

双液注浆法在巨厚填土层加固施工中的应用

李玉龙, 姜 玮

(北京航天勘察设计研究院有限公司, 北京 100070)

摘 要:承德某桩基工程,在无法干成孔作业的巨厚层矿渣地层中,首先采用双液注浆法加固,然后再进行旋挖钻机干成孔。实践表明,该方法在处理松散的巨厚填土层加固是可行的,能达到良好的处理效果;控制配比和溶液的使用量是关键;加固后的土体自稳能力和承载力均有所提高。

关键词:双液注浆法;土层加固;注浆工艺;巨厚填土层

中图分类号:TU473.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2014)08-0070-03

Application of Double-liquid Grouting Method in Consolidation Construction of Extremely Thick Fill Soil Layer/LI Yu-long, JIANG Wei (Beijing Aerospace Geotechnical Engineering Institute Co., Ltd., Beijing 100070, China)

Abstract: In the slag formation of a pile foundation engineering of Chengde, dry hole-forming operation could not be applied in extremely thick fill soil layer, double liquid grouting method was used first for consolidation and then dry hole-forming construction was made by rotary drilling rig. The practice shows that this method is feasible in the loose extremely thick fill soil consolidation with good treatment effect. In this case, the ratio and volume of solution are the key factors. The self-stable ability and the bearing capacity of the soil are improved by consolidation.

Key words: double liquid grouting; ground consolidation; grouting technology; extremely thick fill soil layer

0 引言

双液注浆法^[1]即采用气压或液压将一定配比的水玻璃与水泥浆压入需要加固地层的位置,两种液体相遇产生化学反应,生成的硅酸凝胶可以使得松散的土层胶结。同时该方法的施工设备广泛选用轻型回转式钻机,具有噪声低、振动小、速度快、功效高的特点,对周围建筑物和居民影响小。因此双液注浆法常用于既有建筑物地基基础的加固与托换,基坑支护工程的支护与事故处理^[2,3],边坡及公路、铁路路基工程的治理^[4],以及灌注桩事故处理^[5],克服复合地基承载力不足等工程。

1 工程及工程地质概况

1.1 工程概况

施工区域位于承德市某工业园区内,为一层钢结构门式钢架厂房,东西向长 65.0 m,南北向宽 54 m,采用桩基础,为旋挖干成孔混凝土灌注桩,桩长为 7~32 m 不等。待施工到该厂房局部范围时,由于回填的矿渣和杂填土厚度过大,干作业无法成孔,坍塌严重。不能如期进行后续施工作业。

1.2 工程地质条件

根据岩土工程勘察报告提供的相关数据,该区

域需要加固地层条件如下:①粉质粘土素填土层,褐色,稍密,稍湿,以粉质粘土为主,含角砾、植物根茎、砖渣、灰渣等,局部夹粉土素填土薄层;①₁细砂素填土层;①₂矿渣素填土层;①₃杂填土层;①₄碎石素填土层;①₅圆砾素填土层。需要加固的土层大致为①₂矿渣素填土层、①₃杂填土层,其厚度约为 2.5~17.0 m,属于巨厚层。

2 处理方案的选择及试验

2.1 处理方案的分析对比

对于渣土场地处理方法通常有以下几种:(1)下放钢护筒法;(2)换填法;(3)柱锤夯扩法;(4)注浆加固法。

2.1.1 下放钢护筒法

该方法的优点:一是能够保持孔壁稳定,保证桩身质量;二是制作好的钢护筒能够重复使用。但其缺点是要根据需要的护壁深度提前定制不同长度的钢护筒,时间上会有拖延;此外,过大的填土厚度也会给钢护筒的下放和起拔造成困难。

2.1.2 换填法

该方法的优点:可以将不良地基土直接清除,减少地基沉降、变形等不良因素;可根据现场的实际条

收稿日期:2014-02-18;修回日期:2014-05-26

作者简介:李玉龙(1987-),男(汉族),河北抚宁人,北京航天勘察设计研究院有限公司,钻探技术专业,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。

件就地取材,降低材料成本。但其缺点有:换填作业需要大量的机械设备配合,增加了机械设备使用费用;挖除的渣土增加了对环境的污染。

2.1.3 柱锤夯扩法

该方法的优点:能够完全在任何杂填土、垃圾土等不良地层成桩作业;夯扩不仅能保证桩体的自身强度,还可以对周围土体产生挤密效果。但是其缺点是:冲击作业时产生的噪声较大;对天然地基土有较强的剪切破坏。

2.1.4 注浆法

该方法的优点:振动小、噪声低,对环境影响小;压力注浆后的土体不仅能够形成“胶结体”,还可以增强周围土体的强度;所需周期较短;操作简单,所需场地较小。

2.2 处理方案的选择及作用机理

2.2.1 处理方案的选择

根据本场地现状,对比上述各种处理方法的优缺点,宜采用注浆法处理。

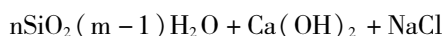
若采用单纯的水泥浆注浆加固,水泥浆与土体固结反应时间过长,严重影响工程工期;泥浆与土的混合体强度达到龄期之后会对钻进成孔造成一定难度(强度较高,旋挖钻机成孔困难)。

若采用单纯的水玻璃溶液注浆加固,一是在施工投入成本上增加材料费的比重;二是实验证明纯的水玻璃溶液中若是 SiO_2 含量过多,则会造成水玻璃的模数值增大,被加固的土体强度反而降低。

通过分析对比,施工工期、施工费用等综合因素考虑,决定采用双液浆预加固处理该区域的矿渣填土层。

2.2.2 作用原理

水玻璃(主要成分 $\text{Na}_2\text{O} \cdot n\text{SiO}_2$) 和水泥浆 (Ca^{2+}) 先后用下部带有细孔的钢管压入土中,两种溶液在土中相遇后,起化学反应,形成硅酸凝胶填充在土空隙中,并胶结土粒。在本工程中主要固化松散的矿渣。其化学反应式如下:



式中的 $n\text{SiO}_2(m-1)\text{H}_2\text{O}$ 即为硅酸凝胶。如需加快溶液反应,缩短反应时间,可以加入适量的催化剂。

2.3 成桩试验

根据桩孔布置图和相应的地质勘察报告勘探孔剖面图,选择 143 号桩进行加固、成桩试验。

2.3.1 试桩地层

该区域的地基土自上而下为:①₁ 细砂素填土层,松散,稍湿,厚 1.30 m;①₂ 矿渣素填土层,稍密,稍湿,厚 3.0 m;①₃ 杂填土层,稍密,湿,厚 3.4 m;② 粉质粘土层,中密,可塑,厚度 5.0 m;③ 细砂层;密实,湿,厚度 5.5 m。

2.3.2 注浆设计

该试验孔注浆管需要下放的深度为 8.7 m(超过需要加固土层下 1 m 深)。钻机就位后开始钻孔施工,钻至设计标高后注双液浆,根据勘察报告数据,预估浆液渗透比例为土体体积的 40%,注浆溶液配比为水玻璃与水泥浆的质量比为 1:1,水灰比为 0.7(使用的水泥强度等级为 P. O 42.5 普通硅酸盐水泥),注浆压力 0.3 MPa,注浆至孔口外溢后停止注浆;提升钻杆时继续注浆(亦称回抽注浆),水灰比调整为 0.5,注浆压力为 1.0 MPa,直至孔口浆液外溢。采用的水玻璃模数值为 2.5,波美度 35° Be。图 1 为注浆示意图。

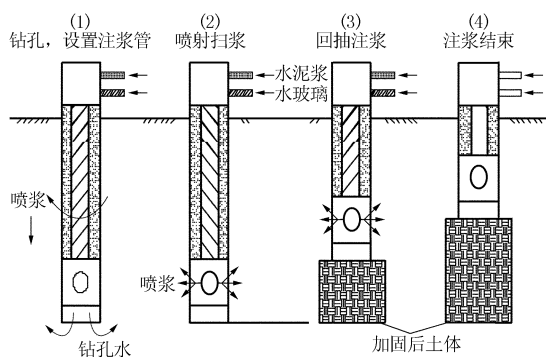


图 1 注浆加固示意图

为了了解注浆效果和渣土胶结后土体自稳性能,在注浆完成后的 10 h 内分别进行试钻成孔,试钻时间与孔壁的自稳深度对应曲线如图 2 所示。曲线显示,在 4~6 h 之间,桩孔的自稳深度值没有太大变化,现场试钻过程可以发现,钻至孔深 5 m 左右,孔壁仍有轻微塌落现象;钻出来的渣土胶结体并未形成强度,用手可以捏碎,据此推测,在该时间

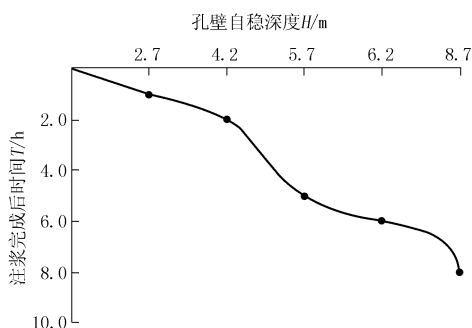


图 2 143 号试验桩的 H-T 曲线

区域内,水泥浆与水玻璃还没有反应完全,以至胶结度未达到强度。但在注浆结束后的8 h,再次进行试钻,可钻至第②层粉质粘土层,上部固化后的渣土部分,能够保持孔壁的稳定。

3 渣土区域的注浆加固

3.1 注浆加固的工作布置

为了能够有效的保证灌注桩成孔、灌注等一系列正常的施工,注浆孔随着灌注桩所在承台的四周进行布置,进而确保其注浆后的扩散半径能够满足灌注桩的干成孔作业要求。注浆孔的大致布置(局部)如图3所示。三桩承台对应的注浆孔为7个,两桩承台对应的注浆孔为5个,单桩对应的注浆孔为2个。

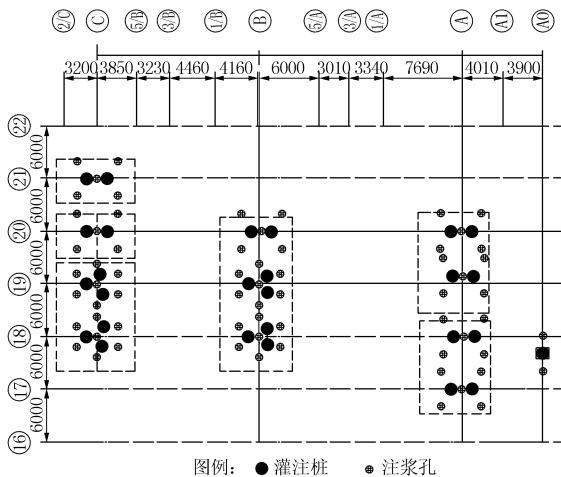


图3 渣土区域注浆孔布置图

3.2 双液浆施工

钻机根据给出的对照图就位,钻进至相应的注浆孔加固深度,穿过渣土层,下钻至粉质粘土层1 m深度后,开始注浆,注浆溶液配比按水玻璃与水泥浆的质量比为1:1(水玻璃的波美度为35°Be),水灰比为0.7(使用的水泥强度等级为P.O 42.5普通硅酸盐水泥),注浆压力0.3 MPa,注浆至孔口外溢后停止注浆。提升钻杆时进行回抽注浆,水灰比调整为0.5,注浆压力调整为1.0 MPa,直至孔口浆液外溢。注浆时以50 cm为一节,控制注浆量,当注浆压力达到设计值时,上拔钻管,上拔时要匀速拔起,

不得过快(浆液尚未充分被压注至土体中)或过慢(浆液已经发生化学反应,防止堵住喷浆孔),以免影响注浆效果,直至注浆结束。注浆作业停止后应立即清洗注浆泵和进回路管线,防止堵管。

4 注浆效果

通过对不能成桩的渣土区域进行双液浆预加固后,在保证其完全结束化学反应后,完全能够进行旋挖钻机的干成孔作业。实践表明,双液注浆在巨厚填土层进行加固的效果是十分有效的。

5 结语

(1)对于渣土区域无法正常成桩且工期紧张,限制施工成本的情况下,进行双液浆的预加固后再进行干成孔作业的方法是可行的。

(2)为了保证注浆质量,在施工过程中应注意保证水泥浆的均匀性,不能任其沉淀,要及时搅拌。还要保证注浆压力,根据现场使用的溶液量,及时调整注浆压力。

(3)旋挖干作业施工在巨厚填土层不能成孔,但经过双液注浆加固后,能够完全钻穿填土层并能保证孔壁不坍塌,完成灌注桩的施工。

参考文献:

- [1] 黄建忠. 双液浆技术在杭州市天城广场工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(7): 46-48.
- [2] 许厚材. 复杂地质条件下基坑支护灌注桩施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(11): 54-57.
- [3] 江建红. 海口某基坑边坡垮塌事故分析及处理措施[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(5): 45-48.
- [4] 刘立岩. 抚顺东露天矿西端帮土体及公路压密注浆加固施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(2): 77-80.
- [5] 黄辉. 两河口水电站边坡预应力锚索超灌浆控制技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(3): 75-77.
- [6] GB 50202-2002, 建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].
- [7] JGJ 123-2000, 既有地基基础加固技术规范[S].
- [8] JGJ 79-2002, 建筑地基处理技术规范[S].
- [9] DBJ 08-202-1992, 钻孔灌注桩施工规程[S].
- [10] CECS 68-1994, 氢氧化钠(碱液)湿陷性黄土地基技术规程[S].