

淤泥填石层长护筒、冲抓、旋挖钻孔桩配套施工技术

雷斌¹, 夏海林², 叶坤¹, 杨发斌², 宋明智¹

(1. 深圳市工勘岩土工程有限公司, 广东 深圳 518026; 2. 中建二局第三建筑工程有限公司, 广东 深圳 518034)

摘要: 填海区分布深厚淤泥填石层, 采用冲击成孔对淤泥扰动大, 桩孔缩径严重, 灌注混凝土充盈系数大, 影响桩间高压旋喷止水帷幕施工。通过对现场地质条件的综合分析, 提出在上部淤泥填石段采用振动锤下入深长钢护筒, 遇填石层则用冲抓锥抓取, 对于钢护筒以下的桩孔地层采用旋挖机成孔, 达到孔壁稳定、成孔速度快、泥浆量少、成本低的效果, 实现绿色施工。

关键词: 淤泥填石层; 长护筒护壁; 冲抓成孔; 旋挖钻孔; 配套施工技术

中图分类号: TU47 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4548(2013)S2-1184-04

作者简介: 雷斌(1963-), 男, 江西吉安人, 高级工程师、注册一级建造师、注册监理工程师, 主要从事岩土工程、地基与基础工程项目施工管理。E-mail: 854265385@qq.com。

Supporting construction technology of long steel casing, percussion and grabbing and rotary drilling bored pile in silt-rock fill layer

LEI Bin¹, XIA Hai-lin², YE Kun¹, YANG Fa-bin², SONG Ming-zhi¹

(1. Shenzhen Gongkan Geotechnical Engineering Co., Ltd., Shenzhen 518026, China; 2. The Third Construction Engineering Company Ltd. of China Construction Second Engineering Bureau, Shenzhen 518034, China)

Abstract: Using the impact holing method in reclamation areas with thick silt-rock fill layer will cause several consequences such as large disturbance in silt, reducing pile hole, large filling coefficient of concrete and so on, and it will badly affect the high-pressure jet grouting water-resisting curtain construction between the piles. Through comprehensive analysis of the geological conditions, the following construction technology is proposed: firstly, using vibratory hammer to put the long steel casing into the upper part silt-rock fill layer, and then using the grab-type drill to grab the rock in the steel casing; secondly, using rotary drilling hole below the steel casing. By means of this kind of supporting construction technology, the stability of hole wall, fast formation of hole, less mud and low cost to implement the green construction are ensured.

Key words: silt-rock fill layer; long steel casing; percussion and grabbing boring; rotary drilling boring; supporting construction technology

0 前言

随着城市建设发展的需要, 深圳前海片区进行了大规模的填海造地, 其填海区范围包括滨海大道以东、深圳湾口岸北侧地带, 凭借其良好的地理位置优势, 目前已发展成为南山区新的中心繁华地段, 一大批超高、超深建筑正拔地而起。

深圳前海填海区域场地原属滨海滩涂地貌, 据场地勘察资料, 深厚淤泥填石层的分布成为填海片区主要的不良地质现象。当在填海区施工建筑物深基坑支护桩时, 经常遇到上部深厚淤泥层缩径、填(块)石层难以穿越的困难。在填石层施工支护桩时, 按一般做法, 通常选择冲孔钻进工艺, 可以穿越填石层; 但由于淤泥性状差, 冲击成孔对淤泥扰动大, 会使淤泥产生流动, 造成桩孔缩径严重, 难以成孔, 或在灌注

桩身砼时砼扩散严重, 砼充盈系数超大, 直接影响止水帷幕的施工, 给支护桩施工带来困扰。

为克服以上弊端, 寻求在深厚淤泥填石层中灌注桩的有效、快捷、可靠的施工新工艺、新方法, 节省投资, 我们在现场反复实践的基础上, 总结提出了深厚淤泥填石层长护筒、冲抓、旋挖钻孔灌注桩多工艺综合施工工法。本技术拟在上部填石段采用振动锤或液压装置下入深长钢护筒, 遇到上部填石层则采用冲抓锥抓取, 以便护筒的顺利下沉到位, 有效阻隔杂填土或淤泥等不良地层的影响; 对于钢护筒以下的桩孔地层, 则采用旋挖成孔, 既加快施工进度, 又避免产生大量泥浆废渣, 实现绿色施工。

1 工程概况

1.1 基坑支护设计情况

2011年4月,我们承担了天虹商场股份有限公司总部大厦基坑支护、土石方与桩基础工程。拟建建筑物为一幢19层办公楼,高度93.9m,框架剪力墙结构。拟建场地位于深圳南山后海东滨路北侧,后海滨路东侧的填海区。本场地呈方型,占地面积6212.66m²,基坑周长318m,开挖面积5895m²,开挖深度根据承台深度不同,分别为20.4~24.3m,基坑支护采用排桩+止水帷幕形成围护墙体,设四道角撑+对撑,支护排桩设计采用钻(冲)孔灌注桩。

基坑支护设计平面图见图1所示。

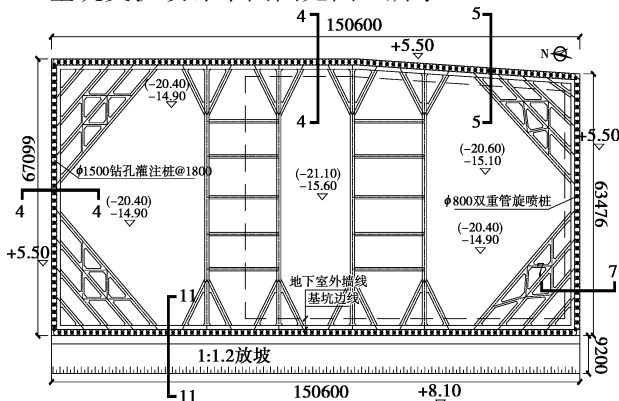


图1 基坑支护桩平面布置图

Fig. 1 Layout plan of supporting piles of foundation pit

1.2 支护桩设计情况

(1) 支护桩采用钻孔灌注桩,桩径 Φ 1500mm,桩间距1.8m。

(2) 本基坑支护桩桩数共179根,桩长按桩端进入基坑底规定标高控制,最大桩长34.70m。

(3) 桩身砼强度等级C30,水下砼灌注成桩;支护桩平面布置及剖面见图2所示。

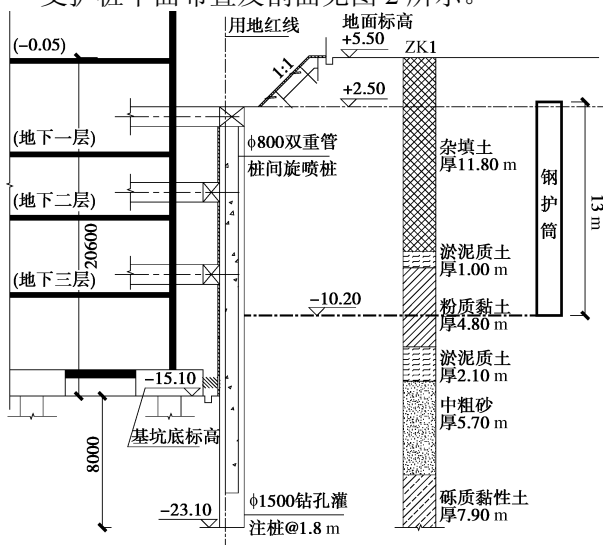


图2 基坑支护西面11-11剖面图

Fig. 2 11-11 profile at west side of foundation pit

1.3 场地工程地质条件

本工程场地所处原始地貌单元为海滩涂地貌,后经人工堆填平整,场地较平坦。基坑支护桩施工范围内各岩土层工程地质特征自上而下为:

①人工填土层(Q^{ml}):杂色,松散,未固结,主要由砾、砂质黏性土、建筑垃圾和碎石、块石组成,局部含有较大的填石(块度80~150cm)。层厚3.40~16.00m,平均厚度10.95m。

②-1 淤泥质土:灰黑色,软塑状,受上层填土层挤压,已发生扰动,夹碎块石,层厚0.80~9.70m。

②-2 粉质黏土:褐黄—褐红色,可塑。

③-1 淤泥质土:黑色,灰色,软塑状。

③-2 中粗砂:灰黑色、褐黄色,稍密—中密状;

④砾质黏性土(Q^{el}):为支护桩桩端持力层。

2 前期支护桩成孔施工情况

在支护桩成孔工艺选型上,优先考虑选择了冲击钻设备,制订了采用十字冲击锤将填石冲碎或挤压进桩侧,泥浆循环护壁成孔施工方案。施工时,孔口埋入常规护筒,深度约2.0m,采用冲击、泥浆正循环成孔工艺。在冲击成孔过程中,冲击锤对填石、片石有较好的破碎作用,但由于上部杂填土松散、未固结,容易产生坍孔。同时,对于杂填土层下部的淤泥层,由于其为软塑状,含水率高,在冲击成孔、泥浆循环抽吸过程中产生淤泥流动,造成缩径,难以满足成孔要求。另外,在灌注桩身砼时,在淤泥层段(最厚淤泥达9.10m)产生混凝土充盈系数大;同时,由于支护桩桩边距30cm,高压旋喷桩设置于桩间咬合止水,支护桩不均匀扩散的桩身混凝土使得桩间高压旋喷桩施工困难,影响基坑的止水效果。

3 深厚淤泥填石层长护筒、冲抓、旋挖钻孔方案的选择

3.1 支护桩成孔工法

在充分分析、总结冲击成孔施工出现的问题后,提出了针对性综合配套组合施工工艺,即:上部填石段采用大型振动锤下入深长钢护筒,遇到上部填石层则采用冲抓锥抓取,凭借冲抓锥超强的冲击力,可将填石破碎或挤出护筒以外,确保将便护筒顺利下沉到位;深长钢护筒进入下部淤泥层底部或粉质黏土内,可有效避免杂填土和淤泥层的坍孔影响;对于钢护筒以下的桩孔地层,则选择采用旋挖机成孔,既加快施工进度,又避免产生大量泥浆废渣,实现绿色施工。

3.2 工艺原理

(1) 填石淤泥层护壁——长护筒护壁技术

护筒安放采用旋挖孔预先钻孔, 优质泥浆护壁, 钻至一定深度振动锤安放钢护筒。液压振动锤的工作原理是通过液压动力源使液压马达做机械旋转运动, 从而实现振动箱内每组成对的偏心轮以相同的角速反向旋转; 这两个偏心轮旋转产生的离心力, 在转轴中心连线方向的分量在同一时间内相互抵消, 而在转轴中心连线垂直方向的分量则相互叠加并最终形成钢护筒的激振力, 顺利把护筒下沉到位。

(2) 填石层穿越——冲抓锥抓取技术

当护筒下沉遇到填石时, 则采用冲抓锥破碎抓取技术。施工时, 采用吊车钢丝绳起吊冲抓锥, 冲抓钻头内有生铁块及活动抓片, 下落时, 锥头叶瓣张开, 孔底冲击, 使锥瓣切入地层土石中; 然后通过钢丝绳提升冲抓锥时, 切入地层的锥瓣收拢并抓取土石, 提出冲抓锥, 卸去土石, 如此反复循环, 即达到钻孔加深成孔的目的, 直至将护筒下沉到位。

(3) 旋挖钻机钻成孔施工技术

对于深长钢护筒以下的桩孔地层, 为加快施工进度, 则采取旋挖钻机施工, 即利用旋挖钻筒直接钻取下部土层, 泥浆护壁, 既提升施工速度, 又不需泥浆循环, 有利于现场文明施工和节省施工费用。

4 施工工艺流程和操作要点

4.1 施工工艺流程

深厚淤泥填石层长护筒、冲抓、旋挖桩施工工序流程为: 桩位测量定位 → 旋挖机预先开孔 → 振动锤沉入护筒 → 冲抓锥抓取填(块)石 → 钢护筒下沉到位 → 旋挖钻机取土成孔 → 钻孔终孔及验收 → 安设钢筋笼和灌注导管 → 二次清孔 → 灌注桩身混凝土成桩 → 钢护筒振动锤起拔。

4.2 操作要点

(1) 桩位测量、桩机就位

a) 施工前, 专业测量工程师按桩位图纸及设计要求将钻孔孔位在现场测量定位, 打入短钢筋设立明显的标志, 并保护好, 并报监理工程师核验, 无误后交钻孔班施工。

b) 桩机移位前, 事先将场地进行平整、压实。

c) 桩机就位后, 将桩位设十字交叉引出桩中心点, 用于护筒埋设好后进行桩位复核。

(2) 旋挖钻机开孔

a) 护筒埋设采取旋挖钻机预先开孔。

b) 旋挖钻机开孔采用泥浆护壁。

c) 旋挖深度超过一定深度(约2.0~3.0 m)后, 为防止杂填土层垮孔, 即可下入钢护筒桩护壁。

(3) 沉入钢护筒

a) 钢护筒采用单节一次性振动锤下入。

b) 为确保振动锤激振力, 振动锤采用双夹持器, 利用吊车起吊。

c) 振动锤沉入护筒时, 利用十字交叉线控制其平面位置。

d) 为确保长钢护筒垂直度满足设计要求, 在两个垂直方向吊锤线, 安排专门人员控制护筒垂直度。

e) 护筒沉入过程中, 设置专门人员指挥, 保证沉入时安全、准确。

振动锤沉入长护筒情况见图3所示。



图3 振动锤沉入长护筒

Fig. 3 Using vibratory hammer to put long steel casing into upper part silt-rock fill layer

(4) 冲抓锥抓取护筒内土石

a) 当钢护筒下沉一定深度, 护筒下沉摩擦阻力加大, 或当钢护筒下沉遇到填石、块石时, 停止振动锤工作, 采用冲抓锥入孔抓取作业。

b) 冲抓锥采用吊车卷扬起吊, 当其提升至一定高度行程后, 冲抓锥自动脱勾, 冲抓锥叶瓣张开, 钻头下落冲入钢护筒土石中, 然后提升钻头, 抓头闭合抓取土石, 提升到地面将土石卸去。

c) 对于桩孔内分布的较大填石, 冲抓锥可多次提升、下落重复破碎、抓取, 或将填石挤出护筒外。

d) 冲抓锥护筒内抓取、振动锤下入护筒依次交替循环作业, 直至将护筒下沉到位。

冲抓锥起吊入孔抓取出护筒内填石、振动锤交替循环作业情况见图4、图5所示。



图4 冲抓锥起吊入孔抓取填石

Fig. 4 Grab-type drill hanging to grab rock in steel casing



图 5 振动锤下沉护筒

Fig. 5 Vibratory hammer hammering long steel casing

(5) 旋挖钻机取土成孔

a) 根据场地勘察资料, 深长钢护筒以下的地层主要为: 粉质黏土、淤泥质土、中粗砂、砾质黏性土, 基坑支护桩桩端持力层坐落在砾质黏性土层中, 场地分布的地层特别适用于旋挖钻机施工。

b) 旋挖钻采用钻斗旋转取土、泥浆护壁工艺。

c) 旋挖成孔时, 及时调整泥浆性能和泥浆液面的高度, 确保使用优质泥浆, 以保证孔壁的稳定。

(6) 安放钢筋笼、灌注导管

a) 钢筋笼按设计尺寸和终孔深度制作, 经监理工程师隐蔽工程验收后安放入孔。

b) 钢筋笼采用吊车吊放, 设置专门的钢筋保护层保护块, 保证桩身垂直度满足要求。

c) 钢筋笼安放到位后, 孔口将其位置固定。

d) 灌注导管底口距孔底约 30 cm, 并在孔口设置导管固定平台。

(7) 二次清孔、水下混凝土灌注

a) 钢筋笼、灌注导管安放完成后, 测量孔底沉渣。本基坑支护桩孔底沉渣厚度要求不大于 200 mm, 一般在终孔后采用清孔钻斗作业, 清除孔底沉渣; 灌注前再次测量沉渣, 如沉渣厚度超过设计要求, 则采用泥浆气举循环进行二次清孔。

b) 混凝土采用商品砼, 水下混凝土坍落度 180~220 mm。混凝土到场后, 对其坍落度进行抽检。

c) 灌注方式可采用砼罐车出料口直接下料, 或采用灌注斗吊灌, 初灌量须满足要求。

d) 灌注时, 及时拆卸灌注导管, 保持导管埋置深度一般控制在 2~4 m, 最大不大于 6 m。

e) 灌注砼至设计标高并超灌 1.5 m, 防止钢护筒振动锤起拔后桩身砼标高下落。

(8) 振动锤起拔护筒

a) 桩身混凝土灌注完成后, 随即采用振动锤起拔钢护筒。

b) 钢护筒起拔采用双夹持振动锤, 由于激振力和负荷较大, 选择 50 t 履带吊将振动锤吊起, 对护筒进

行起拔作业。

c) 振动锤起拔时, 先在原地将钢护筒振松, 然后再缓缓起拔。

d) 护筒起拔过程中, 观察护筒内砼的下降情况, 如出现砼面异常下落, 则进行护筒内砼补灌。

5 设备机具

本工法现场施工主要施工机械设备配置有: 钢护筒 (1500 δ 16 mm)、振动锤 (激振力 555 kN)、冲抓器 (Φ 1000 mm/1.2 t)、旋挖钻机 (SANY280)、履带吊 (55 t/25 t) 等。

6 施工效果

采用本工法共完成 170 根支护桩, 经桩头开挖验桩、小应变测试、抽芯检测, 以及桩身砼试块试压, 检测结果表明: 桩身完整性、桩身砼强度、孔底沉渣等全部满足设计和规范要求, 基坑高压旋喷帷幕止水效果好。目前, 基坑已完成土方分层开挖、钢筋砼支撑施工, 已于 2013 年 2 月移交总包进行地下室施工。

从基坑开挖后整体情况看, 支护桩排列整齐, 在填石淤泥段未出现扩径, 支护桩间旋喷桩止水效果好, 未出现任何渗水情况, 支护桩施工达到预期效果。

7 结 语

在通常情况下, 类似于本项目现场工程地质条件的深厚填石、淤泥层钻孔桩施工, 作为施工单位都试图只用单一的成孔工艺来解决现场的问题, 虽然现场机械投入少, 但往往由于未完全“对症下药”, 所采取的工艺不符合现场实际地层条件, 而达不到理想的施工效果, 使得在工期上拖延得更长、在经济成本上付出得更多、在质量上得不到保证。

通过本工程施工实践, 深厚填石淤泥层长护筒、冲抓、旋挖钻孔灌注桩施工工法, 针对施工现场的实际条件, 通过不同施工工艺的合理组合、配套, 较好地解决了复杂施工条件下钻孔灌注桩的施工, 工程效率、施工成本、现场文明施工等远远优于单一工艺施工效果, 达到预期成果, 满足了设计要求, 积累了施工经验, 对在填海片区处理类似工程实践具有现实意义, 是一种施工方法的突破和创新, 对后续项目建设具有现实的指导意义。

参考文献:

- [1] JGJ 94—2008 建筑桩基技术规范[S]. 北京: 中国建筑工程出版社, 2008. (JGJ 94—2008 Technical code for building pile foundations[S]. Beijing: China Architecture and Building Press, 2008. (in Chinese))