

长螺旋搅拌止水帷幕咬合桩及施工实践

何世鸣, 洪伟, 王海宁, 贾城, 杨敏, 程金霞

(北京建材地质工程公司, 北京 100102)

摘要:长螺旋搅拌止水帷幕咬合桩克服了既有搅拌桩、旋喷桩帷幕在硬土地区的局限性,同时较长螺旋旋喷搅拌桩帷幕技术造价低,尤其在浅坑做帷幕更显优势,填补了硬土地区浅坑帷幕技术的空白。通过北京市朝阳区马坊新村地下车库基坑支护工程实例,证明该帷幕做法是一项很适用的技术,有较好的经济和环保效益。

关键词:长螺旋搅拌桩;止水(隔水)帷幕;咬合桩

中图分类号:TU473 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)04-0041-04

Discussion on Long Spiral Mixing Waterproof Curtain Interlocking Pile and the Construction Practice/HE Shi-ming, HONG Wei, WANG Hai-ning, JIA Cheng, YANG Min, CHENG Jin-xia (Beijing Building Material Geotechnical Engineering Company, Beijing 100102, China)

Abstract: The paper introduces the construction process of long spiral mixing waterproof curtain interlocking pile, which breaks the construction limitation of original mixing pile and curtain of rotary jet grouting in hard soil areas with lower construction cost, and especially has advantage for the curtain in shallow excavation. Based on the engineering case of the excavation for an underground garage in Beijing, the curtain construction was proved to be an appropriate technology.

Key words: long spiral mixing pile; water-stop (water-proof) curtain; interlocking pile

长螺旋搅拌止水帷幕咬合桩是指长螺旋搅拌桩与护坡桩咬合形成用于止水(隔水)帷幕,还可用于护坡桩及其母桩、复合地基桩及其母桩、抗浮(拔)桩母桩。尤其在北方地区较硬土层中更显优势。

1 问题的提出

水泥土搅拌桩是软土地区帷幕桩的一种常用方法,由于其施工简便、成本低廉,而被广泛应用于地基处理、基坑支护及止水帷幕等领域,但搅拌桩在现有设备条件下施工较硬土层时受到极大限制,尤其是搅拌砂层或砂卵石层更是无法实施。

旋喷桩也是软土地区帷幕桩的一种常用方法,同样在北方地区硬土层中施工显得力不从心,尤其是遇到砂层、砂卵石地层,更是不能达到设计深度和设计的直径,而且施工效率低,不易实现文明施工。由于水泥用量偏大,其造价也不低。

长螺旋旋喷搅拌水泥土帷幕桩及其施工方法,虽较好地解决了在北京硬土地区中形成可靠的止水帷幕问题,水泥土帷幕桩置于两护坡桩稍后一点(例如 5~20 cm)有利于与护坡桩协同变形,止水效果可靠,但用在较浅坑或水泥土桩不需太长情况(例如水泥土桩长不超过 12 m)下,不少业主单位还

是嫌造价偏高。

于是选择一种技术同样可靠,效率高,易于实现文明施工,造价较低的方法便成为必要。

为了克服以上技术的不足,笔者发明了螺旋搅拌水泥土桩施工方法,并对现有长螺旋钻机进行了改造,能克服较硬土层钻进,提高止水(隔水)帷幕的可靠性。主要工艺是先做长螺旋搅拌桩,之后用长螺旋钻机成孔压灌混凝土后插钢筋笼做护坡桩切水泥土桩形成护坡桩与水泥土桩咬合的一体帷幕,既起到了基坑支护作用,又实现了止水的目的。

2 长螺旋搅拌桩止水(隔水)帷幕咬合桩施工工艺

长螺旋搅拌桩止水(隔水)帷幕咬合桩施工工艺如图 1 所示。

设备改造主要包括:长螺旋钻具改为光杆搅拌钻具,其钻头为带有出浆孔的长螺旋钻头或互相垂直的双十字搅拌头,出浆孔位于搅拌齿下面;长螺旋钻机动力头部位开孔或弯头部位连接注浆管,连接处设置单向装置;注浆配备水泥浆注浆泵,搅浆桶振动筛及储浆桶。

收稿日期:2010-11-08; 修回日期:2011-02-23

作者简介:何世鸣(1965-),男(汉族),河北涉县人,北京建材地质工程公司副总工程师、教授级高级工程师、注册岩土工程师、一级注册建造师、一级项目经理,探矿工程专业,硕士,从事岩土工程设计施工及技术质量管理和新技术研发工作,北京市朝阳区望京西路甲 50-1 号卷石天地大厦 A 座 4 层,he.shi.ming@263.net。

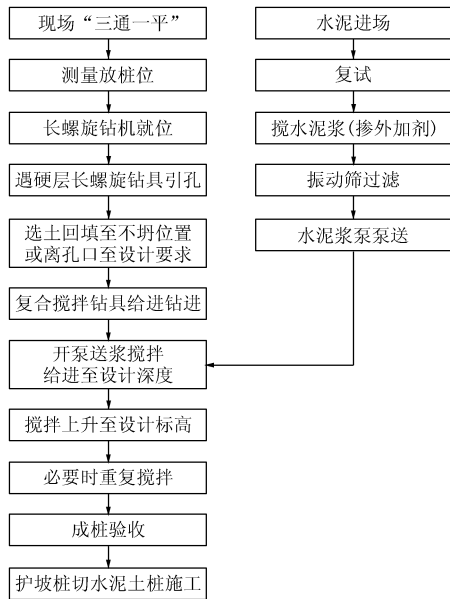


图1 长螺旋搅拌水泥土桩止水(隔水或截水)帷幕施工工艺流程图

m。

④层,层顶标高为 21.460 ~ 24.360 m,为褐黄色,中上密的细砂,该层揭露最大厚度为 5.50 m。

⑤层,层顶标高为 19.940 m,为杂色,中上~密实的卵石,该层揭露最大厚度为 2.00 m。

3.1.2 场区水文地质条件

勘察范围内发现 2 层地下水:第一层水为潜水,静止水位标高 29.060 ~ 32.880 m,埋深为 4.20 ~ 9.10 m;第二层水为承压水,静止水位标高 21.810 ~ 25.040 m,埋深为 11.70 ~ 15.50 m。本场区近 3 ~ 5 年地下水最高水位标高 33.000 ~ 34.000 m(包括上层滞水)。

3.2 地下水影响分析及止水方案

通过对场区勘察报告提供的地层条件、水文地质条件和结构底板埋深情况的分析,场区内存在的第一层潜水对基坑开挖和地下结构施工具有影响,第二层承压水位于基坑槽底以下,对基坑开挖无影响。

结合工程实际情况及现场周边环境,对第一层潜水采取长螺旋搅拌咬合桩止水帷幕方案。长螺旋搅拌桩布置在护坡桩之间,先施工搅拌桩,后施工护坡桩。护坡桩与搅拌桩咬合形成桩墙帷幕止水。

由于基坑面积较大,为加快基坑内地下水的疏干,在基坑中部布置一定数量的疏干井(见表 1)。疏干井随基坑的开挖逐渐截短,至槽底后进行回填封堵处理。

表 1 疏干井设计参数表

井类型	井径 /mm	管径(外径/壁厚) /mm	井管 类型	井深 /m	井间距 /m	滤料 /mm	井数
疏干井	600	400/50	无砂水 泥管	13.0		Ø2~4	21

3.3 搅拌桩设计参数

在每 2 根搅拌桩之间布置 1 根支护桩,且应保证搅拌桩与支护桩的交圈厚度 ≥ 300 mm。

搅拌桩中心线在支护桩中心线外侧,且距离为 150 mm,搅拌桩与支护桩中心距离为 600 mm。此时,搅拌桩与支护桩的交圈厚度 > 300 mm,满足设计要求。

桩径 800 mm,有效桩长 3.9 ~ 8.9 m,桩顶标高 32.900 m。

浆液材料:P.032.5 素水泥浆 + 外加剂,水灰比 1.0,桩体强度 1.0 ~ 3.0 MPa。

3.4 施工工艺

3.4.1 施工机具配置

3 施工实例

3.1 工程概况及地质条件

拟建的马坊新村地下车库基坑支护工程位于北京市朝阳区马坊东路,地下 2 层,覆土 1.5 m。本工程为地下 2 层钢筋砼框架结构,局部出地面。基础采用梁板式筏型基础。

本工程相对标高 ± 0.000 相当于绝对标高 38.600 m。地下车库槽底标高为 -13.460 m(绝对标高 25.140 m),基坑深度为 12.76 m。

3.1.1 场区工程地质条件

勘察范围内的地层按照沉积年代、成因类型,划分为人工堆积层和第四系沉积层 2 大类,根据岩性及工程性质进一步划分为 5 个大层,自上而下分述如下:

(1) 人工堆积层

①层,粘质粉土、粉质粘土填土;房渣土①₁层,该层厚度 0.8 ~ 3.0 m。

(2) 第四纪沉积层

②层,层顶标高为 34.750 ~ 36.840 m,为杂色,中密的卵石、圆砾;褐黄~灰色,中密的细砂②₁层;褐黄色,中密的砂质粉土、粘质粉土②₂层及局部中密~中下密粉质粘土、重粉质粘土②₃层,该层厚度为 3.60 ~ 5.80 m。

③层,层顶标高为 29.960 ~ 31.880 m,为褐黄色,中~中上密的粉质粘土、重粉质粘土;褐黄~灰色,中密的细砂③₁层及褐黄色,中~中上密的粘质粉土、砂质粉土③₂层,该层揭露最大厚度为 10.10

根据长螺旋搅拌桩的特点,每台套机具必须具备以下的设备:长螺旋钻机2台、注浆泵1台、灰浆搅拌机1台、高压管(若干)。

长螺旋钻机主要参数见表2。灰浆泵的主要参数见表3。

表2 长螺旋钻机主要性能参数

钻机型号	CFG-26	许用最大坡度	2°
许用拔钻力	300 kN	回转速度	0~0.59 r/min
立柱倾斜范围	±2°	回转角度	360°
行走速度	2.26~3.37 m/min	工作状态	11 m×4.8 m×3.1 m
中心转座	0.03	运输状态	10.5 m×3 m×3.1 m
钻孔深度	7和14 m	钻孔直径	700 mm

表3 灰浆泵主要性能参数

灰浆泵型号	HJB-3	最大压力	1.5 MPa
灰浆输送量	3 m ³ /h	电机功率	3 kW
注浆胶管内径	32/38 mm	整机质量	250 kg
进浆胶管内径	64 mm		

由于钻机是由长螺旋改装的,所以长螺旋的螺旋钻杆换成光杆,钻头经过改制。

3.4.2 搅拌桩施工准备

3.4.2.1 搅拌桩与其他工序的关系

先施工搅拌桩,后施工护坡桩,施工护坡桩时对搅拌桩切割咬合。

3.4.2.2 搅拌桩施工准备工作

(1)施工前应完成“三通一平”施工条件,现场电源根据设备功率大小,选用现场配电;水源根据设备数量,选用宜大勿小;场地应平整并具有一定的强度,如强度不足,应铺垫砂石,或垫钢板以利机械行走。

(2)熟悉施工图纸及场地的土质、水文地质资料,做到心中有数。

(3)按水泥土桩位平面图,测设桩位轴线、定位点,用Ø25 mm钢筋在桩位处扎入深度不小于30 cm的孔,填入白灰并插上钢筋棍,标识桩位,要求所有桩位一次全部放定,并由技术负责人组织质检员、施工员、班组长共同对桩位进行检查,甲方或监理确认准确无误。

(4)施工前应将水泥送实验室复试,保证合格。

(5)施工前应对施工人员进行全面的安全技术交底,施工前对设备进行安全可靠性检查,确保施工安全。

(6)施工现场应做好材料、机具摆放规划。避免杂乱影响施工正常进行或造成安全事故。

3.4.2.3 施工场地布置

本施工场地基本呈正方形布置,布置2台套并

列施工,施工设备及辅助设施应根据材料运距短、便于运输和存放、水电接头方便、机具设备集中、便于指挥、设备管线移动方便。

3.4.2.4 劳动力组织

根据本工程的特点,施工实行每天2班工作制,每班工作时间12 h。每套设备的劳动力人员配备如表4所列。

表4 每套设备的劳动力人员配备

姓名	工作内容	人数	备注
队长	全面组织管理劳动力,协调各种关系	1	1~3台套设备1人
技术员	掌握技术,控制质量,整理资料	1	3台套设备1人
班长	全面掌握施工、质量和安全	1	台套数×班数×人
搅拌工	操作钻机、钻孔、移位、维修	1×2×2	同上
搅灌工	操作灰浆泵,测灰浆密度	1×2×1	同上
	每套套共计	9	

3.4.3 搅拌桩施工工艺

(1)钻机就位前,一定要对准桩位标志下钻,对中误差<50 mm,调整好桩机,桩机的主动钻杆要保证垂直,垂直度允许偏差≤0.5%,防止桩斜。

(2)对施钻和喷浆严格要求。在施钻前,项目技术负责对钻进速度、复搅次数、喷浆速度、喷浆次数及停浆面向作业人员详细交待;特别对水泥用量、浆液水灰比进行检查。

(3)停浆面控制:停浆面保证在设计桩顶上不少于50 cm处,保证保护桩长达50 cm,误差<10 cm。

(4)制浆:根据每米有效桩长耗用水泥多少,一次性配制一根桩所用的水泥浆。水泥浆液的水灰比为1.0~1.1。水泥浆进入储浆池前一定要过筛。凡已配好的水泥浆大于2 h仍未使用的,应全部废弃,不准用来制桩。

(5)制桩:成桩速度不能太快,提升速度≤0.8 m/min,每次上升或下沉,要求成桩速度必须均匀。

(6)搅拌桩直径为800 mm,中心距为1200 mm。

(7)自来水总供水管一个,直径100 mm,流量≥15 m³/h,通至施工现场,并安装足量程水表一块及阀门一个。

(8)供电总量250 kW,最大施工用功率约200 kW,电压220 V/380 V,每台套均装设开关柜一个,并通至施工现场。

(9)水泥品种:P.O32.5普通硅酸盐水泥(袋装);水泥品质复检合格。

3.4.4 质量检验内容及方法

3.4.4.1 材质检查

(1) 每批水泥必须有生产厂家质保书, 使用时间必须在该批水泥质量保质期内。

(2) 每种品牌的水泥均需抽样送交质检部门进行物理力学性能试验。

3.4.4.2 施工工艺检查

检查现场施工工艺参数及每根桩的施工记录, 内容包括: 序号、桩号、成桩深度、复搅深度、成桩开始时间、成长结束时间、水泥用量、备注, 灰浆密度及其搅拌过程中的异常情况。

3.4.5 搅拌桩工程质量控制标准(表5)

表5 搅拌桩工程质量控制标准

主控项目	序	检查项目	允许偏差或允许值		检查方法
			单位	数值	
一般项目	1	水泥用量		设计要求	查看流量计及浆液水灰比
	2	桩体强度或完整性检验		设计要求	按规定方法
	1	钻孔位置	mm	≤50	用钢尺量
	2	钻孔垂直度	%	≤0.5	经纬仪测钻杆或实测
	3	孔深	mm	±200	用钢尺量
	4	注浆压力		按设定参数指标	查压力表
	5	桩体搭接	mm	>100	用钢尺量
	6	桩体直径	mm	800	开挖后用钢尺量

3.4.6 技术资料管理

(1) 技术资料是工程质量可追溯的一个保证, 因此技术资料必须严格按照要求进行整理。

(2) 施工技术资料应随施工进度及时整理, 做到字迹清楚, 项目齐全、准确、真实, 杜绝拖欠、涂改、伪造现象发生。

(3) 所有资料的填写要求字体整齐规范, 做到内容齐全, 数据清楚, 签字清楚有效。

(4) 资料员每天及时收集发生的施工技术资料, 并及时编目整理。

(5) 所有资料使用专用文件盒, 集中妥善保管, 其他人员不得随意抽撤, 资料借阅要由主管领导签字, 办理借阅登记手续, 用完及时归还登记。

(6) 工程所有技术、试验、材料, 生产管理人员必须按照本设计进行资料整理收集, 在收集过程中相互配合, 要及时发现资料中的问题, 作交圈检查, 发现问题及时解决。

(7) 质量人员应认真负责填写各种表格, 反映出其对工程的真实性, 资料整理要及时、准确、真实。

(8) 施工中建立完善的施工技术资料管理责任制和奖罚制度, 项目部内明确责任, 互相配合, 积极主动完成资料汇集编写工作。

3.5 效果检验

长螺旋搅拌桩在2008年11月5日施工, 在2008年12月15日结束。从槽开挖的情况看, 除了少数漏点及时堵漏, 总体止水效果良好。现场开挖后效果见图2、图3。

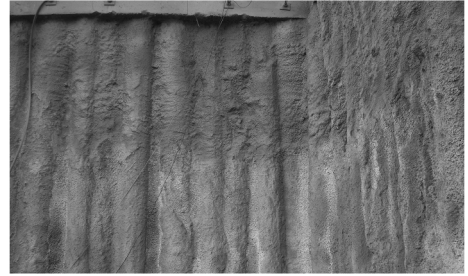


图2 开挖效果照片



图3 开挖效果照片

4 结语

实践证明, 长螺旋搅拌止水咬合帷幕桩是一种新的尝试, 完全能达到设计止水目的。在现有设备条件下适用于较浅坑支护止水合二为一帷幕, 在设备及施工技术成熟时完全可以用于深坑。先做帷幕桩后做护坡桩, 可以避免护坡桩“大脑袋”和“大肚子”的影响, 使止水效果更好, 同时避免了高压系统的不安全隐患。是一项经济、适用、环保有前景的止水帷幕技术。

参考文献:

- [1] 何世鸣, 李江, 孙根岩, 等. 长螺旋搅拌水泥土帷幕桩及其应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(8).
- [2] 何世鸣, 李江, 孙更元, 等. 长螺旋搅拌水泥土帷幕桩技术研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(S1).
- [3] 何世鸣, 赵振国, 吴盛斌, 等. 长螺旋搅拌桩钢管桩复合支护技术在基坑工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(1).
- [4] 何世鸣, 孙根岩, 贾城, 等. 长螺旋搅拌水泥土帷幕桩技术及在中航技大厦(凯迪克大酒店)改造工程中的应用[J]. 岩土工程界, 2008, (11).
- [5] 赵晓东, 何世鸣, 等. 长螺旋搅拌桩成桩直径影响因素理论论研究[J]. 科学研究月刊, 2010, (5).
- [6] 何世鸣, 赵晓东, 李德江, 等. 节能型变频器在长螺旋搅拌桩止水帷幕中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 38(10).