

花管注浆改进碎石土的性能研究

翟玉新¹ 戚建民²

(1. 中铁建设集团有限公司,北京 100131; 2. 北京建工海亚建设工程有限公司,北京 100020)

【摘要】 注浆钢花管能起到改良土体、承受荷载的功能,还能提高土体的抗渗性能,在目前的基坑和边(滑)坡支护工程中应用越来越多。其主要应用方式包含承受拉力的钢锚管和承受侧向荷载的钢花管桩,而在施工过程中因注浆引起的桩周土体性能变化关注较少。依托丰台某基坑工程,在碎石土地做袖阀管注浆,比较注浆前后土体参数的变化,揭示了注浆带来土体加固效果,为后期工程应用提供参考。

【关键词】 注浆;渗透系数;密实度

【中图分类号】 TU 4724

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2018.02.009

Study on Improving the Performance of Gravel Soil by Using the Flow-tube Grouting

Zhai Yuxin Qi Jianmin

(1. China Railway Construction Group Co., Ltd, Beijing 100131, China;

2. Beijing Construction Engineering Haiya Construction Engineering Co., Ltd, Beijing 100020, China)

【Abstract】 Pray of molten steel pipe grouting soil improvement, bear the function of load, also can improve the permeability of soil properties, in the foundation pit and edge (slide) in slope supporting engineering application more and more. Its main applications include sustain tension steel anchor pipe and spray of molten steel pipe pile under lateral load, and in the construction process caused by grouting pile soil properties change less attention. In this paper, based on a certain foundation pit project of Fengtai, do the sleeve valve tube grouting in the gravel soil, compared before and after the change of the soil parameters, grouting reveals the grouting reinforcement effect of soil, provide reference for later engineering application.

【Key words】 grouting; the permeability coefficient; compactness

0 引言

注浆钢花管能起到改良土体、承受荷载的功能,还能提高土体的抗渗性能,在目前的基坑和边(滑)坡支护工程中应用越来越多^[1-4]。基坑工程中采用的注浆钢花管,其加固形式主要包含承受侧向荷载的微型钢管桩和承受拉力的钢花管,与土钉墙组合起超前支护作用同时承受部分荷载、采用大直径或多排或结合止水帷幕形成受力结构^[5-8]。

目前的研究多是以注浆钢花管作为受力体系来研究,钢花管注浆对周围土体的改良作用研究较少,本文以北京丰台王佐地区某基坑应用为例,对钢花管注浆改善周边土体性能做了研究。

1 工程背景

拟建工程为青龙湖 A02 地块商业工程,位于北京市丰台区王佐镇,工程建筑面积 99467 m²,建筑结

构安全等级为二级,抗震设防烈度为 8 度,场地复杂程度为二级,综合评定本工程岩土工程勘察等级为乙级。依据地勘报告,20.0 m 范围内的地层按沉积年代、成因类型可划分为人工填土层、一般第四纪沉积层及白垩系基岩三大类,并根据场区地层岩性及工程性质指标将场区地层划分为 5 大层及若干亚层,自上而下分述如下(见图 1):

a. 黏质粉土填土①及房渣土①₁;

b. 粉质黏土、黏质粉土②:褐黄色,很湿,可塑—软塑,局部地段缺失;

c. 碎石混黏性土③:杂色,稍密—中密,饱和,残坡积层;

d. 重粉质黏土③₁:褐黄色,很湿,可塑;

e. 全风化页岩、砂质页岩④:黄灰色,密实,稍湿;

f. 强风化页岩、砂质页岩⑤: 黄灰色, 密实, 稍湿。

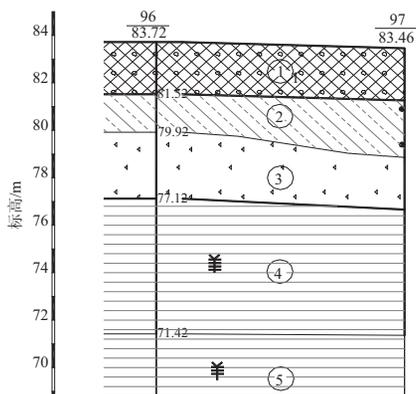


图1 工程地质剖面图

拟开挖基坑东西方向长度 103 m, 南北方向长度 232 m, 开挖面积约 19550 m², 开挖深度 10 m。

2 试验方案

2.1 原场地勘察

采用钻探方法, 布置钻孔 18 个, 孔深 5.6 m, 取原状土样 8 件, 进行常规物理力学试验和渗透性试验, 现场重型圆锥动力触探实验 17 次, 土样见图 2; 得到土层参数见表 1、表 2。



图2 第一阶段勘察部分钻孔取样体大样

表1 土的渗透系数统计表(第一阶段取土试样)

钻孔编号	取土深度 /m	水平渗透系数 k_h / (cm · s ⁻¹)
E1	2.0	8.18×10^{-6}
F1	4.0	1.08×10^{-6}
F3	3.5	8.20×10^{-6}
渗透系数平均值		5.14×10^{-6}

表2 重型动力触探试验统计表(第一阶段)

钻孔编号	试验深度 /m	动探击数 $N_{63.5}$ /击
E1	4.3	13
E2	3.5	11

续表

钻孔编号	试验深度 /m	动探击数 $N_{63.5}$ /击
E3	3.6	11
E4	3.3	8
F1	3.2	10
F2	3.2	9
F3	5.1	12
F4	4.0	7
平均值		10.1
最大值		13
最小值		7

2.2 注浆施工

2.2.1 设备要求

选用额定压力不小于 6 MPa 的注浆泵, 额定压力不小于 20 MPa 的注浆胶管, 配压力表、水泥搅拌机、冲洗设备; $\phi 89$ mm 的焊管或无缝钢管。施工钻孔直径 150 mm, 长度 6 m。压浆施工结构图见图 3。

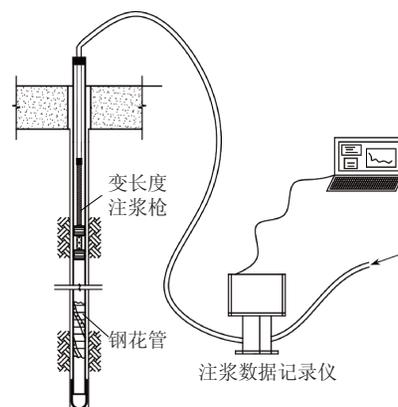


图3 压浆施工结构图

2.2.2 注浆参数

- 1) 水泥浆液配置: 水灰质量比 0.8 : 1;
- 2) 套壳料配比: $m(\text{水泥}) : m(\text{土}) : m(\text{水}) = 1 : 1.5 : 1.88$;
- 3) 注浆量: 不小于 300 L/m;
- 4) 压力控制: 暂定 0.2~1.3 MPa 的注浆压力。

2.2.3 施工工艺

1) 孔口封堵: 地面设置 20 cm 厚混凝土封堵板, 注浆前用水玻璃水泥砂浆填充钢管外侧与孔壁间隙, 填充至与封口板表面水平, 填充长度不小于 500 mm。

2) 清孔、注入套壳料: 套壳料的强度高低直接影响到灌浆时能否正常开环, 属于重点控制环节, 注入

套壳料完成后,采用清水冲洗花管内壁5 min;当采用0.8:1水泥浆代替套壳料时,需等待9~13 h左右。待套壳料形成一定的强度时进入下一工序。

3)开环:下入注浆枪,逐渐增大注浆压力,当出现流量增大、压力明显降低时,开环即结束。开环用清水冲洗花管内部不宜少于5 min。

4)一次注浆:配制质量比0.8:1的注浆浆液,安装压浆头开始进行压力注浆,开始进浆时,压力控制在0.2 MPa以下,逐渐提高注浆压力。依次注入水泥浆液,直到达到计算注浆量即可终止注浆,施工过程见图2。



图4 压力注浆施工照片

5)二次注浆:插入带喷头的洗孔水管到钢管底部,用高压水进行洗孔,以疏通钢管上的出浆孔,然后装上压浆头进行第二次注浆。分别采用不同的注浆参数进行灌注,注浆工艺同第一次,注浆压力可提高到0.4 MPa。

花管注浆试验结果见图5、表3、表4。

2.3 试验后勘察



图5 第二阶段勘察部分钻孔取样体大样

表3 土的渗透系数统计表(第二阶段取土试样)

钻孔编号	取土深度 /m	水平渗透系数 $k_v/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$
ZK3	2	1.07×10^{-7}
ZK8	4	9.87×10^{-8}
ZK12	3.5	9.68×10^{-8}
渗透系数平均值		1.01×10^{-7}

表4 重型动力触探试验统计表(第二阶段)

钻孔编号	试验深度 /m	动探击数 $N_{63.5}$ /击
ZK1(MG2)	4.0	16
ZK2(MG3)	4.3	19
ZK3(E1)	4	10
ZK4(E2)	3.5	12
ZK5(E3)	3	12
ZK6(E4)	3.5	16
平均值		14.2
最大值		19
最小值		10

2.4 数据对比分析

通过开挖观察和试验参数分析,可以得出:

1)对比两个阶段取得的土试样的渗透性试验,注浆后第二阶段试样的水平渗透系数平均值为 1.01×10^{-7} cm/s,注浆前土样的水平渗透系数平均值为 5.14×10^{-6} cm/s,注浆后土样的渗透系数仅为注浆前土样渗透系数的2%。

2)注浆后土样的孔隙比平均值约0.9,注浆前的孔隙比平均值约1.1。通过分析可知,土中原有空隙被水泥浆体所充填。当开挖遇到碎石层时,出现成片的碎石包裹大量青灰色水泥结石。这是由水泥浆充填到了地层空隙中,将碎石层整体胶结在一起形成的。

3)对比注浆前后在土中进行的重型圆锥动力触探试验结果,注浆前的平均动探击数为10.1击,注浆后的平均动探击数为14.2击。

3 结论

由渗透试验数据分析,注浆前土的渗透系数值为注浆后土的渗透系数值的约50倍,可见土的渗透性受注浆的影响十分明显;通过测试和开挖观察,土中的空隙在注浆后被水泥填充,减少约20%左右,可见注浆能明显减少土的孔隙率;由动探试验数据分析,注浆后提高了土的密实度。

总之,在注浆完成后,土体强度、抗渗性有了明显提高,因此,注浆在支护、止水中起的有益作用应该得到重视。

参 考 文 献

- [1] 张小东. 钢管桩深基坑支护施工技术[J]. 地基基础, 2009, 11(8):39-42.
- [2] 黎铁波. 微型注浆钢管在某复杂场地基坑支护中的应用[J]. 广东水利水电, 2009(7): 31-33.
- [3] 汪 召. 土钉墙与微型桩联合支护作用机理的研究与分析[D]. 北京:中国地质大学, 2005.
- [4] 赵 勇. 微型桩复合土钉墙的面层受力分析与作用机理研究[D]. 北京:中国地质大学, 2008.
- [5] 毕孝全,喻良明,赵明伦. 超前钢管桩在深基坑支护中的

应用[J]. 岩土工程学报, 2008, 28(增刊):1756-1759.

- [6] 杨志银,张 俊,王凯旭. 复合土钉墙的研究及应用[J]. 岩土工程学报, 2005, 27(2):153-156.
- [7] 高凤怀. 厦门银聚祥邸基坑复合土钉支护的数值模拟和稳定性分析[D]. 长春:吉林大学, 2006.
- [8] 同平武. 高压旋喷桩止水帷幕和土钉喷锚结合在深基坑工程中的应用[J]. 施工技术, 2007, 36(9): 12-13.

收稿日期:2018-01-25

(上接第 91 页)

4)对基坑冠梁背侧的地基土进行注浆加固,控制地面及建筑物沉降的继续发展。

3.3 施工组织措施

1)由于基坑已经开挖到槽底,首先应经过校核增设加固锚杆施工所需荷载,搭设架子管平台,之后再行进行增设锚杆施工工作。

2)增设的锚杆采用分散跳打,减轻振动干扰、及时注浆,注浆加早强剂。6天后按锁定值进行锁定,同时对增设锚杆以下两道锚杆进行检查补拉。

3)增设锚杆施工完毕后,待地下二层建筑回填施工后,对基坑冠梁背侧地基土进行注浆加固。

4)施工过程中继续加强变形监测,边坡及沉降变形稳定后适当减少监测频率。

3.4 控制效果分析

1)经过增设锚杆施工及以下两道锚杆检查补拉工作后,补强施工过程中基坑边坡有缓慢位移,当所有补强措施实施完毕后,基坑边坡趋于稳定,虽然累计位移达到 45 mm,由于控制措施及时有效,保证了地下结构的正常施工。

2)对基坑冠梁背侧地基土注浆加固施工过程中,由于严格控制注浆的施工工艺流程,建筑物沉降变化量不大,在后期的监测数据上显示,建筑物沉降保持稳定。

4 深基坑事故防范的建议

1)对于采用锚杆支护的基坑,本工程锚杆最长 28 m,应绘出平面基础(管线)图,定量确定锚杆与周边建(构)筑物的空间关系。

2)应结合环境条件及施工工况,剔除测量误差和错误,可以规避错误的结论,及时有效地发现问题所在。本工程将施工工况和变形结果绘制在同一张图上,可以为施工决策提供清晰的指导性信息^[5]。

图 2 为本基坑建筑物沉降与开挖深度对照的结果。

3)基坑工程不确定因素多,应实施信息化管理,当基坑水平位移接近预警值时,必须认真分析水平位移过大的原因,迅速采取果断措施,避免工程事故发生。

5 结 语

监测资料及现场情况表明,本次基坑突发位移的主要原因是化粪池及管线漏水所导致的,分析结果是符合实际的,至 2016 年 1 月 5 日,已完成地下二层结构防水及肥槽回填及南侧基坑背侧地基土的注浆加固的施工。监测数据显示,本次基坑所有险情得到了有效地控制。由此可见,制定的应急及加固控制措施是切实有效的。

基坑工程所涉及的不确定因素很多,从设计计算到施工控制,每个环节都有可能存有隐患,出现问题在所难免,关键是要有信息化施工指导工程的全过程,出现问题要及时启动行之有效的应急预案,处置及时,措施得当,才能有效控制,避免事故的发生。

参 考 文 献

- [1] 薛丽影,杨文生,李荣年,等. 深基坑工程事故原因的分析与探讨[J]. 岩土工程学报, 2013, 35(S1):468-473.
- [2] 陈志辉. 深基坑边坡位移突变的原因分析及控制措施[J]. 西部探矿工程, 2008, 35(10):28-30.
- [3] 任 俊. 对若干基坑事故的分析与探讨[D]. 荆州:长江大学, 2011.
- [4] 杨 宇,王 奎,刘佑祥,等. 某深厚软土基坑事故分析及抢险加固设计方案[J]. 岩土工程学报, 2014, 36(S1):175-179.
- [5] 宋建学,郑 义,王原嵩. 基坑变形监测及预警技术[J]. 岩土工程学报. 2006, 28(11):1889-1891.

收稿日期:2017-12-12