

交通公路工程中软土地基处理施工技术要点剖析

杨 超

南京昊天路桥工程有限公司 江苏南京 210000

摘 要：交通公路工程项目专业性要求高，受环境因素影响大，高质量控制工程建设发展的影响因素，是提升公路工程项目质量效益的关键。软土地基是交通公路工程面临的问题之一，若未能采取针对性的技术措施，则会影响交通公路工程项目的使用寿命。传统软土地基处理方法虽然具有一定优势，在实际应用中能够改善土壤性质，提升土壤结构的承载能力，但是具有耗时耗能的缺陷，基于生态文明建设发展理念，施工单位应掌握先进的技术方式，深入剖析各类技术的应用要点，提升公路结构的稳定性。文章基于交通公路工程，分析了软土地基的特点及对公路的危害，讨论了技术应用的要点，提出了技术应用的路径。

关键词：交通公路工程；软土地基；技术要点

引言

软土地基含水量高、渗透性差、承载能力较低，施工单位若未能控制软土地基的潜在风险，则会阻碍公路工程项目的进度，增大路面下沉、开裂、碎裂的风险，甚至造成路面塌陷与道路破损等安全事故，不利于提升项目的经济与社会效益。施工单位应掌握软土地基的基本特点，结合施工环境条件，分析公路工程软土地基处理的要求，促使工程项目达到质量安全建设的标准。

1 交通公路工程软土地基处理施工技术的应用要点

1.1 注重绿色施工

在生态文明建设发展背景下，施工单位在公路工程建设中，若要高质量处理软土地基，就应掌握技术应用要点，在兼顾经济与生态效益的基础上选择施工方法，注重绿色施工。施工人员贯彻落实绿色可持续发展理念，应提高绿色施工技术的应用效率，严密监控技术操作流程，避免因所选施工技术生态效益不高，影响施工现场周边的生态环境。技术人员掌握绿色施工这一要点，能够提升公路工程建设质量和安全水平，在提升软土地基处理效率的同时维护生态环境，形成良性循环^[1]。软土地基处理施工技术类型多样，技术人员在实际作业期间，利用软土地基处理技术防控环境污染，比如科学调整施工时间，选用降噪性能良好的施工设备，利用洒水车防范扬尘污染，降低软土地基施工对周边环境的影响。施工单位提升绿色施工水平，在提升经济与社会效益的同时，有助于加快生态文明建设进程。

1.2 强化地质勘测

交通公路工程建设规模大，施工周期长，且受环境因素影响大，施工单位在软土地基处理施工作业中，若要提升施工效率和质量，就应强化地质勘测，配备专业人员完成勘测任务，并制定详细准确的地质勘测报告。在公路工程施工期间，施工单位采用软土地基施工处理技术，应掌握强化地质勘测的这一要点，充分了解施工区域及周边的地貌地形和地质条件，评估施工方案的可行性。勘测人员在工作期间，应注重对水文环境、软土地基厚度、土壤结构成分类型和特征等方向的检测，整合分析勘测结果，将其作为提高软土地基处理技术水平的应用指标，确保软土地基施工稳步有序开展。

2 交通公路工程软土地基处理施工技术的应用路径

2.1 换土垫层法

换土垫层技术是交通公路工程软土地基的处理技术之一，该项技术应用优势显著，主要体现在造价成本低，以及作业工期短等方面。施工单位利用换土垫层施工技术处理软土地基的问题，应掌握该技术基本原理，结合公路工程施工环境，更换含水量高的土壤，采用符合施工要求，且含水量低性能稳定的土壤，防控软土地基带来的施工风险^[2]。

首先，施工单位利用换土垫层法应做好准备工作的，技术人员利用测量工具开展现场调查工作，依据调查结果制定设计方案。例如，技术人员预先测量施工场地的软土层厚度，一旦厚度 $> 1.5\text{m}$ ，则需要采用换土垫层施工技术，与

此同时结合施工要求设定垫层厚度, 交通公路工程的路基常为 0.5m—1.5m, 根据荷载计算的结果确定具体的垫层厚度, 避免因垫层厚度超出或低于设计标准, 增大成本浪费的风险, 或者对地基施工效果造成负面影响。技术人员确定垫层厚度之后, 需要准备工程材料, 并控制材料参数, 比如选择 20—50mm 粒径的碎石, 以免粒径不符合标准导致压碎问题, 砂砾的含泥量应在 5% 以内, 材料检验合格后进场。

其次, 施工人员利用机械设备处理基底, 提升地基的稳固性。施工单位利用挖掘机开挖软土, 应遵循分层开挖的原则, 确定每层开挖深度为 0.5m, 防范开发深度超标导致的边坡失稳, 直到达到设计标高, 检验基底的平整度是否达标, 提升垫层受力的均匀性。在开挖软土之后应设置排水沟, 解决基底潮湿的问题, 对于公路工程而言, 排水沟坡度设置在 2%, 保证雨水或地下水能够流入集水井, 同时利用泵抽取基底的水量, 为后续作业提供干燥的环境。

此外, 在分层填筑与压实阶段, 施工人员采取分层填筑法, 比如确定垫层总厚度为 1m, 基于分层填筑的目标, 应至少分为 3 层铺填, 精准控制每层厚度, 利用推土机保证每一层铺填的均匀性, 压实后检测垫层的密实度是否达标, 避免遗漏部分松散区域, 影响软土地基处理效果。在压实环节, 技术人员联合应用静压和碾压法, 首次静压 1—2 遍, 二次碾压 4—6 遍, 检测碾压密实度是否达到 95% 以上, 针对不达标的区域再次碾压^[3]。

2.2 加固土桩法

加固土桩法作为处理软土地基的重要方式, 在实际操作期间, 需要利用专用设备将水泥和石灰等材料注入软土地基中, 将材料与原土层固化, 结合施工环境打造复合地基, 解决软土地基结构失稳的问题, 提升公路工程软土地基的承载能力。结合加固土桩法的应用经验来看, 施工单位利用该技术处理软土地基, 构筑的复合地基抗压强度等级高, 其强度大于天然软土的数十倍, 对于公路工程而言, 能够降低沉降量 30% 以上。

第一, 施工单位在加固土桩法施工之前, 应做好勘察工作, 利用精细化的勘察工具, 分析区域内的地层分布情况, 掌握当前的地质状况, 在此基础上设定加固土桩法的相关参数, 确保该技术操作中的喷粉速度、喷分量、喷气压力均符合施工标准。与此同时应结合软土地基的性质状态调整材料比例, 确保水泥和石灰等材料适应软土地基含水量和承载力

的性质。施工人员为了提高技术操作水平, 通常需要通过试桩, 测算分析加固后的软土地基承载力, 确保加固材料比例科学^[4]。

第二, 在具体施工期间, 技术人员应以施工图纸为依据, 严格执行技术规范对桩位放样, 同时灵活应用测量控制网缩减放样误差, 避免误差超出容许范围, 根据标记出的桩位点布设钻机。钻机布设的位置和状态直接影响加固土桩法的操作效果, 技术人员要提高软土地基的处理能力, 就应检查并提高钻机所在区域的土地平整度, 对比施工规范分析钻机布设参数是否达标, 精准定位钻机的布设点。在检查平整度期间, 若钻机所在区域平整度不佳, 需要预先采取平整措施。如果钻机所处区域范围内的土壤性能不佳, 比如含水量超标, 承载能力削弱等问题, 施工处理期间则需要局部换填, 以此为前提利用钻机进行喷粉搅拌。

第三, 技术人员遵循垂直钻入的原则, 保证钻机钻入到设计深度, 灵活调整钻入模式, 一般情况下钻入阶段选择正转模式, 到达设计深度后开启反转模式, 同时设定钻机喷粉送灰量。钻机的搅拌效果显著, 在设定钻机喷粉送灰量的同时, 利用钻机的搅拌功能加固材料与原土体, 提升材料与土体之间的结合度, 保证该技术的应用成效。

2.3 高压旋喷桩施工技术

在交通公路工程施工期间, 由于地质环境复杂, 施工单位容易遇到多种软土地基类型, 包括淤泥、淤泥质土、黄土、粉土等, 此类软土地基的强度低, 且具有高度的压缩性, 在工程建设中增大了沉降和变形的风险, 不利于维护公路工程项目建设的稳定性^[5]。高压旋喷桩施工技术对软土地基的适应性高, 适合应用于多种软土地基中, 施工人员应优化技术应用流程, 提升技术操作的精度, 使得公路项目获得更高的经济效益。

在施工准备阶段, 施工人员需要平整场地, 确保施工现场环境符合技术操作标准, 避免因现场杂物影响钻机作业效果。现场环境达标后测量放样, 精准定位桩位中心点, 要提升技术操作精度, 桩位定位误差应在 $\pm 10\text{mm}$ 范围内, 例如部分施工单位在交通公路工程施工期间, 提高了全站仪的应用效率, 借此复核坐标, 严控技术操作的误差。施工人员完成测量放样后准备材料, 不仅需要检测钻机、高压泵、搅拌机等设备的运行状态, 而且应科学调整水泥浆液的配合比, 根据公路工程项目要求, 水泥标号应 > 32.5 , 水灰比为

0.8:1。

在钻孔与下管操作环节,技术人员为了达到钻孔设计深度,选用符合规格的钻机执行钻孔作业,钻进深度一般在10—30m,结合现场的土层厚度调整深度,与此同时将钻进速度控制在30cm/min,避免钻速不合理增大孔壁坍塌的风险。例如,技术人员在处理淤泥质土层期间,利用高压旋喷桩施工技术,为了提升孔壁的稳定性的,将钻速设置在20cm/min。施工人员下管操作期间,应做好密封措施,将喷射管插入钻孔的设计深度后,密封管口避免溢出浆液,并利用水平仪测定技术操作是否精准,避免误差超过1%导致桩体倾斜。

此外,喷射注浆与提升搅拌是关键一环,技术人员在高压喷射注浆操作中,精准设定喷射压力,一般设定在20—40MPa,启动高压泵喷射浆液,并根据技术应用规范控制浆液流量速度,速度在80—120L/min时渗透效果最佳。钻杆在匀速度状态下稳步提升,并控制旋转速度,直到浆液与土体充分混合,提升桩体的密实度,避免浪费材料和作业成本。

2.4 排水固结法

在交通工程项目施工全过程中,软土地基含水量大,控制含水量并提升地基承载力,是处理软土地基的重要措施,为了解决公路工程地基沉降和变形的问题,施工人员采用排水固结法,及时排出软土中的水分,在这一条件下提升固结效果,维护公路结构的稳定性。排水固结法操作流程简便,且适用于公路工程项目中,技术应用成本较低,适合推广于交通工程软土地基处理工作中。

科学完善的地质勘察是该技术应用的前提,施工人员应掌握土层的相关参数,包括物理性质、厚度、分布状态等,明确测量出厚度、含水量、孔隙比等数据信息,为技术应用提供数据支撑,解决软土地基排水性差的问题。矿井施工是排水固结法的核心环节,需要规范化进行打桩定位、填砂成井、质量检测等工作,提高水分排出效率,缩短固结时间。

施工人员为了提升排水效率,在矿井顶部铺设了排水层,排水层通常由砂砾石和透水土工布组成,不仅可以避免细颗粒进入砂井,而且能够构建水平排水网络,加快排水速度。此外,在排水层上方加载预压荷载,例如技术人员遵循分级加载的原则,严格控制每一级的荷载,严密观测沉降速率,根据沉降效果灵活控制加载过程。

3 结束语

在公路工程施工中常遇软土地基,若处理不当,则严重影响公路质量以及公路路面的安全性。因此在交通公路工程项目建设期间,施工人员需要开展详细的地质勘测,分析软土地基结构特征、土质类型,根据不同的土质情况,选择对应的软基处理技术,并制定合理的软基处理技术应用方案,全面提升公路工程地基稳定性。施工单位在处理软土地基的过程中,应掌握软土地基处理技术的应用要点,分析各类技术的应用价值,提高软土地基的处理效率和质量,避免因为技术方式不当影响技术操作效果。未来,施工单位应顺应行业发展趋势,积极引入先进的技术手段,为软土地基处理作业提供技术支撑,拓宽公路工程项目的建设发展前景,助力交通运输业长远可持续发展。

参考文献:

- [1] 蓝兴基.道路施工中软土地基处理的新技术应用及施工要点[J].工程设计与施工,2025,7(4):13-15.
- [2] 李世伟.公路工程中的软土地基处理技术[J].新材料·新装饰,2025,7(7):163-166.
- [3] 杜新宇.公路工程软基处理绿色施工技术应用研究[J].工程建设与设计,2025(8):174-176.
- [4] 张友庆.公路工程软土地基加固处理技术研究[J].工程技术研究,2024,9(2):217-219.
- [5] 谢百慧.公路工程施工中软土地基处理技术研究[J].科学技术创新,2019(23):110-111.