

高层建筑工程施工中桩基础施工技术分析

曾慧友

浙江华东工程咨询有限公司, 浙江 杭州 310030

[摘要] 因为我国城市化发展水平不断提升, 为了有效解决城市用地紧张等难题, 大部分建筑设计愈来愈高, 这不但意味着城市的不断繁荣、成熟, 而且也能够体现出社会的不断进步和发展。所以, 在今后发展中, 很多住宅房屋设计会愈来愈高, 而对现今的建筑技术造成更大的挑战。由于高层建筑物数量的持续增多, 建设施工难度不断提升, 由此会对技术人员造成一定的压力。若其中一个步骤不合理、不规范, 必然会引起安全问题。对此, 为了增强建筑物的建筑质量, 则需要高度重视桩基础建设工作。某项目位于杭州市钱塘江畔, 建筑高度 98m (20 层高层建筑), 地下室三层 (高度 15.6m), 地基基础设计等级为甲级, 地基为砂土, 必须采用桩基础, 目前项目已建成, 整栋楼处于稳定状态, 通过对本项目的技术总结希望能为高层建筑桩基础施工起到一定的借鉴作用。

[关键词] 高层建筑; 工程施工; 桩基础施工技术

DOI: 10.33142/aem.v5i7.9291

中图分类号: TU753.3

文献标识码: A

Analysis of Pile Foundation Construction Technology in High-rise Building Construction

ZENG Huiyou

Zhejiang Huadong Engineering Consulting Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310030, China

Abstract: Due to the continuous improvement of urbanization development level in China, in order to effectively solve the problems of tight urban land use, most architectural designs are getting higher and higher. This not only means the continuous prosperity and maturity of cities, but also reflects the continuous progress and development of society. In future development, many residential housing designs will become increasingly advanced, posing greater challenges to current building technology. As the number of tower block continues to increase, the construction difficulty continues to increase, which will cause certain pressure on technicians. If one of the steps is unreasonable and non-standard, it will inevitably cause safety issues. Therefore, in order to enhance the building quality, it is necessary to attach great importance to the construction of pile foundation. A project is located on the bank of Qiantang River in Hangzhou City, with a building height of 98m (20 storey high-rise building), three storeys of basement (15.6m high), the design grade of foundation is Grade A, and the foundation is sandy soil, so pile foundation must be used. At present, the project has been completed, and the whole building is in a stable state. Through the technical summary of this project, we hope to play a certain reference role for the construction of pile foundation of high-rise buildings.

Keywords: high-rise buildings; engineering construction; construction technology of pile foundation

1 高层建筑桩基础技术

在桩基础施工前要通过试打桩来确定设计参数, 有抗压桩和抗拔桩两种形式, 抗压桩需做承载力试验, 抗拔桩需做拉拔试验。

桩基础按承载性质不同可分为端承桩和摩擦桩两种, 这也是建筑工程常见的桩基础技术。端承桩是指一些能够穿透软弱土层, 且把建筑物荷载利用桩转移至桩端坚硬土层或者岩层中。与软弱土层相比, 桩侧对桩身造成的摩擦力相对微弱, 一般无须考虑。摩擦桩是指沉在软弱土层中, 且存在侧土摩擦效应, 把上层负荷转移、分散到桩四周, 桩端土层也发挥支承功能, 桩尖支承的土不严密, 相比于土层而言, 桩能够产生迁移, 此时则能够发挥摩擦桩的功能。本项目桩基础为端承桩形式。

本项目地基为砂土, 按桩基础的施工工艺主要采用了泥浆护壁钻孔灌注桩、少量采用了长螺旋钻孔压灌桩。

1.1 泥浆护壁成孔灌注桩施工

1.1.1 施工步骤

场地平整→桩位放线→开挖浆池、浆沟→护筒埋设→钻机就位、孔位校正→成孔、泥浆循环、清除废浆、泥渣→清孔换浆→终孔验收→下钢筋笼和钢导管→二次清孔→浇筑水下混凝土→成桩。

1.1.2 技术要求

做工艺性试成孔实验, 数量 ≥ 2 根。

护壁泥浆选择的是原土造浆, 不达标的土层需要制作成泥浆。在操作过程中, 钻孔中泥浆液面高度超过地下水位的 1/2m。

正、反循环成孔机需要按照桩型、地质环境、成孔要求等给予确定, 砂土层成孔的过程中一般使用的是反循环钻机。

清孔选择的是正循环钻机, 完工之后孔底沉渣厚度:

端承型桩一般 $\leq 50\text{mm}$ 。

钢筋笼一般是分段设计,接头通常选择的是焊接,一般需要互相错位,其长度必须要符合标准规定。

水下混凝土的强度一般需要根据比例进行确定,逐步提升等级,坍落度的理想范围是 $180\sim 200\text{mm}$;在灌注过程中一般是通过导管法进行持续操作;超灌高度一般需要超过桩顶标高 1m ,充盈系数需要 ≥ 1 。

桩底注浆导管一般是通过钢管材料制作而成,桩数量 ≥ 2 根。注浆终止要求需要注意调整注浆量、注浆压力,其中,注浆量是最重要的。唯有符合以下两个条件的其中一个,就能够终止注浆:①注浆量超过设计底线;②注浆量 $\geq 80\%$,同时注浆压力超过设计值。

1.1.3 泥浆护壁钻孔灌注桩存在的质量问题及应对策略

坍孔:于成孔时或后,孔壁坍落;

应对策略:若引起孔口塌陷,则需要把砂、黏土等一并回填其位,确保超过坍孔高度 $1\sim 2\text{m}$,如坍孔问题非常严重,必须要全部回填,等到沉积完全密实之后方可开孔。

钻孔漏浆:当成孔时,泥浆通常会在孔外逐步渗漏;

应对策略:增稠泥浆或者混入黏土,逐步下调转速,或者于回填土中掺入卵石、膨润土等,重复冲击,增强护壁效果。

桩孔倾斜:在开孔后孔洞不垂直,有明显的垂直偏差现象;

应对策略:于倾斜位置上固定钻头,重复扫孔。确保孔洞垂直;于偏斜位置上回填黏土、砂土,等到完全密实之后方可开孔。

缩孔:桩径没有达到设计要求;

应对策略:需要通过重复扫孔法进行扩大。

钢筋笼放置和设计标准不符合:钢筋笼出现异常变形问题,保护层数量有限,深度不达标;

应对策略:逐段设计,增强钢筋强度;导入保护层垫块,轻拿轻放,避免碰撞。在运输、吊装等期间发生钢筋笼变形问题,需要第一时间进行修复。

1.2 长螺旋钻孔压灌桩

(1)长螺旋钻孔压灌桩钻进过程中应符合下列规定:

钻机定位并给予复检,钻头和桩位点偏差 $\leq 20\text{mm}$,打孔的过程中减缓速度;钻孔期间,避免反转,或者应该控制钻杆提升速度。

螺旋钻杆和出土系统导向轮缝隙 \leq 钻杆外径 4% 。出土装置的出土斗离地面高度不得小于 1.2m 。

(2)长螺旋钻孔压灌桩泵送混凝土应符合下列规定:

混凝土泵应根据桩径来选型,混凝土泵与钻机的距离不宜超过 60m 。

泵送混凝土同时应提钻,提钻速率控制与泵送量相匹配。

桩身混凝土在泵送灌注的过程中需要持续进行,如果

钻机迁移,在泵料斗中的混凝土必须要持续搅拌。泵料斗中的混凝土液面于料斗底端之上的高度 $\geq 400\text{mm}$ 。

混凝土输送泵管必须要维持水平状态,泵管下侧必须要垫实。

如果温度 $> 30^\circ\text{C}$,一般需要在输送泵管中铺设一层隔热垫,定期对其喷水控温。

钻到标高位置,需要泵入混凝土,然后停滞 $10\sim 20\text{s}$,接下来需要逐步提高钻杆高度。其速度需要按照土层的变化灵活调整,一般要和混凝土泵送量保持一致,确保管中的混凝土高度符合要求。

(3)压灌桩充盈系数大小范围是 $1.0\sim 1.2$ 。桩顶混凝土超灌高度一般 $\geq 0.3\sim 0.5\text{m}$ 。

(4)成桩后,必须要第一时间清理钻杆、泵管中残余的混凝土。如果长期停滞,则需要通过清水进行冲洗。

(5)钢筋笼可分段制作,接头采用焊接。钢筋笼应加工成整体。

(6)混凝土压灌完成之后,必须要第一时间把钢筋笼插到设计标线内。一般通过专用插筋器来完成。

1.3 桩基检测技术

1.3.1 一般包括两个环节

施工前,按照设计要求进行试验桩检测,计算单桩极限承载力;施工后,对工程桩检测结果进行验收,对2个指标进行检测,即:单桩承载力、桩身完整性。

1.3.2 桩基检测的方法、目的

单桩垂直抗压静载试验。目的:计算单桩垂直抗压极限承载力;判断其是否符合设计规定;然后利用桩身应变、位移检测,桩侧评价、桩端阻力,验证高应变法等对其结果进行测定。

(1)本工程桩选择的是单桩承载力检测:

①检测量:不同类型的桩 \geq 对应桩型总量的 1% ,同时需要 ≥ 3 根。用作承载力检测的单桩混凝土龄期应不少于 28d 。

②单桩竖向承载力静载试验的工程桩应采用慢速维持荷载法。

③静载试桩检测完成后应对其进行小应变桩身完整性检测。

④静载试验检测桩及锚拉桩桩头制作、锚桩横梁等检测所需结构构件和埋件由检测单位深化完成。

⑤单桩垂直抗压静载设计试验桩,其数量 ≥ 6 根。

(2)单桩垂直抗拔静载试验。目的:计算单桩垂直抗拔极限承载力;分析其是否符合设计条件;利用桩身应变、位移检测等确定抗拔侧阻力。此工程中单桩竖向抗拔设计试验桩合计 6 根。

(3)单桩水平静载试验。目的:计算单桩水平临界荷载、极限承载力,确定土抗力参数;

分析其水平承载力、位移等是否符合设计标准;利用

桩身应变、位移检测等计算桩身弯矩。

(4) 钻芯法。目的：计算灌注桩长度、混凝土强度、桩底沉渣厚度，分析桩端持力层岩土性状变化，并对其完整性进行测定。

(5) 低应变法。目的：了解桩身不足及其方位，分析其完整性类型。

(6) 高应变法。目的：分析单桩垂直抗压承载力是否符合设计条件；判断桩身不足及其方位，了解其完整性类型；计算桩侧、桩端土阻力大小；然后对打桩过程进行监测。

(7) 声波透射法。目的 判断灌注桩桩身不足及其方位，分析其完整性类型。

1.3.3 桩基检测后需要达到的要求：

通过应变法、声波透射法等给予测定，受检桩混凝土强度一般 \geq 设计强度的70%，同时 $\geq 15\text{MPa}$ 。

选择钻芯法进行测定，桩混凝土龄期通常需要超过28d，另外，在相同养护强度条件下需要满足强度设计要求。

常规承载力测前的休止时间：砂土地基、粉土地基、非饱和黏性土、饱和黏性土分别 ≥ 1 周、10d、2周、 $\geq 25\text{d}$ 。泡浆护整灌注桩一般需要适量地延长休止期。

1.3.4 验收检测受检桩选择要求

- (1) 施工质量存在问题的桩；
- (2) 局部地基出现问题的桩；
- (3) 承载力检测时采用III类的桩；
- (4) 设计者认定非常关键的桩；
- (5) 施工条件不一样的桩；
- (6) 需要根据规定要求随机性挑选。

1.3.5 验收测定

验收测定过程中，一般需要先判断桩身完整性，接下来测定承载力。对于完整性检测来说，需要在基坑挖掘之后操作。

1.3.6 桩身完整性包括四种

即：I、II、III、IV类。I类代表着桩身完整；II类代表着桩身存在不明显的缺陷，但是不会对其结构承载力造成不利影响；III类代表着桩身存在非常明显的缺陷问题，而且还会对其结构承载力造成限制；IV类代表着桩身具有非常严重的缺陷情况。经检测本项目桩基本为I类桩、个别为II类桩，均满足设计要求。

1.3.7 单桩垂直抗压承载力

单桩垂直抗压承载力特征值一般需要按照50%来取值计算；具体来说，其需要根据单桩垂直抗拔极限承载力50%来计算；关于单桩水平承载力特征值的计算而言；桩身禁止裂解，在灌注桩身配筋比的过程中，如果发现其 $< 0.65\%$ ，那么一般选择的是处于水平临界荷载的0.75倍。

1.3.8 钻芯法进行测定

通过钻芯法进行测定的过程中，所有桩的钻孔量及方位规定：桩径 $< 1.2\text{m}$ 一般需要开1-2个孔；桩径在

1.2-1.6m之间的一般需要开2个孔；桩径 $> 1.6\text{m}$ 一般需要开3个孔；钻孔最佳的方位是在距桩中心(0.15-0.25)D范围内，一般要保持对称性。

1.4 泥浆固化处理

为了达到节约成本及保护环境的目的，桩基施工过程中的废浆排放通过软管排进工地预先安装设置好的泥浆固化处理设备浆池内，再经过固化设备将泥浆固化为土，再用自卸车运输出去。

2 高层建筑工程中桩基础施工技术优化管控

2.1 注重实地考察

在建筑项目进行地基施工建设前，必须要加强实地考察，由此能够了解地质性质、土质结构，而且还能够掌握施工现场的实际情况，以便于对整体情况进行客观性把握与了解，方可最大化地增强地基施工建设的稳固性与安全性，也能够确保其使用周期延长。利用实地考察，并按照其结果确定具体的施工计划，相关技术人员必须要根据施工条件进行建设，科学性地确定地基施工技术。在施工前，必须要按照施工计划对其场地展开测量分析，在开挖基坑的过程中，必须要加强相关标识点的安全防护，若要确保施工质量提升，必须要利用不同的手段增强地基强度，预防边坡失稳、隆起等情况发生。另外，还需要确保放线方位精准，促使其与设计图纸的相关要求相同步。

2.2 持续优化管理方案

因为桩基基础类型不一样，在项目施工过程中也存在一定的不同性，每个施工过程的重难点是不一样的。若要保障工程施工计划的顺利落实，必须要增强相关技术人员的专业水平，促使管理方案更具有合理性、科学性、针对性。所以，相关技术工作者需要了解桩基基础施工的具体类型与步骤，并确定其施工重难点，接下来才能够编制对应的施工方案。

2.3 加强施工现场的督查

桩基础的具体施工效果一般会受到一些现场环境、施工设备等因素的限制，由此会造成一些问题，对此必须要加强施工现场督查与管理。科学确定管理区域，安排专业人员对其实施项目监管，并按照具体的施工要求，借助于巡查、监督等手段对其实施桩基础施工管理。因为机械装备、施工材料等对基础施工技术存在一些影响，所以在现场管理期间必须要对相关因素实施全方位关注，同时还需要制定一套科学、有效地控制策略。确保相关负责人能够根据具体的管理与检验要求开展工作，由此能够加强现场物资的质量检验，促使桩基础施工效率大大提升。

2.4 优化桩基施工技术

虽然现今高层建筑物的桩基施工工艺非常成熟，但是在施工现场存在一些复杂的因素，导致其施工期间不可避免地出现一些问题和漏洞。例如：施工质量不达标，必然会对高层建筑物的安全性、稳固性等造成问题，而且

还会出现返工问题,促使项目经济效益下滑,乃至会延长施工周期。所以在实际桩基础施工建设过程中,相关技术人员必须要参照勘测数据、工艺技术的应用经验等,客观性地分析施工期间存在的一些难题,不断地优化施工工艺,方可为保证项目的顺利开展提供支持。并且,施工企业也需要对影响施工质量的相关因素进行整理,并总结出一些个性化的应对策略,逐步完善施工流程,最大化地增强其施工质量。若施工期间存在质量隐患,一定要安排技术工作者综合性分析其根源,然后整理出具体的应对策略,方可最大化地增强桩基础施工工艺的应用效果。如:本项目桩机打钻施工过程中经常碰到有地下回填土里夹有的块石或钢筋混凝土梁等建筑垃圾,就容易造成钻头跑偏导致钻孔垂直度超过规范要求,在上部深度范围内可采用挖机把土拨开,直至把块石或钢筋混凝土取出。

3 结论

桩基础技术在建筑施工期间是一个非常关键的工艺技术,它会对建筑物的稳固性、安全性等带来极大影响,也是确保建筑避免出现沉降、迁移等不良问题的关键要素。针

对桩基础技术来说,施工企业一定要按照设计要求、规范条例等进行客观性的研究,整理相关影响因子,尽量地在提高施工效率、增强施工质量、满足绿色环保要求等前提下,最大化地确保项目施工工作的高效推进与落实。

[参考文献]

- [1]李琳. 高层建筑工程施工中的桩基础施工技术[J]. 居舍, 2021(33): 43-45.
 - [2]李飞,张兴元. 高层建筑工程施工中桩基础施工技术探讨[J]. 房地产世界, 2021(19): 109-111, 134.
 - [3]聂丽云. 研究高层建筑工程施工中桩基础施工技术[J]. 建材发展导向, 2020, 18(24): 43-44.
 - [4]陈金华. 高层建筑工程施工中桩基础施工技术分析[J]. 居舍, 2020, (31): 27-28, 18.
 - [5]王艳芳. 高层建筑工程施工中桩基础施工技术分析[J]. 居舍, 2020, (30): 53-54.
- 作者简介: 曾慧友(1970.1—), 长沙理工大学(原长沙交通学院), 工业与民用建筑, 浙江华东工程咨询有限公司, 总监理工程师, 高级工程师。