

# 强夯碎石桩法在市政公共建筑地基加固处理中的应用

游丽芳

江西驰和建设工程有限公司

**摘要:** 强夯碎石桩法是一种广泛应用于建筑地基加固处理的技术。本文系统地探讨了强夯碎石桩法的原理、施工工艺及其在市政公共建筑地基加固中的具体应用,通过案例分析总结了其优势和局限性。研究表明,该方法不仅能有效提高地基承载力,减少地基沉降,还具有施工简单、成本低等优点。

**关键词:** 强夯碎石桩法; 市政公共建筑; 地基加固

## 引言

城市公共建筑通常由政府或其授权的组织在城市区域内建设、保养或管理,旨在为民众提供必需的社会服务及公共设施,同时确保极高的安全性和可靠性。市政建筑的地基处理是建筑施工中至关重要的部分,工程技术人员必须予以高度关注,并持续优化施工方法,以提升地基施工的品质,确保城市设施的结构安全。强夯碎石桩技术应用广泛,对各类土地基均有效,能有效增强地基的承载能力。本研究以特定市政设施的地基建设为例,探讨了强夯碎石桩施工的具体应用要点。

### 1. 强夯碎石桩法的基本原理

强夯碎石桩法利用重锤反复夯击碎石桩体,在地基中形成具有较高密实度和强度的复合地基。该方法的核心原理涵盖几个关键方面:首先,夯击密实作用通过重锤反复夯击,使桩体内部颗粒重新排列和紧密接触,显著提升了桩体的密实度与强度;其次,振动效应指的是夯击过程中产生的振动波传播至周围土层,这不仅改变土层的结构,还增强了土层的密实度和承载力;最后,应力分布优化通过碎石桩的介入,使得上部结构的荷载更均匀地分布在地基土上,有效减少地基的不均匀沉降<sup>[1]</sup>。这些机制共同作用,提高了地基的整体性能和稳定性。

### 2. 施工工艺要求

施工工艺在强夯碎石桩法中是一个严谨而复杂的过程,首先从施工准备开始,需要对施工场地进行彻底平整,以确保所有施工机械能在该环境中正常操作。此外,根据工程设计图纸进行精确的测量放线是必须的,以确定每个桩的准确位置。施工设备的准备也是关键步骤,涉及强夯机、碎石材料以及运输车辆等。接下来是强夯碎石桩的施工步骤,首先进行桩孔的开挖,通常孔径设置在 0.8 至 1.2 米之间,深度则根据具体地基条件而定。开挖完成后,开始分层将碎石填充至桩孔内,每层填料的厚度控制在 0.3 至 0.5 米。填料后,使用强夯机进行夯击密实作业,每层碎石需要夯击 3 到 5 次,具体次数依据设计要求确定。此过程需要重复进行,直到填料与夯筑工作达到设计的标高。完成所有夯击工作后,需对桩顶进行平整处理,这一步骤至关重要,以确保桩体的密实度和标高完全符合设计要求。整个施工过程中,技术人员必须严格遵守操作规程和安全标准,以保证施工质量及工程的长期稳定性<sup>[2]</sup>。通过这一系列精细的施工步骤,强夯碎石桩法能够有效提升地基的承载力和稳定性,为市政公共建筑等重要设施的安全提供坚实的基础。

### 3. 强夯碎石桩法适用范围

强夯碎石桩法作为一种地基加固技术,具有广泛的适用性,特别是在处理具有挑战性的土质条件时表现出色。首先,该方法在软

弱土层中尤为有效,例如粘性土和淤泥质土等,这些土层因其低承载力和高压缩性而常常需要加固处理。通过强夯碎石桩法,不仅能显著提升这些土层的承载力,还能有效减少因土质软弱引起的沉降问题。其次,对于那些高含水量的土层,强夯碎石桩法同样适用。在这种情况下,该技术可以通过夯击作用迅速排出孔隙水,从而增加土层的密实度和稳定性。这一点对于防止地基在水分作用下产生不稳定性尤为重要,尤其是在雨季和洪水易发区域的建筑施工中。再次,对于填土地基,即那些由人工填充的土层,如回填土和杂填土,强夯碎石桩法也显示了其优越性。采用强夯碎石桩法可以有效地改善填土的均匀性,增强其承载力,确保上部结构的稳固与安全。

### 4. 工程概况

本案例涉及的建筑项目位于某城市公共行政大楼,结构形式为框架与剪力墙组合,全长 55 米,宽达 50.2 米,共五层高。地质勘察结果表明,地表土壤主要是由建筑废弃物土壤混合而成,厚度介于 3.2 至 7.8 米之间,原始设计未包括填土工作。因此,在开始地基施工前必须先对这些表层土进行必要的处理,以增强其承载能力。此外,通过实验与调查得知,该地基的原始承载力仅为 75kPa。为了满足安全标准,必须进行地基加固,以提升其承载力至少达到 180kPa。

### 5. 确定强夯方案

填充土层较厚且结构疏松,加上南部和西部区域面临持久的斜坡困扰,预估未来的地面下沉可达 1815 毫米。为防止这种下沉对建筑物后续功能的负面影响,必须迅速对填充土进行处理,以限制下沉幅度并防止底层结构不稳定,确保建筑的总体安全。根据现场的基础桩试验结果,遭遇了桩孔崩塌和打桩困难的问题。综合考虑成本、施工的可操作性和时间框架,选择采用强夯碎石桩技术进行土壤处理。在场地平整后,针对填土厚度制定了三种地基强夯处理方案,详见表 1。

表 1 本工程强夯方案对比

项目	方案 1	方案 2	方案 3
填土厚度	≤6.0m	6.0~10.0m	10.0~17.0m
实验方案	3000kN 强夯	5000kN 强夯	5000kN 强夯+碎石桩
点夯布点	正方形布置	正方形布置	正方形布置
点夯间距	5.5m × 5.5m	5.5m × 5.5m	5.5m × 5.5m

为了评估所提出的强夯加固方案的效果,实施了一系列静态荷载和动态探针测试。测试数据显示,在处理过的基础土层中,各个深度区域的土质都得到了明显改善。方案 1 与方案 2 在 0 至 6.0 米的填充土层中效果显著,然而,方案 1 在加固后的土层的极限承载能力仅达到 165kPa,未能达到最低要求的 180kPa。在处理饱和和混凝土时,采用强夯与碎石桩相结合的方法,不仅提升了填充效果,

还能影响更深的土层。总体来看,当填土层厚度不超过 6.0 米时,建议选用方案 2;超过 6.0 米时,推荐使用方案 3<sup>[9]</sup>。

## 6. 强夯碎石桩法施工应用要点

### 6.1 平整场地

在动工前,需进行场地清扫,清除杂物,并使用履带推土机使地面变平。视场地需求,搭建必要的排水系统。施工区多为填充区,其表层土质疏松,遇强降雨易向低点渗透,而经压实后的底层土难以快速排水,动力压实过程中可能产生类似橡胶的泥土,不利于稳固。因此,在场地平整后,应对表层土进行轻度压实,并预设盲沟于关键区域,确保雨季能顺利开展工程。

### 6.2 填充碎石

填充碎石是强夯碎石桩技术中的关键环节。在填充前,必须对所用碎石进行筛选和洗涤。填入过程中要确保碎石分布均匀且密度适宜,以保障填充效果。填充的深度需依据工程规划来设定。填充作业完毕后,需对表层进行平整作业,保持碎石层的表面光滑。

### 6.3 定位放线

在启动强夯碎石桩作业和定位放线前,须确认施工场地是否达到施工标准,例如场地基底条件、平坦度、地质特性等。同时,需重新验证桩位布局和点位分布,确保夯击点数、桩间隔、桩深均符合施工规范。还需要对施工区域周围环境进行评估,查明地下是否有电缆和管道等分布,以规避这些障碍物。同时,核查所用夯机的数量、型号及技术参数,必要时进行调整,防止设备故障影响作业。使用标记线和标杆来标示夯击点位置,明确夯桩的方向,确保各桩位精确对齐。

### 6.4 定位夯机

在定位夯机之前,核实夯机的具体位置和安放方向,确保设备的对准精度,包括垂直和水平对齐,并设定夯击频率的具体参数,以匹配施工的夯击次数和速率要求。确认夯桩的具体点位及夯击方法,比如使用单锤或双锤夯击方式。有效管理夯桩的深度,以保障其承载能力和整体稳定性。依照工程设计的要求,处理定位坐标,并结合桩孔间隔,使用全站仪来精确标出夯机的位置。

### 6.5 钻孔

在开始钻探前,需确定每根桩的具体位置及深度,这些参数应按照工程设计的指示设定,可以选择机械或人工钻探方法。为了确保钻孔的品质及孔壁的光滑度,使用水泥糊状物质来强化孔壁。在钻探作业中,确保钻头与预定孔位的中心精确对齐,并调整钻具的直度,每向下钻进 2 米就进行一次斜度校正,一旦发现较大偏差,应立即中止作业并调整,采取由慢至快的钻进策略。

### 6.6 强夯起锤高度测量

动力压实是强夯碎石桩法处理建筑地基的最终步骤。在此过程中,需要精确控制压实机的打击次数和力度,以确保填料的紧实和结构稳定。利用夯锤将碎石压入钢管桩内,并在压实过程中不断压紧碎石,形成密集的桩体结构,从而增强地基的承载能力。夯锤起始高度的测量是关键步骤,必须严格遵循规范来执行,以保障施工的质量和安全性。起锤高度指的是夯锤在压实碎石时从特定高度下落的距离,主要有两种测量方式:(1)直接测量方式。通过在夯锤底部安装高度测量仪器,如高度计,直接记录起锤高度,这种方法测量精度较高,但操作较为复杂,需考虑夯锤高度、钢管桩的长度和管口处的碎石填充高度等多个变量<sup>[10]</sup>。(2)波动法。通过观察夯锤落下引起的水面波动,间接估计起锤高度。具体操作是在夯锤底部设置集水坑,并安装水位计,记录压实过程中水面的波动,根据波动的幅度来估算起锤高度。相对于直接测量,波动法更为简便,

但可能略失精确度。

### 6.7 夯沉量测量

夯实沉降量是在执行碎石桩夯实作业时,桩体下沉的具体深度。其测量通常依赖于理论推算和现场实测两种方法。理论推算法基于工程中选择的夯锤重量、打击次数、桩的截面面积以及碎石的紧密程度等因素进行计算,从而预测桩体的沉降量,但此法主要适用于施工前可以精确预测沉降量的情形。现场实测法则在碎石桩夯实施工期间实施,通过对夯实前后桩顶标记的高度差进行测量来确定桩体沉降的深度<sup>[9]</sup>。操作上,会在桩顶放置一个固定的金属标杆,工程开始前记录其初始高度,施工中定期检查此标高,夯实完成后再次记录其高度,两次高度的差值即为桩体的夯实沉降量。本案例中使用的是直接测量法。一旦确认沉降量符合标准,便转移到下一个夯实点继续作业。

### 6.8 质量验收

(1)施工前审查。进行现场调查,确认桩基的具体位置、长度、直径等关键参数。同时,全面掌握场地的地质特征和地下水情况,评估施工计划的适用性。(2)施工过程审查。现场使用的设备需满足相关规范,使用的建材应达到规定的品质要求;施工队伍需接受专业培训及评估,确保施工过程遵守规范。(3)施工完成审查。对每一根强夯碎石桩进行详细检查,验证其垂直和水平对齐是否符合设计规定。监测夯实次数、深度及碎石的成型质量,确保全部达到质量标准。

## 7. 地基加固效果

项目地基施工完成后,通过强夯碎石桩法加固的地基,在压实度、粘结力和内部摩擦力等方面均达到了施工标准。填充土体实现了从略微密实到中等密实的状态,地基的承重能力显著增强,加固成效显著。然而,在施工过程中,确实出现了少数因淤泥含水量高、层厚较厚导致的孔壁坍塌情况,对此采取了使用钢护筒技术进行补救,确保了大部分工程的顺利进行,这不仅缩短了施工时间,同时也有效减少了地基加固的成本。

### 结束语

总体而言,市政建筑的施工标准极为严格,地基施工尤其复杂。采用强夯碎石桩法,根据施工规范和要求对桩位进行合理规划,利用强夯技术将碎石压入地底,形成牢固的碎石桩,并通过夯实周围土壤构建复合地基。该项目实施经验表明,使用强夯碎石桩法加固市政公共建筑的地基具有工艺简便、能有效减少地基土的可压缩性的优点,不仅促进了地基的密实和排水固结,还大幅提高了地基的承载力。然而,强夯施工过程中需要多次重复夯实,须谨慎安排施工步骤,并在必要时采取隔振措施,以减少噪音污染。

### 参考文献:

- [1]高旭,刘骞,黄启迪.高层建筑岩土工程勘探地基技术分析[J].建筑结构,2023,53(10):171.
  - [2]侯靖,蒋熠诚,韩华超,等.高应力下碎石桩复合地基强度参数 DEM 模拟研究[J].水电能源科学,2023,41(05):130-134.
  - [3]樊朱益,王启贵,卞夏,等.高填方地基粘弹性参数反演及工后沉降分布规律预测[J].岩土工程技术,2023,37(02):147-153.
  - [4]王皆友.市政路基强夯和挤密碎石桩处理施工工艺[J].工程建设与设计,2021,(08):100-101+104.
  - [5]速田勇,许汉华,张向阳,等.基于强夯法和碎石桩法复合地基承载力试验研究[J].中国水运(下半月),2020,20(01):238-239.
- 作者简介:游丽芳,1990年03月09日,女,江西,汉,市政公用工程。