

填海造陆区旋喷桩止水帷幕施工实践

金成文¹, 朱匡平²

(1. 青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266071; 2. 青岛鹏利南华商业发展有限公司, 山东 青岛 266071)

摘要:填海造陆区地层回填时间短, 填料成分多以开山碎石为主, 结构松散, 空隙大, 地下水与海水连通性好, 在潮汐作用下, 海水的冲刷能力强, 在该类地层中施工止水帷幕存在成孔难和浆液难在原处凝固 2 个技术难题。在详细地分析了施工区的工程地质条件后对旋喷桩的成孔工艺和施工顺序进行了大胆的尝试和创新, 并在施工过程中进行了合理的改进和优化, 取得了良好的施工效果。

关键词:填海造陆区; 旋喷桩; 止水帷幕

中图分类号: TU473 文献标识码: B 文章编号: 1672-7428(2009)03-0057-03

Construction Practice of Jet-grouting Pile Water-proof Curtain in Sea Reclamation Region/JIN Cheng-wen¹, ZHU Kuang-ping² (1. Qingdao Geo-engineering Investigation Institute, Qingdao Shandong 266071, China; 2. Qingdao Pengli Nanhua Business Development Co., Ltd., Qingdao Shandong 266071, China)

Abstract: In the formation of sea reclamation region, backfill only experienced short time with most filling material of excavated-stone, so the loose structure, large interstice, smooth connectivity of underground water & sea water and strong scouring by tidal action existed, which brought difficulties in borehole completion and slurry solidification for water-proof curtain construction. Based on the detailed analysis on the engineering geological condition, practice and innovation were carried on for hole boring technology and construction sequence of jet-grouting pile. Good construction effect was achieved with reasonable improvement and optimization.

Key words: sea reclamation region; jet-grouting pile; water-proof curtain

1 概述

在沿海城市存在较多的填海造陆区, 填料成分多以开山碎石为主, 碎石粒径变化大, 级配差, 空隙大, 在这种地层中进行帷幕施工有 3 大难点: 一是难成孔, 孔壁坍塌严重, 无法钻进, 难以形成钻孔; 二是漏浆、冒浆严重, 浆液从填石层中的空隙漏失或从孔口流失, 帷幕体不连续, 止水效果差; 三是受潮汐影响强烈, 每天 2 次的涨潮落潮, 水位变化大, 地下迳流紊乱, 海水的冲刷能力强, 使浆液不易在原处凝固, 帷幕体上多蜂窝状孔洞, 帷幕体的整体性和连续性差。

2008 年, 我公司完成的齐耀瓦柴油机生产基地止水帷幕工程, 其施工地层即为填海造陆形成的碎石层, 针对该工程实际情况, 经反复讨论研究确定采用偏心潜孔锤跟管钻进成孔、PVC 管护壁待喷的施工工艺, 取得了理想的效果。

2 工程概况

齐耀瓦柴油机生产基地止水帷幕工程位于青岛市开发区安子码头南侧, 漓江东路北侧, 紧邻青岛北

海船舶重工有限责任公司, 拟建工程包括 2 个滑油坑基坑和 5 个数控机床基坑, 滑油坑基坑占地面积为 35.0 m × 20.0 m, 数控机床基坑占地面积 25.0 m × 20.0 m, 开挖深度均为 5.60 ~ 6.50 m。

3 施工条件

3.1 场地条件

施工场地原为薛家岛湾水域, 后经抛石填海形成陆地, 南距原始海边约 400 m, 西侧距填海造陆边缘 20 ~ 30 m, 北侧距填海造陆边缘 80 ~ 100 m, 东侧距离填海造陆边缘较远, 详见图 1。

止水帷幕施工前, 场地已开挖形成深 1.2 ~ 1.8 m 的基坑, 高潮时海水漫过坑底, 低潮时坑底干燥。

3.2 工程地质条件

止水帷幕施工深度范围内地层以素填土和淤泥质土为主, 下伏土层为砂质粉质粘土和花岗岩、花岗闪长岩。

素填土为黄褐色、灰褐色, 松散 ~ 稍密, 湿 ~ 饱和, 该层分 3 个亚层: 第一亚层厚 0 ~ 2.0 m, 填料以粗砾砂为主; 第二亚层厚 6.0 ~ 8.0 m, 填料以粒径

收稿日期: 2008-10-12

作者简介: 金成文(1974-), 男(汉族), 山东青岛人, 青岛地质工程勘察院工程师, 水文地质与工程地质专业, 从事岩土工程、水文地质与工程地质、生态地质工程勘察、设计与施工管理工作, 山东省青岛市徐州路 79 号, jcw_qd@163.com。

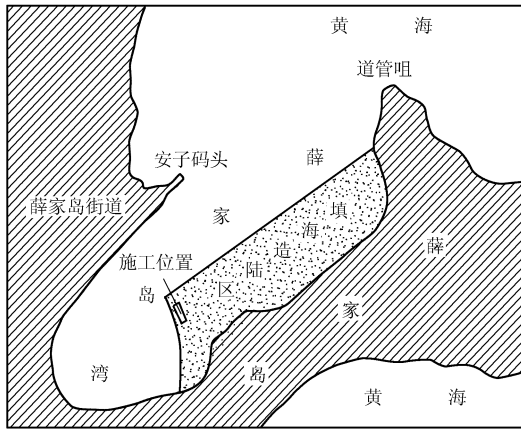


图1 施工场地平面位置示意图

落潮时间随时调整。

4.2 施工工艺

偏心潜孔锤成孔旋喷桩帷幕工艺主要流程与常规法工艺流程基本一致,不同处主要在于成孔,主要工艺流程见图2。

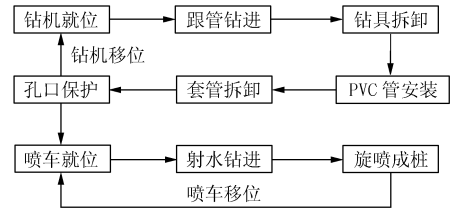


图2 工艺流程简图

为20~30 cm的开山碎石为主,局部含粒径>50 cm的漂砾;第三亚层厚1.1~2.2 m,填料以风化砂为主,该层在止水帷幕施工前已基本挖除。

淤泥质土为浅灰色~深灰色,流塑~软塑,为高压缩性土,见零星贝壳碎屑,局部夹粉砂团块或薄层,层厚1.5~7.0 m,平均厚4.6 m。

砂质粘性土为灰褐色~黄褐色,可塑~硬塑,含碎石、角砾,局部夹砾砂或碎石薄层或透镜体,平均厚度2.72 m。

3.3 水文条件

施工场地原为薛家岛湾水域,填料成分以开山碎石为主,空隙大,透水性强,赋存于填土的地下水属海水,水位变化与潮汐活动密切相关,高潮时海水面高于坑底0.1~0.5 m,低潮时海水低于坑底2.5~3.0 m。

影响场区的潮流为往复流,属正规半日潮,涨潮时流向左旋,落潮时流向紊乱,平均潮差2.8 m,最大潮差4.8 m,潮流流速0.31~0.39 m/s,平均0.33 m/s。

4 施工工艺及施工方案

4.1 施工工艺选择

止水帷幕的常规施工工艺有搅拌桩、旋喷桩和压力注浆几种,根据拟建场地的工程地质条件,能在该场地施工的常规施工工艺仅有旋喷桩和袖阀管压力注浆2种方式,但都存在难成孔和浆液难在原处凝固2个技术难题,采用袖阀管压力注浆还存在套筒难成形的技术难题。

因此,经反复讨论研究,最终确定采用旋喷桩止水帷幕,并对其施工工艺作以下改进:

- (1)对碎石层采用偏心潜孔锤跟管钻进成孔+PVC管护壁;
- (2)对淤泥质土采用射水钻进成孔;
- (3)高压喷射注浆时浆液浓度及提升速度视涨

因场地填石下为淤泥质土,钻具拆卸晚了不仅使潜孔锤气孔中易塞进淤泥造成潜孔锤不工作,还会使潜孔锤的偏心部分不易甩进套管内无法拆卸钻具而导致废孔;拆卸早了填石层未击穿造成PVC管无法安装或安装不到位而导致不能正常喷射注浆。

4.3 施工方案

根据施工区内工程地质条件首先进行试验性施工;对其中的一个坑施工1排旋喷桩帷幕,桩间距1.0 m,桩端进入砂质粘性土 ≤ 0.5 m;对另一个坑施工2排旋喷桩帷幕,排间距0.85 m,桩间距1.0 m,外排桩端进入砂质粘性土 ≤ 0.5 m,内排桩端进入淤泥质土 ≤ 0.5 m,基本施工要求为:

- (1)施工时先施工上游排(西侧和北侧)后施工下游排(东侧和南侧);
- (2)对于2排旋喷桩止水帷幕,先施工外侧排后施工内侧排;
- (3)各排上的旋喷桩均采用间隔式施工;
- (4)浆液中加入2%左右的水玻璃;
- (5)涨落潮期间增加浆液浓度、减小提升速度;
- (6)其它坑视试验坑止水效果决定施工参数。

5 施工情况

方案确定好后,先对2个滑油坑进行试验性施工,北侧滑油坑施工2排旋喷桩止水帷幕,南侧滑油坑施工1排,高喷调设备2台套,历时15日,完成13.0 m深的旋喷桩220根,8.5 m深的旋喷桩110根,注浆用水泥1965 t,平均水泥用量每延米517 kg。

6 止水效果

工程桩施工结束后对基坑进入了开挖检测,开挖深度5.60~6.50 m,开挖结果表明:

南侧滑油坑旋喷桩止水帷幕(1排)多蜂窝状孔

洞,帷幕体的整体性和连续性差,帷幕体中有明显的集中漏水点,漏水较严重,高潮时采用 $100\text{ m}^3/\text{h}$ 的抽水机4台方可满足施工要求,低潮时采用2台方可满足施工要求。

北侧滑油坑旋喷桩止水帷幕(2排)基本无蜂窝状孔洞,帷幕体的整体性和连续性好,帷幕体中无集中漏水点,帷幕体上有海水渗出,高潮时启用1台 $100\text{ m}^3/\text{h}$ 的抽水机,断续抽水即可满足施工要求。

7 施工中遇到的问题及对策

7.1 成孔难

施工区内填料成分以粒径为 $20\sim 30\text{ cm}$ 的开山碎石为主,钻进过程中岩粉不能顺利吹出孔外,容易埋钻,分析后认为是地层空隙大、漏气严重和海水阻力大造成的,采用以下对策解决。

(1)换大型空压机。将现场用的输出压力为 0.4 MPa 、空气流量为 $6\text{ m}^3/\text{min}$ 的空压机改为输出压力为 0.8 MPa 、空气流量为 $12\text{ m}^3/\text{min}$ 的空压机。

成孔施工过程中施工孔周围撒气严重,邻孔间海水豹突泉般涌动。

(2)降低钻进速度。钻进过程中不再额外增加压力,基本靠钻具自重进尺,且不时停钻吹粉,每钻机每班(12 h)平均成孔 $3\sim 5$ 个。

7.2 冒漏浆严重

高压喷射注浆时,注浆孔周围冒浆严重,孔口返浆少,个别孔在中下部注浆时孔口冒浆剧烈,在中上部注浆时孔口又无浆液返出,采用以下对策解决。

- (1)注浆的同时从孔口向内加砂。
- (2)增大浆液浓度,并增加水玻璃用量。
- (3)降低提升速度。
- (4)特别严重的地段进行补桩。

7.3 潮汐影响严重

基坑开挖后2个试验坑的帷幕体施工质量及止水效果表明:

受潮汐影响严重的上游排(本工程的西侧和北

侧)比下游排渗漏水量大,漏点主要集中于水动力强的潮间带及地层接合处。

一排旋喷桩帷幕的整体性和连续性差,多蜂窝状孔洞,帷幕体上有明显的集中漏水点,漏水较严重;二排旋喷桩帷幕的整体性和连续性好,帷幕体上基本无蜂窝状孔洞,无集中漏水点。

7.4 设备磨损快,材料消耗大,对成孔人员技术要求高

施工场地为填海造陆区,施工地层以开山碎石为主,在海水的腐蚀下,套管、钻杆和钻具的磨损相当严重,平均 $30\sim 40$ 孔消耗一套套管, $30\sim 35$ 孔消耗一个偏心钻头。

与常规泥浆护壁成孔工艺相比,采用偏心潜孔锤跟管钻进成孔+PVC管护壁的工艺较为复杂,对成孔人员的技术要求高,钻具与套管拆卸早了未击穿碎石层造成PVC管无法安装或安装不到位,影响喷射注浆;拆卸晚了潜孔锤气孔中易塞满淤泥,且偏心部分甩不回套管无法拆卸而造成废孔。

8 结语

生产实践表明,高压旋喷注浆止水帷幕在填海造陆区是适应的,该工艺理论成熟,施工快速,成本低廉。其施工重点是成孔,难点是钻具与套管的拆卸以及PVC管的安装,关键是偏心潜孔锤规格与套管及管靴规格、管靴规格与PVC规格相匹配的问题。

该工艺的成功实施,为填海造陆区止水帷幕的施工积累了工程实践经验,使该工艺在同类地区实施成为可能。

试验表明,填海造陆区旋喷桩止水帷幕旋喷桩排数不宜少于2排,施工时宜采用早强型水泥,并添加一定量的速凝剂。

注:本文在编写时参考了金成文的《齐耀瓦柴油机生产基地止水帷幕工程施工方案》、《齐耀瓦柴油机生产基地止水帷幕工程验收报告》及王孟泉的《齐耀瓦柴油机生产基地工程地质勘察报告》等。

港珠澳大桥计划2009年年底动工

《广州日报》消息 港珠澳大桥主体工程初步设计阶段勘察设计合同签约仪式暨勘察设计工作启动仪式2009年3月13日在珠海举行。港珠澳大桥融资问题已解决,计划年底动工,建设工期为6年,力争三地同步完工。

港珠澳大桥将跨越珠江口伶仃洋海域,是连接香港、珠海、澳门的大型跨海通道。工程建设内容包括:港珠澳大桥主体工程、香港口岸、澳门口岸、香港接线及珠海接线。大桥主体工程采用桥隧组合方式,全长约 29.6 km ,其中海底隧道长约 6.754 km 。有关人士表示,大

桥于珠海及澳门两落脚点,由原来各建人工岛设置口岸,改为珠澳两地共建一个人工岛,方便过境旅客步行互通。

港珠澳大桥项目估算总投资超过700亿元,其中三地共建的大桥主体工程投资约380亿元。内地(包括中央给予的资金支持)、香港和澳门合计投入资本总金额为157.3亿元。

港珠澳大桥初步设计包含21个专项研究,技术难度创国内桥梁建设史之最,而海底隧道和人工岛将创下世界上难度之最。

另据新华社电,据香港媒体报道,广深港高速铁路香港段,有望年底动工兴建,并将争取提早一年也即于2014年竣工。