

浅谈建设工程房心回填土下陷防治的技术措施

赵永伟

宁夏交通建设股份有限公司 宁夏 银川 755000

摘要: 建设工程中,房心回填土下陷问题影响结构安全与使用功能。本文深入剖析其成因,涵盖材料因素如含有机杂质土料、含水率失控,施工工艺缺陷如分层夯实不规范、基底处理不当,以及环境与地质条件如地下水渗透、气候影响。针对此,从材料选择与预处理、分层回填与夯实工艺、基底与周边环境处理、施工过程监控等方面提出防治技术措施,并阐述局部修复、结构加固方法及修复效果评估要点,为解决该问题提供全面指导。

关键词: 建设工程;房心回填土;下陷防治;技术措施

引言:在建设工程领域,房心回填土的质量关乎建筑整体的稳定性与安全性。然而,房心回填土下陷问题屡见不鲜,这不仅会导致建筑物出现不均匀沉降,引发墙体开裂、地面凹陷等质量隐患,严重影响建筑的使用功能和耐久性,还可能对居住者的生命财产安全构成威胁。深入探究房心回填土下陷的原因并采取有效的防治技术措施,已成为保障建筑工程质量、延长建筑使用寿命的关键所在。本文将围绕这一问题展开探讨,提出切实可行的解决办法。

1 建设工程房心回填土下陷的原因分析

1.1 材料因素

(1) 含有机杂质或大土块的土料:若回填土中有机质含量超过5%(如腐殖土、耕植土),后期有机质会因微生物分解逐渐腐朽,导致土体颗粒间空隙增大,体积收缩率可达3%-5%,进而引发不均匀沉降;若混入粒径超过50mm的大土块且未破碎,压实过程中土块难以充分挤压,土块间形成空隙,受上部荷载作用后空隙压缩,出现局部下陷。(2) 含水率失控:粘土类土料最佳含水率通常为12%-15%,若含水率高于最佳值3%以上,土体呈“橡皮土”状态,夯实过程中仅表面暂时压实,内部仍松散,撤去夯击力后易回弹,后期受荷载作用回弹土体压缩下陷;冬季施工若使用含冰块土料(冰块体积占比超10%),冰块融化后原冰块位置形成直径5-10cm的空洞,土体密实度骤降,引发局部塌陷。

1.2 施工工艺缺陷

(1) 分层夯实不规范:未按“薄填慢压”原则施工,若每层虚铺厚度超过30cm(机械夯实)或20cm(人工夯实),夯击能量无法传递至土层底部,底部土体密实度低于0.94的设计要求,形成“上实下松”结构,上部荷载增加后底部松散土体压缩下陷;部分施工仅对表层5-8cm土体夯实,中层及底层未有效压实,后期整体沉降

量可达30-50mm。(2) 基底处理不当:回填前未彻底清除基底腐殖土、淤泥等软弱层(厚度超30cm),此类土层承载力仅60-80kPa,远低于设计要求的120kPa,受荷载后快速压缩;若基底存在未回填的地坑、积水坑(深度超50cm),仅用虚土简单回填,未分层夯实,后期虚土压缩量达10%-15%,导致局部塌陷^[1]。

1.3 环境与地质条件

(1) 地下水渗透:若回填土采用级配不良的砂土(砂粒含量超70%),透水性强,当地下水位上升或地下水渗透时,土体中的细颗粒易被带走,形成管涌现象,土体结构被破坏,孔隙率增大(孔隙率可达30%以上),承载力下降,最终引发下陷;此外,地下水长期浸泡会软化土体,使土体压缩模量降低,加剧沉降。(2) 气候影响:雨季施工时,若未采取有效的防排水措施,雨水大量渗入回填土,导致土料含水率骤增(超出最佳含水率6%以上),土体强度大幅下降(强度损失可达40%);同时,雨水冲刷会使土体颗粒流失,形成局部松散区域,后期受荷载作用,松散区域压缩,引发回填土下陷。

2 建设工程房心回填土下陷防治的技术措施

2.1 材料选择与预处理

(1) 土料控制:优先选用级配良好的碎石土、砂土或3:7灰土,此类土料颗粒咬合紧密、透水性适中,能有效提升密实度稳定性。严禁使用有机质含量>5%的土料(如腐殖土)、粒径>50mm的大块土及冻土块体积占比>10%的填料,若现场土料含少量大块土,需先经破碎机破碎至符合要求,避免因颗粒不均导致夯实不密实。(2) 含水率调控:施工前需通过标准击实试验,确定土料最佳含水率(一般控制在塑限含水率 $W_p \pm 2\%$ 范围内,如粘土最佳含水率通常为12%-15%)。若含水率过高(超出最佳值3%以上),采用晾晒法(晾晒时间根据天

气调整,通常1-3天,期间定期翻拌)或掺加5%-8%干土(干土需过筛,粒径 $\leq 20\text{mm}$);若含水率过低(低于最佳值2%以下),可均匀喷洒清水或掺加生石灰粉(每 100m^3 土料掺50-80kg)吸水调节,确保土料含水率达到最佳状态后再进行回填。

2.2 分层回填与夯实工艺

(1) 分层厚度控制:严格按照“薄填、慢压、多遍”原则,每层虚铺厚度 $\leq 30\text{cm}$ (机械夯实取25-30cm,人工夯实取15-20cm)。机械夯实优先选用蛙式打夯机(适用于小面积)或轻型压路机(适用于大面积),压实遍数 ≥ 6 遍,且需错峰碾压,避免漏夯;人工夯实采用木夯或铁夯,每层夯实 ≥ 3 遍,确保表层无明显轮迹或夯痕。(2) 密实度检测:每层回填夯实后,采用环刀法取样检测干容重,取样点需均匀分布(每 100m^3 不少于3个点,边角区域加密至每 50m^3 1个点),压实系数需 ≥ 0.94 (重要区域 ≥ 0.96),且单点干容重不得低于设计值的90%。若检测不合格,需对该层土料进行重新翻松、调整含水率后再次夯实,直至达标方可进行上层回填。(3) 特殊部位处理:针对房心深度 $> 1.5\text{m}$ 的区域,先采用重型压路机(吨位 $\geq 12\text{t}$)对基底自然土进行碾压,碾压遍数 ≥ 4 遍,确保基底密实度 $\geq 80\%$;碾压完成后,在基底铺设一层土工格栅(幅宽 $\geq 2\text{m}$,搭接长度 $\geq 20\text{cm}$)增强整体性,再按常规分层回填工艺施工^[2]。

2.3 基底与周边环境处理

(1) 软弱土层清理:回填前需彻底挖除基底腐殖土、淤泥、耕植土等软弱层,挖除深度根据现场勘察确定(一般 $\geq 30\text{cm}$),若软弱层厚度 $> 1\text{m}$,需采用级配砂石(粒径5-30mm,含泥量 $\leq 3\%$)或3:7灰土进行换填,换填层分层压实,每层厚度 $\leq 25\text{cm}$,压实系数 ≥ 0.93 ,确保基底承载力满足设计要求(通常 $\geq 120\text{kPa}$)。(2) 防渗措施:外墙基槽回填时,在基槽外侧(距外墙20-30cm处)抹20mm厚M10水泥砂浆防水层,砂浆内掺5%防水剂;或涂刷沥青胶防水层(采用30号沥青与滑石粉按3:1配比调制),涂刷2-3遍,总厚度 $\geq 5\text{mm}$,相邻涂层搭接长度 $\geq 10\text{cm}$,防止地下水通过基槽渗入房心回填土。(3) 排水系统设计:在房心周边设置环形截水沟(截面尺寸 $30\text{cm}\times 40\text{cm}$,沟底坡度 $\geq 0.2\%$),拦截场地周边地表水;房心内部按0.2%-0.3%坡度设置排水坡,引导雨水流向集水井(集水井间距 $\leq 20\text{m}$,直径80cm,深度1-1.2m,井底铺设20cm厚级配砂石滤层),集水井内配备2.2kW潜水泵(排水量 $\geq 50\text{m}^3/\text{h}$),及时排出积水。

2.4 施工过程监控

(1) 雨季施工管理:遇中雨及以上天气,立即暂停回填作业,对已回填未夯实的土层覆盖加厚防雨布(厚度 $\geq 0.5\text{mm}$,搭接长度 $\geq 20\text{cm}$),防止雨水浸泡;现场设置临时排水泵(每 500m^3 配备1台),及时排出场地积水。雨后复工前,检测土料含水率,若超出最佳范围,需重新调整后再施工。(2) 冬季施工防护:当环境温度 $\leq 0^\circ\text{C}$ 时,严禁使用冻土回填;若现场土料含少量冰块(体积占比 $\leq 5\%$),需先破碎至冰块粒径 $\leq 10\text{mm}$,再掺加10%-15%热生石灰灰料(温度 $\geq 50^\circ\text{C}$),利用生石灰水化放热提升土料温度;回填完成后,及时覆盖阻燃保温被(厚度 $\geq 5\text{cm}$),防止土层冻结。(3) 信息化监测:在房心关键区域(如柱基周边、深度较大区域)布设物联网传感器,包括含水率传感器(测量精度 $\pm 1\%$)、密实度传感器(测量精度 $\pm 0.02\text{g}/\text{cm}^3$)及沉降传感器(测量精度 $\pm 0.1\text{mm}$),传感器数据通过无线传输至监控平台,实时监测各项指标。当含水率超出最佳范围 $\pm 3\%$ 、密实度低于0.92或沉降量单日超5mm时,平台自动报警,施工人员需立即停工调整,实现动态管控^[3]。

3 建设工程房心回填土下陷的治理与修复技术

3.1 局部修复方法

(1) 高压注浆:适用于回填土局部空鼓、裂缝(宽度 $\geq 2\text{mm}$)且沉降量 $\leq 50\text{mm}$ 的区域。先通过地质雷达探测确定空鼓范围与深度,按1.5-2m间距呈梅花形布设注浆孔,孔径50-60mm,孔深至空鼓层底部以下10cm。材料选用1:1.5-1:2的水泥砂浆(水泥强度等级 $\geq \text{P.O}42.5$)或环氧树脂化学浆液(粘度 $\leq 500\text{mPa}\cdot\text{s}$),注浆压力控制在0.3-0.8MPa,按“外围向中心、低压慢注”原则施工,单孔注浆量根据孔隙体积计算(通常 $0.5-1.2\text{m}^3$)。注浆完成后养护7-14天,通过全站仪观测沉降,确保抬升量控制在2-5mm,避免过度抬升破坏上部结构。(2) 换填加固:针对局部沉降 $> 50\text{mm}$ 、土料松散或存在软弱夹层的区域。先按沉降边界放线,采用小型挖掘机分层开挖(每层深度 $\leq 1.2\text{m}$),边坡坡度1:0.5防止坍塌,开挖至原设计密实层(通过环刀取样验证干容重 $\geq 1.6\text{g}/\text{cm}^3$)。换填材料选用级配碎石(粒径5-30mm,含泥量 $\leq 3\%$)或掺入8%-10%水泥的加固土料,分层虚铺厚度 $\leq 25\text{cm}$,采用小型压路机(吨位3-5t)碾压6-8遍,或人工夯击(每遍重叠1/3夯痕)。换填区域与原有回填土搭接宽度 $\geq 30\text{cm}$,搭接处需额外夯实2-3遍,确保新老土体结合紧密,最后检测压实系数 ≥ 0.95 方可验收。

3.2 结构加固技术

(1) 地基注浆: 适用于因地基软弱导致回填土整体沉降、承载力不足 ($< 100\text{kPa}$) 的情况。采用地质钻机布设注浆孔, 孔深穿透回填土层至地基持力层 (如粉质粘土层), 孔距2-3m, 呈等边三角形分布。注浆材料选用水灰比0.5-0.6的水泥浆 (掺3%-5%膨胀剂) 或水泥-水玻璃双液浆 (体积比1:0.3), 注浆压力0.5-1.2MPa, 采用“分段注浆法” (每段长度1.5m), 每段注浆完成后稳压3-5分钟。施工过程中实时监测地面隆起量 (控制 $\leq 3\text{mm}$), 注浆结束后养护28天, 通过平板载荷试验验证地基承载力提升 $\geq 20\%$, 满足设计要求^[4]。(2) 结构托换: 用于建筑整体严重沉降 (沉降差 $> 100\text{mm}$)、墙体开裂或构件变形的危急情况。根据荷载计算选择托换方式: 混凝土灌注桩托换 (桩径500-800mm, 桩长至稳定岩层, 单桩承载力 $\geq 800\text{kN}$) 或钢支撑托换 (采用H型钢 (HN300×150), 间距2-3m, 支撑两端设钢垫板 (厚度 $\geq 20\text{mm}$))。施工时先在原结构下方施工托换基础, 通过千斤顶预压 (加载至设计荷载80%), 待托换结构稳定后 (变形量 $\leq 0.5\text{mm/d}$), 截断原受力构件, 将上部荷载转移至托换结构。托换期间需布设位移传感器 (精度 $\pm 0.1\text{mm}$), 实时监测结构变形, 确保变形量控制在规范允许范围内 ($\leq 3\text{mm}$)。

3.3 修复效果评估

(1) 沉降观测: 在修复区域及周边布设沉降观测点 (间距5-10m, 避开振动源), 采用二等水准测量, 初始观测频率为1次/天, 连续观测7天; 稳定后 (日沉降量 $\leq 0.5\text{mm}$) 改为1次/周, 持续观测3个月, 确保月沉降量 \leq

1mm, 判定为长期稳定。(2) 密实度检测: 采用环刀法在修复区域随机取样 (每100m²不少于3个点), 检测干容重 $\geq 1.6\text{g/cm}^3$, 压实系数 ≥ 0.94 ; 对注浆区域采用地质雷达扫描 (分辨率 $\leq 2\text{cm}$), 确保无明显空鼓区 (面积 $\leq 0.1\text{m}^2$)。(3) 荷载试验: 对重要区域 (如柱下回填土) 进行静载试验, 加载至设计荷载1.2倍, 持荷24小时, 观测沉降量 $\leq 2\text{mm}$ 且无回弹现象, 验证修复后土体承载力满足使用要求。

结束语

建设工程房心回填土下陷的防治是一项系统且严谨的工作, 涉及材料把控、施工工艺优化、环境应对以及全过程监控等多个环节。通过采取针对性技术措施, 能在源头上降低下陷风险, 保障工程质量与安全。而一旦出现下陷, 及时有效的治理与修复技术也至关重要。未来, 随着建筑技术的不断发展, 我们应持续探索更先进、更高效的防治方法, 完善质量管控体系, 为建设工程的长久稳定筑牢根基, 推动建筑行业高质量发展。

参考文献

- [1] 彭诗玉. 房建工程回填土控制与处理方法分析[J]. 市政工程, 2021, (12): 116-117.
- [2] 张武佛, 高晓松, 赵克彤. 回填土质量问题治理措施[J]. 工程地质学, 2022, (09): 84-86.
- [3] 赵启波. 建筑工程基础回填土施工技术探究[J]. 工程地质学, 2023, (07): 71-72.
- [4] 张师冀. 房建工程回填土控制与处理方法分析[J]. 文化科学, 2020, (10): 118-119.