,增加混凝土的冲击力,直至混凝土顶面超出设计墙顶标高0.5m,即可停止浇筑,拔出导管。

5. 槽孔坍塌的预防和处理

为防止发生槽孔坍塌的现象,提升、下落抓斗、和放钢筋笼时保持垂直上下,严格控制晃动幅度,避免碰撞孔壁;抓取中及时添加泥浆,使其高于孔外水位;遇流砂、松散土层等,适当加大泥浆密度,不要使进尺过快。轻度坍孔时,加大泥浆密度和提高水位;严重坍孔时,用粘土和片石投入,并使用水泥搅拌桩对槽孔两侧土体进行加固,待孔壁稳定后采用低速抓取。

三、结束语

本工程混凝土防渗墙施工中,槽孔终孔质量控制和墙体成墙质量控制是重点和难点,施工中可能存在多种风险,为确保整体质量,必须做好全过程的质量检查。

【参考文献】

- [1] 中华人民共和国水利行业标准 SL174-2014 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范
- [2] 西溪水闸混凝土防渗墙施工方案
- [3] 夏中伏 田彬 魏富先 蔡海燕, 浅谈混凝土防渗墙接头孔“拔管”法施工