

房屋建筑地基基础预制桩施工材料的应用与控制要点

张卓耀

445321*****1914

摘要: 本文系统探讨了房屋建筑地基基础工程中预制桩施工材料的应用现状及其质量控制要点。通过分析不同类型预制桩的材料特性、适用范围和施工工艺,详细阐述了从预制桩生产制作到现场施工全过程的关键技术环节。同时,针对施工中常见的质量问题,提出了相应的防治措施,为房屋建筑地基基础工程中预制桩的合理选用和施工质量控制提供了理论依据和实践指导。

关键词: 房屋建筑; 地基基础; 预制桩; 施工材料; 质量控制; 施工工艺

DOI: 10.69979/3029-2727.25.12.026

引言

预制桩施工是一个系统工程,涉及材料选择、制作工艺、施工方法及质量控制等多个环节。每个环节的失误都可能导致桩基工程质量问题,进而影响整个建筑结构的安全。因此,深入研究预制桩施工材料的特性及其控制要点,对于提高房屋建筑地基基础工程质量具有重要意义。本文将从预制桩的材料类型、施工工艺及质量控制等方面进行系统阐述,以期为相关工程实践提供参考。

1 预制桩的主要类型及材料特性

1.1 钢筋混凝土实心桩

钢筋混凝土实心桩是最早应用的预制桩形式之一,其断面通常设计为方形,截面尺寸范围一般在 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ 至 $600\text{mm} \times 600\text{mm}$ 之间。这种桩型采用普通钢筋混凝土材料制作,具有抗压强度高、制作工艺简单等特点。由于现场预制受桩架高度限制,实心方桩长度通常控制在 25~30m 以内;而工厂预制桩则受运输条件限制,桩长一般不超过 12m。当需要更长的桩体时,可通过接桩方式实现,但接头数量不宜超过 3 个,以保证桩身的整体性。

实心桩的混凝土强度等级通常不低于 C30,主筋采用 HRB400 级钢筋,配筋率根据桩身受力情况确定。这种桩型适用于多种地质条件,特别是在中等压缩性土层中表现良好。然而,由于其自重较大,在软土地基中使用时需注意桩身稳定性问题。

1.2 预应力混凝土管桩

预应力混凝土管桩是近年来广泛应用的一种预制桩形式,分为先张法预应力管桩和后张法预应力管桩两种。与实心桩相比,管桩具有重量轻、强度高、抗裂性

能好等优点。管桩采用高强度混凝土(C60~C80)和预应力钢筋制作,通过预应力工艺使桩身混凝土处于受压状态,提高了桩身的抗弯和抗拉能力。

预应力管桩最适宜的地基土质包括软土、砂性土、塑性土、粉土、细砂以及松散的碎卵石类土。然而,它难以穿透较厚的砂土等硬夹层,其进入砂、砾、硬黏土、强风化岩层等坚实持力层的深度也有限。当遇到砂层或孤石等沉桩困难时,可采取引孔措施以降低施工难度。

1.3 空心方桩

空心方桩是介于实心桩和管桩之间的一种预制桩形式,兼具两者的优点。其外形为方形,内部空心,既保留了实心桩节点连接方便的特点,又具有管桩节省材料、重量轻的优势。空心方桩一般采用 C60~C80 高强度混凝土制作,通过离心工艺成型,保证了桩身混凝土的密实性和均匀性。

空心方桩特别适用于软土地基和回填土等地质条件,在这些不适合现浇桩的施工环境中表现出明显优势。与管桩相比,空心方桩与承台的连接更为方便,节点处理简单,因此在多层和小高层建筑中应用广泛。施工时需特别注意桩顶部的加固处理,以防止锤击过程中桩顶出现破损。

2 预制桩施工前的准备工作

2.1 场地勘察与准备

预制桩施工前的场地勘察是确保施工质量的首要环节。在静压预应力管桩施工前,必须对施工场地进行全面的勘察,包括查明地下障碍物、管线分布及土层构成等情况。勘察数据将为桩型选择、桩长确定及施工方案编制提供重要依据。同时,场地应达到“三通一平”标准,即通水、通电、通路和场地平整,确保施工设备能够正常进场和作业。

场地准备还包括承载力评估和必要的地基处理。施工场地需平整坚固，其承载力应能满足桩机行走和施压的要求。必要时可铺设厚度约 50cm 的压实砂土或钢板以增强场地强度。特别需要注意的是，边桩与周围建筑物的距离应保持在 5m 以上，压桩区域需从场地边桩轴线向外扩延 5m，以确保施工安全。

2.2 测量定位与桩位放样

精确的测量定位是预制桩施工质量控制的关键点之一。施工前应根据设计图纸和现场控制点，使用全站仪等精密仪器进行桩位放样。放样过程中要严格按照设计的桩间距和排距进行测量，将偏差控制在极小范围内。通常要求桩位偏差不超过 20mm，以确保桩基位置准确。

完成桩基础的轴线控制网和标高测定后，需经监理等相关单位复核，并办理书面确认手续后方可开始施工。若桩位放线不准确，可能导致后续桩身偏离设计位置，影响桩基承载力和建筑结构安全。因此，这一环节必须给予足够重视，配备专业测量人员和合格仪器设备。

2.3 施工设备与材料准备

预制桩施工需要配备合适的打桩或压桩设备。设备选型应根据桩型、桩长、地质条件及施工环境等因素综合考虑。对于预应力管桩，常用的施工方法有锤击法和静压法两种。锤击法施工时要合理选择锤重和落距，避免过大的冲击力造成桩身损伤；静压法则需根据设计要求确定压桩力，并配备相应的压力仪表进行监控。

材料准备方面，进场预制桩必须进行严格验收。重点检查桩身外观质量，包括表面裂缝、蜂窝、麻面等缺陷。桩身弯曲度偏差不得超过 0.1% 桩长，桩顶平整度偏差控制在 1mm 以内。同时要核对产品合格证、检测报告等质量证明文件，确保管桩强度达到设计要求。对于接桩使用的焊条等辅助材料，也需检查其质量证明文件并抽样复验^[1]。

3 预制桩施工工艺及技术要点

3.1 沉桩施工方法

预制桩的沉桩施工主要有锤击法、静压法和振动法三种。锤击法是最传统的施工方法，通过桩锤的冲击力将桩沉入土层。施工时要注意选择合适的锤重和落距，保持桩锤、桩帽和桩身中心线重合，避免偏心锤击造成桩身损坏。沉桩过程中要严格控制垂直度，偏差不得超过 0.5%，确保桩身垂直下沉。

静压法是通过液压千斤顶施加静压力将桩压入土层，具有无噪音、无振动、施工精度高等优点，特别适合城市建筑密集区的桩基施工。静压施工时要均匀施压，控制压桩速度，并实时监测压桩力，当压桩力突然增大

或减小时，应立即停止施工并查明原因。振动法则是利用振动锤的高频振动使桩周土体液化，减少沉桩阻力，适用于砂性土层中的桩基施工。

3.2 接桩工艺控制

当设计桩长超过单节预制桩长度时，需要进行接桩处理。接桩质量直接影响桩身的整体性和承载力，是预制桩施工的关键环节。常用的接桩方法有焊接连接和机械连接两种。焊接连接时，应先将上下节桩对齐，调整好垂直度后对称施焊，焊缝应饱满连续，焊后需自然冷却 8 分钟以上方可继续沉桩，严禁用水冷却。

机械连接采用专门的连接器，通过螺纹或销钉等方式连接桩段，具有施工快捷、质量稳定的特点。无论采用何种接桩方式，都应保证连接部位的强度不低于桩身强度，且接桩位置应避开桩身弯矩最大的区域。根据规范要求，预制桩的接头数量不宜超过 3 个，且相邻桩的接头位置应错开一定距离。

3.3 收锤标准与终压控制

预制桩施工的终止控制是确保桩基承载力的重要环节。对于锤击法施工，收锤标准通常采用“双控”原则，即同时满足最后贯入度和锤击数要求。贯入度是指最后几击桩的沉降量，应根据地质条件和设计要求确定；锤击数则反映了桩端阻力大小。施工中应做好沉桩记录，包括每米锤击数、最后 1m 锤击数和最后贯入度等参数。

静压法施工的终压控制主要依据设计压桩力和稳压时间。当压桩力达到设计要求后，需稳压 2-3 分钟，观察压力表读数和沉降量变化，确认稳定后方可终止压桩。对于端承桩，还应控制桩端进入持力层的深度，确保桩端坐落在稳定的持力层上。施工过程中如发现异常情况，如压力骤变、桩身倾斜等，应立即停止施工并会同设计单位研究处理方案^[2]。

4 预制桩施工质量控制要点

4.1 桩身垂直度控制

预制桩施工过程中，桩身垂直度的控制至关重要，直接影响桩的承载性能和耐久性。施工时应采用两台经纬仪或全站仪在互成 90° 的方向上同时监测桩身垂直度，偏差不得超过 0.5%。当发现偏差超过允许值时，应及时调整，严禁采用强拉、强扭等不当方法纠偏。对于较长的桩段，可在桩身设置导向装置，辅助保持垂直下沉。

沉桩初期是控制垂直度的关键阶段，前 1-2m 的偏差对后续沉桩影响很大。因此，桩身入土 1-2m 时应暂停沉桩，重新校核垂直度，确认无误后再继续施工。在软硬土层交界处或遇到障碍物时，应放慢沉桩速度，密

切观察桩身姿态变化,防止突然偏斜。对于静压法施工,还应注意保持压桩力的方向与桩身轴线一致,避免偏心受压^[3]。

4.2 桩顶标高与桩位偏差控制

预制桩施工完成后,桩顶标高和平面位置的偏差必须控制在允许范围内。桩顶标高偏差一般不应超过±50 mm,对于承台下的桩,桩顶高出设计标高的部分需进行截桩处理。截桩应采用专用截桩器,避免野蛮施工导致桩身损伤。截桩后应检查桩顶质量,如有破损应进行修补,确保桩顶与承台良好连接。

桩位偏差包括平面位置偏差和垂直度偏差两部分。规范要求桩位平面偏差一般不超过1/2~1倍桩径或边长,对于密集桩群应从严控制。施工中应定期复测桩位,发现偏差及时纠正。对于已完成的桩基,应进行全面测量验收,绘制实际桩位图,作为竣工验收资料的一部分。偏差超过允许值的桩应会同设计单位研究补桩或其他处理方案。

4.3 施工过程监测与记录

完善的施工监测和记录是预制桩质量控制的重要手段。施工过程中应详细记录每根桩的沉桩参数,包括沉桩时间、每米锤击数或压桩力、最后贯入度、接桩时间和位置、异常情况处理等。这些数据不仅是质量验收的依据,也可为后期可能出现的质量问题追溯提供参考。

对于重要工程或地质条件复杂的项目,还应进行施工过程监测,包括桩身完整性检测、周围土体位移监测、邻近建筑物变形监测等。通过监测数据可以及时发现施工中的问题,调整施工参数,确保施工安全和质量。监测工作应贯穿施工全过程,直至桩基工程完成并达到稳定状态。所有监测数据应及时整理分析,形成完整的监测报告^[4]。

5 常见质量问题及防治措施

5.1 桩身断裂与破损

预制桩施工中,桩身断裂是较为常见的质量问题,多发生在沉桩过程中或接桩位置。造成桩身断裂的原因包括:桩身混凝土强度不足、预应力损失过大、沉桩速度过快、遇到地下障碍物、接桩质量差等。桩身断裂严重影响桩的承载能力,必须采取有效措施进行防治。

预防桩身断裂的关键在于:严格控制预制桩制作质量,确保混凝土强度和预应力值符合设计要求;沉桩前

彻底清除地下障碍物;合理选择沉桩设备和施工参数,避免过大的冲击力;确保接桩质量,焊接连接时应保证焊缝饱满,机械连接时应确保连接件安装到位。对于已发生的断桩,应根据断裂位置和深度采取补桩、接桩或设计变更等措施处理。

5.2 沉桩困难与达不到设计标高

沉桩困难是指预制桩在沉入过程中遇到较大阻力,难以达到设计标高的现象。造成这种情况的原因主要有:地质条件与勘察报告不符,遇到坚硬夹层;桩身尺寸或强度设计不合理;沉桩设备选择不当,能量不足;施工顺序不正确,产生挤土效应等。

针对沉桩困难问题,可采取以下防治措施:施工前详细分析地质勘察报告,对异常地质情况提前制定应对方案;合理选择桩型和施工设备,必要时可采用引孔或水冲法辅助沉桩;优化施工顺序,从中间向四周或从一侧向另一侧沉桩,减少挤土效应;对于确实无法达到设计标高的桩,应会同设计单位研究调整桩长或增加桩数等方案,严禁强行锤击导致桩身破坏。

6 结语

综上所述,随着建筑技术的不断进步,预制桩技术也将继续创新发展。未来预制桩材料将向更高强度、更轻质、更耐久的方向发展;施工工艺将更加智能化、精准化,通过信息化手段实现施工全过程监控;绿色施工理念将进一步融入预制桩工程,减少噪音、振动和土体扰动等环境影响。同时,预制桩与其他地基处理技术的复合应用也将成为发展趋势,为复杂地质条件下的基础工程提供更加经济合理的解决方案。

参考文献

- [1] 孙康丽, 朱圈峰. 高层房屋建筑中桩基础施工技术存在的问题与解决措施[J]. 住宅与房地产, 2020(06): 01.
- [2] 袁建旺. 建筑垃圾填料冲扩桩在南大荒水生态修复工程地基处理中的应用[J]. 新材料·新装饰, 2021, 3(2): 155—156.
- [3] 陈俊任. 高层建筑岩土工程勘察分析及地基处理技术应用研究[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(5): 163—164.
- [4] 时龙. 建筑工程地基基础检测的重要性分析及关键技术[J]. 建筑工程技术与设计, 2021(8): 74.