

机械工程

全回转钻机与旋挖钻机组合在超厚回填地层的联合应用

李镇东 龙海亮 金子翔 丁强 李西鲁

中国建筑第八工程局有限公司东北公司

DOI: 10.12238/jpm.v6i5.8034

[摘要] 大连金州湾国际机场航站楼桩基施工过程中,在最厚厚度达 30m 的块碎石回填层条件下,采用全回转钻机下套管,采用钢套管穿过回填层进入稳定土层,隔离上部海水可靠护壁,然后使用旋挖钻机在套管内钻进成孔。既发挥了全回转钻机大扭矩的优势,又利用了旋挖钻机快速取土的功能,同时在混凝土灌注过程中使用拔管机拔出套管,充分利用各种机械性能优点配合使用,加快了施工进度,保证了成桩质量。

[关键词] 桩基础;全回转钻机;超厚回填区;旋挖钻机;施工技术

The combined application of rotary drilling rig and rotary drilling rig in ultra-thick backfill strata

Li Zhendong¹ Long Hailiang² Jin Zixiang³ Ding Qiang⁴ Li Xilu⁵

Northeast Company, China Construction Eighth Engineering Bureau Co., LTD.

[Abstract] During the pile foundation construction of Dalian Jinzhou Bay International Airport, under conditions where the thickest layer of backfill is up to 30m thick, a full rotary drilling rig was used with casing. A steel casing was inserted through the backfill into the stabilized soil layer to isolate it from the seawater and provide reliable protection. Then, a rotary drilling rig was used inside the casing to drill holes. This approach not only leveraged the high torque advantage of the full rotary drilling rig but also utilized the rapid soil extraction capability of the rotary drilling rig. Additionally, during concrete pouring, a pipe puller was used to remove the casing. By fully utilizing the advantages of various machinery, the construction progress was accelerated, ensuring the quality of the pile formation.

[Key words] pile foundation; full rotary drilling rig; ultra-thick backfill area; rotary drilling rig; construction technology

引言

填海深厚抛填石回填区在强夯处理后仍然存在未完全固结的土层,其物理力学性质主要表现为土的压缩性大、孔隙比大、含水量高、松散、欠密实性、抗剪强度低等,其地基承载力较低。在这种条件下桩基施工难度较高,成孔钻进困难,施工成本高、工期长,且易存在塌孔、斜孔、卡钻、漏浆等质量

问题,处理得不好就会严重影响工程进度。

本文以大连金州湾国际机场项目为例,采用全回转钻机配合旋挖钻工艺在此复杂地质条件下的应用,证明了此工艺能有效解决复杂地质,特别是厚抛填石层桩基施工困难的问题,为类似工程提供参考。

表1 桩基设计参数

结构板顶标高(m)	图例	桩径(mm)	有效桩长	桩身承载力值(kN)	单桩竖向抗压承载力特征值(kN)	桩身混凝土强度等级	纵筋	桩端持力层	后注浆
-5.00		1200	平均桩长约76.0m 入岩深度≥1.0D	12500	7800	C45 P12	20Φ22	中风化石灰岩 中风化辉绿岩	桩端复合注浆
-5.00		1400	平均桩长约76.0m 入岩深度≥1.0D	16700	10900	C45 P12	24Φ22	中风化石灰岩 中风化辉绿岩	桩端复合注浆
-5.00		1600	平均桩长约76.0m 入岩深度≥1.0D	22000	15800	C45 P12	28Φ22	中风化石灰岩 中风化辉绿岩	桩端复合注浆

注:平均桩长仅为暂估,实际长度以桩端入岩深度为准,且多桩承台中相邻桩桩底标高差值不应大于桩间距,需根据施工勘察成果调整相关设计桩长。

1 工程及工程地质概况

1.1 工程概况

拟建大连金州湾国际机场位于大连金州湾海域, 机场陆域由填海造地形成, 总面积 20.29km²。桩型选用灌注桩, 桩径为 1200mm、1400mm、1600mm, 桩身混凝土强度为 C45 P12, 桩端设计持力层为中风化辉绿岩或石灰岩, 桩身全断面进入持力层深度不小于 1 倍桩径。

1.2 工程地质概况

场址内地层从上到下主要为:

(1)第四系全新统人工堆积(Q4m1)层, 主要为块碎石填土、淤泥。

(2)第四系海相沉积层(Q4m), 主要为淤泥、淤泥质黏土。

(3)第四系海陆交互沉积层(Q4mc), 主要为黏土、粉质黏土、粉土。

(4)第四系陆相沉积层(Q4a1), 主要为黏土、粉质黏土、粉土、粉细砂、中粗砂。

(5)燕山早期($\beta\mu$)地层, 主要分为强风化、中风化两个辉绿岩岩质单元。

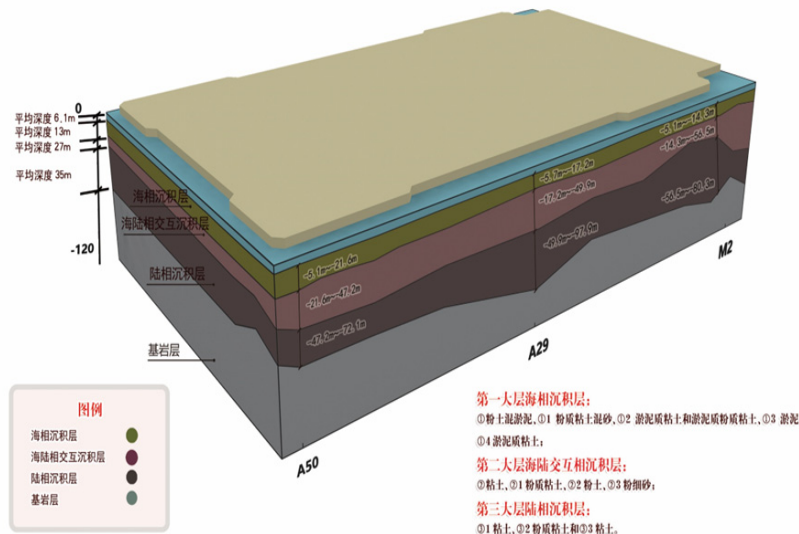


图1 三维地层示意图

2 施工工艺选择

反循环钻进成孔是利用泵吸或泵举的压力将携带钻渣的泥浆通过钻杆排出孔外的成孔方法, 适用于填土、淤泥、黏土、粉土、砂土、砂砾等地层。对于本工程的地层, 反循环钻进效率极低, 甚至无法进尺, 该工艺被排除。

冲击成孔利用冲击式钻机或卷扬机把带钻刃的、有较大质量的冲击钻头(又称冲锤)提高, 靠自由下落的冲击力来切削岩层或冲挤土层, 部分碎渣和泥浆挤入孔壁中, 大部分成为泥渣, 并利用专门的捞渣工具掏土成孔, 最后灌注混凝土成桩。该工艺的钻进效率低, 同时产生较大的泥浆。在工期紧、任务重的条件下, 该工艺被排除。

旋挖成孔施工法成孔原理是利用一个可闭合开启的钻斗和可伸缩的钻杆, 旋转切削挖掘土层, 同时使切削挖掘下来的土渣进入钻斗内, 钻斗装满后提出孔外卸土, 如此循环形成桩孔。该方法成孔施工具有低噪音、低振动、扭矩大、成孔速度快等优点。该法适用于填土层、黏土层、粉土层、淤泥层、砂土层以及含有部分卵石、碎石的地层, 桩孔沉渣少, 孔壁泥皮薄, 桩侧摩阻力发挥好。但是在该地层单纯依靠泥浆护壁不能有效保证孔壁稳定, 容易造成淤泥等流失。

综合以上施工工艺的特点和本工程施工地质层特点, 最终采用以全回转钻机与旋挖钻机联合成孔的工艺。

3 工程重难点分析

(1)孔深最大 101m, 桩身垂直度控制难度大。

措施: 护筒下放及钻进过程中实时采用靠尺及经纬仪进行复检验证。钻进过程中每 5m 采用超声波检测仪对垂直度进行确认校正, 以保证垂直度满足设计要求。

(2)地层软弱, 塌孔风险大。

措施: 块碎石回填区采用钢套筒护壁作业, 剩余部分采用泥浆护壁作业。

(3)桩径最大达 1600mm, 普通旋挖施工效率低。

措施: 采用大型号旋挖钻机施工, 提高效率。

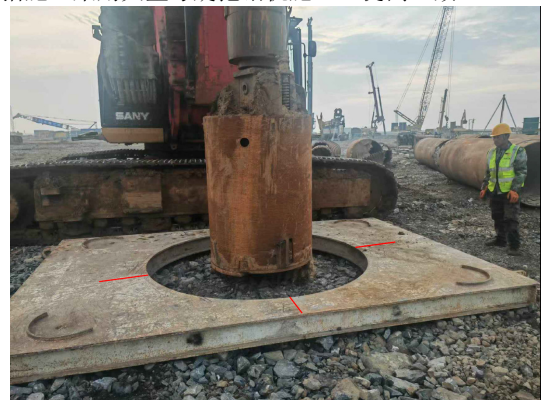


图2 开孔钻进

4 成桩工艺

平整场地→安放桩位→钻机就位→压入套管→冲抓斗工作→旋挖工作→清孔→安装钢筋笼→浇灌混凝土→拔出导管和套管→施工完成。

4.1 平整场地

定好施工区域后, 需要对施工区域进行平整处理, 便于全套管全回转机械工作, 另需要留出一定区域存放套管。

4.2 安放桩位

由专业测量人员用全站仪测定桩位, 打好钢钎, 做好标记, 验收合格后做好保护。

4.3 钻机开孔

点位放出后, 将底座吊到桩位上, 使底座上的十字形交点与定位钢钎重合。采用旋挖钻开孔时, 将旋挖钻头中心对准桩

位中心点,下放钻头至地面,旋转、下压钻头开始钻进成孔,钻孔深度以孔口不发生垮塌为准。

4.4 钢套管埋设

采用两种方法埋设钢套管,一是采用旋挖钻机加装驱动器下护筒,采用大扭矩旋挖钻机施工,将驱动器通过连接器与旋挖钻机的动力头用连接销连接,旋挖钻机动力头输出扭矩和施加下压力带动驱动器,使与驱动器相连的首节钢套管带筒靴切入土中。当钢套管沉入困难时,解除钢套管与驱动器的连接销,旋挖钻机在钢套管内下放旋挖钻头取土作业,以减少钢套管的摩擦力。完成取土后,通过旋挖钻机接长钢套管,旋转并下压钢套管继续沉入。如此循环沉入钢套管、接长钢套管、旋挖取土等步骤,直至将钢套管下沉穿越易塌孔地层或满足设计桩底标高。

二是当旋挖钻机下沉困难时,采用全回转钻机下护筒。将全回转钻机吊到底座上,将钻机的支腿缓慢平稳的嵌入工作平台的支腿定位环中,使钻机中心与桩孔中心对中。由设备内环形分布的六个液压千斤顶配合夹块将钢套管抱紧,启动全回转钻机边转动边下压钢套管插入孔内。

全回转主机就位后,进行回转钻进,回转驱动套管的同时下压套管,实现套管进入地层。桩基成桩控制最重要的是保持第一、二节套管的垂直度,它是保证质量的关键。首先压进底部钢套管,在两个直角方向使用经纬仪调整套管垂直度。待首节套管被压入后,用RTK检查首节套管中心与桩中心的偏差,保证护筒中心与桩中心偏差不宜大于50mm,护筒倾斜度不宜大于0.5%。



图3 埋设护筒

4.5 旋挖钻进成孔

钢护筒下沉完毕后,旋挖钻机继续钻进施工,根据地勘报告和设计图纸,事先计算出初始入岩深度,操作手可根据钻机抖动情况、进尺效率判断是否提前或滞后入岩,无论是超前还是滞后,都应当通知现场管理人员。当钻进至勘察单位提供的入岩标高或者深度后应停止钻进,上报总包、监理和勘察单位人员到场根据岩样判断是否入岩,及确认入岩孔深,确定后继续钻进不小于1倍桩径终孔。

采用多台钻机施工时,若在相邻混凝土刚灌注完毕邻桩旁成孔施工,相邻钻机开孔之距离(中心间距)应大于6倍桩径,或最少时间间隔不少于36小时。

4.6 清孔

气举反循环清孔工作原理是利用空压机压缩空气,通过安装在导管内的风管将压缩空气送至孔内。当压缩空气从风管底部混合器喷出时瞬间膨胀,与泥浆混合后形成由空气、液体(泥浆)与固体(浮渣)混合的三相混合物。因混合物的密度小于导管内液体的密度,混合物会在导管内上升,进而在导管内形成负压区,导管内的液体在负压的作用下携裹着沉渣沿着导管上升。通过导管与孔壁之间的空隙及时向孔底补充新水,形成

具有一定流速及流量的反循环系统,将孔底沉渣排出。

4.7 成孔检查

清孔后采用超声波成孔检测仪对孔深、孔径、垂直度和沉渣厚度进行检测,符合要求后进行下一步工作。

4.8 安装钢筋笼

(1)钢筋笼在运输和安装时不应产生永久性变形;运距较长时宜使用运输车。

(2)钢筋笼起吊点宜设在加劲筋处或其他可靠部位,并采取防钢筋脱焊、变形措施。直径大、及质量大的钢筋笼宜设对称双吊点加滑轮横担方式起吊。

(3)钢筋笼吊装入孔时,应保持竖直状态,对准孔位中心慢慢下放,严禁强行压入。

(4)钢筋笼在孔口对接时,主筋位置应对正,钢筋笼轴线应一致。

4.9 灌注混凝土及起拔导管和套管

首先将导管吊放到钢筋笼内安放好,混凝土灌注前应向导管内置入隔水栓(塞),注意底端离孔底距离300-500mm,每节的气密性要检查好。浇灌混凝土时应注意首灌量并满足水下灌注混凝土的技术要求,浇灌混凝土同时拔出导管和套管。

5 结论

以大连金州湾国际机场项目为工程背景,介绍了全回转工艺在含抛石淤泥地层中的应用,以及严格控制沉渣,得出以下结论:

(1)项目位于填海区域,此地区回填土较厚,且含有淤泥等,地质条件复杂,全套管工艺具有不塌孔、护壁效果好等特点,完全适合此地区桩基施工。

(2)全套管穿透块碎石回填层,在下护筒过程中通过控制护筒垂直度,有效控制了整体桩身的垂直度。

(3)利用气举反循环清孔工艺形成负压区原理,将桩底沉渣排出,有效控制了桩底沉渣的厚度。

(4)上部全套管防止了海水潮汐对成孔过程中孔壁的影响,起到防止孔壁坍塌的作用。

(5)避免产生扩大桩径,增加混凝土用量,以及由此产生的不利于桩基承载能力的负摩阻力。

6 评价与展望

(1)本工程各种机械配合使用,机械化较高,全套管全回转钻机、冲抓斗与旋挖钻机联合工作,提高了工作效率。

(2)全套管费用较高,在浇筑混凝土浇筑到孔口后采用拔管机拔出套管,为方便套管顺利拔出而,应将钢筋笼安放在中心位置,并控制混凝土质量,避免离析严重,导致启拔困难,甚至将钢筋笼带出。

(3)套管下放以及钻进成孔施工过程中垂直度控制较为重要,一是影响钢筋笼下放和导管的拔出,二是影响桩基的承载力,三是在拔套管时易带出钢筋笼,影响施工进度。

[参考文献]

[1]张钦喜,闫金波,何世鸣.全套管全回转在含抛石淤泥地层加固工程中的应用[J].岩土工程技术,2020,34(3):135-139.

[2]贺红星,邓运生,董义,张晋华,田浩,谢卫,沈博闻.全套管全回转钻机与旋挖钻机组合在薄覆盖层硬质河床引孔中的应用[J].施工技术(中英文),2022,51(12):46-49.

[3]马骥雍,万学林,谷宗恒,等.潮汐作用下超厚填石层超长灌注桩成孔工艺研究[J].施工技术,2020,49(19):33-39.

[4]吴波.气举反循环清孔工艺在超长钻孔灌注桩施工中的应用[J].城市道桥与防洪,2016(12):124-125.