

复杂地质条件下桩基础施工技术 with 质量控制措施探讨

简万懿

湖北瑞泰工程管理有限公司 湖北 宜昌 443700

摘要: 本文聚焦于复杂地质条件下的桩基础施工技术 with 质量控制措施。首先阐述了复杂地质条件对桩基础施工的影响, 包括地质结构多样性、地下水位变化、土层不均匀性等方面带来的挑战。接着详细介绍了在复杂地质条件下常用的桩基础施工技术, 如旋挖钻孔灌注桩技术、人工挖孔桩技术、静压预制桩技术等, 并分析了每种技术的适用范围和施工要点。然后从施工前准备、施工过程监控、施工后检测等环节探讨了质量控制措施, 强调了人员、材料、设备、工艺等因素对桩基础质量的重要性。最后通过实际案例分析, 验证了所提出的施工技术和质量控制措施的有效性和可行性, 旨在为复杂地质条件下的桩基础施工提供理论指导和实践参考。

关键词: 复杂地质条件; 桩基础施工; 质量控制; 施工技术

1 引言

桩基础作为一种重要的深基础形式, 广泛应用于各类建筑工程中, 尤其在复杂地质条件下, 桩基础能够有效地将上部结构的荷载传递到深层稳定的土层或岩层中, 保证建筑物的安全和稳定。然而, 复杂地质条件具有地质结构复杂、地下水位变化大、土层不均匀等特点, 给桩基础施工带来了诸多困难和挑战。如果施工技术选择不当或质量控制措施不到位, 可能会导致桩基础出现质量问题, 如桩身倾斜、断桩、承载力不足等, 严重影响建筑物的安全和使用寿命。因此, 深入研究复杂地质条件下的桩基础施工技术 with 质量控制措施具有重要的现实意义。

2 复杂地质条件对桩基础施工的影响

复杂地质条件对桩基础施工影响显著。地质结构多样, 岩石、砂土等不同土层物理力学性质差异大, 带来不同施工难度, 如岩石地层钻孔难, 淤泥地层需加固防沉降位移; 地下水位变化影响大, 高水位地区易涌水涌砂、致孔壁坍塌, 还会引发土层变形, 影响桩基础承载力与稳定性; 土层不均匀使桩基础受不均匀荷载, 产生不均匀沉降等问题; 此外, 复杂地质地区还存在滑坡等地质灾害隐患, 可能严重破坏桩基础, 危及建筑物安全。

3 复杂地质条件下常用的桩基础施工技术

3.1 旋挖钻孔灌注桩技术

3.1.1 技术原理

旋挖钻孔灌注桩是利用旋挖钻机通过旋转钻头将土层或岩层破碎, 并通过钻杆将钻渣排出孔外, 形成桩孔。然后在桩孔内放置钢筋笼, 浇筑混凝土, 形成桩基础。

3.1.2 适用范围

旋挖钻孔灌注桩技术适用于多种地质条件, 尤其在黏性土、粉土、砂土、淤泥质土等土层中施工效率较高^[1]。对于部分风化岩层和强风化岩层, 也可以采用旋挖钻机进行钻孔施工。

3.1.3 施工要点

旋挖钻孔灌注桩施工要点众多: 钻机选型上, 要依地质条件、桩孔直径和深度选合适旋挖钻机与钻头, 如硬土层和岩层选动力头扭矩大、加压压力高的钻机配牙轮或筒式钻头; 桩位放样需准确测量并设明显标记, 定期复测; 护筒埋设要固定桩位、保护孔口, 一般用内径比桩径大 200 - 400mm 的钢护筒, 深度依地质和地下水位定且不小于 1.5m; 钻进施工要根据地质控制速度和钻压; 清孔要依地质和桩孔直径选合适方法清除钻渣和泥浆; 钢筋笼制作安装要符合设计, 用焊接或机械连接; 混凝土浇筑是关键, 要控制好和易性、坍落度, 用导管法连续浇筑并控制导管埋深。

3.2 人工挖孔桩技术

3.2.1 技术原理

人工挖孔桩是采用人工挖掘成孔, 然后在孔内放置钢筋笼, 浇筑混凝土, 形成桩基础。人工挖孔桩具有施工设备简单、成本低、质量容易控制等优点, 但也存在劳动强度大、施工速度慢、安全性差等缺点。

3.2.2 适用范围

人工挖孔桩适用于地下水位较低、土层稳定、无有毒有害气体等地质条件。在淤泥、流砂等软弱土层和地下水丰富的地区不宜采用人工挖孔桩。

3.2.3 施工要点

人工挖孔桩施工要点如下: 井圈护壁施工是关键,

其能防孔壁坍塌、保人员安全,一般用混凝土或砖砌结构,厚度依土层定且不宜小于 200mm,要分段浇筑或砌筑,每段高度不超 1m;挖孔需分段进行,每段不超 1m,及时清除孔壁松散土和浮石,遇地下水要降水保孔内干燥;孔深超 5m 时,要设通风设备输新鲜空气,同时设安全电压的照明设备;钢筋笼制作安装要求同旋挖钻孔灌注桩;混凝土浇筑用串筒或溜槽,控制自由下落高度不超 2m 防离析,且要分层振捣密实,每层不超 300mm。

3.3 静压预制桩技术

3.3.1 技术原理

静压预制桩是利用静力压桩机将预制好的桩压入土层中,形成桩基础。静压预制桩具有无噪音、无振动、无污染等优点,适用于对周围环境要求较高的地区。

3.3.2 适用范围

静压预制桩适用于软土、填土、一般黏性土等土层。在坚硬土层或岩层中,由于压桩阻力较大,不宜采用静压预制桩。

3.3.3 施工要点

预制桩施工要点涵盖多个环节:桩的运输与堆放时,要采取防桩身损坏措施,堆放场地需平整坚实且层数不超 4 层;桩位放样和旋挖钻孔灌注桩、人工挖孔桩一样,要准确测量并设明显标记;压桩机就位需安装平稳、调平桩机使桩架垂直地面;吊桩与插桩用吊车将预制桩吊起缓慢插入桩位,保证桩身垂直度偏差不超过 0.5%;压桩要根据地质和桩承载力设计值控制速度与压桩力,连续进行,达到设计值或入持力层一定深度可停止;若桩长不足需接桩,有焊接、法兰接桩等方法,要保证上下节桩轴线一致且焊接质量符合要求。

4 复杂地质条件下桩基础施工质量控制措施

4.1 施工前准备阶段的质量控制

施工前应进行详细的地质勘察,了解施工区域的地质结构、地下水位、土层性质等情况,为桩基础的设计和施工提供准确的地质资料。同时,应收集相关的设计文件、施工规范、标准图集等资料,组织施工人员进行学习和培训,使施工人员熟悉设计要求和施工工艺。根据地质勘察资料 and 设计要求,编制详细的桩基础施工方案。施工方案应包括工程概况、施工方法、施工工艺、施工进度计划、质量保证措施、安全保证措施等内容^[2]。施工方案编制完成后,应组织相关人员进行审核和论证,确保施工方案的合理性和可行性。根据施工方案的要求,选择合适的施工设备和材料。施工设备应具有良好的性能和可靠性,并定期进行维护和保养,确保设备在施工过程

中正常运行。施工材料应具有质量合格证明文件,并按照规定进行检验和试验,合格后方可使用。合理布置施工现场,设置临时设施、材料堆放场地、施工道路等。施工现场应保持整洁有序,材料堆放应整齐规范,施工道路应畅通无阻。同时,应设置明显的安全警示标志,确保施工人员的安全。

4.2 施工过程监控阶段的质量控制

施工人员是桩基础施工的直接参与者,其素质和技术水平直接影响桩基础的质量。因此,应加强对施工人员的管理,对施工人员进行技术交底和安全培训,使施工人员熟悉施工工艺和质量要求,掌握安全操作规程。同时,应建立健全质量责任制,明确施工人员的质量职责,对施工质量进行考核和奖惩。材料质量是桩基础质量的基础,应严格控制施工材料的质量。对进场的材料应进行检验和试验,检查材料的质量合格证明文件、规格型号、数量等是否符合设计要求。对不符合要求的材料,应坚决退场,不得使用。同时,应做好材料的储存和保管工作,防止材料受潮、变质、损坏等。施工设备的性能和状态直接影响桩基础的施工质量和进度。应定期对施工设备进行维护和保养,确保设备的正常运行。在施工前,应对设备进行检查和调试,保证设备的各项性能指标符合施工要求。在施工过程中,应加强对设备的监控,及时发现和解决设备故障^[3]。桩基础施工工艺是保证桩基础质量的关键。应严格按照施工方案和施工规范的要求进行施工,控制好每个施工环节的质量。例如,在钻孔灌注桩施工中,应控制好桩位偏差、桩径、桩长、沉渣厚度、混凝土强度等指标;在人工挖孔桩施工中,应控制好井圈护壁的厚度、孔径、垂直度等指标;在静压预制桩施工中,应控制好桩身垂直度、压桩力、接桩质量等指标。在桩基础施工过程中,应加强对施工过程的监测。例如,在钻孔灌注桩施工中,应监测孔壁的稳定性、泥浆的性能指标等;在人工挖孔桩施工中,应监测孔内的气体浓度、地下水位变化等;在静压预制桩施工中,应监测桩身的垂直度、压桩力等。通过施工过程监测,及时发现施工中存在的问题,并采取相应的措施进行处理,确保施工质量。

4.3 施工后检测阶段的质量控制

桩身完整性检测是检查桩身是否存在缺陷的重要手段。常用的桩身完整性检测方法有低应变动力试桩法、高应变动力试桩法、声波透射法等。应根据桩的类型、桩长、地质条件等因素选择合适的检测方法。对检测发现的存在缺陷的桩,应进行分析和处理,必要时进行补桩。单桩承载力检测是确定桩基础承载力是否满足设

计要求的重要环节。常用的单桩承载力检测方法有静载荷试验、高应变动力试桩法等。静载荷试验是最直接、最可靠的检测方法,但试验周期长、费用高。高应变动力试桩法具有试验速度快、费用低等优点,但检测结果的准确性相对较低。应根据工程实际情况选择合适的检测方法。对单桩承载力不满足设计要求的桩,应采取加固或补桩等措施进行处理。

5 实际案例分析

5.1 工程概况

某高层建筑项目,建筑面积约为 50000 平方米,地上 25 层,地下 2 层。建筑场地地质条件复杂,地层从上至下依次为杂填土、粉质黏土、淤泥质土、粉砂、圆砾、强风化岩层和中风化岩层。地下水位较高,稳定水位在地面以下 2-3 米处。根据地质条件和设计要求,该工程采用旋挖钻孔灌注桩基础,桩径为 800mm,桩长约为 30-40 米,桩端进入中风化岩层不小于 1 米。

5.2 施工技术和质量控制措施应用

5.2.1 施工技术应用

①钻机选型:根据地质条件和桩孔直径、深度等要求,选用了一台动力头扭矩为 320kN·m 的旋挖钻机,并配备了牙轮钻头和筒式钻头。②护筒埋设:采用钢护筒,内径为 1000mm,埋设深度为 3 米。护筒埋设时,采用振动锤将护筒振动下沉至设计深度,确保护筒垂直度和中心位置偏差符合要求。③钻进施工:在软土层中钻进时,采用低转速、大钻压的方式,钻进速度控制在 0.5-1m/min;在粉砂层和圆砾层中钻进时,采用高转速、小钻压的方式,钻进速度控制在 0.3-0.5m/min;在强风化岩层和中风化岩层中钻进时,采用牙轮钻头,钻进速度控制在 0.1-0.2m/min。④清孔:采用反循环清孔方法,清孔时间不少于 30 分钟,确保桩底沉渣厚度不大于 50mm。⑤钢筋笼制作与安装:钢筋笼采用分段制作,在现场进行拼接。钢筋笼的连接采用机械连接方式,连接质量符合设计要求。钢筋笼安装时,采用吊车缓慢下放,避免钢筋笼碰撞孔壁。⑥混凝土浇筑:混凝土采用商品混凝土,坍落度控制在 180-220mm。混凝土浇筑采用导管法,导管埋深控制在 2-6 米之间。混凝土浇筑过程中,连续进行,不得中断。

5.2.2 质量控制措施应用

施工前进行了详细的地质勘察,编制了详细的施工方案,并对施工人员进行技术交底和安全培训。同

时,对施工设备和材料进行了严格检查和检验,确保设备和材料符合施工要求。施工过程中,安排专人对桩位、桩径、桩长、沉渣厚度、混凝土强度等指标进行监控。对每根桩的施工过程进行了详细记录,及时发现和解决施工中存在的问题。例如,在钻进过程中,发现孔壁有坍塌迹象时,及时调整泥浆性能指标,增加泥浆比重和黏度,稳定孔壁。桩基础施工完成后,对桩身完整性和单桩承载力进行了检测。采用低应变动力试桩法对所有桩进行了桩身完整性检测,检测结果表明,桩身完整性良好,无严重缺陷。采用静载荷试验对部分桩进行了单桩承载力检测,检测结果表明,单桩承载力满足设计要求。

5.3 案例总结

通过在该工程中应用旋挖钻孔灌注桩技术和相应的质量控制措施,有效地解决了复杂地质条件下的桩基础施工难题,保证了桩基础的质量和施工安全。该工程的成功实践为类似地质条件下的桩基础施工提供了有益的参考和借鉴。

结语

复杂地质条件下的桩基础施工是一项技术复杂、难度较大的工程。本文通过对复杂地质条件对桩基础施工的影响进行分析,介绍了常用的桩基础施工技术,包括旋挖钻孔灌注桩技术、人工挖孔桩技术和静压预制桩技术,并从施工前准备、施工过程监控、施工后检测等环节探讨了质量控制措施。通过实际案例分析,验证了所提出的施工技术和质量控制措施的有效性和可行性。在实际工程中,应根据地质条件、设计要求和施工条件等因素,选择合适的施工技术和质量控制措施,加强施工管理,确保桩基础的质量和施工安全,为建筑物的稳定和安全提供可靠的基础保障。同时,随着科技的不断进步和施工技术的不断创新,应进一步研究和探索适合复杂地质条件的新型桩基础施工技术和质量控制方法,不断提高桩基础施工的质量和效率。

参考文献

- [1]陈青帅,郭伟.桩基础在复杂地质条件下的设计与施工策略[J].石材,2025,(05):161-163.
- [2]付梦求.复杂岩溶地质桥梁桩基础的设计和施工探究[J].广东土木与建筑,2023,30(12):120-123.
- [3]李希迪.复杂软岩地质桩基础承载特性研究[J].现代商贸工业,2020,41(25):159-160.