

Research on the Application of Prestressed Concrete Pipe Pile Technology in Highway Soft Foundation Treatment

Weijun Shi

Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200092, China

Abstract

The soft land foundation has strong compressibility, and the carrying capacity is weak, which is difficult to use as the holding layer of highway engineering. It is necessary to use the soft land foundation for optimization treatment to increase its bearing capacity. The application of prestressed concrete pipe pile technology has great advantages, which can improve the bearing capacity of single pile and strengthen the penetration force, and the hammer of pile body is strong, which is effectively applied in the treatment of highway soft land foundation. This paper mainly explores the application method of prestressed concrete pipe pile technology in Haikou city, combining the construction of changtian Road in highway soft foundation treatment, aiming to further strengthen the treatment effect of soft foundation, and ensure the improvement of the construction quality of highway engineering.

Keywords

highway soft foundation treatment; prestressed concrete; pipe pile technology; application

公路软基处理中预应力混凝土管桩技术的应用研究

石为军

上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司，中国·上海 200092

摘要

软土地基的压缩性较强，而且承载能力弱，难以作为公路工程的持力层进行使用。需要利用软土地基进行优化处理，增加其承载力。预应力混凝土管桩技术的应用存在很大的优势，其中可以提升单桩承载力，并强化穿透力，且桩身的锤击性较强，在公路软土地基处理中得到有效应用。论文主要结合海口市市长天路南延长线工程施工（3标）等实际案例，对预应力混凝土管桩技术在公路软基处理中的应用方法进行探究，旨在进一步强化软基处理效果，保障公路工程施工质量的提升。

关键词

公路软基处理；预应力混凝土；管桩技术；应用

1 引言

在市场经济高速发展背景下，社会各界对公路工程建设质量提出了更高的要求。在公路软土地基处理方法包含很多种，如强夯法、土石换填法、水泥置换桩法等，而预应力混凝土管桩施工技术的应用具有较大的优势特点，可以进一步提升公路软土地基处理效果。

2 工程概况

长天互通立交节点为长天路南延长线施工三标，包含长天路南延长主线 ZB3+200~ZBK3+637 段城市主干路及长天互通建设内容，节点位于海口市秀英区狮山镇，主要服务于长天路沿线以及长流组团及中心城区西部的进出城交通，该互通的建设将区域内的主要交通路网中的滨海大道、

椰海大道、南海大道以及海秀快速路等东西向城主要干道通过长天路与 G98 高速衔接起来，实现 G98 高速公路与周边区域交通出行的快速转换，并且充分发挥长天路通道贯通性交通功能，完善进出城交通体系，提升沿线出行品质及通行能力。长天互通立交采用为 A 型单喇叭 + 三岔 T 型互通立交，根据海口市工程项目建设时序安排，一期工程建设范围为与 G98 高速相连 A 型单喇叭以及与长天路北向相连的匝道。一期建设工程包含长天路新建长度 442.775m，桩号范围 ZBK3+200~ZBK3+642.775；G98 改造长度 1 公里，桩号范围 G98K599+800~G98K600+800，匝道共计 10 条，总长度 2959.784m。本工程 ZBK3+560~ZBK3+620、NK0+915~NK0+114、HK1+273~HK1+329 段原为荒草密林，勘探过程中 ZBK3+475~ZBK3+675 段地形较平整，植被茂密，并在该段布设了 3 个钻探孔，3 个钻孔揭示的地质情况均为正常地层，该路段处于两个钻孔中间区域。根据 2022 年 3 月 28 日施工单位发出的联系单，路基主线桩号 ZBK3+560、ZBK3+620、NK0+91.5~NK0+114、HK1+273~HK1+329 处进行清表作业时，

【作者简介】石为军（1989-），男，中国河南开封人，本科，工程师，从事岩土工程方向研究。

清表 30cm 后发现该段分布垃圾堆。代建单位组织设计单位、监理单位、勘察单位与施 I 单位到现场核查, 情况属实。由勘察单位进行补勘及说明, 根据补勘说明, 此垃圾坑原为玄武岩岩坑, 周边居民将树枝及生活垃圾堆弃而成, 厚度 2.0~7.8m, 占地面积 3001m², 主要成分为枯树枝、生活塑

料袋, 局部见橡胶轮胎、工业垃圾等。其不适宜作为路基持力层, 故进行设计变更。通过论证, 在该工程中的软基处理中, 需要使用预应力混凝土管桩施工技术进行处理, 才能为后续公路工程的实施奠定良好的基础^[1]。其中, 该项目预应力混凝土管桩软基横断面如图 1 所示。

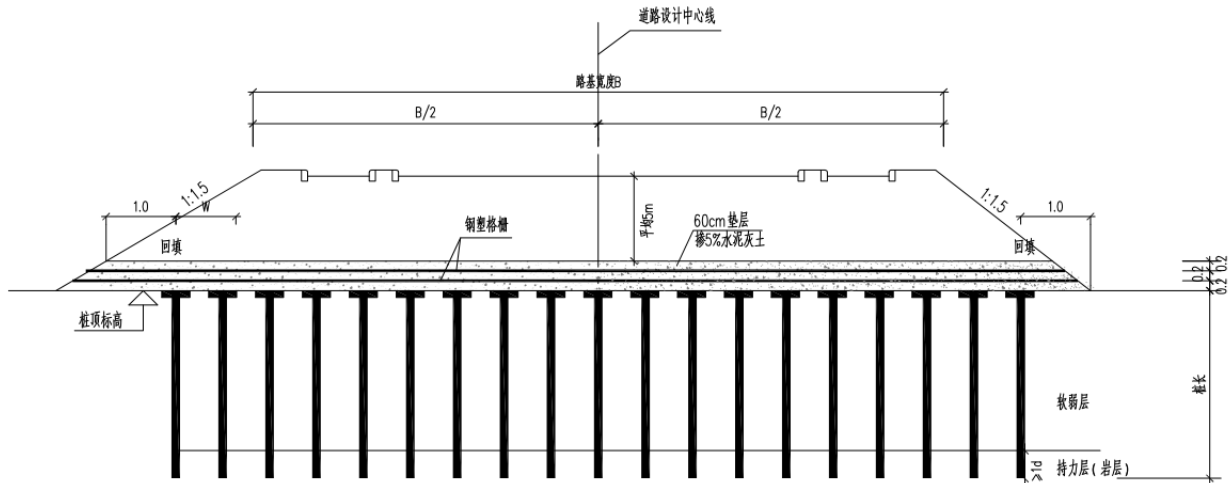


图 1 预应力混凝土管桩软基横断面

3 预应力混凝土管桩施工技术的应用优点

预应力混凝土管桩的优势体现在: ①单桩承载力较高, 预应力管桩桩身是由混凝土制作而成, 整体强度较高。②适用范围较广, 可以结合具体运用需求, 对预应力管桩规格大小进行针对性生产。③方便后期施工。预应力管桩的长度范围是明确的, 在吊装过程中可以利用吊钩勾住管桩两端, 方便起吊。④不受机械约束的成桩长度。前一截桩身打入地下之后, 才能够进行后一节的焊接操作。所以, 它能够有效掌控管桩的桩长, 消除机械的约束干扰。⑤穿透力较强。管桩桩身的强度较大, 在强大的锤击作用力下也不会损坏桩身, 能够透过紧密的砂层, 耐打效果较强。

4 预应力混凝土管桩技术在公路软基处理中的应用

4.1 管桩的选用

为了提升管桩施工效果, 需要结合工程地质条件、建设区域抗震设防烈度、上部结构特点、荷载大小及性质、施工条件、沉桩设备等因素, 对管桩规格进行科学选择, 确保选择过程严格遵循国家建筑标准设计图集 10G409《预应力混凝土管桩》的相关要求^[1]。在此过程中需要汇集各个参建方进行共同探讨分析, 从而保障选择的管桩符合实际工程施工需求。本项目垃圾土层较软, 下部为玄武岩层, 故用于路基处理的管桩应视为摩擦端承桩, 长径比不宜大于 80, 桩径不宜小于 400mm。如果单根桩是由多节桩拼接而成, 在配装设计时, 需要结合桩自身所能够承受的竖向、水平力, 确保最上面一节桩的型号或壁厚高于下节桩; 一般情况下, 桩尖包含十字型、开口型、锥型等, 在选择桩尖类型时,

需要结合施工现场的地质条件, 并根据工程实际要求进行专业设计和优化选择。

4.2 明确管桩的施工要求

在管桩施工技术应用中, 需要确保桩身的混凝土达到设计强度及龄期, 一般情况下, 需要在常压条件下持续养护 28d, 在压蒸养护条件下养护 1d, 之后才能开展沉桩处理; 在沉桩前, 需要对管桩的外观质量进行严格检查, 并对其尺寸偏差严格控制在允许范围内, 确保其符合 GB13476—2009《先张法预应力混凝土管桩》的有关规定; 要做好相关资料的验收工作, 尤其要对管桩的出厂检验报告、管桩产品合格证等文件进行严格核验, 从而保障管桩质量。

4.3 沉桩处理

在选择沉桩机械设备时, 需要结合相关设计文件的要求, 同时对工程勘察报告进行详细阅读, 以便了解施工场地周边环境情况, 从而保障选择的沉桩机械设备与现场地质、土壤等条件相契合。通常情况下, 管桩沉桩机械包含以下两种: 锤击法机械主要是使用柴油锤、液压锤, 在液压锤应用过程中, 把锤体活塞向上运动到预设高度, 然后自由落体, 在强大的冲击力作用下, 把管桩沉入土体中; 静压法沉桩主要是使用液压式机械进行操作, 结合操作方法的不同, 可以分为顶压式和抱压式两种。在本项目实施中, 结合地勘资料, 采用静压法沉桩。该方式主要是利用静压桩机的自重作用力, 使管桩沉入到预设深度; 沉桩作业过程中, 需要保障桩锤、桩帽与桩身始终处在相同的轴线上; 要对第一节管桩插入地面时的垂直度进行合理控制, 并将其偏差控制在 0.3% 以内; 沉桩过程中, 要动态观测桩身的垂直度, 将其偏差控制在 0.5% 以内; 当桩尖进入较硬土层后, 不允许使用移动

桩架等进行强行回扳纠偏;要保障接桩、送桩过程的持续性,避免中断,尽量缩短中间停歇时间。静压法沉桩的具体操作中需要注意以下情况:①使用顶压式桩机进行操作时,需要在桩帽与桩之间设置弹性衬垫。②采用抱压式桩机时,不要把夹具设置在桩身两侧的合缝位置,同时需要结合工程设计经验,对桩身允许抱压压桩力进行科学计算。

4.4 管桩拼接

①在施工过程中,需要尽量控制接桩次数,当桩尖穿过硬土层后才能进行接桩作业,应避免桩尖接近或处于硬持力层时接桩。单桩的接头数量控制在3个以下。同时需要结合工程地质情况,对管桩接头采取有效的防腐措施。②上、下节桩拼接成整桩时,需要利用端板焊接连接或机械接头进行连接,接头连接强度控制在管桩桩身强度以上。相邻近桩的接头不应位于同一竖直平面上。③接桩时,其入土部分管桩的桩头宜高出地面0.5~1.0m。④下节桩的桩头处宜设导向箍,以便于上节桩就位^[2]。在接桩作业过程中,需要确保上下节桩段应始终处于顺直状态,并对其错位偏差进行严格控制,一般不大于2mm。⑤在焊接作业过程中,要提前对管桩接头质量进行严格检验和核查,确保其质量合格,并对上下端板表面进行清洁处理,确保其整洁性,必要时需要使用刷子进行涂刷,清除表面的油污和铁锈,保障表面光泽性。⑥焊接作业时,需要对坡口圆周进行点焊,并保障焊点对称性,其焊点数量一般为5点左右,待上下节桩固定后拆除导向箍再分层对称施焊。⑦在焊接作业中,需要通过手工焊方式进行焊接,同时也可以利用二氧化碳气体保护焊,在此过程中要保障焊缝应饱满、连续,且根部必须焊透,保障焊接质量符合相关验收规范的要求。对于外径大于800mm的管桩,宜采用内外两面焊的焊接形式。

4.5 试桩要求

①在预应力管桩施工前,需要按照设计及规范要求,在现场展开工艺性试桩作业,从而可以对各类机械设备的参数进行收集,以便保障大面积施工的施工质量。②按照相关规范要求,结合设计确定的基桩受力状态,展开试验桩检测工作,并在此基础上开展静压力试验,以便明确单桩竖向承载力特征值,检测数量要在3根以上;当预计工程桩总数小于50根时,检测数量不应少于2根。本工程试桩数量选取4根^[3]。③设计承载力要求:设计单桩竖向承载力特征值要高于500kN,复合地基承载力要求高于120kPa。④试桩布置间距为2m,预应力管桩规格需要严格按照相关规范要求确定。⑤施工完成后,需要开展单桩极限承载力试验和桩身完整性检测。

4.6 注意事项

①非必要不要截桩,必要截桩的情况下,需要保障截

桩后管桩的质量。并使用专用的锯桩器进行操作。②严格按照相关规范要求进行冬季施工,同时结合地基的主要冻土性能指标,制定针对性的应对方法。为了保障施工质量,一般需要采用混凝土有效预压应力值较大且采用压蒸养护工艺生产的PHC桩。③桩顶垫层应采用掺5%水泥的灰土。④在管桩桩帽施工完成后,先摊铺200mm厚灰土,然后在灰土上铺设一层钢塑格栅,再摊铺200mm厚灰土,并在其上铺设一层钢塑格栅,完成后再摊铺200mm厚灰土,灰土垫层总厚度600mm。⑤在桩顶地表开槽现浇混凝土桩帽,采用C25混凝土现浇,桩帽通过桩塞混凝土与管桩连接,桩身嵌入桩帽不小于5cm。

4.7 质量检验

①为了保障施工质量,需要对桩身完整性进行严格检验,确保其质量符合设计要求,通常情况下,检测方式为低应变动力试验,保障检查数量符合标准要求,但需要控制在10根以上。②在质量检验工作中,还需要对单桩的载荷能力进行综合性检测,一般情况下需要使用单桩载荷试验方式进行检测,其抽检数量需要超过总桩数的1%。在抽检过程中需要按照相应比例进行均匀抽取样本检测,确保单桩承载力与设计要求保持契合性。③在公路工程施工中,地基是整体工程的重要基础,可以保障公路工程的稳定性与安全性,因此需要利用复合地基载荷试验,对一定数量的桩体进行检测,并对桩体样本进行均匀抽取,确保复合地基承载力符合设计要求。

5 结语

综上所述,随着社会经济的发展,公路工程建设数量和建设规模日益拓展,同时对公路施工质量提出了更高的要求。在公路工程实施中往往会遇到软土地基,对公路工程结构稳定性造成一定的危害,因此需要采取科学方法对软基进行优化处理。预应力混凝土管桩的单桩承载力较强,适用范围广,穿透力较强,可以进一步强化路基的承载力和耐久性,而且施工操作较为简单,工期较短,成本不高,在公路工程软基处理中得到广泛应用。在具体操作中需要选择合适的管桩类型,并对沉桩、拼接、试桩等环节进行合理管控,保障整体预应力混凝土管桩施工效果的提升。

参考文献

- [1] 刘华,张太雷,李国生.预应力混凝土管桩加固软土地基效果及参数影响分析[J].北方交通,2023(1):34-37+41.
- [2] 党悦.预应力混凝土管桩施工技术在公路软基处理中的应用[J].交通建设与管理,2022(1):92-93.
- [3] 赵峰,张森,李晓猛.预应力混凝土管桩在高速公路中应用的静载试验研究[J].建筑技术开发,2019,46(18):130-131.