

双液注浆技术在杭州市天城广场工程中的应用

董建忠, 何家趾

(浙江省大成建设集团有限公司, 浙江 杭州 310012)

摘要:针对杭州市天城广场工程在基坑开挖过程中地下连续墙接缝处局部出现渗漏水的情况,为确保基坑开挖及周边建筑物的运作安全,采用水泥-水玻璃双液注浆技术对该部位出现的渗漏进行技术处理。分析了渗漏的原因,介绍了水泥-水玻璃双液注浆工艺及施工技术措施。

关键词:深基坑;地下连续墙;渗漏;水泥-水玻璃双液注浆;堵漏止水

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2012)07-0046-03

Application of Double Liquid Grouting in Hangzhou Tiancheng Square/DONG Jian-zhong, HE Jia-zhi (Zhejiang Dacheng Construction Group Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310012, China)

Abstract: In view of partial seepage in underground continuous wall during structure excavation in Hangzhou Tiancheng square, cement-sodium silicate double liquid grouting technology is used to ensure the safety during excavation. It can provide reference in the similar deep foundation pit construction.

Key words: deep foundation pit; underground continuous wall; seepage; cement-sodium silicate double liquid grouting; seepage treatment

0 前言

随着我国城市建设的发展,高层建筑的日益增多,地下空间的开发越来越受到人们的重视。随之应运而生的基坑开挖深度也越来越深,深基坑开挖的稳定性也越来越重要,其基坑的围护结构形式也越来越受到人们的关注和研究。目前在杭州市区多数深基坑都采用地下连续墙围护方式。由于土质物理性能不同,施工过程中不确定因素的影响以及地面荷载等因素造成的不均匀变形等原因,在基坑开挖的过程中会出现各种不同的渗水、漏水等现象,一旦出现渗漏,必须及时采取有效措施封堵,否则长时间的渗漏将引发流沙、流泥,甚至管涌等,严重危及基坑和环境安全。不同渗漏现象的出现,需采用不同的技术处理手段。杭州市天城广场工程在基坑开挖过程中地下连续墙接缝处出现的局部渗漏现象,采用了水泥-水玻璃双液注浆技术,对该处渗漏水情况进行了技术处理。

1 工程概况及地质情况

杭州市天城广场工程位于杭州市江干区,场地东侧紧邻机场路,北侧邻机场路一巷,南侧为天城路和杭州地铁一号线闸弄口站施工场地,西北侧为居民生活小区。工程采用地下连续墙并结合三道钢筋

砼内支撑作为基坑挡土结构和防渗帷幕(地下连续墙为“两墙合一”)。基坑平面形状接近矩形,基坑尺寸约182 m×98 m。基坑设计开挖深度分别为17.4、18.3、19.8 m。

拟开挖场区属第四纪钱塘江下游冲海积平原,地貌形态单一。场地浅表层为分布有厚1.0~6.80 m不等的填土,其下为厚度约8~12 m左右的粉土层。以下为厚度约11.8~24.50 m左右的流塑状的淤泥质土,下部为可塑状粉质粘土,其下部为软土成因的灰色~灰青色粉质粘土,再下部为经过淋滤固结硬可塑状的粉质粘土,其下为含粉细砂粉质粘土及圆砾层。底部基岩为晶屑凝灰岩。涉及到本基坑的土层见表1。杂填土是典型的老城区地基,含有大量碎砖及深浅不一的条石、木桩。机场路和天城路地下管线复杂,西北面又紧邻8层居民楼,且居民楼均为浅基础。浅层地下水属潜水,主要赋存于上部①层填土层及②层粉土层中。勘探期间测得地下水水位埋深在0.80~2.00 m,主要受填土层性质变化大影响,为防止基坑土方开挖引起地基沉降而带来管线折断下沉、房屋倾斜、开裂等一系列问题,在基坑的开挖施工中必须采取有效措施确保安全。

收稿日期:2012-03-12

作者简介:董建忠(1980-),男(汉族),浙江台州人,浙江省大成建设集团有限公司工程师,土木工程专业,从事地基基础施工管理工作,浙江省杭州市文三路20号建工大厦副楼4楼基础公司,iloyal@tom.com。

表 1 地层的物理力学指标

层号	岩土名称	层厚/m	含水量 ω_0 /%	天然重度 γ /($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	渗透系数 10^{-5} cm/s		粘聚力 c /kPa	内摩擦角 φ /($^\circ$)
					水平 K_H	垂直 K_V		
①	填土	6.80 ~ 1.00						
② ₁	粘质粉土	4.10 ~ 1.20	29.9	19.28	1.33	1.08	20.9	18.0
② ₂	砂质粘土	5.70 ~ 1.90	27.3	19.57	6.87	3.97	16.3	25.3
② ₃	粘质粉土	3.20 ~ 0.70	25.3	19.33	1.23	1.69	14.5	25.5
② ₄	砂质粉土	8.40 ~ 0.70	26.2	19.59	38.30	49.90	12.1	29.1
③	淤泥质粉质粘土	24.50 ~ 11.80	40.4	17.97	3.05	2.75	20.0	7.6
④ ₁	粉质粘土	4.90 ~ 1.00	30.8	19.37			22.2	11.0
④ ₂	粉质粘土	9.10 ~ 1.80	29.9	19.39			27.3	10.8

2 渗漏原因分析及采取的措施

2.1 渗漏原因分析

本基坑于 2011 年 11 月开始开挖,在开挖地面以下 6 m 过程中,东南角相邻两幅地下连续墙接缝处出现局部的渗漏现象,经过对现场渗漏点的查看及分析,认为渗漏的主要原因为:

(1)由于本工程地下连续墙接头采用柔性锁口管接头,在施工过程中,虽然采取强制性刷壁器进行刷壁,但是由于地下连续墙垂直度偏差导致接缝处形成较大孔隙,仍然有可能部分接头刷壁没有达到理想中的刷壁效果,仍然残留一些泥土在接头上,在浇筑混凝土过程中接头处形成泥土夹层,成为地下墙内部渗漏水的路径;

(2)在基坑开挖工程中,由于开挖部位在时间和空间上的差异,导致地下连续墙墙体的不均匀沉降,从而导致了接缝处的相对滑动,连续墙的变形对接缝和裂缝宽度的影响,形成渗漏水的路径。

2.2 采取的措施

通过对现场渗漏情况的原因分析及对渗水量的大小的观察,确定该部位属于微渗,确定采用如下堵漏措施。

(1)先确定渗漏点,对渗漏处进行剔槽直至漏点深处,人工精修出沟槽。

(2)之后对渗漏处表面两侧 10 cm 范围内凿毛,以增加外防水层与墙面的粘结力。

(3)在凿除的坑洞内埋入高强塑料胶管,胶管埋入地下墙约 10 ~ 15 cm,胶管露出地下墙约 30 ~ 50 cm。

(4)用清水冲洗干净渗漏处,并用速效堵漏剂及水泥按 1: 1 比例搅拌均匀对沟槽进行封堵。

(5)水泥凝固后再用注浆泵压注 TZS 水溶性聚胺脂堵漏剂,直至不再渗漏为止。

(6)待聚胺脂堵漏剂凝固后,将所有的“引流管”逐个封堵。

该渗漏点封堵后,该部位基坑重新开挖,次日发现 8 m 处又有一渗漏点,初始渗水量甚小,现场人员采取同样措施填补漏洞,但 24h 后水量有增大的趋势,为防止出水口继续扩大,现场采用镀锌水管作引流管插入漏水口,四周用快凝水泥填嵌固定,同时综合考虑场地条件、工程地质、开挖深度和周围环境,确定采用水泥-水玻璃双液注浆来处理此处的渗漏现象。

3 双液注浆堵漏止水处理

3.1 施工工艺

施工工艺流程如图 1 所示。

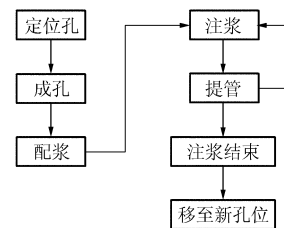


图 1 双液注浆施工工艺流程图

3.2 施工要点

3.2.1 孔位的确定及布置

根据现场渗水量大小及周边环境情况,本着“经济合理、安全适用”的原则确定孔位布置。孔位布置如图 2 所示。

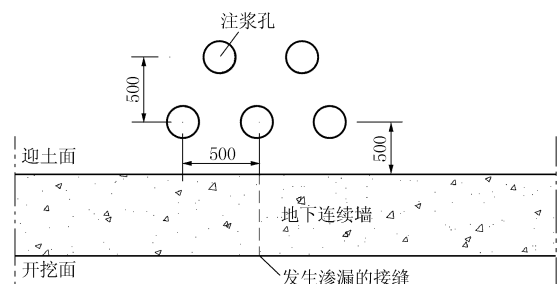


图 2 孔位布置图

3.2.2 注浆方式的选择

注浆采用单管双液交替注浆的形式(图 3),自

下而上分层注浆,分层厚度不大于0.5 m。

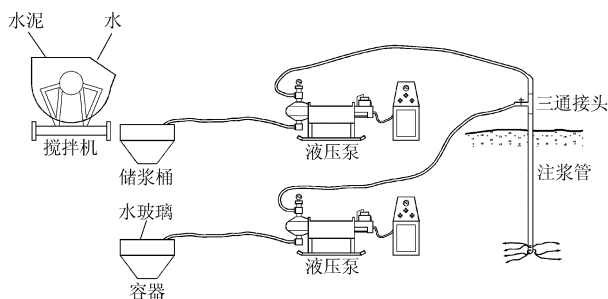


图3 单管双液注浆示意图

3.2.3 注浆材料的选择

水泥使用42.5普通硅酸盐水泥。水玻璃浓度40波美度,模数2.8~3.4。

3.2.4 注浆参数的确定

水泥浆的水灰比控制在0.8:1;水泥浆与水玻璃的体积比控制在0.6:1。

3.2.5 注浆顺序

(1)由外而内进行,先施工远离渗漏点的注浆孔,后施工靠近渗漏点的注浆孔。由外而内的目的在于在外侧先形成止水帷幕层,后在帷幕内再进行注浆,以保证内侧浆液不外溢,从而保证堵漏效果。

(2)间隔跳跃施工,即完成一个注浆孔后,远离刚施工完成的孔位,间隔一个孔位施工,以避免相邻孔间串孔跑浆。

3.3 施工注意事项

(1)钻机成孔插入注浆管后应及时封堵孔口,以防止冒浆。

(2)选定浆液及浆液配合比,初凝时间长短及浆液强度应根据加固目的而定。并应充分考虑地质、土体空隙大小及渗漏情况,在满足所需目的范围内选定最佳配合比。

(3)由于基坑围护结构发生渗漏情况,且坑内土体已经开挖松动,当水泥浆单独注入时,很容易发生流失,为此采用单管双液交替注浆。每一次注浆时,先注入一定量的水泥浆,达到终止注浆条件后,再在同一深度位置注入适量的水玻璃,用水玻璃来促使已注入的水泥浆迅速凝固。

(4)注浆过程中应密切注意注浆压力和注浆量,根据土层特性和加固目的选用不同浆液参数,确定注浆压力和注浆量,一般流量为8~12 L/min,压力为0.1~0.5 MPa。注浆量为被加固体积的10%~12%。

(5)在注浆过程中应随时观察渗漏处的渗漏情况,如出现冒浆、漏浆等现象,应采取表面封堵、间歇

注浆、加浓浆液等技术措施及时进行处理。

4 效果分析

对杭州市天城广场工程东南角相邻两幅地下墙接缝处出现局部的渗漏进行注浆处理,过程采用“分级升压法”进行压力控制,在注浆管中首先泵入水泥浆液,观察水泥浆液是否从漏水点流出,在泵送20 min后发现在漏水点有黑褐色水泥浆液溢出,此时关闭水泥浆注浆泵,在注浆管中泵入水玻璃溶液,由于水玻璃的凝结固化作用,30 min后渗漏点漏出浆液逐渐变稠,50 min后渗漏点闭合,为增强封闭效果同时填补可能存在的裂隙,继续原地注浆10 min后停止送入浆液,完成一个注浆回次。然后把注浆管向上提升0.5 m,再重复上述注浆操作,如此往复直到接近地面。

经过一天的注浆处理,两幅接缝处的渗漏情况有了明显的改观,渗漏得到了有效的控制。墙体表面基本上没有明显的渗漏现象,堵漏结果表明,采用水泥-水玻璃双液注浆堵漏止水方案堵水率达到90%以上,实现了封闭裂隙,减少渗漏水现象,控制渗流量,确保了基坑开挖的顺利进行。

5 几点体会

通过该工程的实际运作,使笔者对水泥-水玻璃双液注浆工艺有了更为深刻的了解。该工艺也能有效解决地下连续墙工程中混凝土结构的接缝、施工缝、变形缝、蜂窝麻面及混凝土收缩裂缝等渗漏水问题,且止水效果显著。

(1)随着近年来基坑开挖深度的越来越深,地下连续墙作为基坑的主要围护方式已被广泛应用,目前杭州地铁基本采用地下连续墙作为地铁基坑的围护形式。而双液注浆堵漏技术已经成为地基处理不可缺少的施工方法并已被广泛地利用。针对各种复杂的地质,根据工程的实际情况需要注入各种类型的注浆材料,就必须采用多种注浆工法,才能达到设计要求及预想的改良效果。虽然以改良土壤的强度和止水性能是地基处理的主要目的,但在实际施工过程中,都会遇到不同的问题而陷入困境。笔者认为,地质改良的效果是第一位的,为使地层保持自然状态,仅仅使用水和土来达到改良效果是今后的研究方向。任何的工法都有自身的长处和短处,而双液注浆技术比其它类型地基处理工法有广泛的适用性,可以满足越来越复杂的地基处理工程的要求。

(下转第81页)

过采用降低胎体硬度和耐磨性以及不同金刚石粒度混镶的方法设计出的仿生孕镶金刚石钻头在钻进坚硬“打滑”地层时效果并不十分理想,同样出现了钻进效率低下的情况。通过现场将钻头切掉一部分齿的处理,钻进效率有了一定的提高,却也同时降低了钻头的寿命。因此,为满足今后漠河地区水合物勘探的需求,应当对仿生孕镶金刚石钻头进行再次优化和改进,综合采用解决钻进时钻头打滑问题的方法,以设计出适合漠河地区地层的最优钻头。

研究一个钻头时需要综合分析其性能,不单单只考虑其钻速和寿命,因为钻进效率不仅与钻头本身有关,同时也和所钻的岩层有关。最高回次平均机械钻速描述了一个钻头在所钻地层的最高钻进速度,能更为真实地反映钻头的实际钻进能力。若最低回次平均机械钻速与最高回次平均机械钻速相差太大,则说明钻头遇到了特殊地层,有助于发现情况并采取措施。最高回次平均机械钻速与最低回次平

(上接第48页)

由于浆液混合方式和注浆的方向性可随时调节,注浆材料的凝胶时间可以从瞬结到缓结,配比可任意搭配,以及能够实现定向、定量、定压注浆施工。悬浊液型及溶液型的浆液,能够解决不同地质条件的地基处理问题。

(2)双液注浆工艺可以广泛应用于基坑开挖过程中出现的渗漏情况,即可运用于软土地基基坑的加固,也可以应用于岩基断裂破碎带的加固,对市政重大建设项目尤其在市区建筑群地下施工,对保护重要建筑管线或地下基坑,开挖附近的重要管线,以及控制不均匀沉降,防止渗漏效果尤为明显。

(3)该工艺施工设备仪器体积小,调动灵活,不受施工场地大小的限制,适用于市区狭窄的施工场区和不同深度层次要求的加固,对周围环境影响小,容易控制由此而造成的地下不均匀沉降,且经济实用。

6 结语

水泥-水玻璃双液注浆技术因其价格低廉、可操作性强、良好的堵漏补强效果,正日益得到广泛应用。随着城市建设发展的需要,地铁、电力隧道、热

力隧道、山岭隧道、引水及排水工程等建设任务越来越繁重,以及堤坝、桥梁、道路、机场跑道等其它工业与民用建筑的发展,双液注浆技术作为地基处理方法的一种,将得到更广泛的应用。其在本工程中的成功应用充分证明了其良好的堵漏适用性和良好的堵漏效果,为同类型深基坑及其他工程的渗漏水处理积累了宝贵的经验。

参考文献:

- [1] 祝有海,赵省民.中国冻土区天然气水合物的找矿选区及其资源潜力[J].天然气工业,2011,31(1):13-19.
- [2] 王云鹏,任露泉,杨晓东,等.仿生柔性非光滑表面的结构优化设计[J].农业工程学报,1999,15(1):33-35.
- [3] 孙友宏,徐良,赵乐涛,等.JBD-75S仿生非光滑绳索取心金刚石钻头的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(S1):291-294.
- [4] 孙秀梅,刘建福.坚硬“打滑”地层孕镶金刚石钻头设计与选用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):75-78.
- [5] 方啸虎.超硬材料科学与技术(下卷)[M].北京:中国建材工业出版社,1998.80-81.
- [6] 徐良,孙友宏,高科.仿生孕镶金刚石钻头高效碎岩机理[J].吉林大学学报(地球科学版),2008,38(6):1015-1019.
- [7] 张丽,杨凯华.金刚石钻头钻进坚硬致密弱研磨性岩层的研究现状与进展[J].金刚石磨料与磨具工程,2003,(1):30-32.
- [8] 杨凯华,杨昌锐,张绍和.弱包镶金刚石钻头钻进坚硬岩层的研究[J].探矿工程,2001,(S1):251-252,255.

参考文献:

- [1] 杨晓东,夏可风.地基基础工程与锚固注浆技术[M].北京:中国水利水电出版社,2009.
- [2] 刘国彬,王卫东,等.基坑工程手册(第二版)[M].北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [3] JGJ/T 211-2010,建筑工程水泥-水玻璃双液注浆技术规程[S].
- [4] 沈慧勇.杭州市商业银行营业及办公用房深基坑支护技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2006,33(6).
- [5] 蔡文盛.基坑围护结构渗漏的堵漏措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(3).
- [6] 董剑飞.建筑工程基础底板注浆防渗技术应用分析[J].工程建设与设计,2008,(10).
- [7] 杨晓华,俞永华.水泥-水玻璃双液注浆在黄土隧道施工中的应用[J].中国公路学报,2004,(2).
- [8] 侯广尧.注浆加固技术在基础加固中的应用[J].水力采煤与管道运输,2010,(2).