

水泥土搅拌桩截渗墙在黄河堤防加固工程中的应用

赵世来

(山东黄河河务局, 山东 济南 250013)

摘要:通过黄河滨州大道王堤段应用水泥土搅拌桩截渗墙施工的实践,对渗流进行分析,阐述施工工艺要点,提出截渗墙垂直度、连续性、钻孔深度、水泥浆浓度等施工技术要求。工程实践证明,水泥土搅拌桩截渗墙具有连续造墙、工效高、造价低、施工方便等优点,具有较高的经济实用价值。

关键词:水泥土;搅拌桩;截渗墙;堤防加固;黄河

中图分类号:TV543+.8

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2002)02-0043-02

水泥土搅拌桩截渗墙是堤防加固的一种新方法,它是通过多头小直径深层搅拌桩机在堤基深处就地软土和水泥浆强制混合产生的一系列物理化学反应,使软土改性硬结成具有整体性、连续性、水稳定性和相当强度的加固防渗柱墙体。在堤基透水层中设置水泥土搅拌桩截渗墙到相对不透水层,截断渗流途径,达到延长渗径、降低渗流流速和出逸比降,起到堤防加固的作用。现将黄河滨州大道王堤段进行水泥土搅拌桩截渗墙施工的情况介绍如下。

1 水泥土搅拌桩截渗墙工程设计

1.1 截渗墙位置

滨州大道王堤段水泥土搅拌桩截渗墙布置在临河堤脚以外1.0m处,该堤段上、下游均已进行了引水挟沙淤临河固堤,为减轻侧边绕渗引起大堤发生渗透变形,截渗墙向上下游各延长100m,即截渗墙桩号为(160+400)~(162+500),长2100m。墙顶高程与临河地面齐平,堤坡采用铺设复合土工膜。

1.2 截渗墙深度

目前,国内水泥土搅拌桩截渗墙施工最大深度为18m。根据该堤段钻探资料,第三层为粉质粘土,渗透系数为 1.4×10^{-7} cm/s,在(160+400)~(162+500)堤段连续分布,可视为相对不透水层。为提高截渗效果,截渗墙底部嵌入第三层粉质粘土内不小于1.0m,截渗墙深度一般在13m左右。

1.3 截渗墙厚度

墙体厚度主要受允许水力坡降控制,在设计时可按式(1)计算^[1]:

$$\delta = \Delta H / J_{\text{允}} \quad (1)$$

式中: δ 为截渗墙体最小厚度,m; ΔH 为截渗墙所承受的水头压差,m; $J_{\text{允}}$ 为设计允许水力坡降,一般取渗透破坏比降的1/2。

本工程取截渗墙允许水力坡降 $J_{\text{允}} = 100$, $\Delta H = 10$ m,并考虑施工因素,确定截渗墙最小厚度 $\delta = 0.22$ m。

根据水泥土搅拌桩截渗墙的设计计算,确定施工参数为:桩直径 $D = 0.60$ m,桩距 $S = 0.30$ m,搭接部分墙厚 $t \geq 0.50$ m。水泥土搅拌桩截渗墙平面布置见图1。

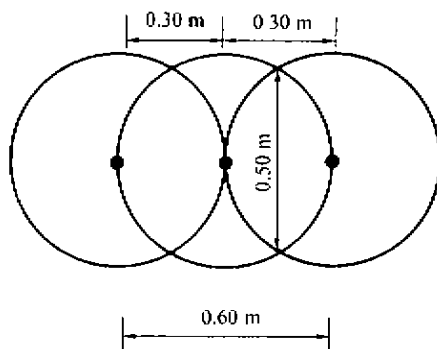


图1 水泥土搅拌桩截渗墙平面布置

2 水泥掺入比

水泥土搅拌桩截渗墙工程实施应到施工现场选取土样,并进行水泥掺入比试验。根据设计要求和测量结果,并充分考虑施工工艺等质量因素,合理确定水泥的掺入比,以满足截渗墙的防渗要求。一般情况下水灰比可取0.8~2.0,水泥掺入比取8%~10%。

本工程水泥土搅拌桩截渗墙的设计指标为:渗透系数 $K \leq 1.0 \times 10^{-6}$ cm/s;抗压强度 $R \geq 0.3$ MPa;弹性模量 $E_s \geq 500$ MPa;渗透破坏比降 $i_{\text{cr}} > 200$ 。水泥掺入量取8%(水泥与自然土的重量比),即能满足

足以上设计指标。

3 渗流计算

根据地形和地质条件选定典型断面,确定计算指标和计算方法^[2],按设防标准进行渗流计算。本工程选取大堤桩号 161+300 为典型断面,搅拌桩截渗墙渗透系数 $K=1.0 \times 10^{-6}$ cm/s,复合土工膜渗透系数 $K=5.0 \times 10^{-10}$ cm/s,不同土层计算指标见表 1。

表 1 不同土层计算渗透系数指标

土层编号	岩土名称	渗透系数 ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	土层编号	岩土名称	渗透系数 ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)
①	素填土	3.29×10^{-4}	④	中粉质壤土	1.37×10^{-6}
②	重粉质砂壤土	3.29×10^{-4}	4-1	粉质粘土	3.06×10^{-7}
2-1	粉质粘土	5.67×10^{-8}	4-2	重粉质砂壤土	1.26×10^{-6}
2-2	中粉质壤土	4.84×10^{-5}	⑤	重粉质砂壤土	5.03×10^{-5}
③	粉质粘土	2.85×10^{-8}		复合土工膜	5.00×10^{-10}
3-1	中粉质壤土	4.50×10^{-6}		水泥土搅拌桩	1.00×10^{-6}
3-2	重粉质砂壤土	1.49×10^{-4}			

对该段大堤现状进行渗流分析,计算采用土石坝二向渗流有限元法计算,计算结果见表 2。

表 2 大道王堤段 161+300 典型断面渗流分析

计算情况	出逸高度 /m	最大渗透坡降	渗流量 ($\text{m}^3 \cdot (\text{d} \cdot \text{m})^{-1}$)	允许渗透坡降
现状	0.94	0.35	0.50	
水泥土	0.13	0.12	0.21	0.26

注:允许渗透坡降按照土石坝设计规范 SDJ218-84,计算采用太沙基公式。

分析表明,现状堤身断面下游坡脚出逸比降最大为 0.35,不能满足渗流稳定的要求,采用水泥土搅拌桩加固后效果显著,下游坡脚出逸比降最大为 0.12,满足渗流稳定要求。

4 水泥土搅拌桩截渗墙施工

4.1 主要施工设备及工艺

施工设备主要包括水泥土深层搅拌桩机、导轨、水泥搅拌站制浆及送浆设备,二期混凝土拌和等设备。

多钻头深层搅拌桩截渗墙的成墙工艺主要包括:①按设计图纸测量放线,确定截渗墙的轴线;②铺设枕木、导轨,安装三钻头钻机;③设置钻孔标志,确定钻孔位置;④移动钻机至设计钻孔位置,把钻机调正、整平、对中孔位;⑤水泥搅拌站制浆并开动送浆泵,钻机钻头触地开钻,直至设计深度中要保证孔口有水泥浆冒出;⑥钻至设计深度后做提钻搅拌,此时,必须保证孔口有水泥浆冒出;⑦钻机沿轴线横移就位,调平对中重复上述过程。

水泥土搅拌桩截渗墙主要工艺流程如下:①钻机定位下沉;②沉入到底部;③喷浆搅拌上升;④重复搅拌下沉;⑤重复搅拌上升;⑥成桩完毕。见图 2。

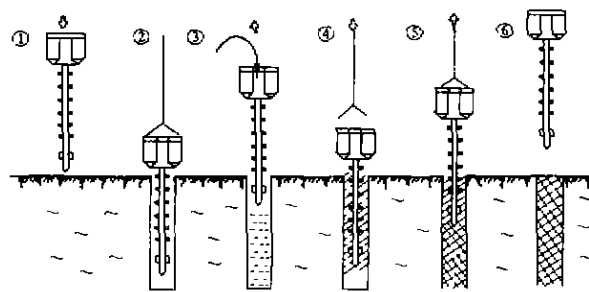


图 2 水泥土搅拌桩截渗墙主要工艺流程

4.2 施工中应注意的问题

a. 成墙的垂直度。为保证每一钻孔的垂直,用经纬仪校正机身和塔架的垂直度,使塔架垂直度控制在 0.1% 内,以确保截渗墙不倾斜,不开叉。

b. 钻孔深度。钻孔深度应达到设计深度,使截渗墙嵌入相对不透水层。

c. 水泥浆浓度。要保证水泥浆的浓度并使之与搅起的泥土充分掺混,使在钻进和提钻的过程中孔口始终有水泥浆冒出。

d. 钻孔间搭接。施工时准确定位钻孔,设置钻孔标志,达到不漏钻,保证连续和设计厚度。

e. 截渗墙的连续性。截渗墙的连续性和墙的垂直度与是否连续作业有关,对于要求搭接的桩孔,其搭接间隔时间应小于水泥的初凝时间,一般控制在 24 h 以内。否则,应采取补桩等有效措施。

f. 渗压观测。埋设测压管进行渗压观测,埋设位置应在上、下游堤肩和下游坡脚附近。

g. 水泥浆与粘土块的掺混。由于在黄河大堤内侧的滩区内施工,因黄河洪水漫滩的沉淀淤积,使滩区内形成了层淤层沙的现状。因此,在滨洲大道王堤段截渗墙的施工中,部分堤段的粘土块与水泥浆掺混不均匀,使水泥土中加有粘土块,影响了墙体的质量。比如可能出现粘土的湿胀和干缩,湿胀可能使墙体破坏,干缩则可能缩小墙体的有效厚度。

h. 墙体与二期混凝土的连接。水泥土墙体与混凝土的连接,因两者材料存在差异,应处理好可能因结合不好成为渗流路径的问题。

i. 墙体的检测。本工程采用了取试块和钻岩芯两种取样方法,由有资质的检测单位进行检测,以检测墙体的强度和抗渗性。

5 结 语

水泥土搅拌桩截渗墙具有连续造墙、工效高、造价低、施工方便,并可避免因采用其它截渗施工方式开槽造成塌孔的施工问题,对于不易成槽的堤基防渗工程,更具优越性。在整个施工过程中,无弃土,无污染,对周围环境和建筑物无不良影响。(下接第 47 页)

e. 反滤层的层厚, 为便于施工, 又能保证反滤性能, 反滤层的厚度不小于 30 cm, 本工程取 30 cm.

2.3 施工要求

a. 施工时, 应保持基坑清洁, 外部脏物不得进入基坑, 各层反滤料在运输及铺填过程中, 不得混入其它杂质, 层间也不得相互混杂.

b. 施工中, 对各层反滤层应碾压密实, 注意保证分层厚度.

c. 浇筑渗透铺盖时, 应采取措施防止水泥浆渗入反滤层引起淤塞; 混凝土振捣时应保证冒水孔的完整. 本工程中, 混凝土浇筑前, 在反滤层表面满铺水泥纸, 混凝土凝固后用钢筋将冒水孔底部水泥纸捣通透水.

3 结 语

a. 设计中针对第⑧层土两种土质互层状的特点, 决定施打长 3.5 m 直径 40 cm @ 2 m 垂直砂桩群穿过该层进入细砂层, 地下承压水可直接通过砂桩进入反滤层, 使地下承压水头有效、可靠地释放, 保证建筑物的安全运行.

b. 渗透铺盖施工结束后, 由于基坑降水系统效能下降, 地下水位不断上升, 渗透铺盖冒水孔中最初冒出少量浑水, 一周后全部冒清水, 喷出的水头达 50 cm, 先浑后清和流量由小变大的现象与反滤设计理论吻合, 说明地下水道基本畅通, 土体结构也是稳定的, 反滤设计是成功的.

c. 土工织物作为反滤层使用, 与传统砂石材料滤层相比, 有许多优越性, 可节省大量的人工、砂石材料用量, 加快工程进度, 降低工程造价. 近年来, 在水利工程中已逐渐普及, 大有取代砂石材料滤层的趋势, 有关部门还制定了相关的设计规范. 但从一些资料来看, 土工织物作为滤层使用, 在其作用机理、淤堵特性、耐久性等方面, 理论上也有不成熟的地方, 因为一项新技术、新材料本身还有不断发展的过程. 就目前来说, 笔者认为在堤坝护坡工程中大量使用土工织物, 能发挥其长处, 而在深地基处理中使用应持谨慎态度.

d. 在长江下游地区, 地势低洼, 各种水闸、泵站等建筑物很多, 由于地基渗透破坏而引起的工程事故或事故隐患不少, 如果能够进行妥善的设计, 减少渗透破坏的发生, 将带来良好的经济效益和社会效益.

参考文献:

- [1] 刘杰. 土的渗透稳定与渗流控制[M]. 北京: 水利电力出版社, 1992. 126 ~ 131.
- [2] GB/T50265-97, 泵站设计规范[S].

(收稿日期: 2001-02-27 编辑: 马敏峰)

(上接第 44 页)

水泥土搅拌桩截渗墙具有较高的经济实用价值, 每延长米(截面积 0.71 m²)造价约为 100 余元, 按成墙厚度 0.22 m 计, 每平方米成墙造价为 70 余元. 根据文献[3]进行分析比较, 可知采用水泥土搅拌桩截渗墙比混凝土截渗、高喷水泥土截渗的造价低(表 3).

表 3 垂直截渗不同成墙方式经济比较

成 墙 方 式	造 价/(元·m ⁻²)
水泥土搅拌桩截渗墙	70 ~ 90
混凝土截渗墙	150 ~ 250
高喷水泥土截渗墙	120 ~ 180

由此可见, 采用水泥土搅拌桩截渗技术是加固堤基的一种经济合理、行之有效的方法.

参考文献:

- [1] SL174-96, 水利水电工程混凝土防渗墙施工技术规范.
- [2] SDJ218-84, 碾压式土石坝设计规范.
- [3] 董哲仁. 堤防除险加固实用技术[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998.

(收稿日期: 2000-08-29 编辑: 张志琴)

· 简 讯 ·

一个改输煤为输电的示范工程于 2001 年建成

山西是我国著名的产煤基地之一, 多年来山西的煤多运往华东一带供发电及人民生活之用, 即所谓的北煤南运, 这不仅增大发电成本, 也给交通运输部门增加不小的压力. 1992 年山西省委、省政府作出了改输煤为输煤输电并举的战略决策, 得到了国家的肯定与支持. 经过几年的努力, 这个战略的启动工程终于在 2001 年建成变成了现实: 从山西的阳城电厂采用专线、专供方式直接输电到江苏淮阴的工程建成. 阳城电厂是世界上大型无烟煤发电厂之一, 也是我国大型坑口电站之一, 于 1997 年 1 月开工建设, 一期工程计划安装 6 台 35 万 kW 汽轮发电机组, 总计 210 万 kW. 截至 2001 年 11 月, 已有 4 台机组先后投入商业运行, 另外 2 台将分别在 2002 年 5 月和 7 月投入运行. 另外, 从阳城电厂跨越山西、河南、山东、安徽, 直达江苏淮阴的一条全长 755 km 的 500 kV 交流输电线路也在此前建成. 截至 2001 年 11 月已向江苏送电 26 亿 kW·h. 计划在阳城电厂一期工程建成后, 每年可直接向江苏送电 100 亿 kW·h. 工程由华北电力公司、山西省地方电力公司、山西省电力公司、江苏省投资公司、江苏省电力公司和中国 AES 中国发电有限公司共同投资建设, 业主是由它们组成的阳城国际发电有限责任公司, 一期工程总投资为 132 亿元. 在示范工程的带动下, 一批后续工程将陆续启动, 它们中有王曲电厂直接向山东输电, 神头二厂二期工程直接向天津输电, 娘子关电厂二期工程直接向冀南电网输电.

(吴冀高供稿)