

水泥搅拌桩在淤泥质土的应用

范振鹏

(浙江华能玉环电厂 浙江省玉环 317604)

〔摘要〕 华能玉环电厂所在地地基淤泥厚且承载力低,对于荷载较小的建(构)筑物水泥搅拌桩形成的复合地基无疑是一种理想地基。进行严格的事前、事中和事后控制是行之有效的方法。

〔关键词〕 水泥搅拌桩 施工 质量控制

0 引言

为深刻了解水泥搅拌桩的实用性、经济性,我参与了水泥搅拌桩施工方案的制定(审核)、过程的控制和效果的测定,感触颇多。水泥搅拌桩是利用水泥作为固化剂的主剂,通过特制的深层搅拌机械在地基深部就地将软土和固化剂强制拌和,使软土硬结而提高地基强度。这种方法适用于软土地基处理,处理后可很快投入使用,工期短、费用省。如何有效地控制水泥搅拌桩的成桩质量,确保软土地基处理的效果,更加使水泥搅拌桩在软土地基处理当中得到广泛应用的一个课题。

1 工程概况

华能玉环电厂工程位于浙江省东南沿海瓯江口乐清湾东岸,是典型的淤泥质土地基,基岩面起伏较大可能引起滑坡,厂区“四通一平”以后,上层为3~4m碎石混合土。水泥搅拌桩嵌入土层承载力特征值如下:②₁号淤泥:40kPa;②₂号淤泥:50kPa。本工程水泥搅拌桩主要用于取排水管道、虹吸井、海水原水池、综合水池、污泥沉淀池、综合泵房、海水淡化车间、海水处理配电间等建构筑物和部分附基基础。回收水池采用双轴水泥土搅拌桩,搅拌叶片直径为 $\Phi 700\text{mm}$,搭接长度200mm,桩长12m(局部软土层较浅的区域桩底进入到硬土层即可),总量736根,要求固化剂采用P.042.5级的普通硅酸盐水泥,水泥掺入量为18%(水泥重量/加固土重),水泥用量计算时加固土体平均容重取值不应低于

16.7kN/m³;加固后的复合设计地基承载力 $f_a=110\text{kPa}$,单桩承载力特征值大于140kPa。

2 桩施工准备

2.1 主要的机械设备选择

工程采用深层搅拌法加固软土地基,选用SJB-II型桩机。

2.2 清障及场地平整

清除桩位处地上、地下一切障碍(包括较大粒径石块,树根和生活垃圾等)。开挖清除后将处理区压实,由于地基经过预处理,其承载力足够承受施工设备的自重,所以大部分区域不必铺设褥垫层;对少数地段设300后塘渣料,以确保施工安全。

2.3 施工控制及轴线测设

对坐标控制点、水准点进行检查复核,确认准确无误后,用全站仪放出整个施工范围内的基桩轴线控制点,并设在不受施工影响的地方。填写工程定位记录,并由监理复核签认。控制点允许偏差5mm以内,用于施工过程中轴线的测设和复核,轴线测设最大偏差不得大于10mm。

2.4 设备安装和调试

搅拌桩机进场后,设备组装完毕,钻孔、搅拌、搅浆和泵送设备分别调试,计量设备还经计量监督部门标定,确认合格后再进行组合调试,调试合格后投入使用。吊移时地面应有专人指挥,钻机移位要求稳、平、慢,特别设置拉锚时,必须牢固可靠,且距离较远时,严禁一步到位,必须分步移近。

2.5 就位对中

桩机安装就位之后,应精心调平,并支撑牢固,确保施工不发生倾斜、移位。

2.6 搅拌叶片尺寸标准

根据施工验收规范要求,必须确保叶片直径最小控制在比设计桩径小 10mm。

3 施工工艺

3.1 施工工艺流程

桩位放样 → 钻机就位 → 检验、调整钻机 → 正循环钻进至设计深度 → 打开高压注浆泵 → 反循环提钻并喷水泥浆 → 至工作基准面以下 0.3m → 重复搅拌下钻并喷水泥浆至设计深度 → 反循环提钻至地表 → 成桩结束 → 施工下一根桩。

3.2 施工主要步骤

搅拌机械就位、调平—标记预搅下沉至设计加固深度—边喷浆边搅拌提升直至预定的停机面—重复搅拌下沉至设计加固深度—依据设计要求,喷浆或仅搅拌提升直至预定的停浆面—关闭搅拌机械—施工前应确定灰浆泵及输浆量,灰浆经输浆管到达搅拌喷浆口的时间和起吊设备提速度等施工参数。

3.3 施工工艺技术参数

搅拌桩桩身成桩施工时,必须执行 2 次喷浆 4 次搅拌的施工工艺,桩头 6m 采用 3 次喷浆 6 次搅拌。

钻进速度: $V=1.0\sim 1.5\text{m/min}$

提升速度: $V_p\leq 0.5\text{m/min}$

搅拌速度: $P=30\sim 50\text{ 转/min}$

制备水泥砂浆搅拌时间大约 90S。

制备好的浆液都应过筛,浆液不得离析,泵送必须连续。拌制水泥浆液的罐数、水泥和外掺剂的用量以及泵送浆液的时间等应有专人记录,喷浆量以搅拌深度必须采用国家计量部门认证的检测仪器进行自动记录。

4 搅拌桩施工过程

4.1 切土预拌

施工机械必须经鉴定合格,不合格机械不得使用。施工设备就位后,必须平整、稳定,确保在施工中不发生倾斜移位。然后,启动深层搅拌机电机,放松卷扬机钢丝绳,使搅拌机沿导向架搅拌下沉,

下沉速度由电气控制装置的电流监测表控制,工作电流不应大于额定值。为防止施工时钻头与排水板缠绕,第一次下沉到设计深度后,不喷浆提升至地面,卸除缠绕在钻头上的排水板。

4.2 处理深度确定

根据地质报告及施工图初步设定桩的加固深度,在实际预拌过程中注意会同有关单位共同进行检查和判断,确定是否加固土层深度与设计的地勘报告显示深度相符合,最后确定加固深度。开工前流量计和深度传感器应请计量部门到现场标定,并加盖铅封。

4.3 制备浆液

深层搅拌机预搅下沉同时,后台拌制固化剂浆液,浆液的搅拌在浆桶内必须搅足 90s,储浆桶内必须要有慢速搅动电机,防止浆液沉淀而造成浆液变稀,影响加固质量。

4.4 喷浆搅拌提升

搅拌机下沉到达设计深度后,开启灰浆泵,待浆液达到喷浆口,边喷浆、边提升搅拌机,提升速度不得大于 50cm/min。

4.5 重复搅拌

搅拌机喷浆提升至设计顶面标高时,关闭灰浆泵,这时集料斗中的浆液应正好排空。为了使软土和浆液搅拌均匀,再次将深层搅拌机下沉,按设计要求重复搅拌后,提升至设计标高以上 500mm,在桩上部 3m 处再次复搅,并在桩顶处停拔搅拌,提高桩顶密实度和均匀性,从而提高桩的承载力。

4.6 移位

重复进入下一根桩的施工。

4.7 清洗

每天成桩结束后,输浆管路应清洗干净,严防水泥结块。灰浆泵应定期拆开清洗,注意保持齿轮减速箱内润滑油的清洁。

4.8 记录

搅拌桩施工全过程应有专人进行记录,深度记录误差不得大于 50mm,时间记录不得大于 5s,对桩位、搅拌叶片直径垂直度、搅拌深度、桩顶标高、停浆面、施工日期、开钻时间、开始注浆时间、注浆结束时间、钻机钻速、钻进和提升速度、水泥浆水灰比和水泥用量、复搅段长度及施工中发生问题的处理情况,若有未达到要求的情况,应作好记录,

根据其位置和数量,应采取补桩或加强邻桩等措施。

4.9 因故停浆处理

施工时如因故停浆,宜将搅拌机下沉至停浆点以下 1.0m 处空转,待恢复供浆时再喷浆提升。若停机超过半小时,为防止浆液硬结堵管,宜先拆卸输浆管路,进行清洗。

4.10 桩的搭接

桩的搭接长度为 200mm。

4.11 卡转、停转处理

在重复搅拌时,搅拌面由于入土切削和提升搅拌负荷太大及电机工作电流超过额定值时,应减慢升降速度或停止下沉原地空转,待电流恢复正常后,再继续下沉。若遇钻头抱死钻杆拔不出时,不可用卷扬机强硬上拉,可在钻杆两侧焊铁块,用千斤顶慢慢上顶,最后用卷扬机慢慢上拉。处理应及时,否则难以凑效。

5 施工质量检验

水泥搅拌桩的质量控制应贯穿在施工的全过程,必须随时检查施工记录和计量记录。检查重点是:水泥用量、桩长、搅拌转数和提升速度,复搅次数和复搅深度,停浆处理方法等。成桩 7d 后,采用浅部开挖桩头,目测检查搅拌的均匀性,量测成桩直径,桩数;成桩 3d 内,可用轻型动力触探 (N_{10}) 检查每米桩身的均匀性,数量为桩总数的 1%,且不少于 3 根。

载荷试验必须在桩身强度满足试验荷载条件下,并且在成桩 28d 后,用双管单动取样器钻取芯样作压强度试验,数量为 0.5%,检测桩位应均匀分布在搅拌桩施工区域。基槽开挖后,应检查桩位、桩数和桩质量,如不符合设计要求,应采取有效补强措施。

6 处理效果

经检测单位检测,其结果为:复合地基承载力特征值为 $f_a=146$ kpa,单桩承载力特征值大于 150kN。可以说,通过水泥搅拌桩软土处理后,主要

提高地基的承载力,减少不均匀沉降来达到设计的预期标准。

7 结论

从国内近几年工程实践来看,我国东南沿海从江苏、上海、宁波、台州、福州等沿海线典型软土地基,软土层比较厚,越往南地质条件越差,软土层越厚地下含水率越高。沿海经济发展迅速,利用海涂成为必要。因此软土地基较差的土质,必须通过水泥搅拌桩处理后来弥补软土地基承载力不足问题。通过大量项目施工经验,水泥搅拌桩比其他桩施工较经济,施工周期短,施工中声音低、对环境污染小、造价较低,可用于多层建筑、水池蓄罐基础等建(构)筑、高速公路(铁道)和机场场道以及高填方提基、大面积堆场地基、水泥支挡结构物、防水渗帷幕、进行大面积加固可防止码头岸壁的滑动等,对于较浅的基坑开挖还可以将钢筋砼桩和水泥土桩构成复合墙体共同承载水土压力,用于地下盾构施工地段的软土加固保证盾构的稳定掘进。所以水泥搅拌桩值得推广应用的桩种之一。

参 考 文 献

- 1 牛志荣主编.地基处理技术及工程应用.北京:中国建材工业出版社,2004,4.
- 2 徐至钧主编.水泥土搅拌法处理地基.北京:机械工业出版社,2004,4.
- 3 龚晓南主编.地基处理手册(第2版).北京:中国建材工业出版社,2000,9.
- 4 鞠建英主编.特种结构地基处理手册.北京:中国建材工业出版社,2000,3.
- 5 龚晓南主编.复合地基理论与实践.杭州:浙江大学出版社,1996.

收稿日期:2005-07-10