

四川地质建筑工程钻孔植桩工艺现状及研究意义

李明辉

四川华西管桩工程有限公司 四川成都 610000

摘要: 预应力管桩是工厂流水线制作,成桩质量稳定,穿透力强,施工进度快,施工造价经济低等诸多优势,在基础应用中得到较好应用。但锤击、静压等传统施工工艺因受地质情况、环境因素等条件限制,制约预应力管桩桩基础的工程应用。

关键词: 建筑工程; 钻孔植桩; 工艺现状; 研究意义

Current situation and research significance of Drilling pile planting technology in Sichuan Geological Construction Engineering

Minghui Li

Sichuan Huaxi Pipe Pile Engineering Co., Ltd. Chengdu, Sichuan 610000

Abstract: The prestressed pipe pile is made by a factory assembly line. It has the advantages of pile quality stability, strong penetration, fast construction schedule, construction cost, and low economic. It is applied well in the basic application. However, traditional construction techniques such as hammer and static compression are restricted by geological conditions and environmental factors, which restrict the engineering application of prestressed pipe pile foundations.

Keywords: construction engineering; drilling and pile planting; process status; research significance

1 现状

钻孔现浇灌注桩,单桩承载力高,且适用于大多数地质情况,使用范围较广,混凝土浇筑时,桩身易出现夹渣情况,高回填区域成孔易塌孔、缩颈,桩身质量难以得到保证,检验周期长,影响施工进度。

在我国浙江、上海、广东等地区逐步应用钻孔植桩施工。本工艺研究,将预应力管桩、钻孔灌注桩的优点结合,发挥预钻孔、预制桩双重优势,扩大川内预制管桩应用范围^[1]。

1.2 意义

采用钻孔植桩桩基,消除预制桩和灌注桩工艺中存在的缺陷,集成预制桩和灌注桩的各种优点,且复合后桩基质量更好,提高了抗震水平,钻孔植桩成桩工艺将在建筑工程中能广泛应用,是十分理想的桩基形式。

2 原材料、设备、施工流程及检测方法

2.1 原材料

(1) PHC管桩

植桩项目一般考虑使用PHC500AB125及

PHC600AB110桩型,管桩均为公司新津厂生产,其性能指标如下:

桩型	抗压强度/MPa	抗折强度/(kN·m)
PHC500AB125	91.4	286.4
PHC600AB110	90.6	392.8

砂浆

等级	28d抗压强度/MPa	稠度/mm
M10	14.6	80
M20	26.8	80
M30	35.9	70

细石砼

等级	28d抗压强度/MPa	坍落度/mm
C20	27.4	160
C30	36.5	170

桩尖采用标准十字桩尖,外形符合10G409《预应力混凝土管桩》,规格如下:

适用桩径/mm	材质	尺寸/mm
500	Q235	470*12+125*18
600	Q235	570*12+125*18

2.2 设备

(1) 旋挖钻机

型号	最大扭矩 (kN.m)	最大钻孔直径 (mm)	最大钻孔深度 (m)	工作重量 (t)
ZC-220D	220	2300	66	74

(2) 长臂螺旋钻机

型号	动力头功率 (kw)	钻孔直径 (mm)	最大钻孔深度 (m)	工作重量 (t)
SD-10	18.5	600	12	16

(3) 冲击钻

型号	动力头功率 (kw)	钻孔直径 (mm)	最大钻孔深度 (m)	工作重量 (t)
SD-10	18.5	600	12	16

(4) 液压打桩机

型号	最大提锤高度 (m)	最大落距 (m)	适用桩径 (mm)	锤重 (t)
HY-16	17	1.5	400-800	16

2.3 施工流程

先采用钻孔设备预先成孔至设计深度，孔内灌入填充材料，采用锤击方式将PHC管桩沉入孔底。

2.4 检测方法

2.4.1 低应变检测桩身完整性

(1) 检验仪器参照JG/T3055-1999《基桩动测仪》^[2]。

(2) 检验方法参照JGJ106-2014《建筑基桩检测技术规范》。

(3) 桩身完整性评判标准参考DB51/T5070-2016《四川省先张法预应力高强混凝土管桩基础技术规程》。

2.4.2 静载检测承载力

(1) 采用液压千斤顶(200-300t)进行加载，采用精密压力表(100MPa)测量位移。

(2) 检测时间：以砂土、卵石土为桩端持力层时，试验休止>7d；以粉土为桩端持力层时，试验休止>10d；以粘性土为桩端持力层时，非饱和时试验休止>15d，饱和时>25d；以遇水软化的岩石层为桩端持力层时，试验休止>28d。

(3) 采用慢速维持载荷法，加载至极限：加载方式参照JGJ106-2014《建筑基桩检测技术规范》。

3 钻孔机具对比

3.1 试验情况

项目地址	地质情况	钻孔机具	成孔情况		备注
			成孔速度	成孔质量	
成都市新都区	黏土-细砂-稍密卵石-中密卵石	旋挖机	14m/h	良好	
		长螺旋	8m/h	良好	
		冲击钻	/	/	

绵阳市涪城区	回填土-黏土-稍密卵石层	旋挖机	11m/h	良好	
	-强风化泥岩	长螺旋	6m/h	部分轻微倾斜	
	-中风化泥岩	冲击钻	/	/	
成都市天府新区	回填土-黏土	旋挖机	15m/h	良好	需使用护筒
	-强风化泥岩	长螺旋	/	/	
	-中风化泥岩	冲击钻	13m/h	良好	产生泥浆多, 场地污染大

3.2 综合单价对比

设备	旋挖机	长螺旋	冲击钻
成孔单价(元/米)	140	50	160

3.3 总结

(1) 旋挖机地质适应情况宽泛，速度较快，场地较为干净。遇到易塌孔地质需增加护筒措施，会增加成本^[1]。

(2) 长螺旋单价低，噪音小。成孔速度慢，力量小，钻至中风化或中密卵石时，推进极缓慢，而川内管桩基础多以中风化或中密卵石为持力层。

(3) 冲击钻能直接形成泥浆护壁，更适用于易塌孔的地质。污染场地，费用高。

4 钻孔孔径对比

4.1 试验思路

对比不同孔径对桩的桩位偏差和垂直度影响，找到最适宜的孔径。

4.2 试验条件

桩型：PHC500AB125和PHC600AB110

持力层：中风化泥岩

设计承载力：500桩1800kN，600桩2500kN

4.3 试验情况

管桩桩径/mm	孔径/mm	桩位偏差/cm						成桩垂直度/‰					
		4.4	6.3	/	/	/	2.3	1.5	/	/	/		
500	450	4.4	6.3	/	/	/	2.3	1.5	/	/	/		
	570	3.3	9.2	4.1	10.6	7.2	3.9	2.3	1.8	4.5	2.6		
	600	8.9	3.8	11.5	4.5	6.3	1.7	2.8	4.4	4.9	5.4		
	650	11.2	8.2	10.2	13.3	/	6.1	3.3	6.0	4.4	/		
	700	14.8	17.6	/	/	/	7.7	2.4	/	/	/		
600	670	7.6	5.5	5.2	1.8	4.9	0.7	4.2	2.3	1.1	3.6		
	700	2.6	3.3	10.4	13.6	/	3.3	4.1	1.9	8.8	/		
	800	2.3	/	/	/	/	9.2	/	/	/	/		

在500桩钻450mm孔径时，出现了吊脚桩。而孔径大于桩径时，桩位偏差和垂直度易不符，孔径大越多，情况越严重。先尝试在成孔上部区域吊入一双层护筒再打桩。护筒长2m，护筒外层与孔径相同，紧贴孔壁，确保护筒与成孔方向一致；内层比桩径大2cm，确保桩在护筒中心控制桩位偏差和垂直度^[4]。但实际使用过程中，由于成孔有不同程度轻微缩孔及打完护筒不易拔出易

变型, 虽起到改善桩位偏差和垂直度的作用, 但使用不便, 成本高至约50-55元/m。

随后尝试了再桩底部四周增加4块铁片, 铁片上钉上木方, 等于把桩底部外径扩大到了比桩径小2cm, 确保桩底部基本处于孔中央。实际使用效果较好, 多数桩桩位偏差都<5cm, 垂直度能<5‰。但部分桩位由于固定不牢靠, 在吊放桩中木方脱落未见效。比桩径大100mm的孔增加成本约一个桩位8-10元, 其他孔径未试验和测算。该法使用方便, 价格较低。

5 注浆填充材料对比

5.1 试验条件

试验地质: 同4-1

试验桩型: PHC500AB125

试验孔径: 600mm

持力层: 中风化泥岩

设计承载力: 1800kN

5.2 试验情况

材料种类	标号	翻浆情况	是否达到持力层	单桩测试承载力极限值 /kN		
湿拌砂浆	M10	正常	是	4630	4840	4710
	M20	正常	是	4880	4520	4630
	M30	正常	是	5030	4740	4890
细石砼	C20	正常	是	4960	4810	4990
	C30	正常	是	5040	4950	5100

5.3 总结

(1) 湿拌砂浆和细石混凝土都能起到良好的填充作用。

(2) 不同标号填充材料均满足承载力要求。

(3) 不同标号填充材料对极限承载力的影响较小, 由于桩长较短(7-16米), 且桩嵌入持力层, 承载力主要为端承^[1]。填充料仅能增加摩擦力, 在承载力中占比小, 影响不明显。

6 钻孔深度对比

6.1 试验条件

桩型: PHC500AB125

试验孔径: 600mm

设计承载力: 均为1800kN

项目1地质: 素填土-粘土-强风化-中风化, 持力层起伏大, 直接打桩桩长难以控制, 且易滑移。

项目2地质: 黏土-强风化-中风化, 持力层埋深较浅, 直接打桩不能满足有效桩长。

项目3地质: 粘土-松散卵石-稍密卵石-中密卵石, 稍密卵石层较厚, 直接打桩不容易达到持力层。

6.2 试验情况

项目	孔深	贯入度情况	桩身完整性情况	静载情况
项目1	仅钻至持力层	16-25mm	均完整	1根达到1800kN, 2根未达到
	进入持力层0.5m	17-22mm	均完整	均达到1800kN
	进入持力层1m	9-15mm	64根完整, 3根较完整	均达到1800kN
	进入持力层1.5m	9-14mm	均完整	均达到1800kN
	进入持力层2m	10-12mm	均完整	均达到1800kN
项目2	仅钻至持力层	14-25mm	均完整	均达到1800kN
	进入持力层0.5m	13-18mm	均完整	均达到1800kN
	进入持力层1m	12-18mm	34根完整, 2根较完整	均达到1800kN
	进入持力层2m	12-14mm	均完整	均达到1800kN
项目3	仅钻至持力层	11-25mm	2根完整, 1根较完整	均达到1800kN
	进入持力层0.5m	13-17mm	均完整	均达到1800kN
	进入持力层1m	11-17mm	55根完整, 5根较完整	均达到1800kN
	进入持力层2m	9-10mm	均完整	均达到1800kN

注: 工程桩为进入持力层1m, 其他深度均为试验桩, 每个项目每种深度仅试验3根。

6.3 总结

(1) 在持力层起伏大、持力层预埋浅以及卵石层地质中, 钻孔深度与桩身完整性没有明显关系。

(2) 钻孔深度应至少进入持力层一倍桩径, 确保承载力满足要求。保险起见, 建议至少进入2倍桩径^[2]。

7 结语

在四川地区, 旋挖机是适用性最广、相对经济高效的钻孔植桩钻孔机具。对于四川地区最常用的PHC500AB125和PHC600AB110桩, 孔径比桩径大100mm为最优孔径, 钻头通用, 对桩位偏差和垂直度影响较小。对于桩长不超过16m的植桩, 细石砼和砂浆均可用于填充孔隙, 其强度等级对承载力影响不大。为确保承载力满足设计要求, 钻孔深度不宜低于进入持力层2倍桩径。

参考文献:

- [1]刘杰.应用旋挖钻机施工铁路桥梁钻孔桩技术[J].四川建材, 2012, (8): 117-118.
- [2]李林, 闵峰.旋挖钻机施工钻孔灌注桩的工艺研究[J].中国工程科学, 2010, (4): 33-36.
- [3]邱宗宇.旋挖钻机在砂卵石地层桩基施工中的应用[J].企业科技与发展, 2010, (14): 120-122.
- [4]侯靖东, 范伟忠.旋挖钻机在宁溧路高架桥桩基施工中的应用[J].城市道桥与防洪, 2010, (4): 128-130.