

袖阀管注浆工艺在柔性接头地下连续墙施工中的应用

李玉龙

(北京航天地基工程有限责任公司,北京 100071)

摘要:北京朝阳区一管廊地下连续墙施工项目,因场区内工程、水文地质条件和施工场地局限性等因素,为节约经济成本和减少地连墙接头处渗水对后续结构防水施工的影响,采用了袖阀管注浆的防渗处理措施。介绍了袖阀管注浆工艺的施工方法,验证了该工艺处理地连墙柔性接头的防渗措施完全可行。

关键词:地下连续墙;柔性接头;袖阀管注浆;防渗

中图分类号:TU473 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2020)05-0089-04

Application of sleeve valve pipe grouting technology in construction of the underground diaphragm wall with flexible joints

LI Yulong

(The Geotechnical Institute of Beijing Aerospace Co., Ltd., Beijing 100071, China)

Abstract: During construction of the underground diaphragm wall for a pipe gallery in Chaoyang District, Beijing, the anti-seepage treatment measures with sleeve valve pipe grouting were adopted to save the cost and reduce the influence of water seepage at the joint on waterproof construction for the subsequent structure due to limitations of the geo-engineering and hydrogeological conditions, construction site, and other factors. This paper introduces the construction method with the sleeve valve pipe grouting process, and has verified that the anti-seepage measures with the process in dealing with the flexible joint of the diaphragm wall are completely feasible.

Key words: underground diaphragm wall; flexible joint; sleeve valve tube grouting; seepage control

1 工程概述

位于北京市朝阳区的一管廊项目,西侧和南侧均为现运行地铁线路,北侧和东侧为在建建筑物,施工场地距红线边缘较近,采用地下连续墙支护结构^[1-3]。地连墙采用锁口管接头(柔性接头)^[4-6],地连墙施工深度为 15.50 m,管廊基础开挖深度为 11.50 m^[7]。地连墙在成槽过程中泥浆护壁时形成的泥皮以及砂、卵石地层自身的透水性和遇水的分离性,在接头管连接处进行刷槽时,不能完全保证已浇筑槽段混凝土表面被清除干净,也就不能保证在后续开挖过程中接头处的防渗效果。本项目采用袖阀管通过工程钻机引孔,以 2 孔一组布置在锁口管接头处进行注浆。根据已知地层分布和物理力学参数以及构筑物基础开挖深度,对在地下水位以上的砂层、卵石层进行定深、间歇性重复注浆。钻孔深度

12.00 m,注浆埋深范围在-6.00~-12.00 m,并在该深度范围重复注浆。

2 工程及水文地质概况

场地地层自上而下为:

(1)表层为人工堆积层,房渣土、建筑垃圾等杂填土,埋深 0.00~-6.10 m。

(2)人工堆积层以下依次为第四纪沉积的①粘质粉土、砂质粉土层,埋深-6.10~-8.70 m;②细砂、中砂层,埋深-8.70~-10.50 m;③圆砾、卵石层,埋深-10.50~-17.55 m;④卵石层,埋深-17.55~-25.00 m。

存在 2 层地下水,第一层地下水稳定水位埋深为-5.10 m,为上层滞水;第二层地下水稳定水位埋深为-9.00 m,为承压水,有承压性,出水量较

收稿日期:2019-04-28; 修回日期:2020-01-09 DOI:10.12143/j.tkgc.2020.05.015

作者简介:李玉龙,男,汉族,1987 年生,工程师,从事岩土工程勘察、施工等工作,北京市丰台区看丹桥四号院,lyl_0801@126.com。

引用格式:李玉龙.袖阀管注浆工艺在柔性接头地下连续墙施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2020,47(5):89-92.

LI Yulong. Application of sleeve valve pipe grouting technology in construction of the underground diaphragm wall with flexible joints [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2020,47(5):89-92.

大。

场地工程地质条件见表1。

表1 各土层主要物理力学性质

Table 1 Main physical and mechanical properties of formation

层号	地层岩性	揭露地层厚度/m	E_s /MPa	c /MPa	φ /°	q_{sik} /MPa	f_{ks} /MPa
①	杂填土	3.50~5.90		0	10		
②	粘质粉土、砂质粉土	1.80~2.60	20	20	25	55	180
③	细砂、中砂	1.20~2.10	25	0	30	55	210
④	圆砾、卵石	4.50~6.70	50	0	36	65	280
⑤	卵石	未钻穿	80	0	38	140	400

3 袖阀管注浆的特点和工艺选择

袖阀管注浆工艺^[8]是目前一种比较先进的注浆工艺,能定深、定量、分序、分段、间歇并重复注浆,适应性强,能达到较好的防渗效果。袖阀管注浆法使用的注浆工具为“袖阀管”,袖阀管为内径50~60 mm,一次性的塑料管,注浆段为带射浆孔的花管。花管每隔50 cm(即每米2组)钻一组(6~10个孔)射浆孔,射浆孔呈梅花形布设,孔外为5~8 cm长的橡皮袖阀包裹。袖阀管注浆法具有以下特点:

(1)具有上下2个阻塞器,能将浆液限定在注浆区段的任一层范围内进行灌浆,以达到分层注浆效果,还可以进行间歇并重复注浆;

(2)根据不同地层的物理力学参数,可选择不同注浆参数进行注浆作业。

(3)浆液主要以渗透和劈裂形式填充地连墙接头管连接处的缝隙中,可以起到填充缝隙和固结的效果。

因本工程地下连续墙施工场地受限^[9],且周边环境较为复杂,传统的高压旋喷桩或三轴搅拌桩止水帷幕施工工法无法对地连墙柔性接头处进行有效的止水、防渗处理。所以本工程的地连墙接头采用上述介绍的袖阀管注浆工艺来进行止水、防渗处理^[10-11]。

4 施工工艺

袖阀管注浆法的基本施工工序可为:钻机就位→钻进成孔→注封闭泥浆→下放袖阀管→注浆作业→达到规定要求→注浆结束、移位。

4.1 成孔

成孔采用ZLJ-700型加压回转钻机,Φ60 mm

金刚石钻头,沿地连墙槽段接缝处,使用清水循环钻进,施工时应认真观察钻进过程,控制成孔深度,为注浆施工提供依据。在现场钻孔中,发现钻孔返出物中含有磨碎的混凝土屑和夹杂圆砾的泥块以及不完整的混凝土柱体,说明在地连墙锁口管接头处存在有未清除干净的泥皮以及在灌注过程中有孔壁坍塌时混入的泥块使得新旧混凝土结合不紧密。但随着深度增加,返出物逐步减少,并有完整的混凝土柱体带出。

4.2 封闭泥浆灌注,下袖阀管

钻孔至设计深度后,通过钻杆从孔底注入封闭泥浆,置换钻孔时所用的清水,封闭泥浆采用纯水泥浆(PSA 32.5矿渣硅酸盐水泥),水灰比为1.5。其作用是封闭袖阀管和钻孔壁之间的孔隙,并迫使从灌浆孔内开环,袖阀管内压出的浆液劈裂^[12]封闭泥浆,注入槽段接头缝隙。在充满封闭泥浆的钻孔中插入袖阀管(内径50 mm的塑料管),插入钻孔时,管端封闭,管内充满清水。根据地层情况,每隔50 cm设置一组出浆孔,外包橡皮套。

4.3 袖阀管注浆

待封闭泥浆具有一定强度后(一般应达到0.2 MPa),将Φ12.70 mm带双塞的注浆钢管从袖阀管中下到注浆段位置,自下而上分段注浆,袖阀管内注浆材料采用纯水泥浆(P.O 42.5普通硅酸盐水泥),水灰比为0.5,分段间距 ≥ 2.0 m,注浆压力固结采用0.3 MPa,开环压力为0.3 MPa。注浆速度一般控制在10~20 L/min。袖阀管注浆过程如图1所示。

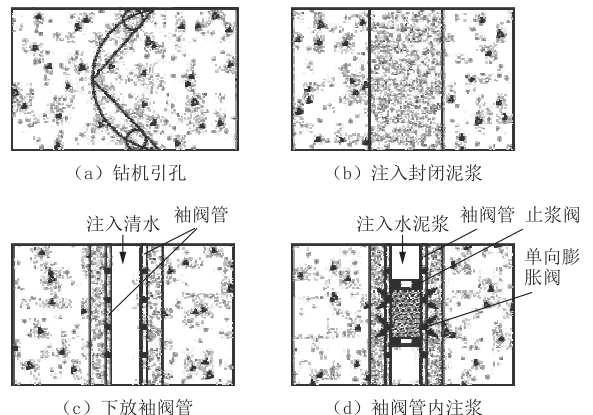


图1 袖阀管注浆过程

Fig.1 Sleeve valve pipe grouting process

4.3.1 压力控制

在注浆泵出水口和压浆封闭隔离器回水管上各

安装一个压力表,封隔器回水管上的压力表可直接显示注浆压力,注浆泵上的压力表间接显示注浆压力,注浆压力通过压浆隔离器回水管上的阀门调节。注浆时调整阀门开启度,直至达到规定压力值,并保持压力稳定。

4.3.2 注浆结束条件

按照规范要求现场注浆情况,注入率 ≤ 0.4 L/min,注浆压力恒定不变化,再持续灌入 60 min 即可结束注浆。在注浆过程中,应观察周围地表以及道路是否有道路隆起或浆液冒出,如有则立即停压,减慢注浆,待没有明显现象时,注浆结束。如果没有冒浆而且注浆量过大时,则应采用“间歇定量分序注浆法”进行注浆,必要时可适当掺入相当于水泥质量 2% 的水玻璃^[13-14](波美度 20),以控制浆液扩散范围。

5 质量控制要点

(1)监测控制。因场区作业范围较小,注浆施工时,除做好巡视观察外,还要增设周边地表和周边建筑物以及周边道路的沉降观测工作,根据观测数据值,及时调整注浆参数,以及做好相关的预防措施和应急方案。如在施工中周边地面产生裂缝和隆起,应立即停止注浆,对产生的裂缝灌注水泥浆填补。

(2)注浆材料质量控制。灌浆液应具有良好的流动性和流动性维持能力,以便在低压力下获得尽可能大的扩散和填充能力。浆液析水性要小,稳定性要高,以防在注浆过程中和注浆结束后,发生颗粒沉淀和分离。袖阀管注浆时搅拌好的浆液要过筛,浆液存储的时间不宜太久,且应不断搅拌。

(3)钻进控制。按照设计要求进行开孔钻进,详细记录在钻进过程中出现的异常情况,如漏水、钻进速度异常、钻杆滑落等状况。以便为处理方案的选择和施工中所要采取的措施提供可靠依据和技术参数。

(4)注浆压力控制。注浆压力应在施工过程中不断验证和修正。正常情况下注浆压力的变化是有规律的,在流量基本不变的前提下,开始压力较大,然后缓缓下降达到稳压,但注浆量达到饱和时,压力再度上升。如果出现异常变化,要查找原因,分析情况,采取对策。

(5)成孔垂直度控制。清理导墙上的障碍物,铺设木板,保证钻机坐落平稳。在安装时严格检查钻

机的平整度和钻杆垂直度。在钻进过程中采用铅锤和红外线测距仪定时检查钻杆的垂直度和钻孔深度,发现偏差应立即调整。以确保钻孔不偏离地连墙接头位置。定期检查钻头、钻杆、钻杆接头,发现问题及时维修或更换。控制钻头进入不同地层时的钻进压力,防止钻杆偏斜,影响钻孔垂直度。

6 施工效果

注浆过程中,根据监测数据和巡视观察,周边地表部分出现隆起情况^[15],但未出现地表下沉情况,通过分析认为部分地表隆起原因为,在注浆至上部标高时,袖阀管内浆液劈裂封闭泥浆后,因上部地层为杂填土,密实度差、孔隙率大,泥浆渗入后,在压力作用下地表有轻微隆起。隆起地表位置挖开,发现有不均匀水泥浆已凝固,浆体强度不大。

后期基槽开挖过程中,观察地连墙接头处,注浆段袖阀管的浆液呈柱状、脉冲状填充,浆体颜色呈青绿色,强度较高。在开挖完成后,地连墙接头处无渗水现象。

7 结语

工程实践证明,在地下连续墙柔性接头位置钻孔并采用袖阀管注浆,注浆效果较好,浆液渗透均匀,能满足结构施工时地连墙接头处无渗漏,保证防水层施工质量的要求^[16],避免了在防水层施工前对接头渗漏进行封、堵、引流等处理措施,做到了事前控制。同时本项目在砂卵石地层中采用分段、定深、反复注浆,在既满足防渗、止水效果的同时,也减少了上部满孔注浆造成的材料浪费,从而也达到了在经济成本上有效节约和环境保护的目的。

参考文献 (References):

- [1] 杨春,赵慎中,宋珪.近地铁结构地连墙施工技术可行性分析与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(6):56-58.
YANG Chun, ZHAO Shenzhong, SONG Gui. Technical feasibility and application of diaphragm retaining wall near subway structure[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2010,37(6):56-58.
- [2] 郭计军.地下连续墙在深基坑支护中的应用[J].山西建筑,2011,37(5):68-70.
GUO Jijun. On application of underground retaining walls in support of the deep foundation pit[J]. Shanxi Architecture, 2011,37(5):68-70.
- [3] 梁斌.地下连续墙施工技术 in 工程中的应用[J].同煤科技,2011(1):31-32,35.

- LIANG Bin. Application of technology to underground diaphragm walls on construction[J]. Science and Technology of Datong Coal Mining Administration, 2011(1):31-32,35.
- [4] 刘少跃,莫志锋,潘健.地下连续墙接头管法施工技术[J].广东土木与建筑,2009,16(4):29-31.
- LIU Shaoyue, MO Zhifeng, PAN Jian. Pipe-joint construction technology for the diaphragm walls[J]. Guangdong Architecture Civil Engineering, 2009,16(4):29-31.
- [5] 曹骥.地下连续墙接头形式研究与创新[J].地下工程与隧道,2013(4):36-41.
- CAO Ji. Research and innovation of the forms of the underground diaphragm wall joint[J]. Underground Engineering and Tunnels, 2013(4):36-41.
- [6] 孙立宝.地下连续墙施工中几种接头形式的对比分析及应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(5):54-56.
- SUN Libao. Comparison analysis on joint shapes of underground diaphragm wall construction and the application[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2011,38(5):54-56.
- [7] 张光蒲,常绍杰.天津北站地铁深基坑地下连续墙施工控制技术[J].港工技术,2011,48(5):53-55.
- ZHANG Guangpu, CHANG Shaojie. Construction control technology for diaphragm retaining wall of Tianjin Metro North-station deep foundation pit[J]. Port Engineering Technology, 2011,48(5):53-55.
- [8] 陈杰东,韩建庄.既有建(构)筑物地基袖阀管注浆加固技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(2):22-24.
- CHEN Jiedong, HAN Jianzhuang. Sleeve valve pipe grouting reinforcement for foundation of established building[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2007,34(2):22-24.
- [9] 孙立宝.超深地下连续墙施工中若干问题探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(2):51-55.
- SUN Libao. Discussion on the construction of super-deep underground diaphragm wall[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2010,37(2):51-55.
- [10] 袁超鹏,王胜,吴秋红.水泥-水玻璃注浆在围堰防渗漏浆处理中的应用[J].创意设计源,2016,43(10):68-71.
- YUAN Chaopeng, WANG Sheng, WU QiuHong. Application of cement - sodium silicate grouting in slurry leakage processing of cofferdam seepage control[J]. Idea & Design, 2016,43(10):68-71.
- [11] 戚庆学.袖阀管注浆工艺在垂直防渗工程中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(7):60-62.
- QI Qingxue. Application of sleeve-valve-pipe grouting technology in vertical anti-seepage engineering[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2010,37(7):60-62.
- [12] 葛文昌.劈裂注浆法在城市道路病害治理中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(6):67-68.
- GE Wenchang. Application of split grouting in diseases treatment for urban road[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2008,35(6):67-68.
- [13] 刘彦林.水泥-水玻璃浆液注浆在隧道施工中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(3):75-77.
- LIU Yanlin. Application of cement - silicate grouting in tunneling construction[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2008,35(3):75-77.
- [14] 王胜,陈礼仪,史茂君.水泥-水玻璃浆液凝固特性试验研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(4):35-38.
- WANG Sheng, CHEN Liyi, SHI Maojun. Experimental study on solidified characters of cement - sodium silicate slurry[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2012,39(4):35-38.
- [15] 唐世杰,陈跃武,李丙奎,等.注浆治理铁路高路基沉降病害效果及提高注浆质量的探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(4):68-70,74.
- TANG Shijie, CHEN Yuewu, LI Bingkui, et al. Discussion on the effects of settlement grouting treatment for high road-bed of railway and the improvement of grouting quality[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2013,40(4):68-70,74.
- [16] GB 50202-2018,建筑地基基础工程施工质量验收标准[S]. GB 50202-2018, Standard for acceptance of construction quality of building foundation[S].

(编辑 周红军)