

文章编号: 1005-0523(1999)02-0018-04

深层搅拌桩在深圳软弱路基处理中的应用

陈秋南¹, 王永祥², 周建萍²

(1. 湘潭工学院 土木工程系, 湖南 湘潭 411201; 2. 华东交通大学 土木工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要:运用深层搅拌桩加固软弱路基, 提高路基承载力, 并加桩进行静载试验分析^[9].

关键词:深层搅拌桩; 软路基; 静载试验

中图分类号: TU 473.1

文献标识码: A

0 引言

深圳宝龙工业城宝龙大道全长 4 km 多, 主、慢车道宽 50 m, 其中 $K_3+280 \sim K_3+320$ 段为低洼淤泥带, 1992 年开发时, 施工单位为抢进度, 对该段没有进行特别处理, 堆填了大量夹有部分腐殖土的粘砂土, 没有压实系数检测资料, 以后一直搁下来^[13]重新开工时, 通过静力触探试验可知该段工程地质情况如下:

第一层填土层: 新近堆填的粘砂土, 含部分腐殖土, 层厚 5~6 m, 含水量 $\omega=38\%$, 土未加压实^[13]

第二层: 淤泥质夹粉砂土, 厚度 3~4 m, 含水量 $\omega=45\%$, $e=1.21$, 承载力为 65 kPa^[13]

第三层: 淤泥质土、粉砂互层, 层厚 6~8 m, 含水量 $\omega=44\%$ 左右, $e=1.38$, 承载力为 85~95 kPa^[13]

1 路基处理方案的选择

合理选择路基处理方案是保证工程质量, 加快工程建设进度, 取得良好经济效益的关键^[1]。 $K_3+280 \sim K_3+320$ 段堆填土最厚处达 6 m, 填土以下为淤泥, 因此采用换填垫层法和强夯法处理路基的方案被排除^[13]考虑到高压喷射注浆法工艺较复杂, 施工难度大, 造价高, 综合各方面情况, 经过工程经济分析比较, 决定采用深层搅拌桩中的粉喷桩加固软弱路基^[13]

2 设计计算

粉喷桩设计时, 利用第二层淤泥质夹粉砂层作桩端持力层, 上部结构要求复合路基承载力不小于 150 kPa^[13]

收稿日期: 1999-01-31.

中国知网

https://www.cnki.net

作者简介: 陈秋南(1968-), 男, 江西莲花人, 湖南湘潭工学院讲师, 工学硕士^[13]

2.1 桩的布置

采用梅花形布桩,桩中心距为 1 200 mm,桩径 $\Phi 500$ mm,桩长(自基底算起) 9 m^[13]

2.2 水泥掺入比和置换率

工程实践表明,深圳地区大多数软土有机质含量和含水率较高,掺入比宜选 7%~18%^{[1] 19}。为此经过试验比较得出合适掺入比为 14%,采用 425# 普通硅酸盐散装水泥,每米延桩体掺入 50 kg⁽¹³⁾置换率取 21%⁽¹³⁾

2.3 承载力计算

单桩承载力和复合路基承载力计算分别为^[2]:

单桩承载力为:

$$R_k^d = \bar{q}_s U_p L + \alpha_p q_p A_p = 152 \text{ kPa} \quad (1)$$

式中: $\bar{q}_s$ ——桩周淤泥质土容许摩阻力,取 10.5 kPa;

U_p ——桩周长,m;

L ——桩长,m;

α ——桩端土承载力折减系数,取 0.3;

A_p ——桩的截面积,m²;

q_p ——桩尖土承载力值,kPa⁽¹³⁾

复合路基承载力:

$$f_{sp,k} = m \frac{R_k^d}{A_p} + \beta (1 - m) f_{sk} = 168 \text{ kPa} > 150 \text{ kPa} \quad (2)$$

式中: m ——置换率;

β ——桩间土承载力折减系数,取 0.5;

f_{sk} ——天然路基承载力标准值,kPa⁽¹³⁾

其它同(1)式⁽¹³⁾

3 施工工艺

施工采用铁道部武汉工程机械研究所生产的 PH-5B 型粉喷机,平整场地后进行粉喷桩施工⁽¹³⁾粉体搅拌的工艺流程见图 1⁽¹³⁾

粉体的定量输出是靠调节叶轮泵的转速实现的,因此必须根据场地地质条件调节钻机转速、钻机提升速度以及粉喷机叶轮泵转速、管道压力等参数⁽¹³⁾因土质很粘,有时造成堵管,应及时疏通管道后,在上下各 1 m 范围内复喷或复搅,防止断桩⁽¹³⁾因故停浆时,为了防止断桩,搅拌机重新启动时,均应将搅拌机下沉 0.5 m 再继续制桩⁽¹³⁾为了搅拌均匀,在施工中采用慢速提升的办法,每提升不大于 15 mm 搅拌一圈⁽¹³⁾桩顶、桩端是桩身的关键部位,为加强其强度,应复喷或复搅⁽¹³⁾

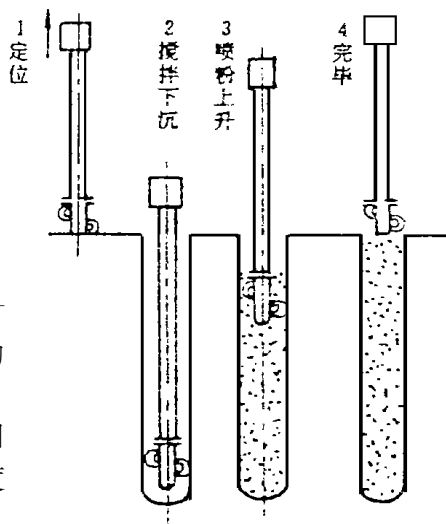


图 1 旋喷步骤图

粉喷桩的粉体作为加固料,一般不需向桩位土中注入附加水份,靠吸收土中水份满足水泥

的水解和水化反应^[13]但有时土中含水量小于 50%时,完工后应在地面浇水,以保证水泥水解、水化反应充分,达到设计所要求的水泥土强度值^[13]

由于土质很软,钻进速度很快,每班(8h)可成桩 20 根,近 160 延长米^[13]每天 2 大班昼夜施工,平均成桩 650 m,全部 1 350 根桩,历时 20 天完成了全部施工任务^[13]

4 质量检验

对每根制成的搅拌质量检查的重点是水泥用量和水泥质量,这就要求施工时严把水泥质量关和作好施工记录,控制喷粉量,反旋转喷粉提升时间以及复搅次数,保证喷粉的连续性和均匀性^[13]成桩质量还应通过轻便触探和静载试验等检验^[13]

4.1 轻便触探(N₁₀)

在成桩 7d 内,在 50[#]~150[#]共 100 根桩内抽取 10 根桩试验,贯入深度不小于 1m^[13]对照《深圳市软基处理规范》,得出 N₁₀与水泥土强度 q_u 对比关系见表 1:

表 1

桩 号	54 [#]	65 [#]	76 [#]	89 [#]	94 [#]	103 [#]	115 [#]	122 [#]	136 [#]	145 [#]
N ₁₀ (击数)	16	17	16	15	15	16	14	16	14	16
q _u (kPa)	220	240	220	200	200	220	180	220	180	220
是否合格	全部 合格									

用轻便触探器中附带的勺钻,在搅拌桩身中心钻孔,取出水泥桩芯,其颜色一致,未见水泥富集成“结核”^[13]还从部分开挖桩(龄期为 50 d)来看(见图 2)粉喷桩的连续性和均匀性良好^[13]

4.2 静载试验

根据《建筑地基基础设计规范》(GBJ7-89)及《深圳市桩基工程质量暂行规定》(深圳市建设局 1989[220]号文件),对 50[#]~150[#]桩的 66[#]和 118[#]桩进行静载试验,单桩复合路基压板尺寸 100 cm×100 cm 正方形钢板,地锚式反力加荷^[13]

试验采用慢速维持荷载法,分级加荷载,按最大试验荷载 300 kPa 分为十级,每级 30 kPa,首级 60 kPa^[13]沉降稳定标准为每小时于 0.10 mm^[13]

1) 成果分析

66[#]和 118[#]桩土复合路基 P-S 关系曲线见图 3,从图中 a 和 b 两根 P-S 关系曲线可以看出桩土在 300 kPa 荷载作用下,没有出现曲线陡降形态(限极限破坏状态),沉降稳定,总沉降量分别为 15.29 mm 和 22.60 mm,可以推定这两个试验点承载力标准值 f_k 均大于 150 kPa^[13]



图 2 边坡塌方后的粉喷桩地下图

(2) 变形模量计算

路基在承载力标准值阶段的变形模量 E , 可按弹性力学公式计算^[3]:

$$E = \frac{\pi}{2} \frac{(1 - \mu)}{s} PB \quad (3)$$

式中: μ — 土的泊松比, 取 0.25;

P — 荷载压力, kPa, 取 150 kPa;

B — 压板边长, m;

s — 压板沉降量, mm, 分别为 3.75 mm, 3.67 mm⁽¹³⁾

66# 桩变形模量 $E = 3.3$ MPa; 118# 桩变形模量 $E = 3.37$ MPa⁽¹³⁾

满足设计要求⁽¹³⁾

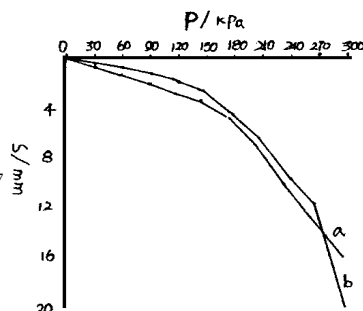


图3 桩土复合路基 P-S 曲线

5 结 论

本文介绍采用粉喷桩成功地处理软弱路基, 进行复合路基承载力计算和路基变形模量计算, 并利用轻便触探和静载试验检验路基处理效果, 为类似工程提供参考⁽¹³⁾

[参 考 文 献]

- [1] 深圳市建设局. 深圳市软土地基处理规范[S]. 1995, 1. 105
- [2] 阎明礼. 地基处理技术[S]. 北京: 中国环境科学出版社. 1996, 221~223
- [3] 刘成宇. 土力学[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1997, 99~100

Application of Deep Stirring Pile for Consolidation Soft Road Foundation in Shenzhen

CHEN Qiu-nan¹, WANG Yong-xiang², ZHOU Jian-ping²

(¹. Civil Engineering Department, XiangTan Polytechnic Univ. Xiangtan 411201; ². College of Civil Engineering, East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, China)

Abstract: This paper introduces that soft road foundation has been consolidated by deep stirring pile and bearing capacity of it has been increased. Then has analysed the result of static test

Key words: deep stirring pile; soft road foundation; static test