

文章编号:1009-6825(2005)16-0129-02

深层水泥搅拌桩在软土地基处理中的应用

董慧琴

摘要:结合具体的工程实践,对工程地质条件及基础设计作了介绍,阐述了搅拌桩的施工要求及施工步骤,并对施工效果及检测进行了分析,指出搅拌桩的总体加固效果达到了设计要求。

关键词:深层水泥搅拌桩,软土地基,复合地基

中图分类号:TU471.8

文献标识码:A

1 概述

当天然地基不能满足建筑物对地基的要求时,需要进行地基处理,形成人工地基,以保证建筑物的安全与正常使用。地基处理方法很多,按地基处理的加固原理分类,主要有下述六大类:置换,排水固结,振密,挤密,灌入固化物,加筋,冷、热处理等。经过地基处理形成的人工地基大致上可分为三类:均匀地基、多层地基和复合地基。

复合地基是指天然地基在地基处理过程中部分土体得到增强,或被置换,或在天然地基中设置加筋材料所组成的人工地基。总之,凡是在软土地基中用各种手段加入增强体,使增强体与天然地基共同组成以提高地基强度和降低土体压缩性为目的的人工地基,统称为复合地基。深层搅拌法是通过特制的机械——各种深层搅拌机,沿深度方向将软土与固化剂(水泥浆或水泥粉、石灰粉、粉煤灰,外加一定量的掺合剂)就地进行强制搅拌,使土体与固化剂发生物理化学反应,形成具有一定整体性和一定强度的水泥加固体,沿深度方向形成的该加固体称为深层搅拌桩。使用水泥浆作为固化剂的深层搅拌桩称为深层水泥搅拌桩。深层水泥搅拌桩与天然地基组成深层搅拌桩复合地基。

深层水泥搅拌桩适用于处理包括正常固结的淤泥与淤泥质土、粉土、饱和黄土、素填土、粘性土以及无流动地下水的饱和松散砂土等地基。加固深度主要取决于使用搅拌机的动力及地基反力。国内目前采用深层搅拌法的加固深度不宜大于20m,桩径不应小于500mm。深层水泥搅拌桩用途广泛,主要用于形成复合地基、支护结构、防渗帷幕等。

处理方法,用夯实水泥土桩加固后的复合地基比原地基变形模量会有较大增长,抗变形能力有明显提高。4)是否设置褥垫层以及垫层的材料和厚度,直接影响复合地基的桩和桩间土强度的发挥,合理的垫层厚度对提高复合地基承载力和减少沉降变形是非常有利的。5)由该工程证明此种地基处理方案,质量易控制,造价低,经济、社会、环境效益明显,有极大的发展潜力。

参考文献:

[1]GB 50021-2001,岩土工程勘察规范[S].

深层水泥搅拌桩与其他施工方法相比较,具有施工工期短、无公害、成本低等特点。这种施工方法在施工过程中无振动、无噪音、无地面隆起、不排污、不污染环境,对相邻建筑物不产生有害影响,具有较好的综合经济效益和社会效益。

现结合实际工程谈谈深层水泥搅拌桩复合地基的设计过程。

2 工程设计实例

2.1 工程基本概况及地质条件

该工程位于广州市番禺区,占地面积4761m²的单层地下停车库,现浇钢筋混凝土框架结构,车库顶为绿化广场。据钻孔揭露,场地上覆土层自上而下分别为人工填土层,层厚0.35m~1.50m;耕植土层,层厚0.3m~1.20m;可塑状粘土、粉质粘土层,层厚0.5m~3.35m;淤泥质粉、细砂层,层厚0.3m~2.0m;淤泥、淤泥质土层,层厚0.4m~5m;软塑状粉质粘土层,层厚0.3m~2.55m;可塑状~硬塑状粉质粘土层,层厚2.5m~4.0m;残积土层,整个场区均有分布,为硬塑状粉质粘土和硬塑状砂质粘性土组成。层面埋深在10m以下。该场区地下水pH值为5.6,对混凝土结构及其中的钢筋具弱腐蚀性。

2.2 基础设计

2.2.1 设计基本要求

该楼占地面积4761m²,基础设计为筏板基础,基础下的软土地基采用深层搅拌法进行加固处理,形成深层水泥搅拌桩复合地基,使之满足上部结构物承载力和基础沉降的要求。

设计要求为:复合地基承载力特征值: $f_{spk} > 90$ kPa(龄期30d

[2]郭海轮,陈翔.静载荷试验确定水泥土桩复合地基承载力[J].山西建筑,2004(23):30-32.

[3]JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].

[4]马顺安.地基与基础工程[M].大连:大连理工大学出版社,2001.79-88.

[5]GB 50202-2002,建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].

[6]林东华.复合地基技术高层建筑的应用[J].广州大学学报,2004(2):16-18.

Engineering practice of composite foundations of CFG pile and compaction soil-cement pile

JU Shi-xin

Abstract: The bearing mechanism and characteristics of the composite foundations of CFG pile and compaction soil-cement pile are analyzed. Combined with construction example the practicability of the composite foundation combined with those two piles is verified by on site test.

Key words: CFG pile, compaction soil-cement pile, composite foundation

收稿日期:2005-05-16

作者简介:董慧琴(1963-),女,1985年毕业于广东工业大学工民建专业,工程师,广东省城乡规划设计研究院建筑设计一所,广东广州 510045

时);复合地基总沉降量: $s < 100$ mm(工后沉降量 $s < 18$ mm);复合地基沉降差: $\rho < 0.003l$ (l 为跨距)。

2.2.2 搅拌桩复合地基设计

1) 处理范围

该处理范围指基础底下搅拌桩处理的范围大小,即筏板基础的外围尺寸大小。分析该建筑物基础底板的受力分布可知,上部结构的荷重主要分布于楼的中间部分,沿基础边缘的荷载并不很大。因此,基础边缘轴线外无需设置保护桩,即在基础边缘轴线外没有必要布设搅拌桩。在这种情况下,筏板基础沿边缘轴线挑出 0.5 m~1.0 m 即可,此工程筏板基础沿边缘轴线挑出 0.5 m。

2) 复合地基设计

a. 单桩承载力设计

根据该场区地质条件及类似工程的成功经验,该楼基础下的搅拌桩平均桩长 $L = 10$ m,即桩长以穿越软弱土层进入硬塑粉质粘土层为准。搅拌桩的桩径 $D = 0.5$ m,桩周淤泥质土的侧阻力特征值为 $q_{si} = 10$ kPa;深层水泥搅拌桩的单桩承载力有两种确定方法,即由侧摩阻力所提供的承载力和由桩体强度所提供的承载力,取其中较小值作为单桩容许承载力特征值。

一方面,由侧摩阻力所提供的单桩承载力特征值为:

$$R_{p1} = u_p \cdot l_i \cdot q_{si} = \pi \cdot D \cdot l_i \cdot q_{si} = \pi \times 0.5 \times 10 \times 10 = 157 \text{ kN}.$$

其中,桩端反力作为安全储备。

另一方面,若水泥掺含量为被加固质量的 15 %,对淤泥土,在标准养护条件下,90 d 龄期时搅拌桩的立方体抗压强度平均值 f_{cu} 不小于 2 800 kPa。则由桩身材料强度所提供的承载力特征值为:

$$R_{p2} = \eta \cdot f_{cu} \cdot A_p = 0.27 \times 2\,800 \times 0.2 = 151 \text{ kN}.$$

式中: η ——桩身强度折减系数,湿法 $\eta = 0.25 \sim 0.33$,此处取 $\eta = 0.33$;

A_p ——桩的截面积,取 $\pi \times 0.25^2 = 0.2 \text{ m}^2$ 。

由于 $R_{p1} > R_{p2}$,所以取单桩容许承载力特征值为 $R_p = 150$ kN,该设计值是较为合理的,附近场区类似工程的现场静载试验已证实了这一点。

b. 复合地基承载力设计

深层水泥搅拌桩复合地基承载力特征值:

$$f_{spk} = m \cdot R_a / A_p + \beta(1 - m) f_{sk}.$$

式中: m ——面积置换率;

R_a ——单桩竖向承载力特征值,kN;

β ——桩间土承载力折减系数,表示桩间土参与相互作用的程度。当桩端土未经修正的承载力特征值大于桩周土承载力特征值的平均值时,可取 0.1~0.4,差值大时取低值;当桩端土未经修正的承载力特征值不大于桩周土的承载力的特征值的平均值时,可取 0.5~0.9,差值大时或设置褥垫层时均取高值。此处取 $\beta = 0.80$;

f_{sk} ——处理后桩间土承载力特征值,kPa,可取天然地基承载力特征值。按地质报告 $f_{sk} = 45$ kPa。

由此可见,在桩长一定的情况下,复合地基承载力 f_{spk} 取决于置换率 m 的大小。在满足承载力要求的前提下,应变化置换率的大小,使之适应沉降平稳过渡的要求。该工程中,取 $m = 0.08$,将有关参数代入上式,可得:

$$f_{spk} = 0.08 \times 150 / (\pi \times 0.25^2) + 0.8(1 - 0.08) \times 45 = 94 \text{ kPa} > 90 \text{ kPa}.$$

即复合地基承载力满足基底分布压力的要求。

c. 桩距:实际桩距应根据上部结构荷载的分布确定。平均桩距为:

$$d_{au} = (A_p / m)^{1/2} = (\pi \times 0.25^2 / 0.080)^{1/2} = 1.57 \text{ m}, \text{取 } d_{au} = 1.55 \text{ m}.$$

d. 桩数:该楼筏板基础下复合地基中搅拌桩的桩数为:

$$n = m A / A_p = 0.08 \times 4\,761 / (\pi \times 0.25^2) = 1\,940 (\text{根}).$$

实际桩数和桩间距还应根据沉降差的要求进行适当的调整。该工程的深层水泥搅拌桩实际施工桩数为 2 308 根。

3) 沉降校核

目前,深层搅拌桩复合地基的沉降计算方法有许多种,有常规法、简化法、修正手册法、荷载传递法等。施工实践证明,修正手册法和荷载传递法与实测值较为接近。前者计算较为简便,后者计算量较大。

2.3 施工

搅拌桩施工过程中,对有关施工参数,如提升速度、喷浆速度、喷浆量、复搅次数等,严格按照所制定的《施工组织设计及质量保证措施》进行施工。

1) 施工要求:采用四搅二喷法施工,用 32.5 级普通硅酸盐水泥,水泥浆水灰比为 0.5;水泥掺量为被加固土质量的 15 %,搅拌轴提升速度为 0.5 m/min~0.8 m/min,要求垂直度大于 99 %;桩位偏差小于 5 cm。

2) 搅拌桩施工步骤:a. 清理平整场地,砌筑临时排水边沟;b. 按平面布置,进行现场测量放线,定出每个桩位,并打入小木桩;c. 搅拌机械就位,调平;d. 预搅下沉至设计加固深度;e. 边喷浆、边搅拌提升直至预定停浆面;停浆面为广州城建高程 5.34 m;f. 重复搅拌下沉至设计加固深度;g. 根据设计要求,喷浆或仅搅拌提升直至预定的停浆面;h. 关闭搅拌机械,移动机械至下一个桩位进行施工。

3) 施工效果及检测:复合地基完成后,应进行静载荷试验,竖向增强体及周边土的质量检验,合格后,要求桩体 28 d 龄期无侧限抗压强度不小于 1.0 MPa。

3 结语

该工程已竣工且投入使用近两年,从工程实践看,搅拌桩的总体加固效果达到了设计要求。在满足安全性的前提下,尽量减少工程量,从而节省了工程造价。

参考文献:

[1] JGJ 79-2002, 建筑地基处理技术规范[S].

Application of deep concrete mixing pile in treating soft-soil foundation

DONG Hui-qin

Abstract: Combined with specific project, it introduces geological conditions & foundation design and construction process & demand of mixing pile, analyzes the construction effect and detection, reinforced effect reaches design demand.

Key words: deep concrete mixing pile, soft-soil foundation, compound foundation