

道路桥梁工程中软土地基的施工技术

颜培云

安徽省高等级公路工程监理有限公司 安徽 合肥 230000

摘要: 本文探讨了软土地基的特性及其对道路桥梁工程的潜在危害,系统阐述了土质改良、排水固结、复合地基及加筋等软土地基施工技术分类与原理,提出了施工技术选择依据、施工前准备工作及施工过程控制要点,并展望了新技术、智能化监测与绿色环保型施工技术的发展趋势,为道路桥梁工程软土地基处理提供科学指导。

关键词: 道路桥梁工程;软土地基;施工技术;发展趋势

引言:道路桥梁工程作为交通建设的关键环节,其质量与安全至关重要。软土地基因其独特的物理力学特性,给工程建设带来诸多挑战。高含水量、低渗透性、高压缩性等特性导致地基承载能力低、易发生变形,进而引发地基沉降、土体滑动等问题,严重影响道路桥梁的结构稳定性和使用寿命。深入研究软土地基施工技术,选择合适的处理方法,对于保障道路桥梁工程质量、确保交通安全具有重要意义。

1 软土地基的特性与危害

1.1 软土地基的物理力学特性

软土地基具有独特的物理力学特性,这些特性直接影响到其在工程应用中的表现。高含水量与低渗透性是软土地基的重要特征之一。由于土壤中含有大量水分,导致其承载能力显著降低。低渗透性意味着水分难以迅速排出,这使得软土在受到外部荷载时容易发生体积变化,进而影响结构稳定性。高压缩性与低强度也是软土地基的关键问题。软土的颗粒间孔隙较大,导致其在承受压力时会发生较大的压缩变形。这种高压缩性不仅增加了地基处理的难度,还可能导致建筑物或道路桥梁出现不均匀沉降现象。软土地基的抗剪强度较低,在外力作用下容易发生破坏,进一步威胁到上部结构的安全。流变性与触变性也是软土地基不可忽视的特性。流变性指的是土壤在长期荷载作用下的缓慢变形过程,即使荷载保持不变,软土也会随着时间推移而逐渐下沉。触变性则表现为当软土受到扰动后,其强度会暂时降低,但在静置一段时间后又能恢复部分强度^[1]。这两种特性增加了软土地基施工和维护的复杂性,要求工程师必须采取有效的措施来应对这些问题。

1.2 软土地基对道路桥梁工程的潜在危害

软土地基对道路桥梁工程的危害主要体现在地基沉降、土体滑动、结构变形及耐久性等方面。由于软土具有高压缩性和低强度的特点,道路桥梁在建设过程中

若未进行充分的地基处理,可能会在使用期间出现不同程度的沉降现象。特别是在车辆荷载和自然环境的影响下,局部区域可能出现不均匀沉降,导致路面破损、桥面倾斜等问题,严重影响交通安全。软土地基还面临土体滑动与失稳风险。当遇到强降雨或地震等自然灾害时,软土地基极易发生土体滑动甚至整体失稳。这种情况下,道路桥梁的基础可能遭受严重破坏,造成结构倒塌等灾难性后果。在设计和施工阶段,必须充分考虑软土地基的特性,并采取相应的加固措施,确保工程的安全性和稳定性。结构变形与耐久性问题同样显著。软土地基引起的不均匀沉降和土体滑动会导致道路桥梁结构产生额外应力,从而加速材料的老化和损坏过程。例如,长期微小变形会使混凝土结构内部产生裂缝,钢筋暴露于空气中发生锈蚀,最终削弱整个结构的承载能力。这类问题不仅影响当前结构的安全性,还会缩短其使用寿命。

2 软土地基施工技术分类与原理

2.1 土质改良技术

土质改良技术是处理软土地基的有效手段之一,主要包括换填法、强夯法和深层搅拌法等。换填法通过挖除软弱土层并替换为强度更高、压缩性更低的材料,如砂石或灰土,从而改善地基承载能力。这种方法适用于浅层软土地基,尤其在建筑物基础下方进行局部处理时效果显著。强夯法则是利用重锤从高处自由落下产生的冲击力,使土体密实,增强其承载能力和减少压缩性。施工要点在于合理确定夯击能量、次数及间隔时间,确保土体达到最佳密实度。深层搅拌法则通过专用设备将水泥或石灰等固化剂与软土混合搅拌,形成具有一定强度和稳定性的加固体。此方法特别适合于处理深厚软土地基,能够有效提高土体的整体性和耐久性。

2.2 排水固结技术

排水固结技术旨在通过加速软土地基中水分排出,

促使土体固结,提升其承载能力。砂井排水法基于设置垂直砂井作为排水通道,使土体中的孔隙水压力得以快速消散,从而加快固结过程。塑料排水板施工原理类似,但采用预制的塑料排水板代替砂井,具有施工便捷、成本较低的优势^[2]。塑料排水板还能更好地适应不同地质条件,提供更均匀的排水路径。真空预压法结合了排水与真空负压的作用机制,在地基表面铺设密封膜,并通过抽真空设备降低膜下压力,促进土体内部水分排出,实现快速固结。该方法不仅能有效提高地基承载力,还能减少后期沉降量,适用于大面积软土地基处理。

2.3 复合地基技术

复合地基技术通过在软土地基中加入增强体,形成由天然土体和增强体共同组成的复合体系,以提高地基承载力和稳定性。碎石桩法通过振动或冲击方式将碎石填入预先钻好的孔洞中,形成碎石桩,增加地基的整体刚度和承载能力。碎石桩不仅能够有效分散上部荷载,还能改善土体排水条件,防止不均匀沉降。CFG桩(水泥粉煤灰碎石桩)法利用水泥、粉煤灰、碎石等材料按一定比例混合后注入地基中,形成高强度桩体,承担大部分竖向荷载,减轻对软土地基的压力。桩网复合地基则是在桩间布置钢筋混凝土网格,与桩体协同工作,形成一个整体性强、变形协调的复合地基系统,进一步提高了地基的稳定性和承载能力。

2.4 加筋技术

加筋技术主要通过向土体中添加增强材料来提高其力学性能。土工格栅是一种常用的加筋材料,通过将聚合物条带编织成网格状结构,铺设于土体内部或表面,限制土颗粒移动,增加土体抗剪强度。土工格栅的应用可以有效防止边坡滑动和路堤侧向变形,广泛应用于道路、铁路等基础设施建设中。树根桩加固技术则是在软土地基中钻孔灌注混凝土形成桩体,并在其周围设置锚杆或其他增强材料,模拟树木根系的作用,增强土体的抗拔力和稳定性。这种技术适用于既有建筑的地基加固或深基坑支护工程,能够在不破坏原有结构的前提下显著提升地基承载力和抗震性能。

3 软土地基施工技术选择与应用要点

3.1 施工技术选择依据

软土地基施工技术的选择需综合考虑多个因素,以确保工程质量和安全性。在分析软土地基特性参数时,需关注土体的含水量、压缩性、渗透性和承载能力等关键指标。这些参数直接影响到地基处理方法的选择,例如,对于高含水量和低强度的软土层,可能需要采用排

水固结或土质改良技术来增强其稳定性。工程设计要求与工期限制也是选择施工技术的重要考量因素。不同类型的建筑结构对地基的要求各异,高层建筑往往需要更高的承载能力和更小的沉降量,必须选择能够满足这些严格要求的技术手段。项目工期的紧迫性也决定了是否选用快速有效的施工方案。例如,在一些紧急建设项目中,可能会优先考虑那些能够在短时间内完成的地基加固方法。施工环境与成本因素同样不可忽视。施工现场的具体条件,如地形地貌、气候条件及周边建筑物的存在与否,都会影响到施工技术的选择。例如,在城市中心进行施工时,考虑到噪音和振动的影响,应避免使用强夯法等可能扰民的技术。成本控制是每个工程项目都需要面对的问题。合理评估各种施工技术的成本效益比,选择性价比高的解决方案,有助于在保证工程质量的前提下,降低总体造价。

3.2 施工前准备工作

在正式开始软土地基施工之前,必须做好充分的准备工作。地质勘察与数据收集是基础环节之一。通过详细的地质勘探,可以准确掌握地下土层的分布情况及其物理力学性质,为后续施工提供科学依据。还需收集当地的历史气象资料,了解降雨量、气温变化等因素,以便制定合理的施工计划。施工场地规划与处理同样至关重要^[3]。根据现场实际情况,合理划分作业区域,设置临时道路、材料堆放区和机械设备停放点,确保施工过程井然有序。必要时还需对施工场地进行平整处理,改善施工条件。例如,在软土地基上铺设碎石垫层或设置临时排水系统,防止雨水积聚导致施工中断。材料与设备选型配置直接关系到施工效率和质量。根据选定的施工技术,确定所需的各种材料规格和数量,并提前做好采购准备。对于大型机械设备,如挖掘机、推土机、搅拌机,需根据工程规模和施工进度安排,合理调配资源,确保每台设备都能发挥最大效能。还应配备必要的安全防护设施,保障施工人员的人身安全。

3.3 施工过程控制要点

在施工过程中,严格按照各技术的施工流程与工艺标准执行是保证工程质量的关键。例如,在实施深层搅拌法时,要精确控制水泥浆液的配比和注入速度;而在进行砂井排水法施工时,则需注意砂井的布置密度和深度,确保达到预期的排水效果。每一步操作都应遵循相应的规范,避免因操作不当而引发质量问题。质量检测与验收是施工过程中的重要环节。通过对各个工序的质量监控,及时发现并纠正潜在问题,确保最终成果符合设计要求。常见的检测手段包括取样试验、无损检测以

及现场观测等。在每一阶段完成后,都要组织专业人员进行验收,只有当所有指标均达标后,才能进入下一阶段施工。常见问题预防与处理措施也不可或缺。软土地基施工过程中,可能会遇到诸如不均匀沉降、土体滑动等问题。针对这些问题,应在施工前制定详细的应急预案,并在施工过程中密切监测各项参数变化。一旦发现问题迹象,立即采取相应措施加以解决。例如,当发现局部区域出现轻微下沉趋势时,可以通过增加排水设施或调整荷载分布等方式进行补救,避免问题进一步恶化。

4 软土地基施工技术的发展趋势

4.1 新技术与新材料的研发应用方向

随着科技的进步,软土地基处理领域不断探索新技术与新材料的应用。在新材料方面,高性能混凝土、新型聚合物材料以及纳米材料逐渐被引入到地基加固工程中。这些材料具有高强度、良好的耐久性和适应性,能够显著提升地基的承载能力和抗变形能力。生物工程技术也开始应用于软土地基改良,通过微生物诱导碳酸钙沉淀(MICP)等方法,增强土体的固结效果。这种生物方法不仅环保,还能有效降低工程成本。与此同时,新兴技术如3D打印技术也为软土地基处理提供了新的思路。利用3D打印技术可以制造出复杂的结构构件,直接用于地基加固或作为辅助支撑系统。这不仅提高了施工效率,还减少了传统施工过程中可能产生的误差和浪费。智能材料如形状记忆合金的应用也在逐步推广,这类材料可以根据环境条件自动调整形态,为解决软土地基的动态变化问题提供了可能。

4.2 智能化监测与施工管理技术融合

智能化监测与施工管理技术的融合是未来软土地基施工技术发展的重要方向。借助物联网、大数据分析和云计算等先进技术,实现对施工现场环境参数的实时监控成为可能。例如,在软土地基处理过程中,可以通过安装传感器网络,实时收集土壤湿度、温度、压力等关键数据,并将这些信息传输至中央控制系统进行分析处理^[4]。这样不仅能及时发现潜在问题,还能根据实际情况动态调整施工方案,确保工程质量。无人机技术和机器人自动化设备的引入也极大提升了软土地基施工的安全性和精确度。无人机可用于地形测绘和监测,提供

高精度的地表模型;而机器人则可以在危险环境中执行钻孔、注浆等任务,减少人工操作风险。虚拟现实(VR)和增强现实(AR)技术也被应用于培训和技术交底环节,帮助施工人员更好地理解复杂工序,提高工作效率。

4.3 绿色环保型施工技术的创新发展

随着绿色环保理念普及,软土地基施工技术正朝生态友好方向创新发展。传统地基处理需大量挖运土方,易造成环境污染,而新兴技术更注重资源节约与环境保护。原位固化/稳定化技术可直接在原位处理污染土壤,避免大规模挖运带来的生态扰动,实现资源与环境双重保护。植物修复法通过种植特定植物吸收土壤有害物质,以自然方式净化土体,成为绿色技术的新亮点。在节能减排领域,太阳能、风能等可再生能源逐步应用于施工能源供应。例如,太阳能驱动设备替代传统燃油发电机,可显著降低温室气体排放,契合低碳施工需求。施工废弃物循环再利用亦成为重点方向,对废渣、废料的有效回收,既能降低成本,又能减少对自然资源的消耗,推动施工模式向可持续方向转型。

结束语

道路桥梁工程中软土地基施工技术的应用,是保障工程质量与安全的重要支撑。随着科技的不断进步,新技术、新材料不断涌现,智能化监测与施工技术深度融合,绿色环保型施工技术持续创新,为软土地基处理提供了更多可能。未来,应进一步加强技术研发与应用,结合工程实际,科学选择施工技术,严格控制施工质量,推动道路桥梁工程在软土地基条件下的高质量发展,为交通事业的长远发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]石鹏元.道路桥梁工程软土地基施工技术[J].建筑·建材·装饰,2023(3):106-108.
- [2]康威,于志刚.道路桥梁工程软土地基施工技术探讨[J].建筑与装饰,2021(18):106-107.
- [3]朱守智.道路桥梁工程中软土地基施工技术研究[J].江西建材,2022,(12):247-248+252.
- [4]阳希.桥梁施工中软土地基施工技术研究[J].科技创新,2022,(28):69-72.