

钢板桩在顶管工作井围护结构中的应用

陈家威

上海市城市排水有限公司

DOI:10.12238/btr.v6i6.4204

[摘要] 随着我国建筑施工技术的提升,钢板桩结构在大量工程建设中得到了广泛地应用,这为提升管道和工作井围护结构施工提供了一个可选的解决方案。经某顶管工作井软土深基坑项目为背景,针对项目基坑开挖深度深、地质条件差、周边环境复杂、顶管施工条件要求高等技术难点,通过分析选用了钢板桩+型钢内支撑并辅以特殊高分子聚氨酯类水膨胀橡胶止水的基坑支护方案,可为类似软土深基坑工程提供参考。

[关键词] 工作井; 钢板桩; 聚氨酯; 止水; 围护结构

中图分类号: TU834.8+51 **文献标识码:** A

The application of steel sheet piles in the enclosure structure of top pipe working wells

Jiawei Chen

Shanghai Urban Drainage Co. Ltd

[Abstract] With the improvement of construction technology in China, steel sheet pile structures have been widely used in a large number of engineering constructions, providing an optional solution for the construction of pipeline and work well enclosure structures. Based on the background of a soft soil deep foundation pit project for a certain pipe jacking work well, and in response to the technical difficulties of deep excavation depth, poor geological conditions, complex surrounding environment, and high requirements for pipe jacking construction conditions, a foundation pit support scheme combining steel sheet piles and steel internal support, supplemented by special polymer polyurethane water expansion rubber water stop, was analyzed and selected. This can provide reference for similar soft soil deep foundation pit projects.

[Key words] working well; Steel sheet piles; Polyurethane; Water stop; Enclosure structure

随着社会经济的不断发展,城市用排水量也不断增加,市政排水工程的建设改造范围愈加广泛,顶管技术在市政工程中得到广泛的应用。顶管一般埋深较大,其工作井基坑开挖深度较深,且一般都位于城区,基坑周边环境较为复杂,通常存在交通要道、市政管线或已建建筑物等。顶管基坑开挖需保护其周边建(构)筑物的安全使用,因此,选择安全合理经济的支护形式,并根据基坑的特点,进行支护设计,是顶管基坑工程的关键。

本文通过对钢板桩结构特点及性能的分析,结合具体工程案例,通过不同工作井围护结构方案的比较分析,提出了一种以钢板桩结构为主并辅以高分子聚氨酯类水膨胀橡胶止水的排水工作井围护结构方案。

1 钢板桩概述

1.1 钢板桩的定义。钢板桩是通过热轧或者冷弯工艺轧制成片状的钢桩体,桩与桩之间通过锁口相扣连成整体,以承受水平力为主的挡土、水的支挡结构。钢板桩的支挡性能主要取决于钢板桩的截面形状、材质及打入的土质条件。

1.2 钢板桩的分类。钢板桩产品按生产工艺划分,有热轧钢

板桩和冷弯钢板桩。

热轧钢板桩是通过将钢坯加热至高温热轧成型。钢坯通过连续加热炉加热至一定温度后,通过粗轧机、中轧机、精轧机三道工序热轧成所需要的产品断面形状,并通过热锯断机切割成规定长度,待冷却后进行矫正,经过检查合格之后,成品包装、入库。

冷弯钢板桩是常温下冷弯成型。原料带钢卷,经过生产准备段的开卷、预矫直、对焊等工序后进入辊弯成型机组,钢坯料通过多对成形辊片弯曲加工,获得所需要的产品的断面形状,再经过成品的矫直和按照规定的产品长度进行切断。经过检查合格之后,成品包装、入库。

钢板桩产品按断面形式划分,有Z型、U型、直线型、帽型和组合型等。当前,我国大多数项目施工过程中选用U型钢板桩,市政管道施工过程中也是如此。

1.3 钢板桩的适用范围及性能。钢板桩作为工厂成品,产品质量保证性高。具有结构轻盈、强度高、施工快捷、外形美观,安全性能高的特点,可广泛应用于多种工程领域。

表1 围护结构方案比选

| 项目方案 | 围护结构 | 变形控制及适用条件 | 施工难度、速度 | 环保性能 | 安全可靠 | 工程投资 |
|----------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------------|-------------|------|--------|
| 钻孔灌注桩 | 钻孔灌注桩 + 搅拌桩隔水帷幕 | 基坑开挖引起的变形较小; 一般适用于小于15m的基坑 | 钻孔桩、二轴和三轴搅拌机设备, 施工简单, 速度一般 | 泥浆对周边环境的影响大 | 可靠 | 综合造价较低 |
| 型钢水泥土搅拌桩 (SMW) | 水泥土搅拌桩搭界止水+内插型钢 | 地层条件无限制, 适合于较浅基坑, 搅拌桩深度受到一定限制 | 可使用数台机械同时进行搅拌桩施工, 施工简单、速度快, 场地要求小 | 泥浆对周边环境的影响大 | 可靠 | 综合造价较低 |
| 重力式挡墙 | 组合搅拌桩构成挡墙 | 变形大; 一般用于开挖深度小于5m的基坑 | 三轴搅拌机, 施工简单, 速度快 | 对周边环境的影响较小 | 较可靠 | 综合造价低 |
| 钢板桩支护 | 钢板桩+型钢内支撑 | 结合内支撑体系, 结构变形小, 止水效果好。 | 采用静压施工工艺, 施工简单, 速度快, 精度高, 噪音小, 无振动。 | 对周边环境的影响小 | 可靠 | 综合造价低 |

钢板桩常应用于水利堤岸加固、航道护岸、船闸等结构, 具有施工作业快, 无需等待混凝土龄期, 墙体体积小, 质量轻, 止水性好, 无需大范围开挖, 征地拆迁量少, 无弃浆、无弃渣, 环保性能高的优点。钢板桩应用于港口码头工程可满足码头建设快速、经济的需要, 对水位变化适应性强; 同时具有良好的受力性能, 通过结构组合可以承受较大的竖向荷载和横向弯矩。钢板桩结构可重复利用的特点使其成为基坑工程的优先选择方案, 在临时工程中钢板桩高强度和施工便捷的特性可得到充分利用。钢板桩是建设地下空间的理想建筑材料。在基坑开挖时可作为围护结构, 建成后可作为地下室室内墙, 有效缩短了建设工期, 节约材料, 经济性高。

2 工程概况

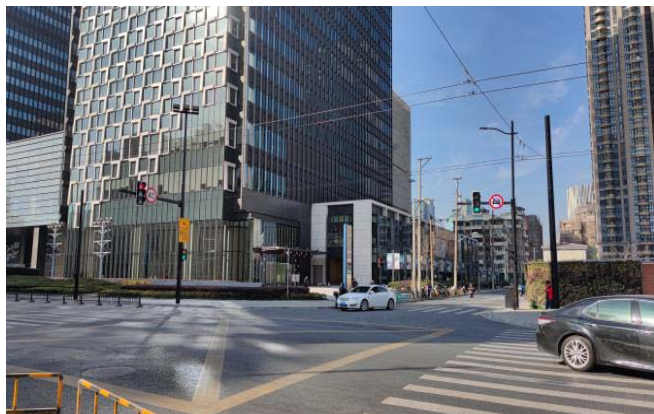


图1 工作井场地现状图

项目位于上海市虹口区南部滨江北外滩地区, 规划范围西至河南北路, 东至新建路-东长治路-虹口港, 北至海宁路-周家嘴路, 南至苏州河黄浦江, 总服务面积为117hm²。项目涉及管道工程、顶管工作井工程及驳岸工程等。本工程顶管工作井周边主要为商场、绿化、企事业单位、居民住宅区、建筑工地等。周边环境条件复杂, 需要采用垂直开挖工艺。

3 工程地质

根据本次勘察资料, 场地地基土在40.3m深度范围内均为第四系松散沉积物, 属滨海平原相, 全线主要由饱和粘性土、粉性土组成。按地基土地质时代、成因类型、分布发育规律及工程地质特征, 可将其划分为5个主要工程地质层, 11个工程地质亚层。根据场地土层分布情况, 本标段沿线主要以古河道切割区为主, 局部区段为正常沉积区, 土层分布存在一定变化。根据工程地质性质, 由上至下依次发育的土层为:

①1层填土(Q4³)、②₁层褐黄~灰黄色粉质粘土(Q4³)、②₃₋₁层灰黄~灰色粘质粉土(Q4³)、②₃₋₂层灰色砂质粉土(Q4³)、③层灰色淤泥质粉质粘土(Q4²)、④层灰色淤泥质粘土(Q4²)、⑤₁₋₁层灰色粘土(Q4¹)、⑤₁₋₂层灰色粉质粘土(Q4¹)、⑤₂层灰色粘质粉土(Q4¹)、⑤₃层灰色粉质粘土夹粉土(Q4¹)。

4 工程方案

4.1 周边环境对建设工程的影响。(1) 拟建场地沿线分布密集地下管线, 局部分布非开挖管线, 设计时应考虑其对结构的影响, 采取必要的规避措施, 施工时须对市政管线进行保护, 必要时进行迁移。(2) 拟建工程周边有住宅、学校、商办楼、企事业

单位等,部分基坑邻近现状河道、泵站、轨道交通、历史建筑等重要市政设施,周边建(构)筑物荷载对围护结构产生附加荷载,给围护结构带来不利影响。(3)拟建基本均位于主城区市政道路红线范围内,道路车辆较多、交通繁忙,车辆荷载及行驶过程中产生的振动对基坑围护结构产生不利影响。(4)部分基坑邻近现状河道,而浅部土层局部为粉性土,河水位与地下水为有一定水力联系,河道分布对基坑工程产生不利影响。(5)拟建顶管局部沿主城区市政道行进,现状道路下各类地下管线密集,且有非开挖管线分布。沿线环境条件对顶管施工提出较高要求。(6)拟建顶管沿线区域分布住宅、学校、商办楼、企事业单位等,特别是天然地基建(构)筑物,对沉降敏感,顶管施工时宜加强监测。(7)拟建管道穿越现状虹口港,现状河道区域管道以上覆土厚度相对较薄,河中段顶管施工时应注意采取措施防止冒顶和粉土层中涌砂。

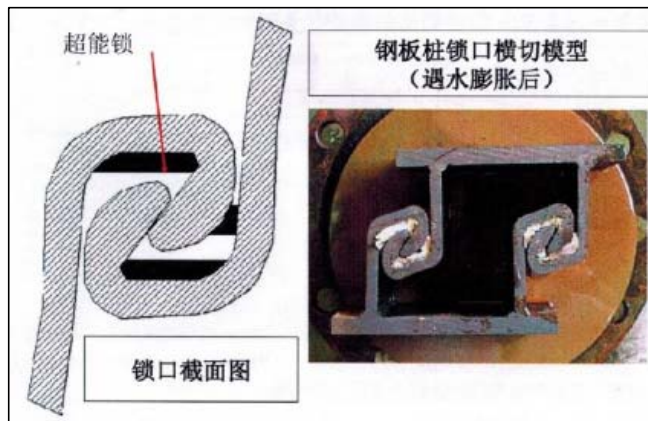


图4 钢板桩锁口止水截面图

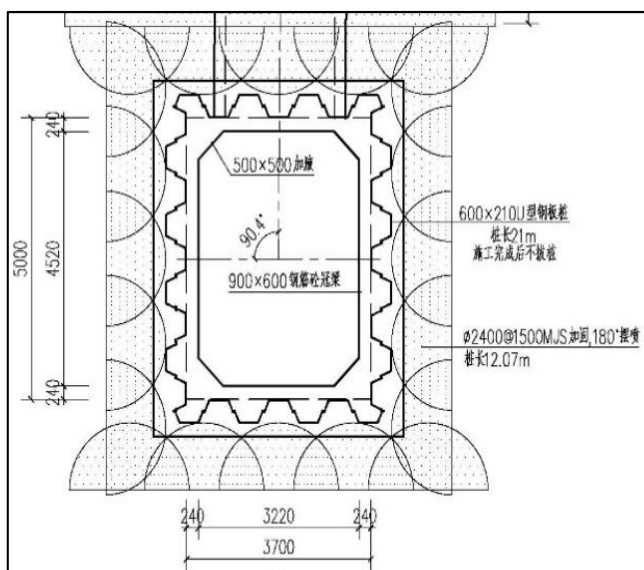


图2 工作井围护结构平面布置图

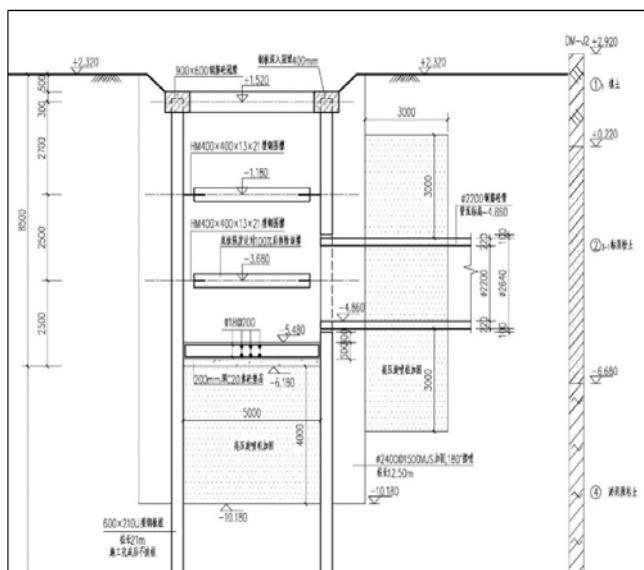


图3 工作井围护结构断面图

4.2方案比选.针对顶管工作井基坑常见的围护结构有钻孔灌注桩、型钢水泥土搅拌桩(SMW工法)、重力式挡墙和钢板桩等围护形式,各种围护型式比较见表1。

综合拟建基坑周边环境特点、基坑开挖深度、地质条件等因素,顶管工作井基坑采用钢板桩支护结构。以Y1工作井为例,基坑平面尺寸为3.7m5m,基坑深度8.5m,其围护结构采用600210 U型钢板桩,桩长21m,钢板桩外侧采用高压旋喷桩加固。围护结构如图2、图3。

为增加钢板桩锁口间止水效果,采用高分子聚氨酯类水膨胀橡胶并辅以固化促进剂进行止水,止水材料如图4。

5 结论

随着我国经济水平的提升,城镇化发展的推进。市政管道施工过程中,面临的外部制约条件越来越多。钢板桩具有结构轻盈、强度高、施工快捷、安全性能高、对周边环境影响小、经济性高的特点,并辅以特殊高分子聚氨酯类水膨胀橡胶进行锁口止水,为给排水工作井施工创造充足的施工空间和安全性,可供同类工程借鉴。

[参考文献]

[1]王靖,张鹏,陈晓龙,等.电力隧道顶管工作井支护结构受力与变形实测分析[J].地下空间与工程学报,2021,17(5):1549-1556.
 [2]吴松岭,贝晗.月罗公路污水管道复线工程基坑围护结构的选型及变形控制[J].城市道桥与防洪,2015,(12):77-79.
 [3]江涛.某顶管工作井软土深基坑支护设计探析[J].福建建筑,2022,287(05):96-99.
 [4]顾长晶,蔡勇祥.拉森钢板桩在给排水管道施工中的运用[J].技术分析,2020,(09):89-90.
 [5]周东升李,静田.谈城市地下工程的基坑围护结构[J].山西建筑,2013,39(04):63-65.
 [6]刘伟东.钢板桩支护在市政维修基坑工程中的应用[J].建筑安全,2023,38(09):51-56.
 [7]邵雪莹.复杂环境的顶管工作井深基坑设计[J].中国市政工程,2015,(02):62-64.
 [8]国斌,王卫东.基坑工程手册[J].北京:中国建筑工业出版社,2009.