

住宅建筑工程施工中的灌注桩后注浆施工技术分析

张 超

(淮南乾城置业有限公司, 安徽 淮南 232099)

摘 要 灌注桩后注浆施工技术是住宅建筑地基处理的重要技术手段, 其应用质量直接决定住宅建筑主体结构的承载能力与整体结构稳定性, 关系到住宅使用过程中的安全性与长期耐久性。在住宅建筑工程施工中, 场地条件、地质状况、施工工艺等因素会导致该技术应用存在诸多不完善之处。本文结合住宅建筑工程施工特点与现场施工经验, 阐述该技术的特征, 明确各关键施工环节的操作要点, 提出质量控制措施, 为该技术的规范应用提供实用参考, 助力施工单位提升住宅建筑地基施工质量, 保障住宅建筑安全稳定运行。

关键词 住宅建筑; 灌注桩后注浆; 注浆管; 灌注桩成孔; 地基处理

中图分类号: TU753.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.13.020

0 引言

住宅建筑与人们的日常生活联系紧密, 其施工质量直接影响居住的安全性与舒适性, 也关系到居民生活的幸福感。地基工程是住宅建筑的基础支撑, 施工质量不合格会引发住宅沉降、开裂等问题, 影响住宅建筑功能正常使用, 甚至威胁居住者的生命财产安全。灌注桩施工技术具备适应性强、施工便捷、承载性能优良、造价合理等优势, 在各类住宅建筑地基处理中应用广泛。灌注桩后注浆技术基于传统灌注桩技术发展而来, 可改善桩身与土体结合性能, 解决传统技术存在的质量不均、承载力不足等问题。

1 灌注桩后注浆施工技术的特点

1.1 承载性能

灌注桩后注浆施工技术的承载性能优势主要在于注浆作业形成的固化作用, 能够有效固化桩端沉渣与桩周土体, 消除桩体与土层之间存在的各类空隙, 包括施工过程中因成孔、浇筑等环节产生的微小缝隙与松散空间, 增强桩体与土层之间的结合紧密性, 让桩体与周围土体形成更为牢固的整体, 减少桩体受力时的相对位移, 提高桩体的侧摩阻力与端承力, 实现桩体承载能力的大幅提升。注浆形成的固化体还能对桩体本身的质量起到一定的补强作用, 减少桩体浇筑过程中可能出现的质量缺陷对承载性能的影响, 让桩体整体受力更为均匀, 形成长期稳定的受力体系, 适配

各类住宅建筑的地基承载需求, 减少因承载能力不足引发的地基隐患, 延长桩体的使用寿命。

1.2 施工成本合理

灌注桩后注浆施工技术无需新增大型施工设备, 可沿用传统灌注桩施工的现有设备, 仅需额外增设注浆管、注浆泵等结构简单、成本较低的辅助设备, 有效控制设备投入方面的成本支出。同时, 该技术可在保证承载需求的前提下, 减少桩体长度与桩体数量, 降低桩体材料、施工人工等方面的成本支出, 从而降低地基处理的整体成本, 施工流程与传统灌注桩施工流程衔接顺畅, 无需改变原有施工节奏, 可同步规划、分步实施, 不会大幅延长施工周期, 可减少人工、设备租赁等方面的额外支出, 且施工工艺简单、浆液用量可精准控制, 进一步降低成本投入, 符合住宅建筑工程的经济性要求。

2 住宅建筑工程施工中灌注桩后注浆施工技术的操作要点

2.1 注浆管设置

注浆管的设置必须严格按照设计要求与施工规范执行。注浆管的规格选择结合桩体直径大小、注浆压力设计参数及施工现场实际施工条件综合确定, 实际施工中应用最广泛的是直径 25 ~ 32 mm 的无缝钢管, 材质均匀、承压性能良好, 壁厚严格遵循设计给出的具体标准, 确保能承受高压注浆过程中产生的瞬时压力与持续压力, 防止注浆时出现钢管破裂、变形、渗漏等影响

作者简介: 张超(1985-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 建筑工程管理。

施工进度与质量的问题。注浆管数量根据桩体直径实际尺寸灵活调整,桩体直径小于 1.2 m 时,一般设置 2 根,对称分布在钢筋笼两侧;桩体直径大于等于 1.2 m 时,设置 3~4 根,所有注浆管均匀固定在钢筋笼上,保证注浆时浆液均匀扩散,全面覆盖桩端沉渣层与桩侧周边土体,避免注浆盲区导致的承载能力不足。注浆管安装应与钢筋笼制作同步开展,避免后期单独安装破坏钢筋笼结构或影响安装精度。安装时应将注浆管牢固固定在钢筋笼主筋上,固定方式可选用绑扎或焊接,绑扎点间距控制在 1.5~2 m,确保绑扎牢固不松动;焊接时保证焊缝饱满、无夹渣、无气孔,焊缝高度不低于钢管壁厚,避免施工中因钢筋笼吊装、混凝土浇筑等工序扰动,导致注浆管脱落、移位、松动^[1]。

2.2 灌注桩成孔与浇筑施工

灌注桩成孔前,详细勘察施工现场地质条件,结合勘察报告选用合适成孔方式,钻孔灌注桩适用于粘性土、砂土、粉土等地质较好、土层稳定的场地,成孔效率高、孔壁平整,减少孔壁坍塌风险;冲孔灌注桩适用于岩石、碎石土、卵石土等地质复杂、土层较硬的场地,通过冲击锤冲击破碎岩层,确保成孔深度达到设计要求。

成孔过程中需合理控制钻进速度与深度,粘性土层中钻进速度可控制在 1~1.5 m/min,避免过快扰动孔壁导致坍塌;砂土、粉土层中需放缓至 0.5~1 m/min,及时注入泥浆保持液面高度,增强孔壁稳定性;岩石层中根据岩石硬度调整速度,确保钻进质量。钻进至设计标高后,停留 10~15 min,利用钻具旋转清理孔底浮渣,确保桩端达到设计持力层,成孔后采用专用设备检测孔深、孔径、孔垂直度,孔深偏差不大于±50 mm,孔径偏差不大于±10 mm,垂直度偏差不大于1%,检测合格方可进入下一道工序。

成孔后及时清孔,清除孔底沉渣与孔壁泥皮,避免沉渣影响桩体与持力层结合、削弱桩体端承力和侧摩阻力,实际施工多采用换浆法,注入新泥浆替换含沉渣旧泥浆,清孔时间 30~60 min,根据沉渣厚度调整,确保端承桩沉渣厚度不大于 50 mm,摩擦端承桩不大于 100 mm。清孔后 30 分钟内需浇筑混凝土,选用与桩体设计强度一致的商品混凝土,坍落度控制在 180~220 mm,偏差不大于±20 mm,保证流动性与和易性。采用直径 200~300 mm 无缝钢管导管浇筑,提前做水密性试验,试验压力为导管工作压力的 1.5 倍,导管下口距孔底 30~50 cm,浇筑前注入适量水泥砂浆,浇筑中不断提升导管,确保下口埋入混凝土 2~6 m,浇筑速度控制在 2~3 m³/h,桩顶浇筑高度高出设计桩顶 50~100 cm,浇筑完成后覆盖土工布洒水养护,时间不少于 14 天,保持混凝土表面湿润^[2]。

2.3 注浆施工操作要点

注浆施工严格按照设计要求与施工规范操作,精准控制各项参数。注浆应在混凝土浇筑完成、强度达到设计强度 70% 以上开展。注浆顺序遵循“先桩端后桩侧、先外围后内部”原则,桩端注浆压力稳定达到设计要求后再进行桩侧注浆;群桩基础应先对外围桩注浆,利用外围桩注浆形成的约束作用,避免内部桩注浆压力过大导致移位,保证注浆均匀性。

注浆材料以水泥浆为主,选用强度等级不低于 42.5 级的普通硅酸盐水泥,配合比根据设计与地质条件确定,水灰比控制在 0.5~0.7。注浆材料采用专用设备搅拌不少于 2 分钟,确保水泥完全溶解、浆液均匀无结块,搅拌完成后经 1~2 层滤网过滤,去除杂质与未溶解颗粒。注浆压力根据地质、桩体直径、注浆深度确定,桩端 2~4 MPa、桩侧 1~2 MPa,注浆中用压力传感器实时监测记录,压力骤升应停止注浆排查堵塞或阻力问题,压力过低则调整参数、加固接口。注浆量应符合设计要求,用流量计量设备实时记录,注浆量达标且压力稳定 3~5 分钟后停止注浆,注浆速度控制在 20~30 L/min,根据压力与注浆量及时调整^[3]。注浆完成后用水泥砂浆密实封堵注浆管,详细记录注浆相关参数,为后续检测验收提供依据。

2.4 后期养护与清理

后期养护与清理是确保施工质量的重要环节,住宅建筑施工中需严格按规范开展,不得随意简化省略。注浆完成后对桩体全面养护,时间不少于 28 天,结合混凝土强度增长规律与注浆材料固化速度,确保混凝土与注浆固化体充分结合、强度达到设计要求。养护中应保持桩体周围土壤湿润,采用洒水、覆盖土工布等方式,避免桩体表面干燥开裂,洒水频率根据天气调整,高温干燥天气增加次数,阴雨天气适当减少。

养护期间严禁在桩体周围进行重型机械作业,禁止车辆碾压、重物撞击,防止桩体变形损坏,同时设置明显警示标志、划定养护区域,禁止无关人员进入。养护完成后清理桩头,去除高出设计标高的多余混凝土、浮浆与松散块体,采用人工或小型机械操作,避免大型机械撞击损坏桩体主筋与结构,清理后修整桩头,确保标高、平整度符合设计标准,表面无蜂窝、麻面、裂缝等缺陷。同步清理施工现场,注浆设备需全面清洗保养,去除内部残留水泥浆后妥善存放;剩余材料分类整理,可回收材料妥善保管,不可回收材料按环保要求处理;废弃泥浆集中收集于专用泥浆池,经沉淀、过滤、固化处理后排放,避免污染地下水与周边土壤。养护清理完成后全面检查施工质量,抽样检测桩体承载能力与注浆固化体密实度,核对施工参数与效果,发现问题及时整改,确保符合设计与规范要求,保障住宅建筑地基安全稳定。

3 住宅建筑工程施工中灌注桩后注浆施工的质量控制措施

3.1 注浆管通畅性控制

注浆管的通畅性是注浆施工顺利开展的基础。注浆管安装前的清理工作要细致,所有进场的管道都需进行全面清理,彻底去除管道内部的杂物、铁锈及残留灰尘,清理完成后对管道内壁进行检查,确保管道内壁光滑平整。注浆材料的搅拌环节,搅拌的均匀性影响浆液的纯度,搅拌完成后的水泥浆经过双层滤网过滤处理,滤网的孔径选择贴合实际施工需求,能够彻底拦截浆液中的结块、杂质及未完全溶解的水泥颗粒,过滤环节是保障注浆管通畅性的重要防线。

在注浆施工过程中,连续作业的节奏保持尤为重要,各工序间的间隔时间尽量缩短,减少水泥浆在管道内的停留时间,水泥浆的凝固特性决定停留时间过长会导致浆液结块,进而堵塞管道,影响注浆作业的连续性。因施工需求不得不暂停注浆时,注浆管的清理工作及时跟进,采用清水高压冲洗管道内部,冲洗的力度控制合理,确保管道内无任何残留浆液,冲洗完成后对管道进行密封处理,防止杂物进入。恢复注浆前,再次对管道通畅性进行全面检查,采用清水试通的方式确认无任何堵塞后,再启动注浆作业^[4]。施工过程中安排专人全程巡查注浆管的运行状态,确保注浆管始终处于通畅状态,保障注浆作业的连续性与稳定性,为注浆效果的提升提供保障。

3.2 注浆压力稳定性控制

注浆施工开展前,对注浆泵及配套设备的全面调试工作落实到位,调试工作围绕设备的各主要部件展开,重点检查压力控制装置、密封装置的运行状态,压力控制装置的精度符合设计标准,能够精准反馈与调节注浆压力,密封装置确保无任何渗漏,避免因密封不严导致压力损耗。调试过程中进行多次试运转,记录设备运行过程中的压力输出情况,确认设备各部件运行正常、性能达标,能够稳定输出设计要求的注浆压力,从设备层面避免压力波动现象的出现。

注浆管安装完成后,注水试验作为检查管道密封性的核心手段,能够全面排查管道接口、管道本身的漏水、漏气隐患,试验过程中逐步提升试验压力,观察管道各部位的密封情况,对发现的密封问题及时进行加固处理,接口处采用密封胶与加固件双重防护,管道破损部位及时进行修补或更换,确保管道无任何渗漏,保障压力传递的有效性。注浆材料水灰比的确 定结合施工现场的地质条件,不同地质条件下土层的渗透阻力不同,对水泥浆的流动性与压力传递效果的要求也存在差异,水灰比的调整贴合实际地质情况,

既保证水泥浆具有良好的流动性,便于浆液在管道内顺利输送,又确保浆液具有良好的压力传递效果^[5]。针对地质条件复杂、土层渗透阻力较大的区域,适当提高注浆压力或采用分段注浆的方式,确保各区域注浆压力均能达到设计要求,实现压力的稳定控制。

3.3 注浆量合理性控制

注浆量需结合工程实际情况实现精准管控,既要保证注浆量满足设计要求,充分发挥注浆对桩体承载能力的提升作用,又要避免不必要的浆液浪费,降低施工成本。施工前的注浆量设计工作要结合施工现场的地质勘察数据、桩体直径、桩长、桩体类型等相关参数,通过理论计算与现场试注浆相结合的方式,确定每根桩的注浆量标准,为施工过程中的注浆量控制提供明确依据。

注浆施工过程中要安排专人负责注浆量的实时记录,详细记录每根桩的注浆总量、注浆速度及注浆过程中的流量变化。记录数据要求精准无误,同时密切关注注浆量与注浆压力的联动变化,当压力出现异常波动时,及时调整注浆量,确保注浆量逐步达到设计标准。注浆管及接口的密封性检查常态化,定期排查管道是否存在漏水情况,管道接口处的密封防护到位,对发现的漏水问题及时处理,采用加固密封的方式减少水泥浆的流失,确保注浆量能够全部作用于桩端与桩侧。

4 结束语

灌注桩后注浆施工技术在住宅建设中的实用性强,能有效保障住宅建设工程的顺利推进。该技术通过加固桩底与桩侧的土体,能够大幅度提升桩体承载能力,稳固房屋结构,保障住宅的安全性与耐用性。同时,灌注桩后注浆施工技术还能帮助施工企业降低工程成本,提升经济效益。随着建筑行业的发展,灌注桩后注浆施工技术将在各类型建筑项目中得到广泛应用,并在实践中持续优化,为打造更优质的住宅项目提供技术支撑。

参考文献:

- [1] 彭伟.住宅建筑工程施工中灌注桩后注浆施工技术[J].居舍,2025(02):55-58.
- [2] 胡伟鹏,欧光付.房屋建筑工程灌注桩后注浆施工技术应用研究[J].中国建筑装饰装修,2024(23):171-173.
- [3] 张永振.建筑工程灌注桩后注浆关键施工技术分析[J].砖瓦,2024(10):160-162.
- [4] 许志伟.建筑工程灌注桩后注浆施工技术研究[J].工程技术研究,2024,09(18):85-87.
- [5] 周龙海.建筑工程施工中灌注桩后注浆施工技术标准[J].大众标准化,2024(11):35-36.