

水利工程中混凝土防渗墙施工技术浅析

郭 祎

河南禹宏实业有限公司 河南郑州 450000

摘 要: 水利建筑工程中混凝土防渗墙具有极高的可靠性,应用越来越广泛,因此应设计更优秀的施工方案,加强防渗墙性能。现综合已有研究成果,研究应用于水利建筑工程中的混凝土防渗墙施工技术,以实现该技术的创新与突破。在各种水利建筑工程中,防渗墙是一个重要的施工项目,设计一种混凝土防渗墙施工技术,实现了混凝土防渗墙各施工环节的详细设计,取得了一定研究成果。对于混凝土防渗墙施工技术的发展有一定参考意义。

关键词: 水利工程;混凝土;防渗墙;施工技术

Analysis on construction technology of concrete cutoff wall in hydraulic engineering

Yi Guo

Henan Yuhong Industrial Co., LTD. Henan Province Zhengzhou 450000

Abstract: In hydraulic engineering construction, concrete impermeable walls have extremely high reliability and are becoming more and more widely used. Therefore, it is necessary to design better construction schemes and strengthen the impermeable wall performance. Based on existing research, this paper studies the construction technology of concrete impermeable walls applied in hydraulic engineering construction to achieve innovation and breakthroughs in this technology. Impermeable walls are an important construction project in various hydraulic engineering projects. The paper designs a construction technology for concrete impermeable walls, realizes detailed design of each construction stage, and achieves certain research results. This has certain reference significance for the development of concrete impermeable wall construction technology.

Keywords: Water conservancy engineering; Concrete; Cutoff wall; Construction technology

引言

结合工程实际及渗漏病害勘察结果,主要提出混凝土防渗墙、帷幕灌浆、高压喷射灌浆等加固方案。其中,防渗墙方案主要在造孔完整的槽孔及接头可靠情况下进行混凝土浇筑,且在浇筑施工过程中,因浆液的渗透和泥皮的存在,形成一定厚度的隔水层;施工工艺及质量检验技术相对成熟,性能可靠,防渗效果较好。在当前水利水电工程土石坝体及坝基加固中,混凝土防渗墙技术应用广泛,且防渗墙厚度最小可以达到20~30cm,造价方面也具有明显优势。

一、做好混凝土防渗墙施工技术的意义

当地材料坝具有因地制宜、就地取材的特点,因此,在我国水利工程建设中得到了很大的发展。作为水库大坝的核心,防渗材料的选择至关重要,常见的是以黏性土作为防渗材料,在投资费用上一般占有明显的优势。但当黏土料缺乏时,替代防渗材料的选择将直接影响坝型的选择,继而影响工程投资和效益。当建库区缺乏天然防渗土料时,一般需要考虑常规混凝土防渗材料进行替代,但其适应变形的能力较差,对坝基处理要求高,因此影响坝型

选择,阻碍了当地筑坝材料的有效利用。沥青混凝土作为近年来发展较快的坝体防渗材料,表现出抗渗能力强,延展性好,适应变形能力强,对地基要求不高,具有较好的耐久性及自愈能力等特点,能够解决防渗土料缺乏地区土石坝选坝难题。但其全面推广仍然需要开展具有地区材料和环境适应性的针对性研究。研究云南高寒高海拔地区坝基深覆盖层建坝和防渗土料缺乏问题;在新疆地区下坂地水库,在西藏地区旁多水利枢纽分别开展了沥青混凝土心墙坝当地适应性的研究,取得了良好效果。依托尕干水库工程,对碾压式沥青混凝土心墙砂砾石坝的建坝条件、坝体设计、骨料选择、沥青混凝土配合比技术参数对比选择、现场摊铺试验验证等进行了研究,在满足工程实际的同时,以期为高海拔地区沥青混凝土心墙坝工程建设提供参考。通过对坝址区地质和建坝材料分析,开展了当地材料沥青混凝土骨料的配合比试验比对研究和现场摊铺取芯验证,从理论和实践上论证了防渗材料在当地的适用性,研究成果达到了设计预期,有效地解决了青海高原地区沥青混凝土骨料的选择和配合比设计问题,论证了岩石破碎料与天然砂砾石料参配的可行性。同时,能解决对环保要求高的青海高海拔草原地区土石坝防渗土料选择和开采问

题, 利于沥青混凝土防渗土石坝的应用和选型, 取得了良好工程实施效果, 对青海地区水库建设有一定借鉴和参考意义。

二、水利工程防渗墙施工分类

1) 作为接地式防渗墙, 基岩的准确鉴定尤为关键, 这将直接决定防渗墙墙深及防渗效果; 采用钻凿法施工时, 因施工中岩芯采取受限, 基岩面的准确鉴定将受到一定的限制。这就要求防渗墙施工前, 必须采取相应的措施取得较准确的基岩位置数据。2) 塑性混凝土防渗墙具有较低的弹性模量, 良好的抗渗性能, 水泥用量少, 造价相对较低且施工工艺不复杂。由于塑性混凝土具有较大的扩散度, 和易性好, 大大减少了混凝土浇筑中的堵管现象的发生。3) 帷幕灌浆施工方式中, 循环式灌浆与纯压式灌浆的优劣, 一直都是灌浆行业内争论的焦点。化念水库采用了循环式灌浆, 可为循环式灌浆与纯压式灌浆的异同提供资料依据。建议在防渗墙修筑过程中, 严格按照技术流程实施, 并控制混凝土浇筑施工工艺及参数, 及时整理和分析防渗墙体质量检查和试验数据, 为水库工程持续安全运行奠定良好基础。

三、水利工程中混凝土防渗墙施工技术要点

3.1 墙体设计

为了进一步改善防渗效果, 二期回水工程在防渗帷幕下游增设混凝土防渗墙接帷幕灌浆, 以改善防渗效果。但当地气温年变幅很大, 混凝土防渗墙的温度应力变化可能使混凝土结构发生裂缝, 从而失去防渗效果。因此, 将对混凝土防渗墙采用不同墙体材料时受温度荷载作用墙体应力分布情况及对墙体结构的影响进行研究分析。目前防渗墙材料常用的有刚性混凝土和塑性混凝土, 刚性混凝土弹性模量高、允许比降大; 塑性混凝土强度低、弹性模量低、极限变形大, 能与周围地基协调变形。该工程防渗墙浇筑于弹性模量较大、变形较小的黑云母花岗岩中, 就适应性来讲两种防渗材料均可。但工程地处高纬度, 属于严寒地区, 年内最大温差可达 80°C , 而防渗墙面积较大, 长度较长, 需进行防渗墙温度应力计算分析, 以确定墙体材料及温度应力对墙体的影响。

3.2 混凝土原材料

拌制混凝土的水泥根据设计要求选用强度等级为42.5的普通硅酸盐水泥。根据送检报告, 使用的水泥强度高于标

准值, 各种物理力学性能均符合设计及规范要求。采用化念罗里河河沙, 砂的细度模数为2.9, 为中砂。碎石采用新平县杨武石场生产 $2.36\sim 31.5\text{mm}$ 级配碎石, 级配符合设计要求。膨润土选择福林膨润土厂生产的膨润土。减水剂选择昆明西山仟禧混凝土外加剂厂生产的QX-A型高效缓凝减水剂, 可有效改善混凝土的和易性、提高混凝土流动性。引气剂采用昆明西山仟禧混凝土外加剂厂生产的DH9, 加入引气剂, 以提高混凝土的抗渗性及耐久性。

3.3 控制混凝土配合比

结合现场施工及所取芯样情况, 在控制水泥用量的条件下, 可以调整砂率和膨润土掺量来实现塑性混凝土低弹低强的性能和满足现场施工需要。在原材料一定时, 塑性混凝土性能主要与水胶比、膨润土掺量和砂率有关, 应根据普通混凝土设计规程, 考虑水胶比、膨润土掺量和砂率3种因素影响, 进行塑性混凝土配合比设计, 同时宜适当选用减水剂、引气剂。综合相关试验研究成果, 对围堰防渗墙低弹低强塑性混凝土配合比设计, 提出如下建议。

(1) 水泥用量。土石围堰塑性混凝土水泥用量基本在 $210\sim 240\text{kg}/\text{m}^3$ 间, 并主要取决于当地骨料质量情况。(2) 水胶比及用水量。主要在满足混凝土物理力学性能的情况下按照规范原则选取, 在满足性能指标的情况下, 可不掺和粉煤灰。(3) 砂率。应根据规范推荐, 采用高砂率的配合比, 并按照不小于 45% 的比例试拌; 塑性混凝土的砂率, 主要依据混凝土拌和物的施工性能进行选择。(4) 膨润土掺量。为实现低弹低强的目标, 塑性混凝土必须掺和适量膨润土。膨润土掺量一般在 20% 以上, 且随膨润土用量的增加, 混凝土强度和弹性模量降低。结合两电站施工实践, 建议通过调整水胶比、砂率和膨润土掺量, 使土石围堰防渗墙混凝土满足弹性模量与抗压强度要求的同时, 能够兼顾渗透系数指标要求。

3.4 造孔成槽

按照设计要求将槽段划分成I、II序段, 槽段开挖长度均按照 7.50m 确定, 各槽段均包括2个主孔和1个副孔。划分好槽段后通过液压抓斗和凿岩重锤组合方式造孔施工, 对于软弱基岩及覆盖层通过液压抓斗直接成槽, 而对于硬质基岩则通过重锤破碎后再用抓斗抓出岩块, 再冲击破碎, 直至钻进至设计孔深。为取得较好的固壁、携渣、冷却、悬浮、润滑及增强墙体抗渗性能等效果, 该水库塑性混凝土防渗墙造孔泥浆采用膨润土拌制, 制备好的泥浆静置 24h

膨化后通过供浆管输送至槽孔,回收的泥浆经净化改性处理后可重复利用。对于终孔后验收合格的槽段通过抓斗抓取淤泥清孔,同时通过下设潜水排污泵抽出泥浆,及时补充新鲜浆液。清孔1h后必须确保孔底淤泥厚度不超出10cm,且槽孔中泥浆年度在30s以下,含砂量在3%以下,浆液比重在1.30g/cm³以下。

3.5 施工测试

测试设计技术的施工能力,试验工程是一个水电站建设工程,其大坝设计参数具体如下:大坝正常蓄水位为145.2m,坝顶高程达到1458.2m,死水位为1438.2m。试验大坝的地层地貌比较复杂,其横断面呈现不对称的U型,并且河谷两岸的山体也比较雄厚,具有超过300m的高差。同时该地区的地层岩性也十分复杂,主要岩石有花岗闪长岩、花岗岩、闪长岩,覆盖层较厚,导致防渗墙的修建难度较大。通过工程对设计的施工技术进行测试,能够更加凸显设计技术的实用性与优势。在施工中,使用的基础处理机具设备包括砂石泵、混凝土加热拌和系统、高速制浆机等,使用的测量设备包括排污泵、经纬仪、全站仪、水准仪等,使用的其他设备包括柴油机发电机组、汽车起重机、装载机等。槽段的划分:一期槽段共分为14个,划分的槽长为5.0m;二期槽段共分为12个,划分的槽长为8.0m。按照设计技术进行施工,完成防渗墙的构建后,对质量检查孔进行布设,共布设了9个检查孔,对其实施钻孔取芯以及压水试验。

3.6 混凝土浇筑

混凝土:采用外购商品塑性混凝土。外加剂:为改善和调节混凝土或砂浆的功能,在拌制时掺加的有机、无机或复合的化合物。在工程中外加剂,由混凝土厂家根据混凝土性能要求,通过试验进行确定,其检测结果应满足相关的规程规范。防渗墙不同墙段的连接可采用“接头管法”。“接头管法”是地下连续墙施工的常用墙体连接工艺,可以节省建筑材料,接头管可以设置到1期槽孔的底部,也可以在接头孔靠上部位置设置接头管,下部则通过“钻凿法”把相邻的墙段进行衔接,下设的深度应根据试验槽段的拔管情况来确定。这种方法可以提高效率,节省工期,降低成本,且质量可靠,优点比较突出。

3.7 劈裂灌浆

劈裂灌浆是沿大坝中心线的走向设置一道或者数道粘土帷幕墙,通常与坝肩山体衔接成整体,达到大坝防渗的

效果,在土石坝、土石堤防的除险加固中被大量的应用,具有造价相对较小、效果呈现快、不需要大型的机械、操作简便等优点。但在实际的应用中,对浆液的配比、施工工艺的控制具有极高的要求,在水库大坝除险加固工程中,很难一次性解决渗漏问题。由于灌浆压力较高,在灌浆施工中往往会导致坝身出现大量的裂隙、冒浆跑浆、水平位移等问题。江河水库主坝在上世纪2003年底已进行了一次劈裂灌浆,收效甚微。

3.8 塑性混凝土防渗墙

虽然通过先筑坝后成墙方式可降低大坝填筑施工阶段产生的沉降对塑性混凝土防渗心墙的影响,但是,蓄水阶段大坝还会产生水平和沉降变形,因此,针对如此复杂的坝基地质条件如何选择高坝、低坝均适应的塑性混凝土配合比,验证软硬坝基塑性混凝土防渗心墙的的应力与变形,是有待解决的主要技术问题之一。由于坝址岸坡的不对称性和坝基覆盖层的不均匀,为了满足不同坝高塑性混凝土防渗墙的应力变形要求,根据不同坝高、不同配合比的模拟计算结果选择适应不同坝高的配合比是可行的,经验证软硬坝基的塑性混凝土防渗墙的应力变形也是满足要求的,目前,大坝塑性混凝土防渗墙在施工中,已完成施工高程276m,监测还没有开始施工,下一步可根据防渗墙的应力与变形监测成果,对计算成果进行验证,可为类似工程提供参考。

四、结束语

北方温差较大的环境下,防渗墙在施工、运行过程中采取保温措施十分必要。根据上述混凝土防渗墙温度应力数值模拟计算成果可以看出,塑性墙方案优于刚性墙方案。受限于热-结构耦合计算原理,为了避免结构非线性,计算过程中混凝土墙体及基岩均只能选择线弹性材料,不同材料之间按粘结在一起处理,实际情况中在基岩与防渗墙之间会存在一薄层的泥皮,约束要比有限元计算弱,因此,实际的应力水平小于数值模拟结果。工程按照塑性混凝土防渗墙施工后取得了预期效果,对类似工程具有一定指导意义。

参考文献:

[1].水利工程施工中混凝土防渗墙施工工艺研究[C]//2022年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(下册).[出版者不详],2022:581-583.

[2]杨得萍.混凝土防渗墙施工技术在某水利工程中的应用[J].河南水利与南水北调,2019,48(05):47-48.

[3]胡昌兰,贾振国.浅析水利水电工程中混凝土防渗墙施工技术的运用[J].民营科技,2018(12):151.

[4]陈爱兵.试论塑性混凝土防渗墙施工技术在水利工程中的应用[J].黑龙江水利科技,2018,46(09):147-148+154.

[5]符宝涛.水利工程中混凝土防渗墙施工技术的应用探究[J].民营科技,2018(09):100.

[6]梁辉.水利水电工程中混凝土防渗墙施工技术的运用[J].四川建材,2018,44(08):119-120.

[7]孔庆伟.试论水利水电工程中混凝土防渗墙施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2018(19):157.

[8]陈德锋,徐鸣.试论水利水电工程中混凝土防渗墙施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2018(15):162.