

# 建筑工程桩基施工中的桩端后注浆技术研究

韩志滨

(甘肃第二建设集团有限责任公司, 甘肃 兰州 730050)

**摘要** 对于建筑工程来说, 地基施工质量是非常关键的。注浆是建筑桩基建设中常见的施工工艺, 会直接影响到高层结构的稳定。后注浆工艺有很多种, 合理使用可以提高灌注桩的承载力, 并能有效控制高层建筑物的沉降。本文对桩基施工后注浆技术进行了基本概述, 在此基础上对后注浆技术的具体应用进行了阐述, 以期能够为促进后注浆施工技术的应用提供有益参考。

**关键词** 建筑工程; 桩基施工; 后注浆技术

**中图分类号:** TU74

**文献标识码:** A

**文章编号:** 2097-3365(2024)02-0040-03

清孔是桩基施工中的重要步骤, 在清孔过程中受制于孔底复杂环境、大量沉渣等因素影响很难将沉渣完全清理掉。这样就会对建筑桩身以及周围土质的粘接强度造成影响, 同时也会对桩基摩擦力对桩身的作用产生影响, 最终影响到桩基工程施工质量。而通过桩端后注浆施工技术则能够有效优化桩基压力承载强度, 从而更好地保障施工质量, 按照施工周期完成建设。

## 1 桩端后注浆技术的基本概述

### 1.1 基本概念

桩端后注浆技术是近些年应用非常广泛的施工技术之一, 就是指先将注浆管埋设到钢筋笼的侧面以及地面之下, 完成桩基施工 30 天之后, 可以利用喷射高压浆的方式(例如填充、挤压、劈裂等多种作用)使得桩体和周边土体更好地融合, 通过此种方式能够使得桩侧的泥皮以及桩底部沉渣更好地固化, 能够更加有效地提升桩体的整体承载性能, 降低桩体发生的不均匀沉降问题, 提升建筑工程的稳定性<sup>[1]</sup>。

### 1.2 桩端后注浆施工技术优势

第一, 具有非常广泛的应用场所。从实际应用情况来看, 后注浆施工技术可以应用到不同类型的水文地质条件当中, 同时可以利用声波透射法等方式检测后注浆预埋导管, 从而最大程度地确保完成的成桩, 并且在保证较高成桩强度的同时能够有效减少施工成本。

第二, 能够有效降低工程造价。建筑工程采取后注浆施工技术, 可以在确保良好施工质量的同时减少桩径、缩短桩长, 从而可以大大缩减施工量, 缩短施工周期, 同时也可以降低人工、材料的消耗量, 进而实现非常好的经济效益。

第三, 通过后注浆技术的有效应用可以进一步提

升桩体的承载性能, 能够加强周边泥皮、沉渣等的固化属性, 大大减小桩基的沉降。

## 2 建筑工程桩基施工中的桩端后注浆技术的应用分析

### 2.1 工程基本概况

某住宅建筑工程(楼层总高 26 层, 地下 2 层, 建筑总面积为 42000m<sup>2</sup>, 其基坑深度为 11m)基础施工主要采取的是桩端后注浆技术, 通过实际勘探可知, 本工程所处地质情况如下: 强风化花岗岩层(厚度范围: 3.2m~9.5m), 桩极限抗侧阻力标准值 45kPa; 全风化花岗岩层(厚度范围: 0m~3.3m), 桩极限抗侧阻力标准值 30kPa; 粉质黏土层(厚度范围: 3.5m~3.85m), 桩极限抗侧阻力标准值 30kPa; 人工填土层(厚度范围: 0.8m~1.8m), 桩极限抗侧阻力标准值 18kPa。通过对此工程桩基情况进行分析, 初期设定了采取钻孔灌注扩底桩的方案, 但是受制于成本、建设周期等方面的限制, 通过综合分析, 最终确定采取桩端后注浆施工技术进行施工, 能够确保施工周期、保证施工质量、减少施工成本<sup>[2]</sup>。

### 2.2 注浆参数的相关设定

第一, 明确施工水灰比指标。为了确保建筑桩基施工质量, 对于水灰比指标进行严控是非常关键的, 需要根据所用材料属性、现场具体情况进行调整。一旦水灰比不足就容易形成大的挤压性, 从而产生水泥浆离析的问题, 不利于建筑工程建设; 如果水灰比较大则会增加注浆施工难度。一般情况下要严格控制水灰比在 0.5~0.65 范围内, 能够更好地符合工程施工质量等方面的要求。

第二, 明确注浆使用量指标。所采用的注浆量主

要是由桩间距、施工现场碎石数量来确定的,按照该工程的具体规模,最终确定所采用的注浆量保持在 2.0t~3.0t 范围内。如果在注浆过程中出现冒浆、串浆等现象,则应采用间断注浆工艺,并将间隔时间控制在 0.5~1.0 小时。

第三,明确闭盘压力等指标。闭盘压力即注浆控制压力,在施工中,应根据注浆量确定具体的压力值。注浆压力将极大地影响到水泥浆的离析情况、管道的堵塞情况,以及施工的稳定性和安全性,若是施工时不能达到注浆量标准,那么在达到相应压力后应立即暂停注浆施工<sup>[3]</sup>。

### 2.3 桩型的选择、设计

第一,合适桩型的选定。正常情况下需要保障单桩承载力在 4500kN 之上,并且要控制桩基承载平均轴向力<标准承载力。建筑工程的桩基需要更高的承载性能,同时其对于沉降变形相对敏感。由于此建筑工程为高层建筑,所在区域土层主要包括淤泥、黏土、杂填土以及圆砾等不同的物质,主要通过中密的模式对其实施压实,严格控制层顶的埋深在 36m~39m 范围内,厚度在 8m~18m 范围内。在实际施工时要充分参照现场的具体土质来确定持力层,例如可以在粘性土碎石层上选定持力层。可以利用黏性土碎石桩侧和桩端部所形成的阻力来有效控制沉降量。按照该工程的具体需要,所用灌注桩的尺寸设定为:  $\phi 1000\text{mm}\times 40\text{m}$ ,为了保证形成良好的承载性能,需要确保桩体进入持力层深度达到 8.5m 以上,此种情况下能够形成近 6000kN 的承载力。设定灌注浆液水灰比在 1.45~1.65 范围内,并且随着土体密实度的提高,强度有所增加。

第二,压浆孔的设计。在进行灌注桩施工过程中,压浆孔是非常关键的部分,一定要保证全部灌注桩都设置压浆孔,同时为了保证浆液灌注充足性,要在桩顶位置设置排气孔,必要时需要在桩底设置排水孔。为了保证管道强度,可选用内径 20mm 的钢管制造压浆管及排气管,并利用钢丝或塑料扣件等进行连接。要保证所有管路的压浆孔、抽气孔等都设在锚固件上,锚固装置上要有相应的排气孔。设在钻孔桩的钢筋笼周围的压浆管,根据桩体直径、持力层及桩端的空隙量,通常需要设置三个。随着灌注桩直径的增加,持力层和桩端的空隙会不断下降,那么就要通过压浆管来保障注浆的顺畅<sup>[4]</sup>。例如对案例工程来说,在其持力层碎石当中存在着粘性土层,所以为了能够实现对桩底的彻底包裹,要顺着钢筋笼周边均布  $\phi 32\text{mm}$  的压浆管。

### 2.4 注浆速度的控制

注浆速度的控制直接关系到整个工程的施工质量,工程的桩端持力层多位于含粘性碎石层上,其渗透率

高、侧阻力大,但注浆压力却比较小。所以,在实际的施工过程中,既要注意把注浆泵的额定压力控制在 8MPa 左右,又要采用可移动的作用方式,低压慢速将水泥浆注入土层中,之后,如果满足加固要求,就可以逐步加大注浆的速率,提高工作效率<sup>[5]</sup>。

### 2.5 注浆的顺序

在注浆过程中,应遵循由桩基础向桩中心的顺序,提高水泥浆的利用率,避免废料的产生。在施工期间,要做好过程的记录,将施工时间、工艺顺序、注意事项等,尤其是具体的注浆顺序、突发情况,都要清楚地标注出来,为今后的工作提供借鉴。

### 2.6 注浆管的布设

在钢筋笼外侧适当的地方,可安装 2~3 根对称布置的钢筋,选用  $\phi 25\text{mm}$  的钢管作为注浆管,用钢丝将其与钢筋笼紧密连接。在埋设注浆管时,必须保证注浆管的底端超过桩顶 50cm,顶端高于地面 30cm,以便施工能够顺利进行。

### 2.7 开孔的控制

在注浆过程中会逐渐形成灌注桩,若是短时间内成桩,表明混凝土的强度有所不足,容易在之后的施工过程中产生各种问题。针对此情况,一般要在成桩 2 天之后进行开孔作业,要在开孔操作时按照工作压力对其进行全面记录。

### 2.8 注浆管的安装

为了确保钢筋笼能够顺利地安装,可以先在内部设置满足设计标准的注浆管,相隔一定距离(约 2m~3m),用钢丝将注浆管和钢筋笼捆绑牢固。施工时要保证注浆管均匀设置在钢筋孔中,确保主筋平稳。为了能够为工程实施提供显著参照,需要将注浆管深入桩底土层 50cm 左右,要在地面留有 30cm 的端头,同时对其做出较为明显的标识。为了确保钢筋笼的准确性,在放置前需要检测桩孔深度,再将钢筋笼和内侧压浆管投入桩孔中。连接管路时,需要通过止水胶带进行绑扎,防止长时间受潮而生锈,同时也可以增加牢固性。投入一节注浆管之后就要对其密封性实施检测,检测往往采取的都是清水罐满压浆管,之后查看是否会出现漏水问题,以此来判定压浆管的质量。

### 2.9 压浆施工

在注浆施工中,所选择的群桩应是完好的,注浆要一次完成。在进行桩基础施工时,应先从四周进行,再从中间施工,这样就避免了水泥浆容易流失的问题。并且,必须对注浆时间和注浆过程中的各种条件进行精确的记录。压浆施工是建立在循环压浆的基础上,

通过设置两个桩,首先从第一个桩的A管开始,完成压浆后再对第二个A管进行压浆,然后依次进行两个B管的压浆。同时,应将同桩双管的注浆时间控制在30 min以上,以确保水泥浆的充分扩散,完成桩端后注浆。

### 3 桩端后注浆施工的注意事项

桩端后注浆法能够直接提高建筑物地基的质量,但也暴露出如未对泥浆护壁冲钻孔底部沉渣进行彻底清除,或对桩基深度、桩基结构等造成影响导致桩基承载力逐步降低,远未达到设计要求等问题,无法充分发挥其应有的作用。为了解决这些问题,一定要充分分析施工现场具体条件,充分了解并掌握桩端后注浆施工的关键所在,有效提升桩基施工质量以及强度。

#### 3.1 注浆时发生堵塞情况的处理

在注浆过程中,如果压力较高仍无法正常打开注浆喷头,注浆管发生堵塞,那么要利用另一根正常运行的导管向终端挤压水泥浆,从而保证注浆量的充沛性。若是在注浆初期就在桩顶部产生非常多的浆液,那么要立即暂停注浆,同时对其进行检查修复,对造成这一问题的原因进行分析,提出解决办法,满足设计要求,保证注浆的顺利进行。同时,要对注浆压力进行科学的控制,如果在注浆过程中出现不合理的压力,应及时停机,确保注浆安全。如果注浆压力太大,桩体内易产生堵塞,严重时甚至会导致桩身塌陷。采用桩端后注浆施工技术,可以有效地防止桩端大范围的沉降,提高桩端的承载力,提高桩的工程质量。

#### 3.2 注浆过程中冒浆情况的处理

在注浆的时候,也会出现冒浆的情况,如果出现了大量的水泥浆液,说明桩基的底部已经被填满了,此时需要停止继续注浆。若出现在桩身侧面,则说明注浆量已达到了设计要求,可逐步终止注浆。但是,如果桩身一侧仍有浆液涌出,但未出现较多浆液,可先用清水将注浆管冲洗干净,待次日固化后再继续注浆。因此,要合理解决冒浆问题,防止其对施工造成影响。

#### 3.3 缺浆情况的处理

一旦发生注浆管堵塞而无法顺畅地实现注浆操作,需要在施工开始前制定合理的注浆应急预案。补注浆施工通常会在注浆结束后统一进行,为了保证注浆顺利进行,需要在桩的四周打出直径相对较大的孔。为了保证注浆的充分性,一定要保证所钻孔的深度超出桩端,将注浆导入孔内部之后同时投入封孔注浆塑料管,并且在完成封孔操作3天后将浆液压入其中。

#### 3.4 质量控制与安全防护

在使用桩端后注浆施工技术时,施工人员必须对

焊接注浆头进行合理的加工、制作和捆扎,并根据现场的具体条件制定施工顺序,对成品进行保护,实时反馈监控信息,对施工过程进行严格的控制。在施工过程中,也要把握好施工质量。一是采用钢丝扣将注浆管与管箍相连,孔口顶口要满焊,施工人员要在进行下一道工序施工前进行验收。二是用铅丝绑扎注浆管和钢筋笼,紧靠桩端注浆管和主筋,在绑扎和固定的情况下,对纵筋底面进行校平,并在适当的位置设置加劲箍。三是对空腔段进行锚固并封好注浆导管。四是下放钢筋笼时,要反复拧紧,确保下部导管安放在孔底,防止悬空。五是压浆阶段主要以整体承台群桩为中心进行一次压浆,并与周边桩基共同作业,构成密闭圈。在压浆过程中,施工人员必须对压浆质量进行严格的控制,一旦出现注浆不足,应视具体情况进行补浆或调节压浆速率。六是在注浆前进行验收,验收合格后方可进行注浆。七是对注浆桩基础导管留口定期进行检测,采取相应的防护措施。八是在注浆过程中,要严格按工艺要求进行并做好记录,如有问题要及时报告。九是根据施工现场的具体状况,组建专项管理团队,对出现的安全隐患及时进行整改,防止出现问题。为此,必须组织所有人员参加施工前的技术和安全交底。

### 4 结语

对于建筑工程来说,桩基施工是非常关键的内容之一,桩端后注浆是桩基建设中的一重要技术,它可以为高层建筑的发展提供有利的条件。随着整个社会经济的发展,人们对建筑业的要求越来越高,因此要加强应用新型施工技术。通过以上分析可以得出,在建筑工程中合理地采用桩端后注浆技术是十分重要的,在桩基工程中采用桩端后注浆技术具有非常重要的作用和价值。

### 参考文献:

- [1] 赵淑广. 建筑工程钻孔灌注桩施工中的桩端后注浆技术研究[J]. 房地产世界, 2023(09):254-255.
- [2] 杨建伟. 建筑工程桩基施工中的桩端后注浆技术研究[J]. 中国建筑金属结构, 2023(04):246-247.
- [3] 黄飞. 谈桩端后注浆施工技术在建筑桩基工程中的应用[J]. 现代物业(中旬刊), 2020(01):35-36.
- [4] 肖汉新. 桩端后注浆施工技术在建筑桩基工程中的应用[J]. 住宅与房地产, 2019(12):272-273.
- [5] 王勇士. 浅谈高层建筑桩基工程中桩端后注浆施工技术的应用[J]. 科技与企业, 2015(01):44-45.