

杭州滨江区钻孔灌注桩桩端后压浆施工实践

王德武, 张辉义

(浙江省岩土基础公司杭州分公司, 浙江 杭州 310015)

摘要: 钻孔灌注桩桩端后压浆技术具有提高单桩承载力、保证桩基施工质量、节约造价等优点, 适用于持力层为砂砾石或碎(卵)石土层的钻孔灌注桩工程。通过工程实例, 对桩端后压浆技术的加固机理、施工工艺及施工过程中出现问题的处理方法作了详细阐述。

关键词: 钻孔灌注桩; 桩端后压浆; 单桩承载力

中图分类号: TU473.1⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)12-0054-03

Construction Practice of Bored Cast-in-place Pile Post Grouting in Hangzhou/WANG De-wu, ZHANG Hui-yi
(Hangzhou Branch, Zhejiang Geotechnical Foundation Co., Hangzhou Zhejiang 310015, China)

Abstract: Bored cast-in-place pile post grouting can promote the bearing capacity of single pile, guarantee the pile construction quality and save construction cost, which fit to bored cast-in-place pile engineering in bearing layers of sandy gravel and gravel soil. With the field case, the paper detailed the reinforcement mechanism, construction technology and treatment measures for construction difficulties.

Key words: bored cast-in-place pile; post grouting; bearing capacity of single pile

桩端后压浆技术是指在以砂砾石或碎(卵)石土层作为钻孔灌注桩持力层时, 在钻进成孔后, 下钢筋笼时预先将压力注浆管绑扎于钢筋笼上, 而后灌注水下砼成桩。待砼达到一定龄期后, 再通过预埋的注浆管向桩端进行压力注浆。由于浆液在高压作用下对桩端沉渣及桩端附近的地层起到渗扩、填充、压密和固化作用而形成蘑菇云状的固结体, 能有效地改善桩底处持力层的力学性能, 从而提高桩的承载力、减少桩数、节约造价, 保证施工质量。现以杭州水晶城项目为例加以阐述。

1 概述

水晶城项目位于杭州滨江区火炬大道与滨盛路

交汇处, 一期工程由 3 幢高层及附属商场组成, 共计 982 根钻孔灌注桩(桩径 700、600 mm), 其中 523 根承压桩采用桩端注浆; 二期由 6 幢高层及附属结构组成, 共计 988 根钻孔灌注桩(桩径 700、600 mm, 其中 594 根 Ø700 mm 桩采用桩端注浆)。

水晶城项目地质情况大致如表 1 所列。

桩基持力层选择圆砾层, 经过桩端压浆后, 单桩承载力普遍提高 30%, 大楼建成后整体沉降较小。

2 加固机理及施工设备

2.1 加固机理简述

在灌注桩施工中将钢管沿桩钢筋笼内壁埋设, 待砼达到一定龄期后, 再通过预埋的注浆管向桩端

表 1 水晶城项目地质情况表

层号	地层名称	地层描述
①	素填土	灰褐、灰黑色, 稍湿~湿, 松散状, 层厚 0.6~2.6 m
② ₁	砂质粉土	灰~灰黄色, 饱和, 稍密状, 局部中密, 层厚 0.5~4.60 m
② ₂	砂质粉土夹粉砂	浅灰~青灰色, 饱和, 中密状, 局部密实, 层厚 8.2~13.7 m
② ₃	砂质粉土	灰色, 饱和, 稍密, 局部中密, 层厚 5.2~10.8 m
③	淤泥质粉质粘土	浅灰色, 饱和, 流塑状, 性质较差, 层厚 9.6~15.7 m
④ ₁	粉质粘土夹粉砂	灰色, 饱和, 软塑~软可塑, 层厚 3.0~9.1 m
④ ₂	粉砂	灰、灰黄色, 饱和, 中密状, 性质较好, 层厚 1.4~7.3 m
⑤	圆砾	灰~灰黄色, 饱和, 中密~密实状, 以圆砾为主, 含较多砾砂, 夹卵石, 砾径 0.5~2.5 cm, 最大 10 cm, 性质良好, 层厚 8.2~9.4 m
⑥ ₁	全~强风化泥质粉砂岩	褐红色, 上部风化程度较高, 结构基本破坏, 层厚 2.6~3.1 m

收稿日期: 2009-07-08

作者简介: 王德武(1957-), 男(汉族), 浙江东阳人, 浙江省岩土基础公司杭州分公司经理、工程师, 探矿工程专业, 从事地基基础工作, 浙江省杭州市沈半路 125 号 4 楼; 张辉义(1971-), 男(汉族), 湖北黄冈人, 浙江省岩土基础公司杭州分公司技术负责人、工程师, 从事地基基础工作。

进行压力注浆。由于浆液在高压作用下被压入桩端的砾石层孔隙中,使得原本松散的沉渣、砾石、土粒等胶结成一个高强度的结合体,水泥浆液在桩端的砾石层孔隙间向四周扩散。对于单桩区域,向四周扩散相当于增加了端部的直径,向下扩散相当于增加了桩长;群桩区域所有的浆液连成一片,使得砾石层成为一个整体,从而使得桩基持力层结构的承载力提高。同时在钻孔灌注桩施工过程中,特别是砂砾石地层,无论如何清孔,孔底都会留有或多或少的沉渣;在初灌时,砼从细长的导管落下,因落差太大造成桩底部位的砼离析形成“干渣石”;孔壁的泥皮阻碍了桩身与桩周土的结合,降低了摩擦系数,以上几点都影响到灌注桩的桩端承载力和侧壁摩阻力。

浆液压入桩端后首先和桩端的沉渣、离析的“干渣石”相结合,增强该部分的密实程度,提高了承载力;浆液沿着桩身和土层的结合层上返,消除了泥皮,提高了桩侧摩阻力,同时浆液横向渗透到桩侧土层中也起到了加大桩径的作用。

以上几点均对提高灌注桩的单桩承载力,有效改善桩底处持力层力学性能起到不可忽视的作用。

2.2 注浆设备

注浆设备分为地面装置和地下装置 2 部分。地面装置由制浆机、储浆筒、注浆泵、高压阀门、观测仪表和地面管路系统组成。其中注浆泵要求额定压力 $\le 10\text{ MPa}$。地下装置拟采用敞开式双注浆管法布设,如图 1 所示。

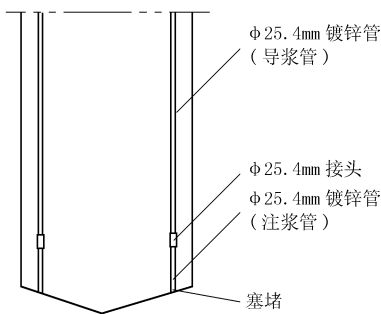


图 1 敞开式双管法管路示意图

3 注浆参数确定

注浆参数主要包括注浆水灰比、压浆量以及注浆压力,由于地质条件的不同,不同工程应采用不同的参数。在工程桩施工前,应该根据以往工程的实践情况,先设定参数,然后根据设定的参数,进行试桩的施工,试桩完成后达到设计的强度,进行桩静载试验,最终确定试验参数。

3.1 注浆材料及水灰比

一般选用 42.5 普通硅酸盐纯水泥浆,水灰比控制在 0.5 ~ 0.6。

3.2 注浆起始时间

注浆进行时间选择在砼浇灌结束后 3 天内开塞,7 天后进行注浆。

3.3 注浆压力

根据类似工程实践经验和初步的计算分析,正常注浆压力控制在 1.5 ~ 2.0 MPa。瞬间开启压力可按 4 ~ 5 MPa 考虑,终止压力控制在 2.5 ~ 3.0 MPa。

3.4 注浆量

注浆量是指单桩注浆的水泥用量,它与砾石层的砾石含量以及桩间距有关,取决于砾石层的孔隙率,在砾石含量 50% ~ 70%,桩间距为 2 ~ 5 m 的条件下,据滨江区工程实践,注浆量一般为 1.5 ~ 2 t。这是控制后压浆施工质量的主要参数。

4 后注浆施工工艺

4.1 施工工艺流程(如图 2 所示)

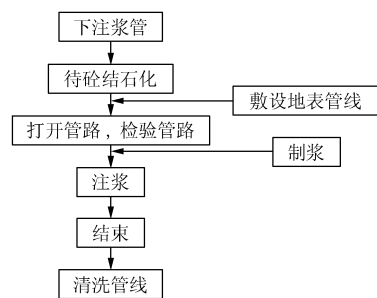


图 2 注浆工艺流程简图

4.2 施工要点

4.2.1 压浆管的制作

在钢筋笼两侧绑扎好如图 1 所示的“两竖管”。压浆管采用直径 25.4 mm 的无缝钢管制作,管壁厚不宜小于 3 mm。为确保注浆成功,压浆管在最下部 20 cm 制作成压浆喷头,在该部位采用钻头均匀呈梅花布局钻出 4 排(每排 5 个)、间距 4 cm、直径 4 ~ 6 mm 的压浆孔作为压浆喷头,在钻有小孔部位用磨光机将钢管表面毛刺磨光,用自行车内胎套上后再用胶带封严,这样压浆喷头就形成了一个简易的单向装置;当注浆时压浆管中压力将车胎及胶带迸裂,水泥浆通过注浆孔压入砾石层中,而砼灌注时该装置又保证砼浆不会将压浆管堵塞。下笼时压浆管连接一定要密封牢靠,无泄漏,节与节之间采用丝扣接箍连接。注浆管底部宜插到孔底,上部宜与地面持平,并用堵头封好管口,以防泥浆及灰浆流入管内堵塞注浆管孔。根据以往工程的施工经验,注浆管以

“后置法”较为合适。所谓“后置法”是指在下完导管二次清孔过程中在钢筋笼内导管外侧对称下入注浆管,采用丝扣接箍连接,下入时由于泥浆浮力影响,可在注浆管内注入清水,以方便下入。根据事先计算好的长度,一根根连接直至地表,封上堵头后用铁丝牢固固定在两根吊筋上或护筒两侧,对施工质量较为有利。

4.2.2 清孔灌注水下砼

按正常的钻孔灌注桩施工工艺进行清孔和灌注。

4.2.3 连接注浆管路进行注浆

灌注砼3天后,即可用清水开塞,7天后注浆施工。压浆前先用高压泵将清水送入压浆管内,检查验证管路畅通后,再开始压浆。压浆时按照预定的技术指标进行。

4.2.4 封管闭浆

当按预定的压浆量压注完毕后,应将安装在顶部的高压阀门关闭,对注浆管进行封堵,以免浆液流失。

4.2.5 拆卸清洗地面注浆管泵

为保证注浆顺利施工,每桩注浆完毕应及时清洗管泵设备。

5 注浆终止条件

桩底压浆当达到如下条件之一时便可终止压浆:(1)压入的水泥量已达到预定值;(2)压入的水泥量已达到预定的70%以上,且入口压力已达5 MPa,持压时间超过5 min;(3)压入的水泥量已达到预定的70%以上,且桩周地表已大量冒浆。

6 注浆要点及注意事项

(1)注浆管在埋置前必须采用橡胶膜覆盖严密,严防泥浆或灌注时水泥砂浆在注浆前由此进入注浆管中,注浆管必须确保进入砾(卵)石层。

(2)灌注混凝土3天后必须用清水预压,以打通注浆管道。注浆宜在混凝土浇灌7天后进行,并且在拟注浆桩周围至少8 m范围内没有钻孔作业,该范围内的桩混凝土灌注完成时间也宜在2天以上。

(3)注浆顺序宜按先边缘后中间,并间隔跳开注浆,以确保不跑浆,使注浆均匀,浆液集中在桩端周围,形成蘑菇云状固结体。同时宜考虑整个承台群桩一次性压浆。

(4)在进行桩底后注浆时,另一端口可保持开放,以使浆液溢出少许,不致因浆液凝于管中而造成阻塞。

(5)施工中应记录好开阀、初始压力、最后压力

及浆液体积等参数。

(6)注浆完毕应立即关闭安装在压浆管口的阀门,并稳压一段时间,防止管内浆液压力过高造成返浆现象。

(7)严格控制水泥颗粒的细度,严禁使用受潮结块水泥;水泥浆应搅拌均匀,使其具有良好的流动性;搅好的水泥浆要过滤,清除渣子,以利水泥浆液的渗透、扩散。

7 注浆施工中出现的问題和相应措施

7.1 注浆不通

压力已近10 MPa仍然注不通时,可能是底部喷头已损坏或者是注浆管连接处在灌注混凝土时被导管碰坏碰松。此时应考虑用备用管进行注浆。

7.2 冒浆

注浆时常有水泥浆沿桩侧或在其他部位冒浆的现象,若水泥浆液是在其他桩或者地面上冒出,说明桩底已达饱和,可停止注浆;若从本桩侧壁冒浆,压浆量也满足或接近了设计要求,可以停止注浆;若从本桩侧壁冒浆且压浆量较少,可将该压浆管用清水冲洗干净,等第二天原来压入的水泥浆液终凝固化、堵塞住了冒浆的细小孔道时再重新注浆。

7.3 压浆量不足

若有个别桩压浆量达不到设计要求,可视情况适当加大临近桩的压浆量进行补充。

5 结语

钻孔灌注桩桩端后压浆技术具有提高单桩承载力、保证桩基施工质量、节约造价等优点,目前该项技术已在杭州滨江区桩基工程中大量运用,沿钱塘江的高层建筑桩基施工中也越来越多采用。我公司在滨江区曾经施工过的该类工程有很多。在杭州市其他区域地层中也有着广泛的应用,在具备条件的工程中推广采用后压浆技术有着重要意义。

参考文献:

- [1] 陈文娟. 钻孔灌注桩桩端后压浆在焦作华融国际大厦的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(8): 59-60.
- [2] 何宗义, 汪潜平. 钻孔灌注桩桩端后压浆在上海裕景明珠广场的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(12): 36-38.
- [3] 李友东, 杨生彬, 邵卫信. 后压浆钻孔灌注桩施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(4): 49-52.
- [4] 王桂, 李维平. 钻孔灌注桩后压浆工艺参数控制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(4): 33-35.
- [5] 郭宏智, 路德富, 赵谦西. 钻孔灌注桩后压浆技术的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2005, 32(10): 10-13.