

预应力混凝土管桩在软土地区基坑支护中的应用与实践

彭华

中铁十二局集团第七工程有限公司 湖南 长沙 410000

[摘要] 本文首先对预应力混凝土管桩的施工技术做了概述, 然后分析了预应力混凝土管桩对比混凝土灌注桩的施工优势, 最后详细阐述了预应力钢筋混凝土管桩支护施工技术要点及预应力混凝土管桩在应用中的质量控制要点。

[关键词] 预应力混凝土; 管桩; 软土地区; 基坑支护

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.08.265

一、预应力混凝土管桩的施工技术概述

(一) 管桩应用的范围

预应力混凝土管桩采用工厂机械化预制生产, 混凝土自身强度在C80以上, 单桩承载力高、抗弯抗裂性好, 应用范围较广。在软弱土层, 可依靠挤土效应作为摩擦型桩基使用, 依靠桩身与土层摩擦力为主, 桩端阻力为辅承载结构荷载; 在硬质地层, 可依靠高强度桩端作为端承型桩基使用, 依靠桩端阻力为主, 桩身与土层摩擦力为辅承载结构荷载。在有多障碍物的地层、有坚硬夹层的土层和从松软突变坚硬的地层, 以及密集群桩时, 易出现桩身倾斜, 桩顶和桩身破损, 假凝等问题, 可采取预钻孔沉桩方案, 减少问题的出现, 确保正常应用。

(二) 管桩的施工工艺

预应力混凝土管桩现场沉桩方法主要有锤击法、静压法和振动法等方法。锤击沉桩法施工流程简便、施工机具简单是目前我国使用较普遍的混凝土管桩沉桩法。锤击沉桩法是利用桩锤下落时产生的冲击力克服土对桩的阻力, 使桩到达设计深度的方法。锤击沉桩法施工工艺: 确定沉桩方案和桩位校核→桩机就位→吊桩校正→锤击沉桩→接桩→再锤击沉桩→送桩→收锤。

二、预应力混凝土管桩对比混凝土灌注桩的施工优势

(一) 安全管理方面

混凝土灌注桩施工流程多, 要历经桩基钻孔成孔, 钢筋笼制作吊放, 混凝土浇筑等一系列施工工序, 现场安全隐患控制点多, 安全控制周期长, 安全控制区域广, 安全管理难度大。预应力高强混凝土管桩施工现场主要是桩基锤入的过程, 单桩施工时间短, 投入机械简单, 单桩施工后无安全隐患点, 更易进行安全管理。

(二) 质量控制方面

混凝土灌注桩是施工现场浇筑地下混凝土的一种桩基, 施工工序复杂, 质量控制要点多, 施工工艺难度系数大, 易出现塌孔、断桩等前期难以发现的质量问题, 质量控制难度较大。预应力高强混凝土管桩为工厂化预制生产, 专业化标准化程度高, 桩身混凝土强度等级高, 成品桩质量可靠稳定, 不易受损, 桩基锤入过程简单, 出现问题易于发现和修正, 易于进行质量控制。

(三) 进度控制方面

混凝土灌注桩自桩基成孔到桩基混凝土浇筑成桩均在工程现场内施工, 施工持续施工时间较长, 浇筑成桩后需混凝土强度等待期, 需多工序统筹进度控制, 进度控制难度大。预应力高强混凝土管桩是工厂桩基预制和现场桩基锤击相分离施工, 可在工厂提前大批量生产预制桩, 达到施工条件后现场进行锤击施工, 每台机具每天可锤击30根管桩, 并且锤入桩基不影响

后续工序施工, 施工速度较快, 易于进行进度控制。

(四) 费用控制方面

预应力高强混凝土管桩中采用的是采用预应力张拉法制作, 桩基自身相较于普通钢筋混凝土灌注桩节约钢筋约30%, 节约混凝土约40%; 在施工过程中预应力高强混凝土管桩流程简便, 机械化程度高, 投入的施工机具和施工人员比灌注桩更少。通过分析和总结, 要达到同等受力情况, 预应力高强混凝土管桩单位承载力造价3.2元/KN左右, 普通钻孔灌注桩单位承载力造价8.8元/KN左右, 预应力高强混凝土管桩更节约成本, 更易于进行成本控制。

三、预应力钢筋混凝土管桩支护施工

(一) 预应力钢筋混凝土管桩施工

1. 前期准备

(1) 当管桩的混凝土强度满足要求之后才能开工。

(2) 冠梁的嵌入长度为50mm, 桩顶标高在自然地面的基础上减去0.4m。

(3) 为确保项目顺利实施, 可采用最大压桩力为4000kN的GZX-400型全液步履式静压压桩机。

(4) 由于该项目选取的压桩机吨位较大, 机重也大, 因此施工场地的地面坡道至多为1%, 承载力>100kPa。另外, 保障施工场地水、电、路畅通, 路面平整, 设置排水设施。

2. 沉桩

(1) 选用勾吊法完成管桩的起吊。通过超长平板拖车或轻轨平板车将捆绑牢靠的管桩运输到指定地点。管桩的堆放点应选在与沉桩地点相近且平整稳固的地方, 底层管桩需进行垫支操作, 且堆放层至多为4层。

(2) 把管桩运输到桩架前方之后, 先使用两条钢丝绳索对其绑扎, 再通过2个互相对称的葫芦将其吊起, 最后确保桩尖垂直对准桩位后直接插入土中并人工扶正, 完成就位。

(3) 静压沉桩操作时, 按照中心至两边的方向施工。保证管桩垂直度达标, 检查桩帽、桩身及桩锤中心线是否重合, 若重合则打开压桩油缸, 缓慢压桩入土, 并实时掌握桩身垂直度和油表的读数, 把握好施压速度, 同一根桩应避免多次休歇, 最好一次性连续施压到控制标高。

(4) 若下节桩桩头超出地表平面0.5m, 则与上节桩连接, 上下桩连接之前清除桩头四周的杂质。通过焊接法进行接桩, 确保上、下节桩处于同一中心线上。

(5) 通过专用送桩器完成送桩, 直到桩压达到要求标高之后才能把送桩器拔出, 并回填桩孔。

(6) 截桩: 若非必要尽量不截桩, 若必须截桩则通过锯桩器完成, 而且截桩后不能降低管桩质量。

3. 冠梁

(1) 在支护桩的顶部加设一道由钢筋混凝土制成的冠梁, 开工之前确保支护桩顶部干净无杂质, 并对桩芯顶部实施凿毛操作。

(2) 将提前埋设在冠梁中的锚固钢筋调直, 冠梁钢筋先在钢筋加工厂制作完成, 然后由工作人员统一将其运输到施工现场绑扎, 底层冠梁钢筋网片和桩身的钢筋焊接稳固。

(3) 通过施工线确定模板边线, 完成立模, 对拉杆的间隔距离设为100cm, 每间隔1.2m, 在模板两边使用油顶和钢筋将其顶住。

(4) 在模板中浇筑混凝土时提前将其中的杂物清除掉, 保障冠梁内部干净整洁; 浇筑分两次进行: 第一次先浇筑50cm, 同时利用振捣棒将其振捣坚实, 然后进行第二次浇筑和振捣。需注意的是, 为避免发生混凝土初凝断层情况, 第一次和第二次浇筑不能间隔太久。振捣时遵循“均匀插点, 逐点振捣, 快插慢拔”的原则, 禁止出现漏振或过振现象。

4. 锚索施工

(1) 加工锚索时选用1860级钢绞线制成锚杆, 锚固体规格为0.15×15m, 入射角设为20°, 锚固段和自由段的总长分别为10m、5m。锚索孔位在垂直方向上的误差至多为100mm, 偏斜角度至多为2°, 锚索孔深和杆体长度需满足设计要求。

(2) 建设锚索时遵循“自上而下, 分段分层”原则施工, 上层土钉砂浆和喷射混凝土的养护周期至少为7d。待其张拉锁定之后才能开挖下层土方, 开始下层锚杆作业。

(3) 严格根据设计图纸设置钻孔位置, 确保锚孔位于同一条直线上。

(4) 锚索成孔操作时使用全套管钻孔跟进技术。钻进时循环提插钻杆, 若套管中出现出土现象, 则利用喷水钻头将沉渣冲洗干净之后再接下节钻杆; 为了避免对土层的稳定性造成影响, 钻孔时选取跳打法施工。

(5) 锚杆注浆时选取含有普通硅酸盐42.5级的水泥, 水灰比控制在0.4~0.5; 实施二次高压注浆时, 注浆压力应控制在2.5~5.0MPa, 时间应控制在3~5min, 水泥用量至少为60kg/m³。

(6) 当注浆强度等于15MPa时即可张拉锚杆, 张拉值为200kN, 当张拉至标准要求的0.9~1.0倍后根据要求锁定, 锁定值为100kN。

四、预应力混凝土管桩在应用中的质量控制要点

(一) 管桩制作控制

预应力混凝土管桩的生产要严格遵循制作流程, 加强管桩制作相关技术指标的控制, 管桩制作的原材料要求、流程要求以及管桩的运输、堆放、吊放操作规程等相关标准应符合《先张法预应力混凝土管桩》(GB13476)规定, 加强成品桩的外观检查和性能检测, 确保成品管桩的合格性, 为现场后续施工打下基础。

(二) 管桩锤击方案控制

预应力混凝土管桩锤击方案要根据土层性质、桩位情况、管桩长度、管桩规格合理确定。打桩顺序宜采用先大后小, 先深后浅, 先长后短的原则施打, 在锤击过程中, 宜采用重锤低击, 低锤重击的锤击方法, 要根据实际情况合理调整锤击落

距, 以达到良好的锤击效果, 预防出现挤压临桩造成桩身倾斜、断桩, 锤击方法不当造成桩顶、桩身破损等问题。

(三) 管桩的长度控制

若基坑开挖深度较大或者地基土的强度较低时, 管桩长度大于15m, 故管桩需使用接头。由标准图集可知, 焊接或机械连接接头为等强度接头, 然而, 这两者的施工质量在实际应用中较难把握, 容易致使接头位置出现抗弯刚度差的缺陷, 从而提高成本。对此, 可采取以下措施解决。1) 在强度较大的地表土层上面实施放坡, 降低管桩、支撑及压顶围梁的标高, 尽可能选取单节管桩。2) 加强接头焊接的监督, 提高接头质量, 设置2名技术高超的电焊工进行对称式焊接, 分三次满焊, 并由监理从旁监督。3) 在基坑底部加设水泥搅拌桩, 加固被动区软弱土体, 加固方法采取格栅式连续加固法或墩式间隔加固法。4) 使用静压沉桩法能让管桩的设计标高误差小于20mm, 便于施工压顶围梁; 若管桩超高通过切割使其符合标准, 桩头的锚筋插进灌芯的混凝土内; 管桩超低则支设胎模, 浇捣混凝土。

(四) 管桩锤击垂直度控制

预应力混凝土管桩现场施工要加强初始垂直度和过程垂直度的控制, 相关控制指标符合《建筑桩基技术规范》(JGJ94)规定。在开始锤击时要进行双向垂直度控制, 在锤击过程中应采用经纬仪进行垂直度观测, 把锤击垂直度控制作为管桩锤击施工主要控制项目。在锤击过程中发现垂直度偏差及时进行纠偏, 整个过程确保桩锤、桩帽、桩身在同一轴线上, 预防出现桩身倾斜、破损、达不到锤入深度等问题发生。

(五) 管桩接桩质量控制

预应力混凝土管桩接桩的方法主要采用焊接连接。焊接接桩时, 底部桩顶标高控制在地表0.5m以上, 设置导向箍, 确保上下节桩基垂直无错位; 焊接前桩基焊面清理干净, 按《钢结构焊接规范》(GB50661)规定进行焊接, 以焊接接缝饱满, 焊面呈鱼鳞状为优; 焊接结束自然冷却8min后继续锤击施工, 严禁焊后即打或水冷后打, 以免造成接桩处开裂。

(六) 管桩收锤标准控制

预应力混凝土管桩的收锤标准应通过试验桩的锤击数据, 根据土层地质情况、设计单桩承载力等因素综合确定, 桩基试验按《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106)执行。桩端位于一般土层以设计桩深为主, 最终贯入度为辅进行收锤控制; 桩端位于坚硬质土层以最终贯入度为主, 设计桩深为辅进行收锤控制。在收锤过程中要及时观测, 记录锤入情况, 如出现出现桩体倾斜、破损, 贯入度剧变, 主要控制指标达到要求, 辅助指标相差较大等现象, 应停止打桩, 进行会审研究。

(七) 管桩锤击沉桩异常情况处理措施

1. 引孔时出现塌孔现象

由于工程存在灰白色卵石, 且厚度较厚, 管桩施工时根据地勘显示卵石层厚度进行引孔作业, 实际施工中, 现场引孔后出现塌孔现象。原因分析: (1) 钻孔中对部分土质造成扰动; (2) 基坑降水后地下水位变化, 降水抽离部分土质, 造成土体松散; (3) 附近管桩施工时锤击震动造成土体松动; (4) 粉土的流沙现象。

(下转第505页)

基础设施共建共用、信息系统整体部署、业务应用有效协同,为政府的公共服务提供有力支持,提高为民服务水平,提升政府现代治理能力,夯实信息化基础设施;同时视频共享平台设计以公共安全视频监控建设应用为核心,统筹共建并整合城管、公安、生态、水利、综治等政府视频监控资源和社会化视频监控资源,提升公安、交通、城管、生态、自然资源、水利、教体等部门在动态化、信息化条件下的预警预测、综合防控、视频侦查、现场处置和指挥保障能力,为跨地区、跨部门信息共享提供全景式视频信息服务,为应急指挥、城市管理、社会治理提供可视化信息支撑,构建核心支撑能力。

参考文献

[1]中国国家标准化管理委员会,GB/T 21061-2007 电子政务网络技术和运行管理规范,2011-01-21,中国标准出版社

[2]胡广伟,司文峰,市级政府智慧政务之路——“互联网+政务服务”应用实践,2019-10-01,科学出版社

[3]张毅,政务大数据应用方法与实践,2021-07-01,中信出版社

[4]中国行政体制改革研究会,数字政府建设,2021-05,人民出版社

[5]沈大风,电子政务发展前沿,2014-06-01,中国经济出版社

作者简介:

许兴(1985-),男,江苏扬州人,工程师,硕士;研究方向:卫生信息化。

通讯作者:陈亚成(1990-),男,江苏扬州人,助理工程师,学士;研究方向:卫生信息运维。

(上接第451页)

处理措施:(1)加强地下水的监测,加强对抽水时含砂率的控制,以免过度降水;(2)引孔时加强管理,减少钻孔中造成的扰动;(3)引孔作业与沉桩施工密切配合,随引随沉,并在同一台班完成;(4)对引孔中出现的塌孔范围及时进行回填。

2. 部分沉桩长度不足设计要求

在现场管桩施工时,部分桩沉桩最后三阵贯入度达到要求,直至部分桩出现爆桩情况下,沉桩长度仍不能满足设计最小长度12m的要求。原因分析:(1)勘探资料不够详细,对工程地质情况不明;(2)勘探工作是以点带面,对局部硬夹层不可能全部了解清楚,尤其在复杂的工程地质条件下。

处理措施:(1)在问题管桩附近补桩,但仍有补桩不满足长度要求;(2)对长度不足的桩增加进行桩基检测,后续检测表明承载力及桩身完整性均满足设计要求;(3)后续沉桩施工时加长引孔长度,保证引孔穿透卵石层。

3. 部分桩出现桩顶上涌情况

在现场管桩施工时,部分桩沉桩完成后,后续施工出现桩顶上涌情况,桩间土标高上浮。原因分析:(1)沉桩时,由于桩身附近土层被压密并挤开,使土体产生垂直方向的隆起,造成临近完成桩产生上浮;(2)沉桩施工方法与施工顺序不当;(3)管桩复打不到位。

处理措施:(1)后续施工自楼栋中间向四周对称施打;(2)加强对管桩复打;(3)加强管桩施工中标高检测,在沉桩到位、整栋楼管桩施工完毕、复打完成、管桩检测前分别进

行桩顶标高检测,发现问题及时处理。

结语

综上,随着经济的高速发展和城市建设的扩张,预应力混凝土管桩因其在安全质量控制简便,施工速度快,建设成本低等方面的优势,在工程建设中将继续广泛使用。在今后的应用中,要不断创新和改革,进一步加强新型预应力混凝土管桩材料的研发,新型管桩设备的应用,新型建筑仪器的辅助,提高管桩结构耐久性,降低对周围环境的影响,优化流程,规范施工,提高桩基安全稳定,确保工程牢固可靠。

参考文献

[1]黄威,赵庆鑫.预应力高强度混凝土管桩在复合地基设计中的应用——以太原市南中环-西中环立交工程为例[J].城市道桥与防洪,2018(05)

[2]朱麟敏.先张法预应力混凝土管桩在公路复合地基中的应用[J].福建建设科技,2011(04)

[3]GB13476-2009.先张法预应力混凝土管桩[S].北京:中国标准出版社,2009

[4]GB50007-2011.建筑地基基础设计规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2011

[5]GB50202-2018.建筑地基基础工程施工质量验收标准规范[S].北京:中国计划出版社出版,2018

[6]JGJ106-2014.建筑桩基检测技术规范[S].北京:中国建筑工业出版社,2014.