

# 浅谈 PHC 管桩关键施工技术质量要点

史春

上海市基础工程集团有限公司

DOI:10.12238/btr.v7i2.4296

**[摘要]** 本文以嘉松越江公路引桥D800-PHC桩施工为例,详细介绍了PHC桩施工准备事项、关键工序控制要点、过程存在的问题应对措施。通过控制各环节要点指标,实现了引桥PHC桩全为一类桩的目标,希望可为今后相类似工程提供借鉴。

**[关键词]** 施工准备; 控制要点; 应对措施; 一类桩

**中图分类号:** TU721+.1 **文献标识码:** A

## Discussion on Key Construction Technology and Quality Points of PHC Pile

Chun Shi

Shanghai Basic Engineering Group Co., Ltd

**[Abstract]** This article takes the construction of D800-PHC piles for the Jiasong Cross River Highway Approach Bridge as an example, and provides a detailed introduction to the preparation items, key process control points, and problem-solving measures for PHC pile construction. By controlling the key indicators of each link, the goal of all PHC piles in the approach bridge being of the same type has been achieved, hoping to provide reference for similar projects in the future.

**[Key words]** construction preparation; Control points; Response measures; Class I pile

### 前言

PHC桩作为桥梁新型桩基础,其预制完成后运至现场,使用沉桩机沉桩,每沉完一节桩进行续接,直至完成全部<sup>[1,2]</sup>,相较于钻孔灌注桩,具有质量可靠以及施工效率高等特点,并且承载力为同直径长度钻孔灌注桩的150%左右,因此,PHC桩在工程中使用越来越广泛。

### 1 工程概况

本工程位于上海市松江区,北起金平路路口跨越黄浦江,南至松金公路,全长1825m,桥位基本为农田,穿越1处村庄。引桥工程为双幅桥结构,28跨总长827m,均采用d800PHC桩基础,桩长30m~36m不等,共计600根。桩穿越各地层至持力层为⑦2层,嵌入3m左右,单桩基竖向承载力为6000KN/2=3000KN,桩型包含AB/B/C三种型号,单桩由2~3节桩接长而成。

### 2 PHC管桩关键施工技术质量要点

PHC桩总体施工流程为:施工准备→材料设备进场验收→沉桩接桩及续打→终沉确定及荷载试验→总结及下一桩施工。

#### 2.1 施工准备

施工准备主要包括熟悉施工环境,明确内容,拟定施工工艺和措施,确定验收标准。PHC桩施工准备包括勘察图纸学习及接受勘察交底、场地调查及准备、测量准备、设备选择等<sup>[3,4]</sup>。

#### 2.1.1 勘察图纸学习及接受交底

勘察图纸学习主要包括复核桩位标高位置及土层厚度软弱层持力层信息、PHC桩制作运输施工要求、PHC续接及试桩要求等。

PHC桩承载力主要依靠桩侧阻力和桩端承载力,其桩端承载力贡献常会达到桩承载力30%以上,进入持力层与否直接决定着桩竖向承载力。因此,在做好图纸学习以及接受设计交底。

本项目设计交底明确了(1)PHC桩首节不低于12m要求及任意1D范围内错头率≤25%;(2)桩端持力层为7②层,地下无软弱层;(3)因穿越村庄,施工时可能产生振动,建议选用静压施工;施工可能会引起土体隆起,施工时做好周边环境保护和监测;(4)锤击桩主要依靠冲击能沉桩,锤头不低于12.8T、静压工艺沉桩配重不低于单桩承载力3000\*2\*1.1=6600KN;(5)锤击桩以标高控制为主,贯入度为辅,桩端必须进入持力层,如发生标高相差较大时,增加静载试验进一步明确贯入度要求;静压桩以标高控制为主,当无法沉桩以压力控制为主;(6)PHC桩制造运输施工期间强度应满足要求、焊接质量检测等。

#### 2.1.2 场地调查及准备

因地质勘察时,并非逐桩位勘孔,可能会存在地下障碍物如混凝土块,木头墓地等未被勘测到,地下障碍物直接决定了PHC桩是否能沉到位。项目部需要通过走访询问查看现场情况,明确

地表层是否存在潜在障碍物并采取措施。因沉入桩挤土作用明显,必须做好周边建筑物、各类地下地上管线调查保护。

锤击桩及静压桩设备较重,施工时不均匀沉降时常发生,设备对地基承载力要求较高,在做好地基处理的同时还应选用具备调整功能的设备,当设备较为落后时,可采取钢板垫平,以保障成桩质量。

### 2.1.3 测量准备

本工程为二级公路总长约1.825km,所使用平面控制网为二等,加密网为二等,施工期间,控制网半年复测,加密网季度复测。

施工前完成测量控制网及加密网布设,并完成包含图纸桩位坐标复核的工程测量方案编制,后续按测量方案指导现场测量。

### 2.1.4 设备选择

根据图纸及设计交底,结合相关规范,最终确定远离居民的桩采取锤击法沉桩,距离近的视情况确定选用静压设备沉桩<sup>[5,6]</sup>。

锤击工艺选用柴油打桩锤JWDD128+DD160锤头(16T),锤击高度0~3.3m,锤击能533KJ,最大爆发力4500KN,根据机械能转化为摩擦和土体压缩能知,设备设满负荷工作时到最后10击30mm,桩承载力为 $9000/2=4500\text{KN}$ ,满足桩基承载力要求。

静压工艺沉桩工作时,规范要求,机架重量/(桩架重量+配重量) $\geq 0.10$ ,配重量 $\geq$ 桩承载力6600KN,另外还规定了配重重量不宜大于桩极限承载力的1.5倍,即9000KN,最终选用ZYJ1060B-II设备(1080KN),配重9000KN。根据反算,单桩极限承载力为9000KN,满足需求。

## 2.2 材料设备管理

### 2.2.1 材料管理

PHC桩施工材料主要涉及PHC成品桩和焊接材料。

(1)PHC成品桩质量管理。PHC桩加工前,技术部门按设计要求对桩分段和编号;进场时,检查其合格证及同条件养护试块强度,外观包括蜂窝麻面漏筋裂纹等内容;会同监理对桩逐节复测其直径和长度。

实际施工过程中,发现部分节段桩存在长度为-5cm极限偏差。虽单节桩满足规范和设计要求,但当桩分3节时,极限推算偏差超出设计要求-10cm,桩不满足设计要求。鉴于此,每根桩沉桩前,再次复核该桩总长,当不满足要求时,停止使用该根PHC桩施工,同时要求管桩重新配桩;并在第一时间发函至管桩单位,要求调整加工工艺,生产足长桩。

(2)焊接材料管理。设计要求,PHC桩接长采取E5XX级别焊条,为防止现场焊条错领乱用,安排专人管理,早班时,由施焊人员登记领取焊条,正式作业前,施工管理人员检查所用焊条型号是否合格,降低了焊条错用风险。

### 2.2.2 设备管理

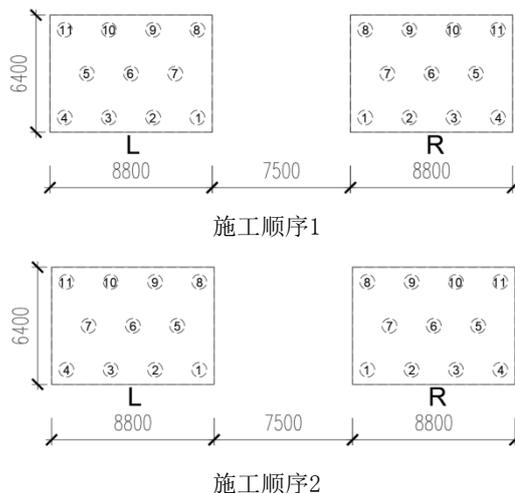
PHC管桩沉桩设备主要包括锤击桩设备和静压桩设备,设备进场后需要检查其设备合格证、油压系统说明书、供电等线路、

配重重量,锤头规格等重要信息,确保设备达到施工要求,测试垂直度调整系统,以保证其具有一定的垂直度纠偏能力,组装后进行检测,确保设备满足需求。

## 2.3 沉桩接桩及续打

### 2.3.1 沉桩顺序

本项目左右承台边净距约7.5m,若按下图施工顺序1(先右幅后左幅)施工时,施工完右幅桩和左幅L5和L6后再实施L7,会造成L7变成中心桩,违背先中心后四周基本原则,现场实施按施工顺序2实施,减弱了桩挤土作用和移机次数。



### 2.3.2 沉桩

因表层土竖向承载力较弱,桩受到突发外力后,极易发生突沉,易造成垂直度不满足要求。本工程首节桩长12~15m不等,垂直度要求为1/100。

因桩进入土层后所受侧向约束较大,可以较大程度的保证其垂直度,故现场实施时增加了初始沉桩步骤。控制要点为在其初始入土1/4~1/5L期间,并用两台经纬仪测量<sup>[7]</sup>,缓慢加载沉桩,控制实测垂直度在实际要求1/200以内,沉桩稳定后,复测沉桩设备水平度及桩垂直度。

具体操作如下:操作人员通过控制锤击设备控制锤头落差10~50cm递增,逐步完成初始沉入,静压机通过控制参与工作的液压顶数量和压力值达到静压力的目的。

完成初始沉桩后,调大锤击设备功率及静压设备压力开始正式沉桩。

### 2.3.3 接桩及续沉

管桩顶距地面1m左右停止沉桩,便于操作人员PHC桩续接。续接前,复测沉桩设备水平度并进行校正,复测已完桩垂直度,垂直度满足要求时进行管桩续接。

接桩工作主要包括上下接触面清理,对桩并限位,临时4~6焊点固定,正式逐层焊接,焊接至少3层,冷却10分钟左右至常温后测温,探伤检测,合格后进行下一步作业。

PHC桩为户外作业,温度湿度和风变化对施工影响比较大,为保证焊接质量,现场增加防风防雨设施。

因续桩期间桩土相对静止,存在一定固结吸附,造成阻力增

加,再次沉桩时,先进行重锤轻击或逐步加力,使得土体再次液化,再逐步加大沉桩力,正常沉桩,避免突发外力造成桩头破碎。

### 2.3.4 终沉标准确定及荷载试验

规范和设计要求,PHC桩以标高控制为主,贯入度为辅。当无法沉至设计标高时,必须进入相应地层,锤击工艺最后10击贯入度30mm,静压工艺静压力不低于6600KN。

现场试桩过程中,存在个别桩未达到持力层,锤击工艺最大距设计标高4.08m,距离持力层为0.5m左右,累计锤击数478锤,最后10击30mm;后多次复打,总锤击次数增加至1000次未再次进尺。

静压工艺沉桩时,静压力为6600KN时,存在一桩欠送2.01m,嵌入持力层1m,后项目部与设计及监理部拟定持续加力至9000KN,继续沉桩,加力至7800KN时,第二次稳压期间,发生桩头破碎,过程中桩均未继续进尺,后对桩头修复,拟定静载,后进行小应变检测,为1类桩,静载试验满足设计要求。

而后与勘察设计及监理商讨PHC桩停沉标准,现有施工工艺,满足施工要求,锤击桩终沉标准为锤击能为533KJ,最后10击30mm,锤击三阵;为安全考虑,静压桩最大加压力为6000KN\*1.2=7200KN,加压3次,每次持续时间10S;如无进尺,则沉桩结束。

通过以上过程控制,最终实现了引桥PHC桩顺利完成沉桩,全为一类桩的目标。

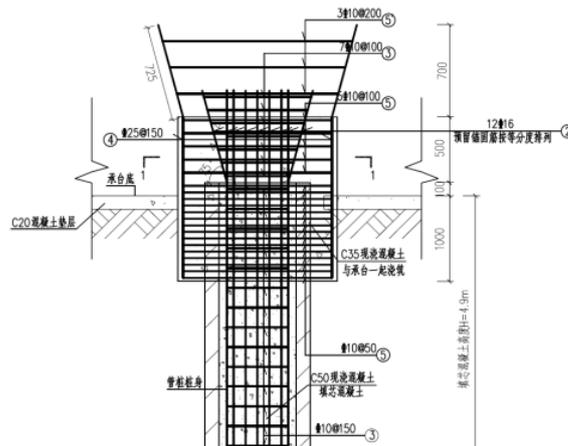
### 3 存在的问题及预防措施

(1)规范规定了单节PHC桩长度验收偏差标准,然而实际中一根桩由多节桩组成,误差累积会导致总长不足,引起标高无法达到设计要求,现场管理人员需要做好桩编号现场成品实测及供货单位生产过程监督。

(2)PHC桩沉桩过程中,增加初始沉桩工序可大幅提高桩垂直度;沉桩过程中,每节桩完后对设备平整度检测,续接桩垂直度复查调整可以减少设备不平或已完桩垂直度不佳产生的误差累积。

(3)PHC桩正式施工前,应进行试桩,其一可以验证设计桩基承载力,其二根据试桩情况可明确停沉标准,施工工艺可行性;其三根据试桩沉桩情况,与参建各方讨论调整桩长或终沉标准事项。

(4)PHC桩无法沉至设计标高深入承台时,会影响后续承台施工,为确保桩头与承台结构简洁有效,桩头处理可按下图施做。



PHC桩截桩后处理图

### 4 总结

PHC桩作为新型桩基础,施工效率高,经济效益好,是新建工程桩基础良好备选方案之一,但在沉桩过程存在一定的质量风险,本文从施工准备、材料设备控制、沉桩过程管理、结合荷载试验确定沉桩标准,并提出一种可用于截桩的桩头处理方式,逐点分析并提出解决对策,最终提高了沉桩质量,希望可以为类似工程提供参考借鉴。

### 【参考文献】

[1]苏火金.预应力高强混凝土桩(大直径PHC桩)的施工技术探讨[J].四川水泥,2024,(01):210-212+241.  
 [2]张发明.港口码头工程中PHC桩沉桩技术要点分析[J].珠江水运,2021,(01):98-99.  
 [3]林南.超高强预应力混凝土管桩(PHC桩)施工技术研究[J].江西建材,2020,(12):230-231.  
 [4]史高飞,苏明珠,张继宁,等.复杂地质条件下锤击式PHC管桩施工质量控制[J].中国住宅设施,2022,(12):78-80.  
 [5]薛媛.高桩码头PHC桩水上沉桩施工的质量控制[J].工程建设与设计,2021,(10):98-100+120.  
 [6]陆冠.复杂地质条件下PHC桩静压试桩分析[J].福建建材,2021,(01):81-83.  
 [7]张小辉.高桩码头PHC桩定位施工工艺及方法研究[J].珠江水运,2023,(20):100-102.

### 作者简介:

史春(1990—),男,汉族,安徽省界首市人,硕士研究生,工程师,研究方向:大跨度桥梁施工。