

海域软土路基处理中预制管桩质量控制技术研究

吴 鹏

(中国水利水电第五工程局有限公司, 四川 成都 610066)

摘要: 预制管桩+等载预压技术是海域软土路基处理经常采用的方式。通过对预制管桩施工过程中的稳桩、沉桩、接桩、防锈蚀处理、送桩及等载预压等关键工序进行研究, 总结出海域软土路基处理中预制管桩+等载预压的施工工艺, 并针对预制管桩施工过程中经常出现的质量问题, 提出了解决方案并予以实施, 取得了较好的效果。

关键词: 海域软土路基; 预制管桩; 等载预压; 质量控制; 研究; 526 国道岱山段改建工程

中图分类号:[TU997]; TU7; TU761; TU753.3

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2023)02-0083-04

Research on Quality Control Technology of Prefabricated Pipe Piles in the Subgrade Treatment of Soft Soil in Sea Area

WU Peng

(Sinohydro Burcau 5 Co., LTD, Chengdu Sichuan 610066)

Abstract: The technology of prefabricated pipe piles with equal load preloading is a common way to treat soft soil subgrade in sea area. Through the study of the key processes in the construction of prefabricated pipe piles, such as stabilizing piles, sinking piles, connecting piles, anti-corrosion treatment, feeding piles and equal load preloading, the technology of prefabricated pipe piles with equal load preloading is concluded as the construction technology to treat soft soil subgrade in sea area, and the solutions to the quality problems that often occur during the construction of prefabricated pipe piles are put forward, for which good results have been achieved.

Key words: subgrade treatment of soft soil in sea area; prefabricated pipe piles; equal load preloading; research; 526 National Highway Daishan section reconstruction project

1 概 述

526 国道岱山段道路起点为双合, 道路路基宽 26.5 m, 路线全长 23.64 km, 采用 80 km/h 的一级公路标准建设。526 国道岱山段改建线路经过沿海养殖塘、盐田区及东海海域, 其路基承载力无法满足相关要求, 需要进行软基处理。根据软土路基的实际地质情况、路堤填高及位置的不同, 因地制宜地采用了等超载预压、反压护道、预制管桩、素混凝土桩、塑料排水板、气泡混凝土、钢筋混凝土钻孔灌注桩等措施进行海域软土路基段的处理。本文阐述了如何运用预制管桩+等载预压技术进行海域软土路基处理采用的施工工艺及常见质量问题的处理措施。

根据设计文件, 526 国道岱山段改建工程预制管桩选用“PC400A95”型, 桩身外径为 400 mm, 壁厚不小于 95 mm, 桩长为 15~25 m, 间距为 2.5 m。桩帽尺寸为 1.5 m×1.5 m, 厚度为

35 cm, 桩帽系梁宽 0.4 m, 厚度为 35 cm。预制管桩的布置方式见图 1。

按照交通部部颁标准《公路工程技术标准》JTG 801—2014 中设计速度为 80 km/h 的一级公路路基横断面几何尺寸的规定及该项目的实际情况, 最终确定的预应力管桩入土深度为 45 m。

2 施工工艺流程及操作要点

“PC400A95”型预制管桩外径为 400 mm, 壁厚 95 mm, 桩身混凝土强度等级为 C60。其施工工艺流程为: 桩位放样→桩机就位→起吊→沉桩→接桩→防锈蚀处理→送桩→桩帽、系梁施工→等载预压。

管桩的施工顺序为: 先从道路轴线开始, 逐渐向道路两边进行。遵循先施工桥台、箱涵等结构物附近的管桩, 再施工远离结构物处管桩的原则。在结构物周边, 应在设计时预留出一定的间距, 以避免即将施工的管桩位置与结构物发生冲突。管桩施工完成、等待不小于一个月的时间方可进行

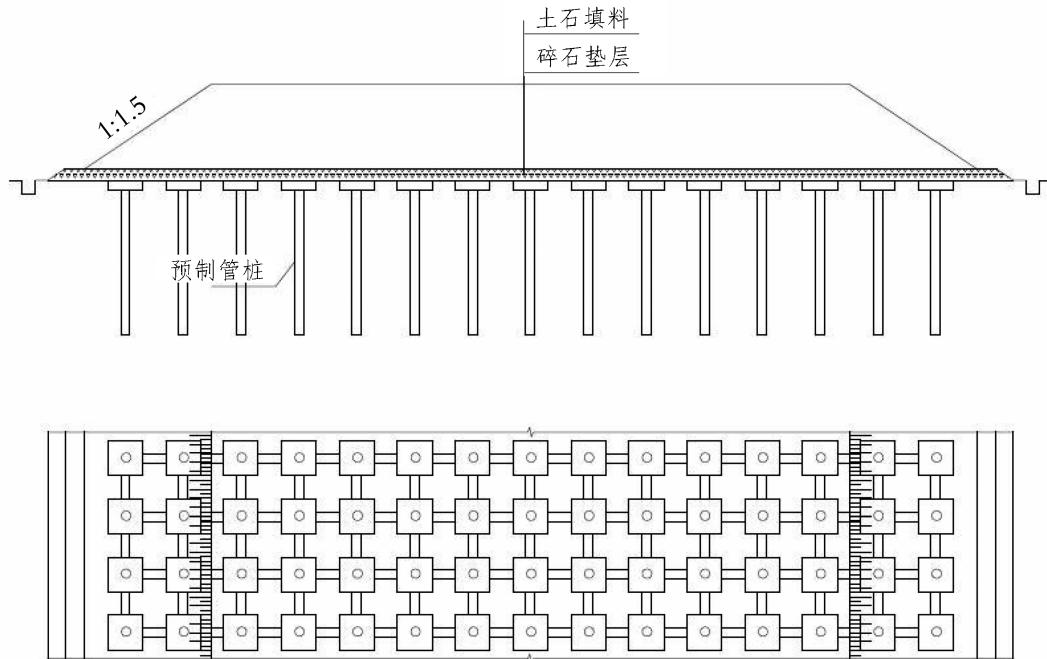


图1 预制管桩布置图

路基填筑的施工。对于与采用其它处理方式交界的部位,应先填筑管桩路基以避免荷载对管桩形成挤压而导致桩身倾斜。

管桩施工前,应根据现场实际情况布置单个工点试桩根数不小于10根。试桩前,需根据设计参数合理配桩,每隔2m在桩身用红油漆做好标注。施工过程中,每隔2m入土深度记录管桩施工的锤击次数、沉入深度等各项技术参数,施工完成后,采用经纬仪对桩身垂直度进行检测、观察桩身有无破损,管桩施工完成一个月后进行单桩承载力试验并将结果反馈给设计单位,以便其对管桩施工的设计参数进行优化。单桩承载力试验采用高应变动测法分析桩侧和桩端土阻力,推算单桩轴向抗压极限承载力^[1]。

2.1 桩位放样

桩机就位前,用GPS或全站仪精确放样出预制管桩桩位并采用白灰对桩位进行标识。

2.2 桩机就位

为确保打桩机获得足够的承载力,桩机就位前采用石渣对打桩范围进行换填。

预制管桩采用锤式柴油打桩机施工,桩机就位后调正导架的垂直度,调整打桩机、对准桩位。桩机就位过程中,通过自身携带的卷扬机左右拉动、调节锤头对准桩位,确保锤头中心线与设计管

桩中心线在同一条线上,防止管桩施打过程中桩身发生倾斜。

2.3 起 吊

在桩身1/5处固定提升管桩的吊带,利用打桩机自带的卷扬机提升预应力管桩,调整管桩桩身位置使其与设计的桩位中心在同一条垂直线上,并将桩身慢慢放下、压进待处理的土层。桩身入土时应保持垂直,确保其竖直方向的偏差不超过0.5%,同时,在待施工桩的正前方及正左方各设置一台经纬仪,从两个方向同时对预制管桩的垂直度进行校准,必须注意经纬仪的安设位置不得影响正常施工。

2.4 沉 桩

利用锤式柴油打桩机沉桩前,根据设计桩径选择合适的桩帽和衬垫,桩帽的内径需大于设计管桩径2cm,桩帽的长度最少为30cm,桩帽需带排气孔。柴油打桩机的桩锤和桩帽采用衬垫隔离,其衬垫的厚度不得小于15cm,以避免锤击过程中出现桩身破損。

沉桩过程中需保持桩锤、桩身及桩帽始终在同一垂直线上以防止偏打。采用锤击沉桩时应重锤低击,刚开始时落距较小,待桩身入土一定深度且稳定后,再按照设计的落距进行施打,每根桩原则上一次打入,中途不应人为停锤;若确需停锤

时,一定要尽量缩短停锤时间。

2.5 接 桩

桩身接长时应采用钢端板焊接法以确保接桩时桩身的顶端高出地面至少 0.5 m。接桩时,上、下节桩中心线的偏差应小于 5 mm^[2]。接桩前需先将下一段桩身顶清理干净并安装定位板,再将上一段桩身吊放在下一段桩端板上,利用定位板将上、下桩段接直。若上、下段桩身接头处有空隙,需采用楔形钢板全部填实并焊牢,接头处采用电焊焊接,焊接时需分 3 层对称施焊,待底层焊渣清理干净后方能进行外层焊缝的施焊。接头处的焊缝应连续、饱满并满足二级焊缝要求。

焊接完成的预制管桩接头需自然冷却不小于 10 min 后才能再次沉桩,严禁焊好即开始沉桩。严禁采用水冷却或缩短冷却时间。

2.6 防锈蚀处理

由于桩头及焊缝在地下水作用下易发生锈蚀,故在接桩完成后,在焊缝上下各 30 cm 范围内涂刷两层防锈漆以达到隔离桩头及焊缝与地下水接触的目的,避免管桩截头发生锈蚀,进而影响到管桩的使用功能。

2.7 送 桩

若预制管桩桩头的设计高程低于原地面高程,则需进行送桩。送桩采用送桩器,送桩器的端头为套筒式。安装送桩器时,将送桩器的套筒端向下套在待送桩的桩头。为确保送桩时桩头不受损伤,可在送桩器与桩头间加垫一层麻布或棉纱作为缓冲层。送桩器的垂直度应满足相关规范要求。

送桩时,应根据试桩时收集的施工参数控制落锤的高度,使桩体缓慢、匀速灌入土体,从而确保桩头高程满足设计要求。为精确控制桩头的高程,送桩前,应在送桩器表面设置醒目的标线,当标线与地面线重合时(即桩头到达设计高程),停止送桩。

2.8 桩帽、系梁的施工

对于刚性桩桩顶应设置桩帽,桩帽直径或边长宜为 1~1.5 m,厚度宜为 0.3~0.4 m^[3]。桩帽及系梁为钢筋混凝土结构,桩帽、系梁采用定型木模板支模、混凝土泵车入仓、人工平仓振捣的方式进行浇筑。桩帽、系梁采用的施工方法为:预应力管桩送桩完成、经检测合格后方可进行桩帽、系梁基坑的开挖,基坑验收合格后按照设计图纸绑

扎桩帽、系梁钢筋并支模浇筑。桩帽施工时管桩应深入桩帽内部 6 cm。

浇筑过程中,桩帽、系梁不在底部设置模板,桩帽、系梁侧模板采用定型木模板,其在安装时必须支撑牢固,接缝必须封严堵实,避免出现漏浆。模板表面需涂刷脱模剂。

用于桩帽、系梁的混凝土在拌和站集中拌制,采用 9 m³ 混凝土罐车水平运输至施工现场。混凝土浇筑前,需将仓内的积水或杂物等清理干净。桩帽和系梁混凝土均采用混凝土罐车直接入仓的方式进行浇筑,人工平仓后用 Φ50 mm 插入式振捣器振捣密实。振捣过程中不得触碰模板、钢筋。振捣时以混凝土不再下沉、不出现气泡、表面呈现浮浆为度,振捣移动的间距不得大于振捣器作用半径的 1.5 倍^[4],以保证混凝土的浇筑质量;同一桩帽、系梁混凝土浇筑须连续进行。

当桩帽、系梁混凝土抗压强度达到 2.5 MPa 以上且其表面和棱角不会因拆模而受损时,对侧模进行拆除。拆除侧模后,桩帽、系梁周边的基坑采用素土分层回填压实并覆盖土工布、洒水养护,使混凝土表面一直处于湿润状态,养护时间不少于 14 d。

2.9 预 压

桩帽、系梁混凝土达到设计强度后进行填土堆载。堆载物采用与路基相同的填料,堆载土方填筑过程中,必需严格按照设计要求分层填筑压实并进行沉降量和稳定性监测。预压期内,若路基实测标高小于堆载设计标高 25 cm 以上时需及时补料并压实。

软基预压期的卸载采用双标准控制,即要求堆载后的实测沉降量小于设计允许值,同时其下沉速率达到设计规定值时方可进行卸载并开始进行路面铺筑。

3 常见质量问题及采取的处理措施

3.1 桩身断裂

(1) 表现形式。在预制管桩沉桩过程中桩身出现倾斜错位;当桩位处土质情况没有特殊变化,而贯入度在相同锤击次数下突然增大;或者在桩锤弹起后,预制管桩随之亦出现回弹或跳动,此时可能发生了桩身断裂。

(2) 原因分析。①预制管桩的长细比过大,在沉入时又遇到较硬的土层;②预制管桩制作时桩

身的弯曲程度超过规定,桩尖偏离桩身轴线较大,在沉桩过程中桩身发生倾斜或断裂;③预制管桩在沉桩时遇到岩层或较大的孤石,致使其无法向下沉入;④开始施打时桩身不垂直,待桩沉入地下一定深度后发现桩身倾斜,再利用移动打桩机的方法进行校正,使桩身受到水平力而剪切断裂;⑤两节管桩或多节管桩施工时,接头上、下的两节桩不在同一轴线上,致使在沉桩过程中桩身受到水平力而剪切断裂;⑥预制管桩在重复打击过程中桩身受到拉应力作用,若拉应力大于桩身混凝土的抗拉强度,桩身的薄弱处即产生断裂;⑦桩身混凝土抗压强度不足,在堆放及吊运等过程中出现贯穿裂纹或破损而未被发现。

(3)应对措施。①施工前需对桩位处的地质情况进行勘察,掌握地下岩层的深度,及时调整设计方案;②严格对进场的预制管桩进行外观检测,发现桩身存在缺陷的严禁使用;③稳桩过程中,若发现桩身不垂直时应及时纠正;④接桩时,要确保上、下两节桩的轴线在同一直线上;⑤对进场的管桩进行检查,若发现桩身养护时间不足、开裂等不得使用。

3.2 桩身碎裂

(1)表现形式。沉桩过程中,预制管桩顶部出现破损或掉角。

(2)原因分析。①设计时未充分考虑工程地质条件以及施工机具等因素,从而导致桩身混凝土强度过低或桩身配筋不足,或受力钢筋距桩顶面距离过小;②管桩制作过程中混凝土配合比不佳,施工质量控制不严或振捣不密实等;③桩身混凝土养护的时间过短或养护方法不当而导致混凝土强度偏低以至于桩身在承受冲击荷载时桩顶出现碎裂;④桩顶面平整度不好或桩身的轴线不垂直;⑤桩顶和桩帽的接触面贴合不好,进而造成桩顶面局部受到集中应力而破碎;⑥沉桩过程中,桩顶未加衬垫或衬垫损坏后未及时更换,使桩顶承受冲击荷载而得不到缓冲;⑦锤重选择的不合适。桩锤过小导致桩顶受打击次数过多,以致桩顶混凝土产生疲劳破坏而被打碎;桩锤过大导致打击力过大,超出桩顶混凝土的承受极限最终发生碎裂。

(3)应对措施。①预制管桩制作时,混凝土要振捣密实,桩顶主筋不得超出第一层网片外。桩制作完成后要加强养护,并在达到设计强度以后

再施打以增加桩顶抗冲击的能力;②应根据现场工程地质条件、预制管桩断面尺寸和形状合理选择桩锤;③沉桩前应对桩身进行全面检查,查看桩顶面有无凹凸现象,检查桩顶平面是否与桩轴线垂直,对于不符合规范要求的预制管桩严禁使用;④检查桩端面的平整度,桩端面混凝土和预应力钢筋墩头不得高出端板平面^[5];⑤稳桩时一定要保证桩身垂直,施打前桩顶要加衬垫,若衬垫破损应及时更换。

3.3 桩身位移

(1)表现形式。在沉桩过程中,相邻的预制管桩产生水平位移或出现桩身上浮。

(2)原因分析。①桩身入土一定深度后遇到孤石等硬的障碍物将桩尖挤向一侧;②待处理的地基土壤饱和密实,而设计的桩间距较小,在沉桩过程中,土体被挤到极限而向上隆起,导致相邻的桩浮起;③在软土地基中施工较密集的预制管桩时,由于桩身嵌入引起土体中孔隙水压力加大,将已施工完成、相邻的预制管桩推向一侧或浮起。

(3)应对措施。①清理障碍物,及时纠正发生位移的桩身;②及时采取降、排水措施,降低土体中的孔隙水压力。

3.4 接桩处松脱或开裂

(1)表现形式。锤击过程中,上、下两段管桩在接头处出现松脱、开裂现象。

(2)原因分析。①连接部位的下表面没有清理干净,留有杂质、泥土及油污等;②桩头连接处不平整;③焊接质量较差,焊缝不连续、不饱满或有夹渣;④两节桩身的轴线不在同一直线上,导致接桩处产生错台,从而在锤击时接头处产生松脱、开裂破坏。

(3)应对措施。①接桩就位前,将连接部位的泥土及油污等清理干净,确保连接部位清洁;②检查连接部位的牢固性和平整度,确保其符合设计要求,若发现问题必须进行修正;③接桩时,确保上、下两节桩身轴线在同一直线上。焊接前确保连接处平整;焊接后在施打过程中随时进行观察,如发现焊缝出现裂缝或断裂应立即采取补救措施。

4 结语

预制管桩的施工质量直接决定海域软土路基处理的效果,因此,在预制管桩施工前,必需严格

(下转第 91 页)

过程中,应密切观察管内混凝土下降和孔内水位的升降情况。

(4)提升导管的速度应根据灌注混凝土的速度决定,最后一节导管的提升应缓慢,拆除导管要快速。

(5)首批混凝土的集中灌注可能会导致钢筋笼的上浮,因此,必须采取连续灌注的方式加以避免,还可采用将钢筋笼骨架与孔口护筒连接固定的方式^[4]。

3.9 常见问题分析及所采用的处置措施

(1)钢筋笼下放后若出现塌孔现象,应采取必要的应对措施,选择合适的夹具将钢筋笼主筋逐根拔起,再将螺旋筋、加强筋捞出后重新清孔直至其满足设计及施工规范要求;若无法将钢筋部分全部拔出,则需用碎石、片石等材料将钻孔回填后重新成孔。

(2)对于钢筋笼出现的无法入孔现象,若检测发现是桩径、倾斜度不满足要求时,则需重新确定设计孔径和倾斜度后重新钻孔;若检测发现钢筋笼焊接不符合相关要求,则需将其纠正后重新焊接;若是吊放角度有问题,则可将钢筋笼旋转一定的角度后缓慢调试,严禁猛冲。

4 结语

在高桩码头工程建设过程中,嵌岩芯桩斜桩施工工艺复杂,技术难度大,因此,只有选择合适的施工工艺,加强过程控制,才能确保施工质

(上接第 86 页)

检查桩身的外观质量,不使用不合格的产品。在管桩施工过程中,要控制好桩身的垂直度和接头焊接质量。

526 国道岱山段改建线路建设通过开展预制管桩施工质量控制技术研究并将研究成果在工程实践中加以运用,将施工过程中的桩身断裂及破损率降低了 2%,在节省施工成本的同时减少了施工时间,获得的经济效益显著。

量^[5]。通过以上对码头嵌岩芯柱斜桩采用的施工技术进行分析,对钻机底座和钻头的技术优化以及导管垫叉的使用,有效解决了施工中出现的技术难点,保障了斜桩精度和质量,在码头建设实施过程中,既改进了施工工艺水平,又提高了码头建设效率。文中阐述的项目中有关水上沉桩的施工技术已获得企业级工法:《长江水域 5 000 吨级码头水上沉桩施工工法》和《水域高桩码头嵌岩钢管桩嵌岩芯柱施工工法》。长江流域的湖北、江苏等省份已悄然兴建了若干大型高桩码头,凭借高桩码头具有的得天独厚的优势,未来会有越来越多的码头应运而生,使嵌岩芯柱斜桩技术得到很好地利用和创新发展。

参考文献:

- [1] 崔明明,陈波.浅析港口码头工程的施工技术[J].科技创新与应用,2016,7(9):221-221.
- [2] 梁昆,张禹,陈冬宇.海上钢管嵌岩桩斜桩施工技术[J].中国港湾建设,2014,34(11):55-57.
- [3] 车永红,陈杰明.大直径钢管嵌岩斜桩成孔工艺技术研究[J].港工技术,2014,51(5):53-56.
- [4] 徐来银.水下混凝土灌注桩施工技术要点[J].交通世界,2018,25(19):104-105.
- [5] 陈雄.高桩码头钢管桩斜桩嵌岩施工技术探索[J].福建交通科技,2016,36(1):105-107.

作者简介:

- 王 哲(1990-),男,河南周口人,工程师,学士,从事工程建设安全管理等工作;
李 鹏(1988-),男,河南新乡人,助理工程师,从事测量工作。

(责任编辑:李燕辉)

参考文献:

- [1] 公路工程基桩动测技术规程,JTG/T F81-01-2004[S].
- [2] 公路路基施工技术规范,JTG F10-2006[S].
- [3] 公路软土地基路堤设计与施工技术细则,JTG/T D31-02-2013[S].
- [4] 混凝土工程施工规范,GB50666-2011[S].
- [5] 先张法预应力混凝土管桩,GB13476-2009[S].

作者简介:

- 吴 鹏(1981-),男,四川成都人,工程师,从事水利水电工程与市政工程施工技术与管理工作。
(责任编辑:李燕辉)

蕲春项目雷溪河整治二期工程通过竣工验收

2022 年 9 月 22 日,蕲春项目雷溪河整治二期工程顺利通过竣工验收。雷溪河整治二期工程位于蕲春县城区,工程起于老漕河四路桥,止于东壁大道桥,全长约 3.4 公里,工程建设内容主要包括滨水景观工程、河道整治工程、截污纳管工程、桥梁交通工程及智慧水务工程等 5 个单位工程。项目自 2020 年 12 月开工以来,面对新冠肺炎疫情与湖北特大洪水、征拆困难等影响,项目参建各方全体人员通力协作,铆足干劲,克服重重困难;通过精心策划、科学组织、合理安排施工,加快项目建设进度,做到了“保质保量”与“工期控制”两不误,仅用了不到两年的时间,最终确保了工程顺利竣工。施工过程坚持“生态优先、绿色发展”的设计理念,统筹景观生态、岸线利用、防洪减灾等功能于一体,构建出生态互岸体系,提升了城市整体功能和面貌。截至目前,雷溪河整治二期工程已顺利通过竣工验收,全部进入运营期,蕲春市民拥有了一个环境优美的休闲打卡场所,展示出崭新的城市名片。

(中国水电五局 供稿)