

应用粉喷桩工艺处理软土路基

南淑华 张今朝

(沈阳高等级公路建设总公司, 沈阳 110003)

摘 要 粉喷桩处理软土路基是一项新技术。其施工工艺、质量检测标准及在施工中存在的问题及解决措施文中进行了论述。

关键词 粉喷桩 软土路基 处理

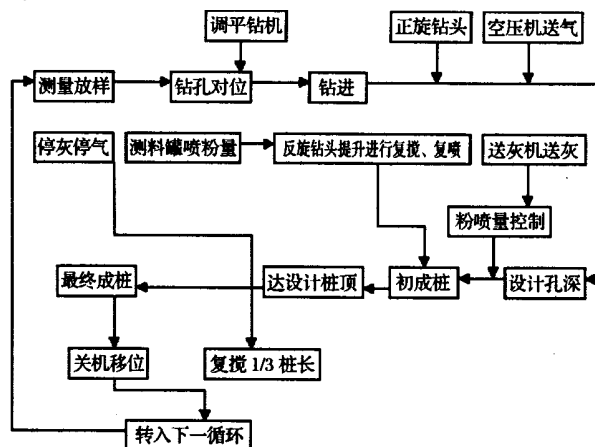
粉喷桩法是目前高速公路处理大、中桥头两侧软土基、预防桥头沉降最常用的方法,也是有效控制不良软土路基施工的最重要的处理方法。

粉喷桩全称粉体喷射搅拌桩,系指通过专用深层喷射搅拌机械将粉体加固材料—水泥用压缩空气喷射至被加固深层软土中,就地将土和水泥强制搅拌而形成强度较高的柱状加固体,以加固软土地基。

粉喷桩处理软土地基作为 90 年代中期刚在我国高等级公路施工中广为推广的一种新技术。就其整个施工过程也是一项新工艺。软基处理多发生在江南水乡多雨、多水、多湖塘河道和大中桥两侧桥头均为低洼沼泽泥泞地带;作为永久性隐蔽工程,如何确保粉喷桩处理软基的施工质量,对桥头高填方路基预压段来说是特别至关重要。通过对其施工质量的有效控制,来保证高填方路基不发生过大或局部不均匀沉降,以确保路基工程的整体质量。

1 粉喷桩施工工艺

施工前进行成桩工艺试验,以掌握各项技术参数。



2 粉喷桩质量检测标准

水泥标号应符合设计要求;根据成桩试验确定的技术参数进行施工;严格控制喷粉时间、停粉时间和水泥喷入量,确保粉喷桩长度;桩身上部(1/3 桩

身)范围内必须进行二次搅拌,确保桩身质量;发现喷粉量不足时,应整桩复打;喷粉中断时,复打重叠孔段应大于 1m。见表 1。

表 1 粉喷桩实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法和频率	规定分
1	桩距(mm)	±100	抽查 2 %	15
2	桩径(mm)	不小于设计	抽查 2 %	15
3	桩长(mm)	不小于设计	查施工记录	20
4	竖直度(%)	1.5	查施工记录	10
5	单桩喷粉量	符合设计	查施工记录	20
6	强度(kPa)	不小于设计	抽查 5 %	20

3 粉喷桩施工过程中存在的问题、解决的方法及措施

用粉喷桩工艺处理软土路基,在施工中易出现成桩水泥土整体均匀性欠佳、成桩强度不稳定、桩心有盲区、空隙较多等问题。解决以上问题的方法及措施为:

(1) CPP-5 型专用深层喷射搅拌机其性能,具有搅拌速率控制灵敏,搅拌均匀性好,工效高,易达到深度,很适于高含水量淤泥质粘土地基。不同的地段,工艺应略有调整,重点是复搅速度适当慢为佳,以保证成桩水泥土的整体均匀性。

(2) 水泥最佳剂量与水泥土均匀性。水泥剂量极不易控制,易造成粉喷量间断性的过多或过少,致使成桩整体性不好,桩心有盲区且空隙较多,不易达到强度要求。要确保施工连续性,水泥剂量的控制过程直接影响整个成桩质量,水泥土均匀性决定于搅拌工艺并直接影响强度。

(3) 软土天然含水量:含水量的高低直接影响水泥掺含量及水泥土成桩强度,施工中应提前排除地表积水,制定相应有效排水、降水措施;天然含水量不易太低,更不易过高。针对地下水位高(0.4 ~ 1.5m),桩深平均 6m,含水量最佳区限为 36 % 至 40.5 %。

(4) 软土类型及有机质含量:软土埋深浅,含水

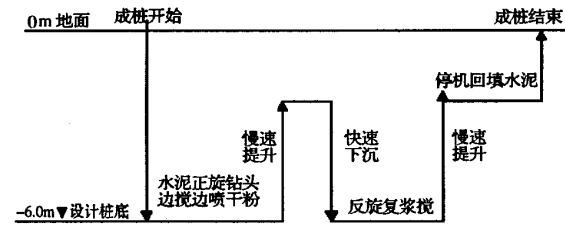
量高孔隙比大,高压缩性、低强度、渗透性差、排水固结缓慢、有机质含量较高;软土均属淤泥亚粘土(粘土)与水泥结合经物化反应产生的水泥土硬结强度与土质关系很大。同时,较高的有机质含量对强度有影响。决定于施工中水泥剂量不宜低于最佳的 2 %。

(5) 成桩 28d 抗压强度:成桩后 28 天挖验,在桩下 0.5m、1.0m、1.5m 处分别截取高等于直径 0.5m 试样三根。同量,进行外观检查水泥土的空隙、均匀性等。经无侧限抗压强度破坏试验,分析桩的强度规律及桩体内部均匀性、桩芯盲区与空隙情况。

(6) 桩径、桩深、桩距:在工艺合理、机械性能可靠、施工连续性好及放样准确的情况下,易达到质量标准。要求现场人员工作到位,工序交接紧凑,保证连续施工精心放样,工作质量高。

4 调整后的实施办法

(1) 粉喷桩通过试桩调整后的工艺流程图如下:



(2) 通过试桩试验成功,取得了工艺参数并达到要求

a. 满足设计要求的粉喷量及工艺要求的各种技术参数

- 钻进速度 $v = 0.5 - 0.8\text{m/min}$
- 提升速度 $v_p = 0.5 - 0.8\text{m/min}$
- 搅拌速度 $R = 30 - 50\text{r/min}$
- 气体流量 $Q = 20\text{l/s}$
- 空气压力 $P = 0.4 - 0.7\text{MPa}$
- 调解喷灰量 $45 - 47\text{kg/m}$
- 喷灰机叶旋转速度 50r/min

b. 达到搅拌均匀,凝体无松散,桩体圆匀无缩颈和凹陷现象。

c. 掌握了各处土质条件下钻进与提升的困难程度及喷粉情况以确定合适的技术调整措施。

d. 成桩 7d 后进行挖验,目测检查桩体成型情况、搅拌均匀程度。28d 后进行桩体试件无侧限抗压强度破坏试验,检查桩身整体质量、强度、桩体内部均匀程度、桩芯空隙情况及密实程度。

(3) 现场施工各环节具体管理实施内容

- a. 输灰泵的输灰量、水泥粉经灰管达到喷灰气的时间测试准确。
- b. 钻头下沉速度、喷粉搅拌提升速度得到有效控制。
- c. 喷粉深度、复搅深度、停粉面标高有效控制。
- d. 气体流量、罐压力、管道压力、空压机压力有效控制。
- e. 钻机平面调平以使钻杆垂直地面,垂直度偏差 $< 1.5\%$ 。
- f. 施工内业及时准确,做好施工桩号、施工日期、天气情况、现场质量检验报告与计量资料的记录。

4) 现场施工质量控制实施内容

- a. 为确保质量,在地质条件有变化时,施工中加强对复喷、复搅工序控制,以保证成桩的均匀性。
- b. 随时抽检钻机的水平度、垂直度、钻进深度。
- c. 随时抽检喷灰深度、停灰面标高。
- d. 随时抽检重复搅拌深度及提升复搅速度控制。
- e. 随时抽检喷灰机管道压力、空压机压力、灰泵压力。
- f. 随时复核水泥喷入量及剩余量。
- g. 严格控制喷粉与停粉时间。每根桩开钻后连续作业,无中断喷粉现象。成桩一气呵成。严禁在尚未喷粉情况下进行钻杆提升。
- h. 必保储灰罐内存灰量 一根桩的用粉量加 50kg。粉喷桩机械必配有可显示粉喷量的计量装置,已改装成电子计量数码显示器。
- i. 施工中发现喷粉量不足应对整桩再进行补灰复搅复喷。
- j. 如遇停电、机械故障等原因,当喷粉中断时应及时记录中断深度,必在 12 小时内采取妥当的补喷处理措施。
- k. 随时复核桩位,以防因人为或机械造成桩位偏移。
- m. 成桩质量检验:7 天挖验自检,28 天强度试验及桩体内部检验,每完一段检查群桩桩顶平齐情况。

5) 实施后用数字统计法进行质量分析:

表 2 水泥掺量水灰比与强度关系

水泥剂量 X %	4	6	8	10	12
强度 YMPa	0.5	1.0	1.4	1.6	1.8

表 3 水泥土配方比较试验

序号	项 目	淤 泥 质 粘 土						
1	天然含水量 W_0 %	31.2	34.5	36.0		40.5		42.0
2	天然密度 ρ_k NmM^3	19.2	18.5	18.2		17.0		16.3
3	掺入比 X %	10	10	8	10	8	10	10
4	龄期 d	7./28.	7/28	7/28	7/28	7/28	7/28	7/28
5	水泥土含水量 W %	25.3/25.1	26.9/26.6	28.1/28.0	30.1/30.0	29.8/29.6	31.6/31.4	33.1/33.0
6	水泥土密度 ρ KN/M	19.7/19.7	20.0/19.9	19.2/19.0	19.7/19.5	18.2/18.0	18.6/18.6	17.5/17.0
7	水泥土强度 MPa	0.18/.31	0.26/0.45	0.41/0.91	0.50/0.93	0.52/0.91	0.56/0.98	0.36/0.64
8	设计强度 MPa	90d 强度 1.20Pa						

5 粉喷桩对施工的实效性

通过施工现场的有效实施使粉喷桩这一重要软基处理形式的整体工程质量得到了加强提高。经过多次的施工应用,对我们北方施工队伍来说也是一

个积累经验的过程。我们先后在沪杭、山东潍莱、盘海等高速公路中应用此项工艺效果比较好,经监理工程师的综合评定为优良级品,并被评为优质工程。粉喷桩施工工艺为整体工程创优打下坚实的基础。

Applying Powder Sprayed Pile to Dispose Soft Soil Subgrade

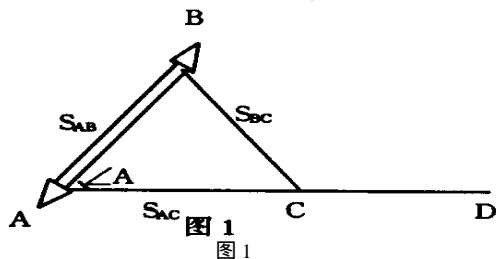
Abstract Applying powder sprayed pile to dispose soft soil subgrade is a new technique, this paper discussed the construction technique, quality testing standard, problems existed in construction and countermeasures.

Key words Powder sprayed pile Soft soil Subgrade Dispose

(上接第 17 页) 格按操作规程操作仪器,尤其是要保持旋转方向一致,不得反旋,最后照准时应均旋进,以减小轴系的机械传动误差的影响。准确、快速的操作是提高精度的重要手段。

4 恢复定线

坐标放线就是置仪器于导线点或其他已知坐标点上,用极坐标的方法测设中线。



如图 1,设仪器置于导线点 A,以导线点 B 为定向点,欲定出中线上 C 点,只要知道 A 和距离 AC 即可。

在实际工作中,是用事先编好的逐桩坐标计算程序在微机上计算出中桩坐标,工地放样时,采用 CASIO fx-4500p 袖珍计算器(或全站仪)的程序功能可以快捷地算出放样元素(A 及距离 AC,程序

附后)。用极坐标法测设中线时,应把高斯平面上的坐标点再投影到建筑面上来,这是一个相反的过程。

下面在不同导线点上分别置镜(A,B)测中线上同一点 C,如图 1,已知三点坐标如下:

$$X_A = 65074.151 \quad X_B = 65481.555 \quad X_C = 65276.321$$

$$Y_C = 37513.357 \quad Y_B = 38016.585 \quad Y_C = 37967.348$$

计算放样元素如表 2:

表 2 放样元素

夹角	计算边长	影归算后边长(m)
A = 14°59'20"	AC = 496.971	AC = 497.013
B = 37°30'59"	BC = 211.058	BC = 211.076
改正系数 K = 0.99991572		

如果 C 点不投影归算到建筑面上来,理论上以 A、B 两点分别置镜测设同一点 C 会产生 C 点在不同位置上,两次测设的点相差 5.5cm,超出了限值。实践中也证实了这一点,这不会令人满意的。所以应考虑投影归算后的变形对结果的影响,而角度为正形投影不产生变形,不考虑其对结果的影响。

Simple Talking about the Traverse Survey And the Location

Renewing of High - Type Highway

Abstract In this paper the traverse GPS and the location renewal are discussed of high - type highway.

Key words Servey Polar coordinate Total station