

软土地基处理技术在道路工程中的重要性

安守慧, 刘志刚, 王 敏

(内蒙古锐信工程项目管理有限责任公司, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要 道路工程作为现代社会的重要基础设施, 特别是在城市化进程不断加速的背景下, 道路工程建设数量逐渐增多。然而, 我国很多地区的地质条件较为特殊, 道路工程建设受到软土地基影响, 造成结构承载力、稳定性无法达到运行需求, 极大地阻碍了道路工程顺利建设。软土地基的主要特点是含水量较高、结构的稳定性较差、承载力不足, 尤其是很多地区松散性强, 无法满足道路工程运行需求。在这种情况下, 需针对软土地基实际情况采取合适的处理措施, 使其满足道路工程建设要求。本文结合道路工程软土地基特性展开分析, 从目前道路工程建设需求出发, 分析软土地基处理措施, 旨在保证软土地基性能达到运行标准, 为促进现代道路交通领域的发展提供借鉴。

关键词 道路施工; 软土地基; 处理技术; 强夯法; 表层排水法

中图分类号: U416

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.14.038

0 引言

在道路工程建设中, 地基是主要承载结构部分, 若地基处理不当, 极易影响道路工程建设和运营效果。道路工程软土地基发生概率较高, 其容易造成桥台沉降、路面断裂等, 特别是道路与桥梁连接位置, 桥头跳车比较普遍, 无法保证道路通行的舒适性与安全性。因此, 需针对道路工程中软土地基特性, 制定科学合理的处理措施, 保证道路工程软土地基满足运行需求, 以促进现代道路交通领域的全面发展。

1 软土路基处理的重要性

软土地基的主要缺点是承载力不足、含水量高、硬度差、稳定性不合格, 无法满足道路工程建设和运营需求。道路工程软土路基是处理的重点, 需保证各结构部分的安全性、质量效果达到要求, 若软土地基处理不符合技术标准, 其在投入运营阶段就无法保证道路运行的可靠性与稳定性。软土地基在投入运行中, 若选择处理方式不当, 或者承载力未能达到标准, 在投入使用阶段, 极易造成道路结构的沉降与损坏, 进而威胁人们的生命与财产安全。因此, 在道路工程建设阶段, 需针对软土路基选择适宜处理方法。软土路基处理环节应考虑到其特性, 需对各项技术参数进行精准分析, 以制定可行的应对方案, 保证软土路基满足道路工程的运行需求^[1]。

2 市政道路工程软土地基施工中存在的不足

2.1 对市政道路工程所在地的地质勘察力度不足

地质勘察是市政道路建设的关键环节, 对工程的顺利进行起着至关重要的作用。然而, 在我国多地, 尤其是经济欠发达地区, 地质勘察工作进展缓慢, 甚至停滞不前。这一现状由多重因素导致。首先, 经济欠发达地区专业人才匮乏, 施工团队的知识水平受地域限制, 与发达地区存在明显差距, 对地质勘察工作缺乏系统认识。其次, 部分施工团队为追求快速完成工程, 牟取不当利益, 忽视了地质勘察工作的重要性。最后, 许多施工单位对地质勘察工作敷衍了事, 未深入开展, 导致数据测量误差较大, 给公路桥梁施工带来诸多困难^[2]。

2.2 市政道路工程软土地基施工不合理

通过市政道路工程软土地基勘察结果分析, 目前软土路基的形式较多, 其土层分为软土层与硬壳层。软土层表面一般会覆盖硬壳层, 其硬度较高、承载力较强, 能有效分散车辆的压力, 以保证其运行稳定性。目前公路桥梁建设阶段, 通过科学合理地利用硬壳层结构, 能降低项目建设成本, 保证道路工程运行效果合格。然而, 在目前项目施工阶段, 很多工程单位未认识到硬壳层的作用, 也没有充分利用该结构, 造成工程项目建设效果不合格。

作者简介: 安守慧 (1979-), 男, 本科, 副高级工程师, 研究方向: 市政公路工程。

3 市政道路工程软土地基处理技术

3.1 真空预压与堆载联合处理技术

在市政道路工程软土地基处理中,真空预压技术能提高路基结构的强度,其主要采用抽真空方式,使路基性能恢复到良好状态。该技术应用环节将软土路基内水分抽出,确保土体颗粒重新排列,并采取措施进行固结处理,从而使路基结构密实性达到要求。软土路基处理阶段,利用抽真空方式在土体结构内部形成负压,进而利用压力作用使土体颗粒重新排列,保证内部水分及时排出,以增强路基结构的承载力,避免道路工程运行环节发生路基沉降问题。在预压技术应用中,通过外部施加堆载的方式,利用石料、砂垫层等方式将软土路基内部水分及时排出,确保其能快速固结,从而保证软土地基的强度达到要求。堆载预压阶段需选择适宜的施加荷载量,进而保证软土路基内水分快速排出,能够达到压缩性效果,以提高软土路基的承载力和稳定性。在软土路基处理阶段,利用真空预压与堆载联合技术,能发挥两种技术的优势,确保软土地基快速完成处理,使软土固结效果合格,进而符合道路工程运行需求^[3]。该联合技术对软土地基固结效果的具体影响如表 1 所示。

表 1 真空预压与堆载联合处理技术施工参数对地基固结效果的影响

参数名称	处理前	处理后(真空预压+堆载预压)
孔隙水压力/kPa	90~100	20~30
沉降量/cm	10~15	50~70
有效应力/kPa	15~25	70~90
固结度/%	20~35	85~95
沉降速度/(mm/d)	8~12	2~4

3.2 表层排水法

在软土地基处理过程中,通过表层排水法及时将路基内水分快速排出,使其路基加速沉降,并且阻隔外部水分进入路基结构内。该技术使用阶段,其利用砂垫层的方式,确保地基表层与浅层水快速疏散,从而降低软土路基含水量,防止由于水量过高导致路基结构承载力不合格。表层排水法应用较为普遍,尤其在地质条件复杂、分布不均的弱土层区域,利用该技术能快速提高软土地基的承载力,避免发生路基严重沉降问题,以提高道路工程运行的稳定性。从目前道路工程建设情况进行分析,就现场地质勘察结果展开研究,了解土质含水量、地下水位等信息,再确定合

适的表层排水法进行施工。根据测量结果,包括布置排水沟、选用排水材料等,设计合理的表层排水方案。准备好沙垫材料、排水管道等需要的排水材料。做好挖掘机、装载机施工所需机械设备的准备工作。根据设计方案,对泄流槽的位置、大小等进行测量和放流。使用挖掘机或人工开挖排水沟,根据测量放样结果进行排涝。应根据地基实际情况和排水需要,确定排水沟的深浅和宽度。保证沟底平整,不留尖锐物,不留大块土石,防止破坏排水管线。垫料铺装选用透水性好砂料做垫料。要根据设计要求确定厚度,在排水沟底部铺一层均匀的沙垫层。沙垫层的作用是防止排水管道中的土壤颗粒进入,作为过滤层使用。安装排水管道要选择合适的排水管,根据和排水管的压力而定。沙垫层按设计要求铺设排水管道,保证管道紧密相连,不发生渗漏。排水管道在使用过程中,应采用支架或固定装置固定,以防发生位移或变形^[4]。排水系统连通,连通各条排水管线,构成排水系统的一个整体。连接处处理要用密封材料,做到不漏一处。出水口设置在排水系统的末端,在自然水系或排水设施中引入水。为保护出水口周边土壤不被冲刷破坏,出水口应设置防冲刷设施。施工期间,排水系统运行情况要实时监控,保证排水畅通。施工结束后,对排水管道内的杂物、淤泥等进行定期的维护和管理,使之保持畅通。表层排水法施工技术流程包括多个环节:施工准备,开挖排水沟,铺设沙垫层,安装排水管道,连接排水系统,施工监控维护。为了保证表层排水法的施工质量和效果,每一个环节都需要严格按照设计要求来操作。

3.3 高压旋喷桩技术

在道路工程软土地基处理中,高压旋喷桩技术应用普遍,其能快速提高软土地基的承载力。该技术采用高压泵形成强大射流,按照 100~400 m/s 速度将浆液顺利喷入土体内。而在将液喷入土体后,利用浆液成分和软土内水分发生物理化学反应,实现两者交融以形成良好的固结体。高压旋喷桩施工阶段,需严格控制喷浆作业压力,保证软土地基处理效果达到既定目标^[5]。在浆液喷入土体内,随着时间的延长,使浆液逐步硬化处理,进而形成的旋喷桩在土体内提高承载力。这一技术在施工阶段需重视各项技术参数控制,保证注浆压力、喷射速度、旋转速度满足技术标准。注浆压力能提高旋喷桩的强度性能,并保证喷射速度满足浆液固定以及均匀性需求,而旋转速度则对加固体的形状与尺寸有直接影响。相关施工参数及影响因素详见表 2。

表2 高压旋喷桩技术施工参数及影响因素分析

施工参数	影响因素	典型参数范围
注浆压力 /MPa	浆液渗透深度,射流破坏能力	20 ~ 40
喷射速度 / (m/s)	浆液分布均匀性	100 ~ 400
旋转速度 /rpm	加固体的形状和大小	10 ~ 30
注浆量 / (L/min)	加固体的密度和强度	30 ~ 80
喷射深度 /m	加固区域大小	5 ~ 30

3.4 电渗加固技术

在软土地基处理过程中,采用电渗加固技术措施,在软土地基内形成直流电场,其利用电渗效应将软土地基内水分及时排出。这一技术在软土地基加固过程中,能快速排出孔隙水压力,确保软土地基的抗剪强度性能达到要求。软土地基水分排出逐步进行,使土体快速完成固结反应,进而改善土壤的微观结构,确保土体颗粒重新排列,有效提升土体结构的密实度以及强度。电渗加固法在应用阶段,需根据现场软土状况,在施工作业现场布置电极系统,一般在地表或一定深度埋设阳极、阴极。电极在布置过程中需考虑到软土地基的特性,综合分析水分迁移路径,通常采用平行电极和交错电极两种。在电极布置完成后,需通过外部设备直接通电,在土体结构内形成电场,使土体中形成一定的驱动力,确保软土地基内水分沿着电场从阳极向阴极流动。此外,电渗加固技术应用环节还要确保电场强度达到要求,使水分子迁移变化满足既定目标,防止影响软土地基加固效果。该技术施工参数及影响因素详见表3。

表3 电渗加固技术施工参数及影响因素分析

参数名称	影响因素	典型参数范围
电场强度	水分迁移速度、迁移范围	0.5 ~ 2 V/cm
电压梯度	水分排出效率、加固均匀性	10 ~ 50 V/cm
电极间距	电场分布均匀性、电渗效果	1 ~ 3 m
通电时间	固结程度、水分迁移量	1 ~ 4 周

3.5 深层搅拌桩技术

在道路工程软土地基加固过程中,通过深层搅拌桩技术能快速恢复地基结构的承载力。在该技术使用阶段,先进行地质勘察,重点掌握地基土类型、含水量、地下水位等相关参数。通过收集掌握各项地质条件,再根据软土地基的特性制定适宜的工程方案。深层搅拌桩在施工阶段根据现场需求,明确搅拌桩布置施工顺序、水泥掺入量、水灰比等,以便保证其处理方案满足软土地基加固要求。深层搅拌桩技术在应用过程中,需做好现场材料准备工作,保证水泥、添加剂、

水等各种材料性能达到要求。而在搅拌桩施工中选择合适的灰浆泵、灰浆搅拌机,并配套使用各种设备,使现场施工作业达到科学化要求。在现场施工开始前,重点进行施工人员的安全与技术教育,不仅使其掌握施工工艺和技术方案,还要将安全措施落实到位,以免因为管控不足造成质量与安全事故。在道路工程作业现场施工中,先将地表平整干净,搅拌桩施工机械设备顺利进入到作业。在现场深层搅拌桩施工中,需按照设计标准进行现场的施工位置排布,确保桩机移动到规定地点,且桩身垂直度达到要求。在深层搅拌桩施工环节,各设备开始运行阶段,需由工作人员对于设备运行状态进行监测,以免因为管控不足或监理不到位造成设备损坏以及工程质量事故。在深层搅拌桩施工中,应保证设备提升速度与搅拌速度紧密配合,确保深层搅拌桩的整体性能达到工程标准。在深层搅拌桩施工结束后,一个点位施工完成后需进行质量检测,检测合格再将其移动到下一个点位。就目前施工情况进行分析,重点从桩身强度、桩径等参数展开检测,确保深层搅拌桩施工质量达到标准。而在深层搅拌桩施工后,需对搅拌桩的承载力、变形模量进行检查,并形成完善的质量检测报告。在深层搅拌桩处理后,需根据现场道路工程施工需求编制质量检验档案,形成完善的质检记录,能掌握各项数据信息,预防因为监控不到位造成道路工程质量不足而引发安全事故。

4 结束语

在道路建设中,软土地基处理是关键一环,对促进工程施工质量提升有十分重要的意义。实际工作中要针对具体情况来选取合适的软土地基处理技术,在保证建筑质量的基础上还要加大建设监控管理力度。在科学技术日益发展与建造工艺日臻成熟的情况下,应该不断地完善与发展软土地基处理技术,为公路工程建设提供强有力的支撑。

参考文献:

- [1] 戚洪连,张建才.道路桥梁施工中软土地基施工技术处理分析[J].城市建设理论研究(电子版),2022(29):121-123.
- [2] 李劲.道路桥梁施工中的软土地基处理技术要点[J].黑龙江交通科技,2022,45(09):44-46.
- [3] 李云浩,刘方.道路工程施工中的软土地基处理技术[J].工程建设与设计,2022(16):206-208.
- [4] 孙政.道路桥梁施工中软土地基处理技术研究[J].中华建设,2022(06):155-157.
- [5] 聂新星.市政道路工程施工中软土地基处理技术分析[J].散装水泥,2022(02):160-162.