

射水造墙法在堤防加固工程中的应用

①
55-57

杨运广¹, 龚振文²

TV871.1

(1. 江西省宜春地区水利电力局, 江西宜春 336000; 2. 云南农业大学, 云南昆明 650201)

TV871.2

摘要:结合江西省樟树市赣东大堤祖孙洲险段工程, 介绍射水造墙法在圩堤防渗工程中的成墙原理、施工方法、成功经验及施工中应注意的问题, 并对冲抓钻套井回填粘土心墙、高压喷射灌浆和射水造墙法三种垂直防渗技术进行对比分析, 表明射水造墙法应用前景广阔。

关键词:堤防加固; 防渗技术; 射水造墙法

中图分类号:TV871.1

文献标识码:B

文章编号:1000-7647(2000)01-0055-03

江西省樟树市赣东大堤祖孙洲险段位于樟树市永泰镇西面, 距永泰镇仅0.5 km, 险段长约600 m, 桩号为0+000~0+600 m(以新干县和樟树市分界线为0+000桩号)。

此段大堤位于赣江右岸Ⅰ级台地上, 堤外有80~110 m宽的滩地, 大多有草皮覆盖, 滩地面高程32.5~33.5 m(老吴淞高程系统, 下同); 堤内筑有压浸台, 宽约25~30 m; 地面高程34.5~35.0 m, 压浸台有一较宽洼地, 系人工取土形成, 地面高程低于压浸台面高程1.0 m, 局部地段见有砂砾石层外露。现有堤顶高程39.0 m, 堤顶宽9.0 m, 外坡坡率为1:2.9~1:3.4, 内坡坡率1:3.5, 迎水坡为混凝土护坡, 背水坡为草坡护坡。该险段曾于1924年发生过大堤决口, 造成了很大的经济损失, 几十年的运行中存在隐患。如压浸台出现大面积软泡、渗漏、夹带泥沙涌出, 1998年3月13日早汛期出现一大管涌, 大量泥水从孔中喷射而出, 并夹带大量砂砾石, 估计堤基存在渗漏通道。在本次施工中出現掉钻现象, 验证了堤基存在通道的推断。

1 射水造墙法成墙原理

利用高压泥浆水射流破坏地层土体结构, 结合下沿刀具破碎土体, 并由刀具修整孔壁, 以泥浆固壁形成矩形断面槽孔, 其孔内的水、土、砂、砾、岩屑等混合物通过安装在刀具内部的砂砾泵吸管抽出至沉淀池, 砂、砾、岩屑沉淀, 泥浆水继续循环工作, 射流泵提供造孔射流, 槽孔形成后, 通过混凝土浇筑机将导管伸入槽孔底部浇筑水下混凝土, 建成长2.0 m、厚22 cm的单块混凝土槽板, 墙体间采用榫接(原为

平接)技术建成连续地下混凝土防渗墙体。

2 现场生产试验

射水造墙法形成的墙体质量与施工设备、施工工艺、施工技术参数及原状土特性等条件有关。因此, 在全面施工前, 应进行现场生产试验, 生产试验包括穿透成孔试验及墙体浇筑搭接试验。

a. 穿透成孔试验就是检查保持孔壁稳定及清碴等情况, 对泥浆浓度、水压、刀具冲击高度、砂砾石排出情况、砂砾泵吸抽量等应进行详细观测记录, 对于粒径过大的砂砾石的排出是在刀具上安装吸砂泵管并配备一台砂砾泵后才取得成功的, 通过试验确定现场成孔施工技术参数。

b. 墙体浇筑搭接试验就是确定混凝土配合比、和易性、坍落度等指标, 通过开挖墙体检查相邻墙体搭接情况, 可在墙体上切一块或围井试验并结合现场浇筑取样来检测墙体抗渗、抗压指标, 验证是否满足墙体质量要求, 以确定现场成墙施工技术参数。

c. 生产试验结果验证。原设计的施工技术参数是合理的, 施工时应严格控制孔斜率及确保槽孔壁稳定, 底部积碴不超过10 cm厚。但根据现场试验, 粒径较大的砾石无法随水流带出, 故增加了一台砂砾泵来帮助清碴, 这也是该技术取得的一个重大突破, 同时试验中确定了砂砾泵的吸抽量, 以免流量过大将孔壁泥浆带走造成塌孔。通过试验确定的施工设备、施工工艺、技术参数可用来全面指导施工。

3 施工设备与技术参数

a. 施工机具设备。射水造墙法施工机具由造孔

机(含反循环砂砾泵)、混凝土浇筑机和拌和机三种机具组成,它们均安装有电动行走设备,且在铺设的钢轨上行走。造孔机由机架、底盘、泥浆泵、卷扬机、成形器(尺寸为 $2\text{ m} \times 0.22\text{ m} \times 1.5\text{ m}$)、配电盘、砂砾泵等组成;混凝土浇筑机由机架、底盘、混凝土下落导管、卷扬机等组成;混凝土拌和机由底盘、进料斗、搅拌机等组成。

b. 施工技术参数.造墙深度 30 m 以内,混凝土防渗墙体厚度 22 cm ,孔斜率小于 $1/300$,混凝土设计标号为 150 号,整体防渗性 $k \leq 1 \times 10^{-6}\text{ cm/s}$;每平方米防渗墙用料为:水泥 97 kg ,中粗砂 0.16 m^3 ,卵石 0.23 m^3 ,水 67 kg ,水灰比 0.69 ,混凝土坍落度 $18 \sim 22\text{ cm}$,扩散度 $35 \sim 44\text{ cm}$ 。主要建筑材料:采用 425 号普通硅酸盐水泥,卵石粒径 $10 \sim 20\text{ cm}$,砂料为中粗砂,造浆粘土要求塑性指数大于 20 ,粒径小于 0.005 mm 的粘粒含量在 50% 以上,含砂量小于 5% , SO_2 和 Al_2O_3 含量比为 $3 \sim 4$ 。固壁泥浆比重为 $1.1 \sim 1.3$,粘度为 $18 \sim 25\text{ s}$ 。槽孔内泥浆面应高于地下水位 1.8 m ,并不得低于孔口高程 0.3 m 。

4 施工顺序及工艺

4.1 施工顺序

射水造墙法施工顺序为:施工准备→造孔→混凝土浇筑。

a. 施工准备:配电,配水,平整场地,备料(包括砂、卵石、水泥、粘土等材料),辅轨,放样,开挖沉淀池(即泥浆池),泥浆循环水沟,抽水制浆,安装机具。

b. 造孔:定位找平,移造孔机对中,启动射流泵、调节水压射流破土,启动卷扬机操纵成形器造孔,启动砂砾泵出碴,测孔深,清洗槽孔,提升成形器,依次关闭砂砾泵、射流泵、卷扬机等电源,量测孔深及沉碴厚度,移机。

c. 混凝土浇筑:混凝土浇筑机就位,测孔深,安放混凝土导管和漏斗,进料搅拌混凝土并浇筑,监测混凝土拌和质量并取样,量混凝土浇筑面深度,调节混凝土导管长度,最后将混凝土导管抽出。

施工分两序孔进行,先建造I序孔(单序号),在其混凝土初凝 $48 \sim 72\text{ h}$ 后再建造II序(双序号)槽段孔。

4.2 施工工艺

施工流程见图1。

a. 造孔成形工艺.建造槽孔工序中孔壁的稳定性是成孔的关键,固壁主要依靠泥浆,泥浆的质量至关重要。祖孙洲堤基砂砾石层孔隙率大且层厚亦大,它均需由泥浆水中粘性土粒充填成膜,造孔过程中泥浆量损耗大,必须及时加以补充,要确保泥浆比重大于 1.2 、粘度 $18 \sim 25\text{ s}$,且砂砾泵在吸碴时将泥浆同

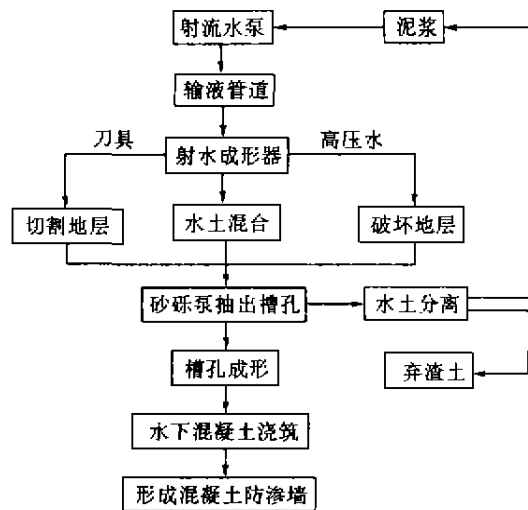


图1 射水法造混凝土墙施工工艺

时吸出的过程,应保持泥浆面高出孔口 0.3 m 和高出地下水位 1.8 m ,以免吸出量过大将孔壁泥浆吸走造成塌孔。在造孔过程中,粘土和壤土层不需要使用砂砾泵,而进入砂卵石层,因粒径过大,无法通过射流水将碴带出,这时启动砂砾泵采取反循环操作将砂、卵石吸入沉淀池,同时将沉淀池内沉碴及时清除,以使池内泥浆水自如地流回循环水沟,通过吸出碴来判别孔底是否已到达设计基岩面,若符合设计要求,就开始加清水将泥浆稀释并洗孔,停止成形器、砂砾泵、射流泵工作,并提升成形器移位到下一孔处。

b. 泥浆控制工艺.在造孔前,将塑性指数大于 20 、粒径小于 0.005 mm 、粘粒含量 50% 以上、含砂量小于 5% 的粘土放入制浆池(沉淀池),抽取合格的河水入池并搅拌,将制好的泥浆放入循环水沟,使水沟内泥浆水深在 50 cm 以上,并测量泥浆比重和粘度,符合设计参数后即可开始造孔。在造孔过程中,由于泥浆会损耗,应进行补充并随时测定泥浆比重和粘度,使其符合设计指标。

c. 浇筑成墙工艺.在浇筑前,将浇筑机定位好,并将混凝土漏斗及导管安装好,使导管插到孔底基岩面。在拌和混凝土时,要使混凝土坍落度控制在 $18 \sim 22\text{ cm}$,扩散度 $35 \sim 44\text{ cm}$,以利于混凝土从导管中自然下落并且浇筑密实,根据每孔深度计算出材料用量,保证浇筑时材料用量充足。在浇筑过程中要始终保持导管内混凝土高度达到导管长度的 $3/4$,使混凝土导管内的混凝土能够将孔内水往外排挤具有一定的压力,并慢慢提升导管,且使导管始终插入已下落在孔内的混凝土内,保持混凝土整体连续性,待导管提升到一定高度时拆除一节导管、重复操作,到最后结束浇筑时,将混凝土一次性倒入导管内并将最后一节导管全部拔出即浇筑过程全部完成。在混凝土拌和现场要取样做抗压、抗渗试验以检验成墙质量。

d. 墙体搭接处理工艺. 在造第Ⅰ序孔时, 由于孔壁四周均是泥土和砂砾石, 故成形器只打开底部喷嘴向下冲击土层, 而侧向喷嘴封闭, 以保持侧向稳定, 在造第Ⅱ序孔时应在第Ⅰ序孔混凝土浇筑后 48~72h 内建造, 这时要将侧向喷嘴打开, 侧向射流水可以清洗Ⅰ序孔墙侧面, 并在不同高程部位处成形器微幅上下且加大射流水压力可将Ⅰ序孔混凝土侧面冲出一凹槽, 不需要凹槽的部位射流水压力保持正常值, 成形器宽幅上下只对墙侧起清洗作用, 这种Ⅰ序孔与Ⅱ序孔混凝土凹凸衔接比平接更牢固. 此接缝的成功已在开挖出的墙体接缝处很清晰地观察到, 这也是该技术取得的又一重大突破. 当然, 要保证搭接准确, 还必须保持Ⅰ序孔与Ⅱ序槽孔偏差小, 孔斜率小于 1/300. 为了达到这一要求, 首先必须使造孔机在钢轨上行走轴线尽量无偏差, 这取决于钢轨本身质量及安装牢固程度, 造孔机底盘轮子与钢轨接触应尽量无偏差; 其次必须使成形器和连杆造孔时垂直, 这就要求连杆机械手来控制成形器摆动, 并且必须利用底盘上的千斤顶调整机座成水平. 这样就可保持两序孔搭接准确, 使搭接取得成功.

5 施工中几个应注意的问题

a. 造孔过程中保持泥浆浓度大于 1.2, 粘度 18~25 s, 泥浆面高于地下水位 1.8 m 和高于孔口 0.3 m, 确保孔壁稳定.

b. 防止渗漏通道漏浆. 槽孔固壁主要是确保孔内泥浆水位高于地下水位, 形成正压力压住槽孔孔壁使其不致塌陷. 如遇地下水渗漏管涌通道, 泥浆水会突然下降, 此时用事先准备好的粘土球(用优质粘土制作)及时抛入填塞通道, 防止漏浆.

c. 确保排碴通畅. 其关键在于控制好反循环砂泵系统正常运转, 保证射流造孔顺利进行(喷嘴不堵塞、射流泵运转正常、循环水沟有足够的泥浆供射流泵吸入等).

d. 单槽板之间做好搭接. 单槽板本身的质量只要混凝土浇筑工艺按混凝土施工规范施工即可确保, 技术的关键是接缝质量, 要使接缝处的防渗指标达到设计要求, 必须在建Ⅱ序孔过程中, 保证侧向喷嘴通畅及射流泵提供足够的射流压力, 控制相邻槽孔的水平偏差和孔斜率, 改平接为凹凸接缝.

6 结 语

现在宜春地区普遍应用在圩堤、大坝防渗处理方面的技术主要有冲抓钻套井回填粘土心墙、高压喷射灌浆和射水造墙法等. 从经济方面来看, 这三种垂直防渗技术的单位造价依次是: 冲抓钻套井回填

粘土心墙最低, 射水造墙法中等, 高压喷射灌浆最高. 从应用范围来看: 冲抓钻套井回填粘土心墙主要应用于坝身的风化料、壤土层, 对于堤基及坝基砂砾石层厚超过 2.0 m 的就易造成塌孔, 不宜使用; 高压喷射灌浆和射水造墙法用于大坝圩堤上部及其基础防渗处理, 但此两种各有不同特点, 当钻孔深度在 30 m 以内, 且砂砾石层厚均超过 2 m 时, 射水造墙法造价比高压喷射灌浆更低; 但当钻孔深超过 30 m, 且砂砾石层超过 2 m 时, 由于射水造墙法操作中的导管安装和拆除更花费时间, 成本增加, 且由于管过长易造成孔倾斜度大, 很难保证搭接质量, 高压喷射灌浆却更简单些. 从以上比较可以看出, 高压喷射灌浆和射水造墙法均适用于坝身坝基、堤身堤基防渗处理, 在砂砾石层超过 2.0 m 时均适用, 当孔深在 30 m 以内时, 射水造墙法更优, 当孔深超过 30 m 时高压喷射灌浆更优. 目前宜春地区圩堤和大坝基础多数孔深在 30 m 以内, 且砂砾石层厚在 2.0 m 以上的险段较多, 采用射水造墙法经济、简单、质量可靠, 其应用前景广阔.

参考文献:

- [1] 《地基处理手册》编写组. 地基处理手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1989. 231~371.
- [2] 阎明礼. 地基处理技术[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1996. 267~314. (收稿日期: 1998-11-02 编辑: 熊水斌)

(上接第 26 页)

5 结 语

90 年代沙集等 9 座泵站的建成和临洪东续建工程的完工, 将使江苏在 90 年代新增抽水能力 $1292 \text{ m}^3/\text{s}$, 这些工程的建成并投入使用, 必将极大地提高江苏的抗旱和排涝能力. 分析和研究这些泵站建设的经验和教训, 将对今后江苏乃至全国的泵站建设起到一定的借鉴作用.

参考文献:

- [1] 陆林广, 张仁田. 泵站进水流道优化水力设计[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1997. 82~91.
- [2] 陆国平, 黄海田. 泗阳第二抽水站沉井群施工技术[A]. 见: 水利科技的世纪曙光[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1977. 592~595.
- [3] 黄海田, 莫岳平, 周济人. 泗阳第二抽水站反向发电可行性研究[J]. 水利水电技术, 1995(9): 18~21.
- [4] 谢伟东. 新夏港抽水站水泵装置设计[J]. 水泵技术, 1998(1): 38~40.

(收稿日期: 1998-06-18 编辑: 熊水斌)