

吹填土预处理场地砂石桩施工技术

谢文璐

中国葛洲坝集团市政工程有限公司, 湖北 宜昌 443002

[摘要]吹填土预处理场地易出现多元地质情况, 呈现软弱不均结构, 振动沉管砂石桩在硬质地层中可靠性差, 容易被硬质地层磨坏甚至掉落, 在淤泥层中又易出现活瓣不易打开, 碎石出管困难, 反插次数增加, 成桩时间长等问题。通过改进活瓣桩靴, 保证砂石桩成桩质量, 提高成桩功效, 确保复合地基承载力满足设计要求。

[关键词]吹填土; 砂石桩; 桩靴; 硬质地层; 淤泥层

DOI: 10.33142/ec.v4i6.3848

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Construction Technology of Sand Gravel Pile in Dredger Fill Pretreatment Site

XIE Wenlu

China Gezhouba Group Municipal Engineering Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443002, China

Abstract: The dredger fill pretreatment site is prone to multiple geological conditions, showing a weak and uneven structure. The reliability of Vibro immersed sand gravel pile in hard stratum is poor and it is easy to be worn or even dropped by hard stratum. In the silt layer, it is easy to have problems such as valve not easy to open, gravel difficult to get out of the pipe, increasing the number of reverse insertion and long pile forming time. By improving the valve pile shoe, the quality and efficiency of sand stone pile can be ensured and the bearing capacity of composite foundation can meet the design requirements.

Keywords: dredger fill; sand gravel pile; pile shoe; hard formation; silt layer

1 概述

随着我国沿海城市经济建设的飞速发展和对外开发步伐的加快, 沿海城市的土地需求量日益增加, 呈现寸土寸金的趋势, 为适应现在的发展要求, 填海造陆成为沿海城市发展, 改变土地紧缺现状的必由之路。吹填造陆工程的关键问题是如何高效经济的处理吹填造陆形成的吹填土软弱地基。所谓吹填土, 是在整治和疏通江河航道时, 用挖泥船和泥浆泵把江河和港口底部淤积的泥沙通过水力吹填而形成的沉积土。吹填土的性质具有三高一低的特点, 即天然含水量高、孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低、渗透系数小, 一般呈软塑到流塑状态。

吹填土易出现多元地质情况, 呈现软弱不均结构。振动沉管砂石桩活瓣桩靴在硬质地层中可靠性差, 容易被硬质地层磨坏甚至掉落, 在淤泥层中又易出现活瓣不易打开, 碎石出管困难, 反插次数增加, 成桩时间长等问题。针对硬质地层和淤泥层同时存在的情况, 需通过研究和实践, 摸索出适应性强的活瓣桩靴, 保证砂石桩成桩质量, 以确保复合地基承载力满足设计要求。

2 工程概况

2.1 概述

某桩基工程主要施工内容为: 环形挡煤墙地基处理、储煤场地基处理、返煤地道水泥土搅拌桩支护、中心筒桩基、转运站至堆场张紧装置及驱动站桩基, 主要工程量为: 水泥土搅拌桩 17884 组, 砂石桩 6938 根, 素混凝土桩 4384 根, 钢筋混凝土桩 2952 根。设计为先施工砂石桩, 砂石桩检测合格后方可施工素混凝土桩和钢筋混凝土桩, 因此砂石桩施工是本工程前期施工的重点和难点。

2.2 工程地质条件

本工程场地上部地层 $\textcircled{1}$ 为预处理后的吹填土, 由淤泥质土和粉砂组成, 下部地层为第四系全新统和更新统粉细砂、粉土和粉质粘土。按勘察所揭露地层的时代、成因和工程特征指标, 将场地地层分为 12 个工程地质单元层, 场地地层自上而下依次如下:

$\textcircled{1}$ -1 粉砂(Qm1): 该层以粉砂为主, 预处理挤淤地段局部为细砂, 含少量贝壳碎片, 局部含块石。该层分布普遍, 层底标高 3.55~3.27m, 层厚 0.9~9.2m。

$\textcircled{1}$ -2 粉砂(Qm1): 该层颗粒级配较差, 无层状结构, 局部夹淤泥质团块, 含少量贝壳碎片, 该层分布普遍, 层底标高 3.22~10.78m, 层厚 0.5~10.3m。

$\textcircled{1}$ -3 粉质粘土(Qm1): 该层以粉质粘土为主, 灰褐色, 具有腥臭味, 软塑状态, 无摇振反应, 稍有光泽, 干强度和

韧性中等；含少量贝壳。该层分布普遍，层底标高 2.32~9.18m，层厚 0.3~9.6m。

④-4 淤泥质粉质粘土(Qm1)：以淤泥质粉质粘土和淤泥质粘土为主，局部地段含水量高为淤泥；灰褐色，具有腥臭味，流塑状态，无摇振反应，有光泽，干强度和韧性高；夹粉砂薄层，局部地段与层④-2 粉砂呈互层状，含少量贝壳碎片。该层分布普遍，层底标高 0.63~-11.49m，层厚 0.30~12.3m。

④-1 粉砂(Q4a1)：灰褐色，具有腥臭味，饱和，松散-密实，以稍密为主；矿物成份为长石、石英，颗粒形状呈圆形和亚圆形，磨圆度较好，颗粒级配较差；含大量贝壳碎片。该层分布普遍，层底标高-1.16~-11.81m，层厚 0.8~8.2m。

④-2 粉细砂(Q4a1)：灰褐色，具有腥臭味，饱和，中密-密实。该层以粉砂为主，无层状结构，局部含淤泥质土薄层，含贝壳碎片。该层分布普遍，层底标高-10.5~-21.26m，层厚 2.7~18.8m。

③粉质粘土(Q4a1)：灰褐、灰黑色，具有腥臭味，软-可塑状态，无摇振反应，稍有光泽，干强度和韧性中等；薄层状层理，夹韵律粉砂薄层，呈千层饼状，局部富集含大量贝壳碎片的粉砂。该层分布较普遍，层底标高-14.77~-23.35m，层厚 0.3~9.4m。

④粉土(Q4a1)：灰褐、灰黄色，局部夹灰绿色条纹，具有腥臭味，饱和，密实，摇振反应迅速，无光泽反应，干强度和韧性低；含少量贝壳碎片；该层局部地段分布，层底标高-17.45~26.09m，层厚 0.4~6.9m。

⑤粉质粘土(Q3a1)：该层以粉质粘土为主，局部上部夹多层粉土薄层，中下部夹粘土薄层。上部含少量贝壳碎片，含黑色铁锰质斑点。该层分布较普遍，层底标高-20.42~-40.56，层厚 0.2~19.3m。

⑤-1 粉砂(Q3a1)：灰黄色，饱和，密实，该层为层⑤夹层，分布于个别地段，层底标高-18.49~-34.03m，层厚 0.2~6.8m。

⑥粉细砂(Q3a1)：灰黄色，饱和，密实。该层分布较普遍，层底标高-29.82~-48.35m，场地内大部分地段厚度较大。

⑦粉质粘土(Q3a1)：黄褐色，硬塑状态，钻探深度内未揭穿该层层底。

抗震设防烈度 7 度，设计基本地震加速度值为 0.15g，设计地震分组为第二组。

单孔液化指数 ILE 最小值为 0，最大值为 51.82，场地液化指数平均值 7.25，判定场地属于中等液化场地。

地下水类型为潜水，层④-1 粉砂、④-2 粉砂、④-1 粉砂和④-2 粉细砂为主要含水层。其主要补给来源于海水，由于距离海岸较近，地下水位升降受潮水水位影响，但变化幅度不大。稳定水位埋深 0.06~1.65m，标高 3.98~4.41m。

3 工程特点与难点

(1) 工期紧，工程量大、施工强度高

本标段工程总量达 8.8 万 m，根据施工总进度计划安排，2 个月完成砂石桩施工，平均月施工强度达 4.4 万 m，施工强度高，是本工程施工突出的难点之一。

(2) 地质条件复杂，作业条件差，施工难度大

本工程场地由水力冲填泥砂围海造地形成。针对吹填土不同的组成及分布特点，采用砂土强制挤淤法和高真空击实法对上部 8m 厚的吹填土进行预处理。经预处理后，初步提高了吹填土的强度，短时间内形成了建筑场地。本工程场地岩土种类多、不均匀、性质变化大，上部层④-1 粉砂、④-2 粉砂和④-1 粉砂为液化地层，以粉砂层为主，含少量贝壳碎片、块石、砖块。中部层④-4 以淤泥质粉质粘土和淤泥质粘土为主，局部地段含水量高为淤泥。砂石桩在硬质地层和淤泥层中施工是本工程难点。

(3) 施工干扰大

工程总体安排为砂石桩和搅拌桩同步施工，施工设备互相制约。6 台深沉搅拌桩机，3 台振动沉管桩机同时施工，且每台振动沉管桩机还需配备装载机运输石料，施工过程中影响较大，因此施工干扰大是本工程施工的一大难点。

4 砂石桩快速高效施工方法研究与应用

本工程场地为液化场地，本项目设计为先施工砂石桩并检测合格后方可施工素混凝土桩和钢筋混凝土桩，因此本工程砂石桩施工工期极其紧张，同时砂石桩施工质量对灌注桩施工质量起重要作用。通过进行大量的试验、研究，摸索出适应本工程场地的活瓣桩靴和施工技术参数，对本工程具有重要的意义，保证工程得以顺利实施。

4.1 施工程序

4.1.1 砂石桩施工工艺原理

施工场地清理、平整 → 测量放线、布设桩位 → 振动沉管桩机就位 → 振动沉管成孔，将桩管振动沉入到层④-2 粉细砂 → 向桩管内投入级配砂石 → 边振动边拔管，提高 100~150cm → 边振动边向下压管，下压 30~50cm → 停止拔管，留振 10~15s → 重复上述步骤，直至桩管拔出地面。

4.1.2 施工难点

砂石桩施工是指采用振动、冲击或水冲等方式在软弱地基中成孔后，再将砂或碎石挤压入已成的孔中，形成大直径的砂石所构成的密实桩体。高效施工砂石桩需从成孔和出料两方面进行着手。目前振动沉管砂石桩施工时存在活瓣启闭困难、可靠性差、碎石出管困难、成桩时间长、缩颈等问题。本工程场地地质复杂，上部碎砖、贝壳不均匀分布，下部有较厚的淤泥层存在。施工中易出现的问题为在上部沉管过程中容易出现活瓣桩靴破坏的情况，提升过程中穿越淤泥层时活瓣桩靴不易打开，碎石出管困难。

通过对工程地质的查勘和对砂石桩施工工艺的分析,确定本工程高效施工砂石桩的关键在于活瓣桩靴的改进,以期达到提高沉管效率,解决碎石出管问题的目的。采用先进的、与地层条件相适应的施工设备和施工参数,是本工程施工得以快速进行的保证。

4.2 活瓣桩靴的改进

本工程投入了四片锥形活瓣桩靴、双开式活瓣平底桩靴、单片活瓣桩靴、套管双开活瓣平底桩靴进行现场试验,以选择适宜本工程地层的施工设备,并根据不同地层条件选择合适的组合方式,如下图1所示。

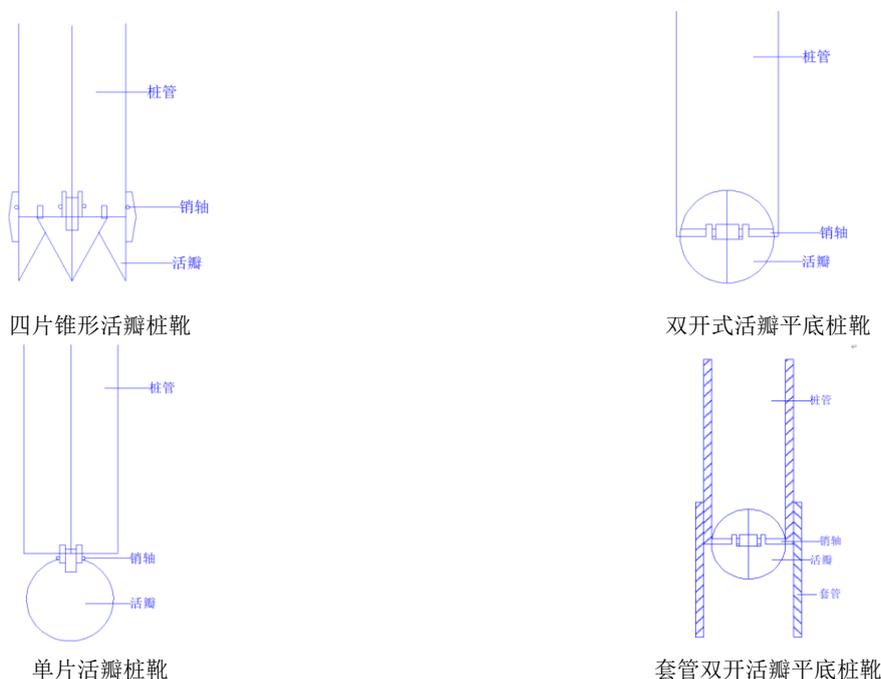


图1 不同类型砂石桩桩靴示意图

(2) 设备在不同组合条件下的施工工效分析

表1 4种桩型使用效果对比

桩型类似	统计桩数(根)	平均桩长(m)	平均成桩时间(min)	检测结果	备注
四片锥形活瓣桩靴	20	13.5	54	合格	
双开式活瓣平底桩靴	20	13.5	36	合格	
单片活瓣桩靴	20	13.5	28	合格	
套管双开活瓣平底桩靴	20	13.6	26	合格	

四种桩型施工工艺比较:

四片锥形活瓣桩靴:在淤泥层中,桩孔被土体填充而缩孔,托住活瓣桩靴,活瓣打开不完全,碎石出管困难。造成砂石桩成桩时间长,桩体不密实。

双开式活瓣平底桩靴:在淤泥层中活瓣打开困难。

单片活瓣桩靴:在淤泥层中活瓣容易开启,在硬质地层中活瓣桩靴易损坏。

套管双开活瓣平底桩靴:在硬质地层中活瓣桩靴可靠性强,在淤泥层中有套筒护壁,活瓣桩靴易打开。

5 结语

通过对吹填土预处理场地施工砂石桩关键技术研究,改进后的活瓣桩靴解决了传统砂石桩在软弱地基中活瓣桩靴不易开启和在硬质地层中可靠性差的问题,为高效施工砂石桩提供了保障,为相关工程提供借鉴依据。

[参考文献]

[1]曹晓博.吹填区市政桥梁的台后处理[J].建筑施工,2021,43(3):459-460.

[2]朱广安,张婧.新淤土地基上闸堤连接段差异沉降分析与控制研究[J].水利规划与设计,2021(3):82-86.

作者简介:谢文璐(1987-),男,湖北省天门人,汉族,大学本科学历,中级工程师,研究方向市政工程施工、水利水电工程施工。