

建筑工程换填法地基加固施工探究

苏广安, 苏文波

(山东旭华园林工程有限公司, 山东 东营 257091)

摘 要 换填法是建筑工程地基处理中常用的加固方法, 主要针对软弱地基、不均匀地基等不良地质, 通过挖除现场原有劣质土层, 更换成优质填筑材料并压实成型, 能有效改善地基承载能力, 保证上部建筑结构稳定。本文结合现场施工实际, 明确换填法地基加固的实际应用价值, 梳理完整施工流程, 分析各环节的关键管控要点, 并针对施工中的常见质量隐患提出具体处置办法, 为现场地基加固施工提供实操参考, 助力提升地基施工质量和建筑整体安全性。

关键词 建筑工程; 换填法; 地基加固; 地基沉降; 密实度

中图分类号: TU47

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.18.014

0 引言

地基施工是建筑工程的基础核心, 地基的承载能力和稳定性直接关系到上部结构的使用安全和使用寿命。在实际施工中, 不少项目场地存在软弱土、淤泥质土等不良地质, 天然地基满足不了建筑荷载和稳定性要求, 必须通过专业加固处理才能达标。换填法施工工艺简单、适用范围广、成本好控制, 加固效果显著, 在各类民用和工业建筑地基处理中应用广泛。做好换填法施工全流程管控, 把各个技术细节落实到位, 能有效避免地基沉降、承载力不足等问题, 为整个建筑工程质量打下坚实的基础。

1 换填法在建筑地基加固中的实际应用效益

1.1 强化土体抗剪性能, 保障地基整体稳定

天然软弱地基的土体颗粒比较松散, 抗剪强度低, 承受不住上部建筑传递的竖向荷载和侧向应力, 容易出现土体滑移、局部失稳等问题。换填法所用的填筑材料, 自身抗剪强度比原有软弱土层高很多, 经过压实处理后, 土体内部的黏结力和摩擦阻力会大幅提高, 能有效抵抗外部荷载产生的剪切应力, 避免地基出现侧向变形和整体失稳, 保证地基长期稳定, 满足建筑荷载承载要求^[1]。

1.2 严控地基沉降幅度, 规避不均匀沉降隐患

天然软弱地基的压缩性高, 受到荷载作用后容易出现大幅沉降, 而且土层分布不均会导致不同区域沉降量差异过大, 进而引发上部结构开裂、倾斜等质量问题。换填成型后的垫层材料, 压缩性很低, 密实度

也能均匀控制, 能大幅减小地基整体沉降量。同时, 通过均匀填筑和压实, 保证地基各区域受力和变形一致, 从施工环节消除不均匀沉降的隐患, 保障建筑结构整体平整和使用安全。

1.3 优化土体动力性能, 增强建筑抗震能力

软弱土层的动力稳定性差, 遇到地震等外力震动时, 容易出现土体液化、结构失稳, 大幅降低建筑的抗震性能。换填后的密实垫层, 土体结构紧密, 透水性和动力响应性能更好, 在外力震动作用下不容易出现液化和变形, 能有效缓冲震动带来的冲击力, 减小地基震动变形幅度, 提高地基整体抗震性能, 增强建筑抵御地震等自然灾害的能力。

2 换填法地基加固施工流程及现场管控要点

2.1 完整施工流程

1. 施工准备阶段。施工前, 要全面梳理工程地质勘察资料, 结合建筑结构荷载需求和施工图纸, 精准核实场地内软弱土层的分布范围、埋置深度和土体物理力学指标, 明确地基换填的具体范围、深度和各项技术参数。先清理施工场地内的杂草、石块、建筑垃圾等杂物, 按照设计标高开挖基坑, 同时做好基坑边坡临时防护, 防止开挖时出现边坡坍塌、土体滑落。完成填筑材料的进场检验和施工设备调试, 组织技术人员做好现场技术交底, 把施工工艺标准和质量管控要求讲清楚, 完成场地放线和边界标记, 全面排查现场水电、机械作业、基坑防护等方面的安全隐患, 为后续施工做好充分准备, 确保前期筹备贴合现场实际, 避免后期施工出现偏差^[2]。

作者简介: 苏广安 (1971-), 男, 专科, 研究方向: 建筑工程施工。

2. 分层填筑施工。分层填筑是换填施工的核心, 必须严格按照设计要求控制单层铺设厚度, 结合选用的压实机械性能、填筑材料类型, 确定合理的铺设厚度, 严禁擅自超厚铺设, 防止因厚度过大导致下层压实不到位, 影响整个垫层质量。采用分层分段平行摊铺的方式作业, 保证每层材料摊铺均匀, 表面大致平整, 杜绝局部材料堆积、厚薄不均或空缺漏填的情况。在摊铺过程中, 安排专人全程巡查, 及时剔除混合料中的超大颗粒、腐殖质、杂物等不合格成分, 保证填筑层材质均匀、纯度达标, 为后续压实工序做好准备, 确保每层填筑质量符合基础施工规范。

3. 含水率调整与洒水。填筑材料的含水率直接影响压实效果, 施工中要提前检测材料的最优含水率范围, 对现场摊铺好的填筑层, 实时检测实际含水率。如果材料过于干燥, 就采用均匀洒水的方式调控, 洒水要遵循少量多次的原则, 确保水分渗透均匀, 避免局部积水或含水率超标。通过精准调控, 把材料含水率控制在最优区间, 既防止含水率过低导致土体颗粒间摩擦力过大, 压实不到位、密实度不达标, 也避免含水率过高引发土体液化、碾压时出现弹簧土, 导致压实变形、垫层结构松散, 始终让填筑材料保持最佳压实状态, 保障压实工序顺利推进。

4. 分层压实作业。根据填筑材料类型、垫层厚度和现场施工条件, 选用型号适配的压实机械, 严格按照设计压实系数开展分层碾压作业。碾压要遵循先轻压稳压、后重压密实的原则, 合理控制碾压速度, 把握好相邻碾压区域的重叠宽度, 确保全范围碾压均匀, 不留压实死角。对于基坑边角、阴阳角、靠近边坡边缘等大型机械无法到位的区域, 改用小型夯实设备人工补压, 反复夯实至密实度达标, 杜绝漏压、少压、局部碾压不实的问题。每一层压实完成后, 暂停后续施工, 及时做好表层保护, 密实度检测合格后, 再进行上一层填筑, 层层把控压实质量。

5. 表层找平处理。整个换填垫层压实完成后, 对垫层表层进行精细化找平修整, 用专业工具刮除局部凸起的多余材料, 对低洼部位填补同规格合格材料并局部夯实, 确保垫层整体表面平整度符合设计和施工规范要求。修整时, 同步梳理场地排水坡度, 按照现场排水设计要求, 做好合理的排水坡向, 防止后期雨水、施工用水在垫层表面积存下渗, 避免浸泡垫层导致密实度下降、土体软化, 保障垫层结构长期稳定。

6. 完工质量检验。换填施工全部结束后, 严格按照建筑地基基础工程施工质量验收规范, 开展全面质量检测, 重点检测垫层的压实密实度、地基承载力、

整体沉降量等核心指标, 同时核查垫层厚度、宽度、平整度等外观和尺寸参数。把各项检测数据和设计标准、规范要求逐一比对, 只有所有指标都合格, 才能进入后续基础施工; 如果检测发现局部密实度不足、承载力不达标等问题, 立即划定整改区域, 彻底挖除不合格部分, 重新按照施工工艺换填、压实, 整改完成后再次复检, 直到质量完全合格, 杜绝质量隐患带入后续施工。

2.2 施工关键环节把控

1. 填筑材料合理选型。填筑材料的质量是换填加固效果的基础, 要结合场地地质条件、建筑上部荷载大小、地基承载力需求和现场施工环境, 综合选用适配的材料, 优先选用强度高、压缩性小、化学性质稳定、透水性适宜的材料。材料进场前必须做好质量检验, 严禁使用腐殖土、淤泥、冻土、含大量有机质或杂质的劣质材料, 根据不同加固需求, 可灵活选用级配砂石、素土、灰土等材料, 从源头把控材料质量, 避免因材料不合格导致整个地基加固工程失效, 减少后期返工成本和质量风险^[3]。

2. 垫层厚度精准设定。垫层厚度和宽度直接关系到地基荷载扩散效果和整体稳定性, 要依据详细的地质勘察数据, 结合上部建筑结构传递的荷载值、原有软弱土层承载力, 通过专业力学计算确定垫层厚度, 不能仅凭经验随意设定。既要保证垫层厚度足够承载上部荷载, 能有效将应力扩散到下部稳定持力层, 避免因厚度不足导致地基应力集中、沉降超标, 也要控制合理宽度, 满足侧边土体约束和边坡稳定需求, 防止宽度过窄引发垫层侧向位移, 同时避免厚度过大造成材料浪费和施工成本增加, 兼顾施工质量和经济性。

3. 压实质量全程管控。压实质量是换填地基施工的核心管控点, 直接决定加固成效, 施工全过程要紧盯压实环节的各项参数。严格控制压实机械的工作参数、碾压遍数, 全程跟踪填筑层含水率变化, 杜绝为赶工期减少碾压遍数、擅自加快碾压速度等违规操作。实行分层检测制度, 每一层压实后都必须做密实度检测, 合格后才能进入下一道工序, 建立现场质量管控记录, 全程留存压实参数和检测数据, 及时整改压实不均、漏压等问题, 确保垫层整体密实度、承载力都达到设计标准, 筑牢地基加固质量防线。

4. 施工过程动态监测。换填施工涉及基坑开挖、分层填筑、机械压实等多道工序, 现场工况复杂多变, 必须开展全程动态监测, 实时掌握施工状态。重点监测基坑边坡的位移和沉降情况, 防止开挖及填筑过程

中边坡失稳;同时监测垫层施工中的沉降变形、含水率波动和压实参数变化,安排专人定时记录监测数据,及时分析数据变化趋势,一旦发现异常沉降、边坡位移超标、含水率失控等问题,立即暂停施工。排查问题根源,及时调整施工工艺和作业方案,防止小隐患扩大成质量安全事故,保障施工顺利推进^[4]。

5. 施工安全防护落实。换填施工多为基坑内露天作业,要全面落实现场安全保障措施,结合场地实际,完善基坑临边防护栏杆、安全警示标识,做好基坑排水系统布设,防止雨水倒灌浸泡基坑。规范各类压实机械、开挖设备的操作流程,定期检查设备运行状态,杜绝设备带故障作业,严禁施工人员违规操作机械。加强现场施工人员安全培训,明确基坑作业、机械操作、材料运输等环节的安全注意事项,做好高空坠物、机械伤害、基坑坍塌等风险防范,全程落实安全管控责任,保障现场施工人员和设备安全,实现安全施工与质量管控同步推进。

3 换填法地基加固施工常见质量问题及处置措施

3.1 地基沉降问题及处置

换填地基施工完成后,出现局部沉降或整体不均匀沉降,大多是因为填筑材料质量不达标、分层压实不到位、垫层厚度设计不合理等原因。出现这类问题后,首先用专业检测设备精准定位沉降区域,核查沉降量、密实度和承载力数据,对沉降超标部位,彻底挖除原有不合格垫层,清理干净底部松散土体,更换质量合格的填筑材料,重新按照规范工艺分层摊铺、压实,严格把控每层厚度和压实质量,整改完成后再次全面检测,把地基沉降量控制在规范允许范围内,避免影响后续上部结构施工。

3.2 材料级配不良问题及处置

填筑材料级配失衡、颗粒大小不均,会导致垫层内部空隙过大、密实度分布不均,整体承载力偏低,达不到地基加固设计要求。防控这类问题,要在材料进场时严格把关,按照设计级配比例筛选调配材料,杜绝级配混乱、颗粒超标、杂质过多的材料进场。如果施工中发现级配不良,立即停止该区域作业,彻底清理不合格填筑材料,重新筛选调配级配合格、材质均匀的材料,重新开展换填施工,全程把控材料摊铺和压实环节,确保垫层密实度和稳定性达标,从根源上解决级配不良带来的质量缺陷。

3.3 密实度不达标问题及处置

垫层密实度达不到设计标准,主要是因为填筑层含水率失控、碾压遍数不足、单层铺设厚度过大,或

是机械碾压不到位。针对密实度不合格区域,先分析具体原因,若是含水率问题,及时调整到最优范围后重新碾压;若是碾压或厚度问题,就减薄填筑层厚度,增加碾压遍数或更换适配的压实机械重新压实,必要时局部挖除重填。处理完成后必须重新检测密实度,合格后才能继续施工,同时在后续施工中强化过程管控,严格执行分层检测制度,避免同类问题重复出现,保证垫层整体密实度一致^[5]。

3.4 排水不畅问题及处置

施工现场排水系统不完善、垫层表面没有排水坡度,会导致雨水、施工用水积存,长期浸泡会使垫层土体软化、密实度下降,大幅降低地基承载力和稳定性。施工前期要统筹规划场地排水方案,合理布设排水沟、集水井等排水设施,垫层施工时同步修整排水坡度,确保积水能及时排出。如果已经出现排水不畅、垫层积水问题,要第一时间疏通排水系统,快速排净表面积水,对受水浸泡软化的土体进行晾晒,若软化严重,需挖除受浸部分,重新换填合格材料并压实,始终保持垫层处于干燥密实状态,保障地基加固效果不受积水影响。

4 结束语

换填法是建筑工程中用于软弱地基加固的实用技术,其施工工艺并不复杂,但对各环节的管控标准要求严格,加固效果更是直接关乎建筑整体结构安全。在实际施工中,要结合场地地质条件和设计要求,规范做好前期筹备、分层填筑、压实找平、质量检测等全流程工作,精准把控材料、厚度、压实、监测等核心要点,主动防范各类质量隐患。针对施工中出现的各类问题,及时采取针对性整改措施,才能充分发挥换填法的加固作用,打造稳定可靠的地基结构,保障建筑工程整体质量和长期使用安全。

参考文献:

- [1] 刘宁,李金帆,王为辉.换填法地基加固施工技术在建筑工程中的应用[J].科技资讯,2024,22(07):153-155.
- [2] 刘瑜.建筑工程换填法地基加固施工技术研究[J].工程技术研究,2025,10(01):86-88.
- [3] 钟锦权.换填法地基加固施工技术在建筑工程中的应用[J].建材发展导向,2023,21(12):161-164.
- [4] 陈建国.换填法地基加固施工技术在建筑工程中的应用[J].石材,2024(06):63-65,68.
- [5] 马国忠.建筑工程中换填法地基加固的标准化施工技术探析[J].大众标准化,2024(16):78-79,82.