

道路桥梁工程中软土地基的施工技术

刘斯坤 张智强

山东高速路桥国际工程有限公司

DOI:10.32629/etd.v7i4.20292

[摘要] 当前我国交通基础设施向软土集中区域延伸,软土地基因含水量高、承载力低等特性,频繁引发路基沉降、桥梁失稳等问题,严重制约道路桥梁工程质量提升。本文结合工程实际,梳理软土地基核心施工技术,明确施工过程质量管控、沉降监测及动态调控策略,优化勘察与参数确定流程,旨在提升软土地基施工质量,保障道路桥梁工程安全稳定,为交通基础设施高质量发展提供技术支撑。

[关键词] 道路桥梁工程; 软土地基; 施工技术

中图分类号: U445 **文献标识码:** A

Construction Technology of Soft Soil Foundation in Road and Bridge Engineering

Sikun Liu Zhiqiang Zhang

Shandong Hi-Speed Road & Bridge International Engineering Co., Ltd.

[Abstract] Currently, China's transportation infrastructure is extending into regions with concentrated soft soil. Due to characteristics such as high water content and low bearing capacity, soft soil foundations frequently cause problems like subgrade settlement and bridge instability, severely restricting the improvement of road and bridge engineering quality. Based on engineering practice, this paper reviews the core construction technologies for soft soil foundations, clarifies quality control, settlement monitoring, and dynamic regulation strategies during construction, and optimizes the processes of investigation and parameter determination. The aim is to enhance the construction quality of soft soil foundations, ensure the safety and stability of road and bridge projects, and provide technical support for the high-quality development of transportation infrastructure.

[Key words] Road and Bridge Engineering; Soft Soil Foundation; Construction Technology

1 引言

随着交通强国战略深入推进,道路桥梁工程建设范围不断扩大,沿海、沿江等软土分布广泛区域成为建设重点。软土地基的特殊工程性质,使其成为施工过程中的核心难点,处理不当极易引发工程安全隐患,影响工程使用寿命及运营安全。规范并优化软土地基施工技术,强化质量管控与沉降监测,对破解施工难题、筑牢工程质量底线、推动交通工程提质增效,助力交通强国建设具有重要现实意义。

2 项目概况

本道路桥梁项目坐落于软土集中分布区域,主线全长约3.8公里,涵盖4座桥梁及6道涵洞,道路设计等级为一级公路,设计时速80公里,桥梁设计荷载为公路-I级。项目施工区域横跨平原及河网洼地,周边紧密衔接区域主要交通枢纽,核心用途是完善区域交通路网,提升区域内通行效率,缓解现有交通压力,同时衔接周边产业园区与居民聚集区,助力区域经济联动发展,兼顾通行便捷性与运输安全性,整体建设规模贴合区域发展实际

需求。

3 道路桥梁工程中软土地基的核心施工技术及应用

3.1 换填垫层法施工技术及其工艺要点

换填垫层法(表3-1)核心是用强度更高、稳定性更优的材料替换原有软土层,进而提升地基承载能力[1]。施工人员先借助全站仪对软土区域进行精准放线,划定换填范围与深度,放线完成后采用分层开挖模式,开挖过程中安排专业人员全程监测基坑坡度,防止边坡出现坍塌隐患。开挖至设计深度后,需对基坑底部进行平整压实,采用轻型压路机缓慢碾压,避免底部软土未压实导致后续垫层出现沉降问题。垫层材料优先选用级配良好的碎石、卵石以及灰土等,材料进场前必须进行质量检测,剔除杂质与不合格颗粒,铺设时采用分层铺设方式,铺设后用重型压路机按规范顺序碾压,碾压完成后及时检测垫层压实度,若未达到设计标准,需重新碾压直至合格,整个施工过程还需做好临时排水沟槽,防止雨水浸泡基坑及垫层,进而影响施工质量。

表3-1换填垫层法施工关键参数控制标准

控制项目	技术指标/标准要求	检测/控制方式
放线误差	≤±5cm	全站仪定位
开挖分层厚度	1.0米/层	分层开挖, 严格控制
基坑边坡坡度	1:1.5	全过程监测
基底压实度	≥96%	轻型压路机碾压后检测
碎石粒径	20~40mm	材料进场筛选
碎石含泥量	≤3%	实验室检测
垫层铺设分层厚度	0.4米/层	分层铺设
垫层碾压次数	≥4遍	重型压路机
碾压速度	2.5km/h	由边缘向中心、先慢后快
临时排水要求	设置排水沟槽	防止雨水浸泡

3.2排水固结法施工技术及应用优化

表3-2排水固结法施工材料及工艺控制标准

控制项目	技术指标/规格要求	检测/控制方式
排水板型号	SPB-1型塑料排水板	材料进场检验
排水板长度	比软土层厚度大0.8m	根据勘察结果确定
排水板宽度	100mm	抽样测量
排水板厚度	4mm	抽样测量
插板速度	1.8m/min	插板机实时控制
插板深度误差	≤±10cm	深度标记控制
砂垫层材质	中砂	进场检测
砂垫层厚度	0.5m	分层铺设测量
砂垫层含泥量	≤2%	实验室检测
砂垫层压实度	≥90%	轻度压实后检测

排水固结法(表3-2)依托完善的排水系统排出软土层中的孔隙水,促使软土颗粒固结沉降,进而提升地基强度^[2]。施工团队需先结合详细的地质勘察结果,确定排水系统的布置方式以及排水材料规格。施工时采用插板机将排水板垂直插入软土层,避免排水板出现弯曲、断裂以及错位等问题。排水板铺设完成后,在地基表面铺设一层透水砂垫层,用于汇集孔隙水并将其排出地基外部,砂垫层铺设后需进行轻度压实,保证其透水性好。随后对地基进行堆载预压,堆载材料选用沙袋、土石等,堆载过程采用分层加载模式,加载间隔时间不少于7天,加载期间

用沉降计实时监测地基沉降量,同时监测孔隙水压力,待孔隙水压力消散至初始值的30%以下、地基沉降量趋于稳定后,停止堆载并进行卸载,卸载后再次检测地基承载力,确保达到设计要求。

3.3复合地基法施工技术

复合地基法(表3-3)通过在软土地基中设置增强体,使增强体与原有软土共同承担荷载,形成稳固的复合地基结构,进而提升地基整体承载性能与稳定性,常用的增强体类型为水泥土搅拌桩,施工人员先对施工区域进行全面清理平整,移除地表杂物及障碍物,随后根据设计图纸确定搅拌桩的桩位、桩长以及桩径,用全站仪精准定位桩位并做好明显标记。搅拌桩施工采用SJB-2型双轴搅拌桩机,桩机就位后调整机身垂直度,随后启动桩机向下钻进,钻进过程中持续喷射水泥浆,确保水泥浆与软土充分混合均匀,桩顶预留保护桩头,施工完成后对搅拌桩进行养护,养护期间严禁碾压、碰撞桩体,养护完成后采用低应变法检测桩体完整性,同时检测单桩承载力,确保符合工程设计要求。

表3-3复合地基法(水泥土搅拌桩)施工关键参数控制标准

控制项目	技术指标/规格要求	检测/控制方式
桩位布置形式	等边三角形布置	按设计图纸放样
桩位间距	1.2米	全站仪定位
设计桩长	12米	根据软土层厚度确定
桩径	按SJB-2型桩机标准	设备参数控制
地表平整度误差	≤±3cm	施工前清理平整
桩身垂直度偏差	≤1%	桩机调平后施工
钻进速度	1.8m/min	桩机实时控制
提升速度	1.2m/min	桩机实时控制
提升搅拌速度	30r/min	桩机转速控制
水泥浆浓度	35%	浆液配比控制
水泥用量	50kg/米	计量装置控制
保护桩头高度	0.5米	桩顶预留
养护时间	≥28天	时间记录,期间禁止碰撞

3.4夯实挤密法施工技术及操作规范

夯实挤密法借助夯实机械的强大冲击力,挤压并密实软土层,减少软土孔隙比,进而提升地基承载力^[3]。施工团队需先明确夯实范围、夯实深度以及夯实次数,结合软土性质选用合适的夯实机械。施工时先对夯实区域进行精准放线,划定夯实点位,确保夯实均匀。夯作业开始前,先进行试夯,通过试夯确定最佳夯实力度、夯实次数以及夯实间隔时间,试夯完成后根据试夯结果调整施工参数,避免后期施工出现偏差。正式夯采用分层夯模式,第一遍夯采用轻锤慢击模式,目的是初步挤压软

土、平整地表,后续几遍采用重锤快击模式,直至软土层密度达标。

4 软土地基施工的质量管控与安全保障措施

4.1 施工前软土地基勘察与参数确定

施工前的软土地基勘察与参数确定是工程顺利推进的关键前提,勘察团队需提前深入施工现场,结合项目设计图纸精准划定勘察区域及勘察点位,点位布置采用网格状分布,常规区域间距严格控制在15米×15米,桥梁桩基、路基转折等重点区域则加密至10米×10米。勘察人员采用钻孔勘探方式作业,每间隔1.2米采集一次软土试样,采集的试样需及时用密封袋封装保存,随后迅速送往专业实验室开展各项核心指标检测,检测完成后结合检测数据与项目设计要求,精准测算并确定软土地基处理相关核心参数,还需组织三方人员开展勘察交底,同步核对参数与设计要求的匹配度,及时修正偏差,为后续施工提供精准可靠的技术支撑。

4.2 施工过程质量控制要点与操作规程

施工过程质量控制需贯穿软土地基处理全流程,监理人员需全程在岗值守,严格实行“三检制”,每道工序必须经检测合格后,方可进入下一道工序,坚决杜绝不合格工序流转^[4]。材料进场环节,监理人员需对所有进场材料进行抽样检测,检测不合格的材料一律禁止进场使用,做好进场材料的堆放管理,避免材料受潮、变质影响施工效果。施工操作时,监理人员需实时紧盯施工参数,针对不同施工工艺重点管控关键环节,施工单位需安排专职质量员做好全程记录,遇到施工参数异常时,立即停止施工,联合技术人员分析原因并调整参数,待参数恢复正常后再继续施工,切实守住施工质量底线。

4.3 软土地基沉降监测与动态调控措施

软土地基沉降监测需在施工前搭建完善的监测体系,监测人员根据软土地基分布范围及工程结构特点,科学确定监测点位,监测点采用钢筋混凝土浇筑固定,顶部精准安装高精度沉降

计,安装完成后反复进行零点校准,确保监测数据准确无误。监测工作从施工开始正式启动,施工期间每天监测1次,施工完成后调整为每周监测1次,若沉降量出现异常波动,立即加密监测频次。监测人员及时整理监测数据并对比分析,当沉降量达到预警值时,立即启动动态调控措施,调整施工参数并排查监测点状态,持续跟踪沉降变化直至趋于稳定,避免后期出现安全隐患。

5 结束语

软土地基施工质量直接关系道路桥梁工程的安全稳定性及长远运营效益,更是落实交通强国建设战略的关键环节。立足现有施工技术与质量管控经验,需持续优化勘察精度、完善施工工艺,强化动态监测与调控。未来应推动软土地基施工技术向智能化、绿色化升级,结合新型材料与数字化监测手段,破解复杂地质条件下的施工痛点,为我国交通基础设施高质量发展奠定更坚实的基础。

[参考文献]

- [1]高伟鸿.道路桥梁工程中软土地基的施工处理措施探讨[J].汽车周刊,2026,(04):119-121.
- [2]徐亚森,陆管部.市政公路桥梁工程施工中软土地基处理技术分析[J].建设机械技术与管理,2025,38(06):100-101+113.
- [3]商文祥.道路桥梁施工中软土地基处理技术的应用[J].汽车周刊,2026,(01):124-126.
- [4]张晋.道路桥梁工程中软土地基的施工处理措施[J].汽车画刊,2025,(07):152-154.

作者简介:

刘斯坤(1997--),男,汉族,浙江绍兴人,本科,现就职于山东高速路桥国际工程有限公司,助理工程师,研究方向工程技术-交通工程。

张智强(1997--),男,汉族,山东新泰人,本科,现就职于山东高速路桥国际工程有限公司,助理工程师,研究方向工程技术-交通工程。