

高压旋喷桩有关问题的探索和研究

李维平¹, 王桂¹, 崔长江²

(1. 河南省地矿局第一水文地质工程地质队, 河南新乡 453002; 2. 黄河水利职业技术学院, 河南开封 475003)

摘要:通过工程实例,介绍了单管法高压旋喷桩施工工艺、技术参数、施工中存在的问题以及注意事项,阐述了一些常见故障及预防措施。

关键词:高压旋喷桩;施工工艺;注意事项;故障防治

中图分类号:TU473.1⁺4 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2006)11-0016-03

Exploration and Research on Some Problems of High-pressure Rotary Grouting Pile/LI Wei-ping¹, WANG Gui¹, CUI Chang-jiang² (1. 1st Hydrogeology and Engineering Geology Team under Henan Geology and Resources Survey Bureau, Xinxiang Henan 453002, China; 2. Yellow River Conservancy Technical Institute, Kaifeng Henan 475003, China)

Abstract: The construction technologies, technical parameters for single-tube high-pressure rotary grouting pile are introduced with field case. Some problems in construction and matters needing attention are also listed as well as some common faults with relative preventive measures.

Key words: high-pressure rotary grouting pile; construction technology; matters needing attention; breakdown preventing and controlling

1 工程概况

新乡市某综合办公楼,长60 m,宽22 m,主楼宽15 m,地上12层,局部13层,高约50 m,裙楼2层,地下1层,深度4.6 m。场地地层情况依次为:

①粉土,褐黄、灰黄色,湿,稍密,具中等偏高压缩性,平均层厚2.3 m,承载力标准值为100 kPa;

②淤泥质粉质粘土,棕黄、灰黄色夹有灰黑色,很湿,软塑,偏下部可塑,具高压缩性,平均层厚0.9 m,承载力标准值80 kPa;

③粉质粘土,浅灰、深灰色,湿,可塑~硬塑,具中等压缩性,含有少量钙核,核径0.5~1.5 cm,平均层厚2.0 m,承载力标准值160 kPa;

④粉质粘土,灰白、灰黄色,很湿,软塑,局部可塑,具中等偏高压缩性,含有少量钙核,核径0.5 cm左右,夹有粉土块,平均层厚1.3 m,承载力标准值100 kPa;

⑤粉土,浅黄、灰黄夹锈黄色,湿,中密,具中等压缩性,含有少量钙核,核径0.5~1.0 cm,夹有薄层粉质粘土(厚0.2~0.4 m)及粉质粘土块,平均层厚3.3 m,承载力标准值190 kPa;

⑥粉土,浅黄、灰黄夹有锈黄色,湿,中密~密实,具中等压缩性,含有钙核,核径0.5~1.5 cm,夹有薄层粉砂、粉质粘土,平均层厚8.6 m,承载力标

准值200 kPa;

⑦细砂,灰黄、褐黄色夹有浅灰色,很湿,密实,夹有薄层中砂,主要成分为长石、石英及暗色矿物,平均层厚11.8 m,承载力标准值260 kPa;

⑧细砂,灰黄、浅灰色,很湿,密实,夹有薄层粉砂,该层除9号孔到底外,其余皆不见底,最大厚度9.0 m,承载力标准值300 kPa。

2 工程设计要求

(1)桩径600 mm,桩长分为3种:长桩桩长16 m,桩顶标高-5.8 m;短桩1桩长8 m,桩顶标高-5.8 m;短桩2桩长10.5 m,桩顶标高-3.0 m。室内外高差1500 mm,即±0.000在地面上1.5 m处。

(2)材料选用525普通硅酸盐水泥,水泥掺入量:长桩230~250 kg/m,桩顶以下4 m范围内复喷一次;短桩200~220 kg/m,桩顶以下3 m范围内复喷一次;要求长桩 $f_{cu,k} > 5.5$ MPa,短桩 $f_{cu,k} > 4.0$ MPa。

(3)本工程应先开挖地基至地面下1~2 m后,再施工高压旋喷桩。大面积施工之前,应选择几处进行试桩以确定施工参数使之满足设计要求。

(4)高压旋喷桩施工完毕后,开挖并加深基坑至设计标高,去掉桩头上部浮浆后,上铺300 mm厚

收稿日期:2006-07-04

作者简介:李维平(1967-),男(汉族),河南新乡人,河南省地矿局第一水文地质工程地质队工程师,地质工程专业,工程硕士,从事岩土工程施工及管理工作,河南省新乡市宏力大道267号,hndkjt@sohu.com。

中粗砂垫层,并按规定振实,要求压实系数 ≤ 0.95 ;压浆系数满足要求后,进行 4 组复合地基静载荷试验,分布为长桩 2 组、短桩 2 组,要求加固后复合地基承载力标准值 ≤ 300 kPa,并按规定进行桩身完整性检测。

3 施工技术参数

3.1 水灰比

长桩 0.9 ~ 1;短桩 0.85 ~ 0.9。

3.2 成孔参数

清水压力 18 ~ 20 MPa,0 ~ 2 m 用 1 挡,2 ~ 3 m 用 2 挡,3 ~ 8 m 用 3 挡,然后提升至 3 m 再以 4 挡下钻到孔底。

3.3 成桩参数

送浆压力 20 ~ 22 MPa,尽量控制采用大值,提前 2 m 送浆,底部坐喷 30 s 后以 2 挡(旋转速度 25 r/min、提升速度 0.386 m/min)提升到施工桩顶,再以 3 ~ 4 挡复钻至预定复喷深度,以 1 ~ 2 挡提升到有效桩顶(控制浆量用完,误差控制在 2% 以内)。

3.4 桩径

为保证成桩直径 600 ± 20 mm,在钻头上加装钻叶,钻叶直径 ≥ 580 mm,使用过程中及时测量、及时补焊。

3.5 超喷长度

桩顶停浆超喷长度 0.8 m。

4 施工工艺流程

(1)移动钻机,对准桩位,利用支腿油缸调平钻机,保证钻机主轴垂直度。

(2)按确定的施工技术参数,泵送清水钻进成孔,钻头钻入预定深度。

(3)成孔的同时,在储浆桶内制备水泥浆,在进入注浆泵前对其设置 4 道滤网进行过滤。

(4)钻头钻入预定深度前提前 2 m 按照一定压力送浆,到预定深度后原地脱挡旋转喷浆 30 s,然后按预定挡位提升形成 $\varnothing 600$ mm 水泥土固体至预定高度,并对上部进行复喷,完成一个单桩施工。

(5)成孔和成桩的同时,及时用排污泵把泥浆排出基坑外。

(6)停止喷浆,钻具提升至地面,移动钻机,重复上述过程,进行下一根桩的施工。

(7)为防止水泥浆液凝固收缩等因素影响桩顶质量,对个别桩进行回填注浆。

5 施工注意事项

(1)按长、短桩分开施工,固定钻机分别施工长、短桩,避免搞错,长桩以圆竹定位、短桩以竹条定位,先基坑内、后基坑外。

(2)司泵人员应按成孔压力 18 ~ 20 MPa、送浆压力 20 ~ 22 MPa(22 MPa 作为均衡压力),提前 2 m 开始送浆,直到成桩后停浆,中途不得中断。若有停浆,应及时通知司钻人员接桩,再喷射注浆的搭接长度 ≤ 500 mm,以保证固结体的整体性。

(3)注意对冒浆的观察,及时了解地层状况、判断旋喷的大致效果和评定旋喷参数的合理性等。根据经验,冒浆(内有土粒、水及水泥浆液)量小于注浆量 20% 者为正常现象,超过 20% 或完全不冒浆时,应查明原因及时采取相应措施进行处理。

①流量不变而压力突然下降时,应检查各部位的泄漏情况,必要时拔出钻杆,检查密封性能。

②出现不冒浆或断续冒浆时,如是土质松软则为正常现象,可适当进行复喷;如是附近有空洞、通道,则应不提升钻杆继续注浆直到冒浆为止,或拔出钻杆待浆液凝固后重新注浆直至冒浆为止,或采用速凝浆液,使浆液在钻杆附近快速凝固。

③出现冒浆量过大一般是有效喷射范围与注浆量不相适应,注浆量大大超过旋喷固结所需的浆量所致,可在喷浆量不变的情况下,提高喷射压力,或在喷射压力不变的情况下,适当缩小喷嘴孔径,或加快提升和旋转速度。

(4)司泵人员应注意泵压、转速以及用浆情况,及时和司钻人员联系沟通,调整压力、水灰比、提升挡速等参数,使成桩停浆和浆液用量相匹配,制桩结束浆液正好用完,不允许出现未至桩顶面浆液已用完的现象,浆液量误差控制在 2% 以内。新喷嘴压力调高一些,保证水泥用量,使用一段时间后通过调整水灰比来保证水泥用量,再使用一段时间后通过调整提升挡速来保证水泥用量,发现调整以上几项指标无效时,检查喷嘴情况,误差较大时,及时更换喷嘴或钻头。

(5)要求司钻每次接班测量钻叶直径,并作相应记录,及时补焊,保证钻叶直径 ≤ 580 mm,以满足设计桩径。

(6)在浆液与土粒搅拌混合后的凝固过程中,由于浆液析水作用,一般均有不同程度的收缩,加上旋喷工艺方面的原因,会造成桩顶部出现一个凹穴,凹穴的深度随地层性质、浆液的析出性、桩径、桩长和施工工艺等不同因素而不同。为防止因浆液凝固

收缩产生凹穴使所加固地基与建筑基础出现不密贴或脱空等现象,可超喷一定高度,对部分长桩在浆液凝固前进行冒浆回灌(回填注浆)。

6 高压旋喷桩常见故障防治

6.1 喷嘴或管路被堵塞

表现为压力骤然上升,预防措施是:

(1)在水泥浆进入高压注浆泵之前设置4道滤网过滤,并对滤网经常清理。

(2)按操作要求认真检查水、浆通道,在接管前要用薄塑料布包好管头和接头,防止杂物进入喷嘴内,遵守高压泵开动顺序。

(3)喷射中出现水泥供不应求时,应将注浆管提起一段距离,送清水将管道中的水泥浆顶出喷头后再停泵,避免水泥浆在管道中沉淀而堵塞。

(4)喷浆结束后,要做好系统清洗,做好高压注浆泵的维护与保养。

6.2 高压排量达不到要求或压力上不去

处理办法是:

(1)检查阀、活塞缸套等零件,磨损大的及时更换;有杂物影响时要及时关闭清理。

(2)检查进水管是否通畅,是否漏气,避免吸入空气,尽量减小进水管道的流动阻力。

(3)检查活塞每分钟的往复次数是否达到要求,消除传动系统中的打滑现象。

(4)检查安全阀、高压管路,消除泄漏。

(5)检查喷嘴直径是否符合要求,更换过度磨损的喷嘴。

7 高压旋喷桩工程质量评述

(1)桩径:由于在钻头上加装直径 ≤ 580 mm的钻叶,并在粘性土层中采用了二次成孔工艺,解决了粘性土层中旋喷作用效果较差、易缩径的常见问题。

(2)桩身垂直度:在PH-5D型钻机上加装了水准仪,每根桩施工时使机装水准仪水泡居中,把导向架和钻机主轴垂直度控制在1%以内,从而保证了桩身垂直度。

(3)桩身整体性、均匀性:施工中对水泥计量、注浆压力、旋喷挡速等进行了严格控制,未出现质量事故,开挖后的桩体检查、钻孔取心、低应变桩身完整性检测均表明桩身整体性及均匀性控制良好。

(4)复合地基承载力:采用堆重反力法装置,4个试验点承载力基本值分别为310、337、304、339

kPa,极差不超过其平均值的30%,取其平均值322.5 kPa为该工程场地复合地基承载力标准值,满足设计要求。

8 结语

(1)由于高压旋喷注浆使用的压力大,因而喷射流的能量大、速度快,当它连续和集中地作用在土体上,压应力和冲蚀等多种因素便在很小的区域内产生效应,对从粒径很小的细粒土到颗粒直径很大的卵石、碎石土,几乎各种土质,无论其软硬,均有巨大的冲击破碎和搅动作用,使注入的浆液和土拌合均匀凝固为新的固结体。实践表明,它对淤泥、淤泥质土、粘性土、粉土、黄土、砂土、人工填土和碎石土等地基均有良好的处理效果。

(2)高压旋喷桩钻孔简便,地基处理深度较大;在非均质土中,固结体不匀称外表粗糙凸凹不平;在高压喷射注浆的有效加固范围外地层,受喷射压力作用,桩间土也得到一定的压密和固化,处理后形成的复合地基的工程地质性能得到显著改善,地基上承载力可大幅度提高。

(3)高压旋喷桩设计比较灵活,一般采用柱状加固形式,按照不同地基土的性质及工程设计要求,合理选择桩长、桩径、桩距、水泥品种、标号及水泥掺入量等,其单桩承载力的确定,基本出发点与钻孔灌注桩相同。

(4)高压旋喷桩强度和刚度介于钻孔灌注桩和深层搅拌桩之间。与前者相比,节省了大量钢筋、砂、石子,工程造价低;与后者相比,强度大,稳定性好。

(5)高压旋喷桩适应性强、工期短,其排出泥浆可先在场内放置一段半干后再拉出,与钻孔灌注桩相比,无泥浆循环和现场大量的泥浆外运,场地干净、卫生;与沉管桩、预制桩、碎石桩等相比,无强力震动、噪声低、耗能少,可在市区和密集建筑群中进行施工。

(6)高压旋喷桩加固处理质量的关键在于设计科学合理,施工严格把关,注意搞好设计和施工的协调,施工前通过试桩确定好施工技术参数,施工中加强管理,以确保工程质量。

参考文献:

- [1] 彭振斌. 注浆工程设计计算与施工[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [2] 编委会. 地基处理手册(第二版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2000.