

# 深层搅拌桩在软基处理中的应用

任丽芳<sup>1)</sup> 谈传华<sup>2)</sup>(石家庄铁路职业技术学院<sup>1)</sup> 河北石家庄 050041 中铁二十局集团第一工程有限公司<sup>2)</sup> 江苏苏州 215129)

**摘要:** 结合宁淮高速公路的实际地质情况, 介绍水泥搅拌桩加固软土路基的作用机理、施工工艺、施工质量控制、桩的质量检测, 指出水泥搅拌桩是对软土地基加固处理的一种实用方法, 能在浅层地基处理中得到进一步的推广。

**关键词:** 深层水泥搅拌桩 软土路基 施工工艺 质量控制

**中图分类号:** TU473.1

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1673-1816(2005)03-0010-04

深层水泥搅拌桩是软土地基处理的一项新技术, 特别适用于加固饱和软粘土地基。做法是利用水泥、石灰等材料作为固化剂, 通过特制的深层搅拌机械, 在地基深处就地将软土和固化剂(浆液或粉体)强制搅拌, 利用固化剂和软土之间所产生的一系列物理化学反应, 如水泥的水解和水化反应(形成水泥石骨架), 离子交换和团粒化作用、硬凝反应、碳酸化反应, 使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的水泥加固土, 从而提高地基强度和增大变形模量, 减小地基沉降, 使其成为优质地基。软基处理采用深层搅拌桩, 具有成桩效率高、成本低、工期短、施工占地面积小, 无污染、无噪音、无振动、不排烟、操作简单、适应性广等特点被推广使用, 处理后的路基具有足够的稳定性和耐久性, 能抵御各种自然因素的影响, 具有良好的经济和社会效益。

## 1 工程概况

南京至淮安高速公路雍庄至马坝段(南京境内)(里程桩号K37+629.068~K74+328.946)起点于南京市浦口区雍庄, 途径新集、程桥等镇, 线路全长36.629 km。

该段工程地质层系为全新统松散层、上更新统粉性土及砂砾层, 中更新统泥岩夹玄武岩, 其上部软弱土层工程地质特征分述如下:

- (1) 亚粘土或亚砂土: 灰黄色, 黄灰色, 软硬不均, 最大厚度3.8 m。
- (2) 淤泥或淤泥质(亚)粘土: 灰色, 流塑, 局部为淤泥质亚砂土, 高压缩性, 最大厚度10.20 m。
- (3) 亚砂土或亚粘土: 灰色, 黄灰色, 软塑~流塑, 中~高压缩性, 最大厚度4.90 m。

鉴于以上地层情况, 经方案比选后, 宁淮高速公路雍马南京段NH—NJ4标段采用水泥土搅拌桩进行地基。加固该标段共有水泥搅拌桩75658延米, 设计桩长7~10 m, 桩径为500 mm, 桩间距1.3~1.5 m,

在平面上呈梅花形布置(布置区域边线与构造物基础轮廓线平行), 并处理至基础坡脚外或锥坡坡脚线外增加一排桩。桩身设计无侧限抗压强度为:  $R_{28}=0.8 \text{ MPa}$ ,  $R_{90}=1.2 \text{ MPa}$ 。水泥搅拌桩的水泥掺量由室内配合比试验确定, 水泥掺量为  $60 \text{ kg/m}$ , 水灰比为  $0.5$ , 泥浆比重为  $1.76 \text{ g/cm}^3$ 。

## 2 施工方案

### 2.1 施工准备

#### 2.1.1 施工设备的选择

本次水泥搅拌桩施工选用两台性能良好的单搅拌轴叶喷浆式JSP-1型深层搅拌机。

#### 2.1.2 人员

使用两台水泥搅拌机每台三班, 每班配置机长1人, 水泥搅拌及压浆3人, 指挥人员1人, 其他人员1人, 项目部现场旁站人员2人, 技术人员1人。

#### 2.1.3 材料

水泥搅拌桩加固料32.5级普通硅酸盐水泥, 所购置水泥应是国家免检产品, 并且在有效期内使用; 严禁使用受潮、结块、变质的劣质水泥。

#### 2.1.4 场地准备及放样

首先对施工场地进行平整, 并进行清表处理, 场地低洼处应回填粘性土并压实。压实度要求 $\geq 85\%$ , 并且以 $<90\%$ 为宜; 沟塘处需打设水泥搅拌桩, 应先抽水、清淤, 再用粘性土回填至场地平齐。

### 2.2 施工工艺

深层搅拌桩的施工工艺为:

钻机定位→预搅下沉→制备水泥浆液→提升喷浆搅拌→重复搅拌下沉→重复搅拌上升→关闭钻机→清洗→移位

#### 2.2.1 钻机就位

- (1) 钻机就位前先由测量班定位、放线, 并报验合格后方可施工;
- (2) 搅拌机运至工地后先安装调试, 待轻速、空压正常后, 开始就位对中, 对中误差不大于  $50 \text{ mm}$ ;
- (3) 要确保钻杆导向架垂直于地面, 钻杆垂直度偏差不得大于  $1.5\%$ 。

#### 2.2.2 搅拌水泥浆

根据室内配合比的水灰比  $0.5$ , 每桶浆量应满足1根桩需用量, 计算好水泥及水的用量后, 边倒水泥边机械拌合, 拌合均匀后放入低处的储浆桶内进行二次搅拌。

#### 2.2.3 钻进

钻机定位后, 将搅拌头对准桩位, 启动电机, 待搅拌头转速正常后, 旋转切土下沉, 直至加固深度。钻杆下沉之前就需要开始制浆, 制浆必须严格按照选定的配合比进行拌制, 正常钻进速度  $0.8 \sim 1.0 \text{ m/min}$ 。

#### 2.2.4 提升喷浆搅拌

钻至桩底后启动压浆机, 待水泥浆送至桩底时(监测记录仪可显示), 同时搅拌提升至离原地面  $50 \text{ cm}$  处停止。正常喷浆时管道压力为  $0.4 \sim 0.6 \text{ MPa}$ , 相应提升速度为  $0.8 \sim 0.9 \text{ m/min}$ 。经计算每  $10 \text{ cm}$  段浆量为  $(480+240)/1.76/80=5.11 \text{ L}$ , 每根桩的喷浆量为  $5.11 \times 80=409 \text{ L}$ , 显示结果均符合

要求。

#### 2.2.5 复搅

重新搅拌至桩底,然后搅拌提升至原地面以下50 cm为止,搅拌时间以搅拌均匀为准。搅拌头提升至地面以下2 m时宜用慢速;当喷浆口即将提出地面时,应停止提升,搅拌数秒以保证桩头均匀密实。复搅时的速度一般为1.0~1.3 m/min。

#### 2.2.6 钻机移位

进入下一个桩位,重复以上步骤。

#### 2.2.7 施工机械参数见表 1。

表 1 施工机械参数

钻进速度/(m/min)	喷浆速度/(m/min)	复搅速度/(m/min)	喷浆时管道压力/(MPa)
0.8~1.0	0.8~0.9	0.8~1.3	0.4~0.6

### 3 质量控制

施工时的质量控制应符合以下规定:

(1) 固化剂浆液应严格按预定的配比拌制,控制好搅拌时间,预防拌合不匀或浆液离析,若浆液因故停置时间超过2 t,则将其弃去不再使用。浆液倒入集料时应加筛过滤,以免浆内结块,损坏泵体;

(2) 泵送浆液前,管路保持潮湿,以利输浆。现场拌制浆液并记录送浆开始、结束时间;

(3) 按成桩试验确定的技术参数组织施工,操作人员记录每米下沉时间、提升时间、记录送浆时间、停浆时间等有关参数的变化;

(4) 水泥浆拌和均匀,连续供浆,一旦因故停浆,为防止断桩和缺浆,将喷浆搅拌机下沉至停浆面以下1 m,待恢复供浆后再喷浆提升。如因故停机超过3 t,为防止硬结堵管,则先拆卸输浆管路清洗后备用;

(5) 搅拌机提升至地面以下1 m处时慢速提升,当喷浆口即将提到地面时,停止提升,搅拌数秒以保证桩头均匀密实;

(6) 施工中若发现喷浆量不足时,进行整桩复打,复打的喷浆量不小于设计用量。

### 4 质量检验

#### 4.1 施工允许偏差见表2。

表2 施工允许偏差

桩身垂直偏差	桩位偏差	桩径偏差	桩顶标高	桩底标高
≤1 %	≤50 mm	≤4 %	超高500 mm	超深100~200 mm

#### 4.2 施工过程检验

必须经常检查施工记录,根据每一根桩的水泥用量、水泥浆液的均匀性、搅拌次数和时间以及成桩深度对质量进行评价。

#### 4.3 检测方法

本次施工中现场检测采用钻孔取芯和标准贯入试验,室内进行无侧限抗压强度试验并进行资料统计分析计算。部分桩身检测成果见下表3。

表3 水泥搅拌桩桩身抽检成果表

里程 桩号	桩排号	龄期(d)	深度 (m)	硬度 状态	标贯 击数	折后 标贯 (击)	抗压 强度 (Mpa)	折后 强度 (Mpa)	综合 评定
K63+025			2.00	坚硬	28	26.0			
~	10~24	35	3.50	坚硬	30	27.9	0.78	0.73	优
K63+130			5.00	稍硬	17	15.8	0.37	0.34	
			6.00	稍硬	20	18.6			

## 5 结语

在深层搅拌桩施工中,常常会出现如强度不足、垂直度不能满足规范要求的现象,为避免深层搅拌桩施工出现的各种问题,建议在做好以下几方面的工作。

(1)精心组织好工艺试桩及检验,在大面积施工前进行不同掺灰比和不同操作工艺的试桩,根据检验试桩后得出为设计部门提供修改完善设计的实践资料。对进场的施工机械进行检验并进行机械性能验证,严格按工艺试配的参数控制好提升、钻进速度及施工水灰比。

(2)加强深层搅拌桩的质量检测。目前,深层搅拌桩检验多采用岩芯管取样,进行试样分析及无侧限强度试验和标贯试验进行综合评定。同时应检测施工桩长,以免产生“沉桩”现象。

宁淮高速公路深层搅拌桩施工完成后,桩身质量检测表明桩身完整性好,桩身强度较高,静载荷试验表明,地基承载力达到设计要求。

(责任编辑 田明山)

## 参考文献:

- [1]JGJ 79291, 建筑地基处理技术规范[S].
- [2]殷宗泽, 龚晓南. 地基处理工程实例[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2000. 125~148.
- [3]JBJ225 - 91. 软土地基深层搅拌技术规程 [S].
- [4]龚晓南. 深层搅拌法设计与施工[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1993

# Application of Deep-Mixing Cement Pile to Ooze Foundation Treatment

Ren Lifang<sup>1)</sup> Tan Chuanhua<sup>2)</sup>

( Shijiazhuang Institute of Railway Technology<sup>1)</sup> Shijiazhuang Hebei 050041

The 1st Engineering Co. Ltd, the 20th China Railway Construction Bureau Group<sup>2)</sup> Suzhou Jiangsu 215129 China)

**Abstract:** Combining with the geological conditions of ninghuai express highway, this article introduced the action mechanism, construction techniques, construction quality control and pile's quality checking of using deep mixing cement pile in reinforcing ooze foundation. This method is a practical method in reinforcing ooze foundation and this technique can be further spread in dealing with hypabyssal foundation.

**Key Words:** deep mixing cement pile ooze foundation construction techniques quality control