

碎石桩复合地基检测分析

郑俊¹, 刘兴²

(1. 中国地质大学 武汉, 湖北 武汉 430074; 2. 中铁十三局集团第三工程有限公司, 辽宁 盘锦 124021)

摘要 结合南京钢铁集团新钢铁厂碎石桩复合地基工程实例,从桩身的密实性和连续性、桩体周围土的隆起量以及桩间土挤密效果3个方面对碎石桩复合地基进行检测分析。

关键词 碎石桩;复合地基;检测

中图分类号:TU473.1+6 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2004)11-0004-03

The Monitoring Analysis on Rushed Stone Pile Composition Foundation/ZHENG Jun¹, LIU Xing²(1. China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China; 2. The Third Branch of No. 13 China Railroad Construction Bureau, Pan-jin Liaoning 124021, China)

Abstract: The article analysis the rushed stone pile composite foundation through the monitoring on the density and continuity of pile, the heave of the soil around the pile and the compaction effect of the soil between the piles. The density of the top of piles is commonly lower than that of the bottom of piles and the fault and shrinkage piles do not exist. It appears surfaces subsidence, which is averagely up to 13.4 cm. According to the statistics and the comparing of the index of the physical and mechanical properties of every strata soil, the vibration and the compaction effect of piles on the soil is excellent.

Key words: rushed stone pile; composite foundation; inspection

在地基处理工程中,由于地基、复合地基的复杂性,在设计阶段难以对地基做严密的理论分析和精密的定量计算,往往只能依靠经验公式做粗略估算。为了保证建设工程质量和投资的经济效益,岩土工程检测就是十分必要和重要的,它成为对施工质量进行控制、监测的重要手段和准确的设计依据。为了保证施工质量,为设计提供准确的资料,我们必须加强现场管理,严格工序控制,最重要的是采用多种检测方法手段,采取丰富的数据,对碎石桩复合地基进行分析、总结、评价。本文以南京钢铁集团新钢铁厂的碎石桩复合地基为例,对其进行检测分析。

1 工程概况

1.1 地形地貌

该工地实验场区位于南京钢铁集团有限公司厂区内江边地段,濒临长江北岸,地貌单元为长江北岸漫滩。经人工填充,现在地形平坦,地面标高为10.08~10.75 m。

1.2 地质结构

在地质结构上,场区位于宁镇弧形褶皱西段受东西沿岸断裂带控制,晚第三纪以来,区域构造运动

相当强烈。中、晚更新世以来,由于地壳上升运动和海退的影响,侵蚀基准面下降,形成了目前长江锥形,构成了江漫滩下部。全新世早期海水入侵,侵蚀基准面上升,长江各河谷地区堆积了以粉砂、细砂、粉土、粘性土为主的细粒地层。全新世中晚期,地壳相对稳定,长江以侧向侵蚀为主,造成河床的频繁迁移。

1.3 地层结构

(1)人工填土层(Q^{ml})场区内人工填土性质复杂,下部为吹填砂,由粉细砂组成,灰色,呈饱和、松散状态,上部为杂填土,组成成分有大块石、碎石、粉煤灰和粘性土,呈饱和~很湿,松散状态,厚度变化在5.00~5.60 m;

(2)第四系冲积淤泥质粉质粘土(Q_4^{al}),灰色,含有有机质及少量腐植物,下部夹薄层粉土、粉细砂,呈饱和和流塑状态,厚度变化在9.0~16.7 m;

(3)第四系冲积粉质粘土,灰色,夹薄层粉土、粉细砂,呈饱和和软塑状态,本次勘察未穿透该层。

2 碎石桩复合地基的设计目标和设计参数

2.1 处理范围和设计目标

收稿日期 2004-06-21; 改回日期 2004-10-11

作者简介:郑俊(1977-),女(汉族)湖北荆州人,中国地质大学(武汉)硕士研究生在读,地质工程专业,从事地基处理方面的研究工作,湖北省武汉市武昌鲁磨路中国地质大学(武汉)研究生院1200207班(027)59707724 zhengjun@2002.cug.edu.cn;刘兴(1979-),男(汉族)湖北荆州人,中铁十三局集团第三工程有限公司工程师、项目总工,岩土工程专业,从事道路、铁路、桥梁方面的设计和施工工作,13132343593。

碎石桩的主要作用是置换和促进地基土的排水固结,其次为挤密。处理范围是堆料区人工填土和淤泥质粘土层,设计目标为:加固后的复合地基承载力特征值达到 160 kPa,后期地基土强度的提高采用分期堆载促使地基土的排水固结来实现,最终复合地基土承载力设计值达到 240 kPa。各级荷载作用下地基土整体和局部稳定安全系数 ≥ 1.2 ,处理深度 < 20 m,且处理后地基土均匀性基本一致。

2.2 设计参数

2.2.1 桩径(ϕ)

根据场地附近地段已有的振动沉管挤密碎石桩试验结果,桩径为 380 mm(实测桩径为 450 ~ 500 mm)时,桩体强度为 360 kPa,桩间土强度为 65 kPa,复合地基承载力为 120 kPa,故将此场区碎石桩桩径选为 600 mm,为节约造价,深 10 m 以下的桩径选为 500 mm。

2.2.2 桩长(L)

根据稳定性的验算结果并结合现有的钢铁堆料场已发生的滑移后实测的滑弧埋深,同时为缩短整个料场沉降稳定时间,减小最终沉降量,平均桩长取 17 m。

2.2.3 桩身强度(f_{pk})、桩间土强度(f_{sk})和桩间距(S)

桩身强度取 400 kPa,即单桩承载力为 107 kPa;桩间土的强度主要是按淤泥质粘土的强度考虑,取 75 kPa。

整个地基的置换率 m 达 23.32%,单根桩的处理加固面积为 1.21 m²,桩按梅花形布置,桩间距 S 为 1.6 m。

3 复合地基检测

根据设计的要求及《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79-2002、J 220-2002),对于拟建场地处理后的地基必须进行检测,根据检测目的、桩的类型和现场的地质条件,我们从以下 3 个方面进行检测分析。

3.1 桩身密实性和连续性检测分析

3.1.1 检测标准

本次检测根据《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2001)表 3.3.8-1“碎石土密实度按 $N_{63.5}$ 分类”,并参照《武汉市建筑软弱地基基础设计规定》中“干法碎石桩的施工与检验要点”进行。具体标准为: $N_{63.5} \leq 5$ 为松散状态; $5 < N_{63.5} \leq 10$ 为稍密状态; $10 < N_{63.5} \leq 20$ 为中密状态。稍密和中密状态均为合格,小于设计击数连续长度 > 500 mm,累计长度不

大于桩长的 15%,且最小击数 < 3.5 击/10 cm,检测桩数合格率 $< 90\%$,同时满足上述条件者为合格。

3.1.2 检测结果

(1)密实性检测结果分析。桩体上部密实度普遍比下部低,到桩的底部,因地基土土质差,桩的处理效果差,密实度逐渐变小。

吹填土层中桩体平均击数为 8.4 击/10 cm,淤泥质粉质粘土层中桩体平均击数为 7.2 击/10 cm。根据动力触探的结果发现边桩处理效果差,吹填土层中桩体平均击数为 5.1 击/10 cm,淤泥质粉质粘土层中桩体平均击数为 5.1 击/10 cm。虽然桩体密实度均合格,但边缘桩体密实度比中间桩体密实度要差,这是群桩效应所致。桩身浅部局部位置存在松散段,大面积施工时,通过碾压完全可以改善。

(2)连续性检测结果分析。动力触探击数随深度的变化均为连续的,未发现断桩和缩颈现象,本次施工连续性较好。

3.2 桩体周围土隆起量检测分析

在施工过程中,距桩中心约 0.5 m 处进行了地表垂直方向位移量跟踪监测。监测结果表明,地表出现下沉现象,下沉量在 6 ~ 24 cm 之间,平均为 13.4 cm,这是因为在振动沉桩过程中一方面人工填土层土出现振动液化冒水现象,使松散的人工填土层的土振密下沉,另一方面因碎石桩孔隙较大,排水效果较好,使第四系冲积淤泥质粉质粘土层土超孔隙水消散较快且部分桩间土颗粒充填部分桩体孔隙,导致土层总隆起量小于总沉降量,出现总体下沉现象。

3.3 桩间土挤密效果检测分析

通过野外钻探、原位测试及室内土工试验,施工前后土层的物理力学性质指标进行分层整理和数理统计见表 1 ~ 3,检验时间在成桩后 10 天进行,桩间土强度恢复时间短。对比表 1、表 2 和表 3 的结果,对场地地基土层加固前后工程特性分析如下。

(1)人工填土层土室内试验指标有所改良,但幅度不大,而静力触探锥尖阻力和侧摩阻力提高幅度很大,这是由于该层土以粉土、粉砂为主,取原状土试样时极易扰动所致。从整体上看,桩体对该层土振动、挤密效果很好。

(2)第四系冲积淤泥质粉质粘土层土室内试验指标均有所改良,特别是静力触探锥尖阻力、三轴试验(UU)中内摩擦角等强度指标,改良幅度较大,当然该层土挤密后其强度从恢复到增长需一段时间,而本次检测时间过早,导致难以真实比较其强度增

表 1 人工填土层(Q^{ml})地基土主要物理力学性质指标统计结果表

Table with 11 columns: 含水量平均值, 重度平均值, 孔隙比平均值, 压缩系数平均值, 压缩模量平均值, 直剪平均值 (固结快剪, 直接快剪), 静力触探 (锥尖阻力, 侧摩阻力). Rows include 处理前, 处理后, 提高幅度.

表 2 第四系冲积淤泥质粉质粘土(Q₄^{al})地基土主要物理力学性质指标统计结果表

Table with 16 columns: 含水量平均值, 重度平均值, 孔隙比平均值, 压缩系数平均值, 压缩模量平均值, 直剪平均值 (固结快剪), 三轴剪力平均值 (不固结不排水, 固结不排水), 静力触探平均值, 十字板试验区抗剪强度. Rows include 处理前, 处理后, 提高幅度.

表 3 第四系冲积粉质粘土地基土主要物理力学性质指标统计结果表

Table with 10 columns: 含水量平均值, 重度平均值, 孔隙比平均值, 压缩系数平均值, 压缩模量平均值, 直剪平均值 (固结快剪), 静力触探 (锥尖阻力, 侧摩阻力). Rows include 处理前, 处理后, 提高幅度.

长幅度,但从整体上看,桩对该层还是起了一定的挤密作用。

(3)第四系冲积粉质粘土层因碎石桩进入该层深度很浅(仅 500 ~ 1000 mm),故桩体对该层土挤密效果不明显。

4 结语

本文以南京钢铁集团新钢铁厂碎石桩复合地基为例,对其从桩身密实性和连续性、桩周土的隆起量以及桩间土的挤密效果 3 个方面进行检测分析,总

的来说,桩基本上是合格的,桩对周围土体的挤密效果还是不错的,但是场地边缘桩体密实度比中间桩体密实度要差,这是群桩效应所致,而且桩身浅部局部位置存在松散段,我们可以在大面积施工时通过碾压进行改善。

参考文献:

- [1] GB 50021-2001 岩土工程勘察规范[S].
[2] 孟高头. 土质学[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
[3] 陈仲颐,等. 土力学[M]. 北京:清华大学出版社,1994.

《地基处理技术》一书出版发行

该书详细介绍了当前国内外常用的和最新的地基处理技术。全书分 4 篇,共 20 章,包括换填垫层法、排水固结法、强夯法和强夯置换法、灰土挤密桩法和土挤密桩法、砂桩法、碎石桩法、石灰桩法、水泥土搅拌法、夯实水泥土桩法、高压喷射注浆法、水泥粉煤灰碎石桩法、加筋技术、灌浆法、特殊土地基处理方法。对每一种地基处理方法分别阐明其加固机理、设计计算方法、施工工艺和质量检验等内容,并列了工程实例。本书最后介绍了既有建(构)筑物地基基础加固与倾斜建(构)筑物纠偏技术。为便于读者全面理解和掌握这些地基处理方法,本书也介绍了地基处理的监测与检验方法、复合地基基本理论以及多元复合地基新方法。

地质等专业大学本科使用,可供从事岩土工程勘察、设计、施工的技术人员和管理人员使用,也可作为全国注册岩土工程师考试的参考书。

全书共 567 千字,373 页,16 开,定价 29.80 元,2004 年 9 月由华中科技大学出版社出版。

联系人 郑俊杰
联系地址 湖北省武汉市洪山区珞喻路 1037 号华中科技大学土木与力学学院
邮编 430074
电话 027-87598193(宅)、87556934(办)、87541954(办)
e-mail zhengjj@vip.163.com