

市政道路软土地基综合加固处理技术应用分析

张应泉

福建永向建设发展有限公司 福建 南平 353000

【摘要】：在市政道路建设领域，广泛存在的软土地基因具备承载力显著偏低、压缩性水平较高以及沉降量较大等一系列工程特性，而极易引发道路结构开裂、沉降分布不均等严重质量隐患，这些隐患不仅会对通行安全构成直接威胁，还会导致道路使用寿命大幅缩短，在此背景下，综合加固处理技术作为解决软土地基问题的有效手段，其合理的类型选择与科学的应用方式对于提升工程质量、控制建设成本而言具有至关重要的意义，基于此，本文围绕软土地基的工程特性与危害展开阐述，对综合加固技术的核心原理及具体类型进行系统梳理，针对技术应用要点与优化策略展开深入探讨，并对应用效果评估方法进行全面分析，旨在为市政道路软土地基加固工程的高效实施提供兼具理论价值与实践指导意义的参考依据。

【关键词】：市政道路工程；软土地基结构；综合加固处理技术；技术应用实践

DOI:10.12417/2811-0528.26.04.079

随着城市化进程的持续快速推进，市政道路建设规模呈现不断扩大的发展态势，建设区域逐步向软土分布广泛的城郊地带及滨水区域延伸拓展，在此过程中，软土地基所具有的不良工程特性给市政道路工程建设带来了诸多严峻挑战，传统的单一加固技术由于自身适用范围存在明显局限性，难以满足复杂地质条件下的工程实际需求，而综合加固处理技术通过有机融合多种不同的加固原理，能够实现对软土地基的全方位改良优化，进而有效提升地基的承载能力与整体稳定性，目前该技术已成为市政道路建设中的核心关键技术之一，基于此，本文对市政道路软土地基综合加固处理技术的应用展开系统分析，明确不同技术的应用逻辑与优化改进方向。

1 市政道路软土地基的工程特性与危害

1.1 核心工程特性

市政道路沿线分布的软土地基表现出显著的核心工程特性，首先突出表现为承载力水平低下，由于软土中黏粒含量相对较高，颗粒之间的连接状态较为松散，导致其无法有效承受道路结构荷载以及车辆行驶荷载，进而容易出现局部沉降现象或整体失稳问题；其次具有压缩性较高的特点，软土在外部荷载作用下会产生较大程度的压缩变形，并且该变形过程持续时间较长，难以在短期内达到稳定状态；此外，软土地基还存在渗透性较差的情况，这使得水分难以快速排出土体，进而导致加固处理过程中的排水固结周期显著延长；同时，部分软土还具备灵敏度较高的特性，在受到施工扰动后其强度会出现大幅降低的情况，进一步增加了工程施工的难度，上述这些特性相互影响叠加，使得软土地基成为市政道路建设过程中的重点难点问题。

1.2 直接危害

软土地基对市政道路工程造成的直接危害体现在多个不同方面，在道路施工阶段，软土地基的不均匀沉降现象会导致路基施工平整度难以进行有效控制，从而对后续路面结构层的铺设质量产生不利影响；在道路运营阶段，持续存在的沉降问题会使路面出现开裂、沉陷、错台等多种病害，进而降低路面行车的舒适性水平；在严重情况下，路基的不均匀沉降还可能导致道路边坡失去稳定性，引发滑坡、坍塌等安全事故。

1.3 连锁工程效应

若道路路基出现沉降类病害，会造成周边建筑物基础受力状况失衡，进而引发建筑物出现开裂、沉降等情形，对居民居住安全构成影响。同时，道路沉降会对地下管线的连接部位造成损坏，引致供水、供电、通信等管线出现故障，对城市正常运转产生不良作用。另外，软土地基加固工作若不够彻底，会使后续道路改造升级的难度加大，造成施工周期延长，对交通通行效率产生影响。在特殊情形下，软土地基稳定性缺失可能引发区域性的工程地质灾害，对周边生态环境和公共安全形成严重威胁。这些连锁效应使得软土地基问题的解决变得更为紧迫。

2 市政道路软土地基综合加固技术的原理与类别

2.1 复合地基型加固技术

复合地基型综合加固技术的核心原理是在软土地基中设置增强结构，让增强结构与周边软土共同承受荷载，以此提升地基整体的承载能力。常见的增强结构类型有碎石桩、水泥土

搅拌桩、CFG桩等。碎石桩主要借助挤密作用改善软土的密实程度,同时发挥排水通道的功能;水泥土搅拌桩则通过水泥与软土发生化学反应,形成具有一定强度的水泥土桩体,增强地基的承载性能;CFG桩融合了混凝土桩与碎石桩的优势,具备承载能力强、变形量小的特点。

2.2 排水固结型加固技术

排水固结型综合加固技术的原理是设置排水体系,加快软土地基中水分的排出速度,使软土颗粒逐步密实,实现地基沉降固结以及强度提升。该技术主要由排水体系和加压体系两部分组成。排水体系通常采用塑料排水板、砂垫层等,为水分排出提供路径;加压体系可分为堆载预压、真空预压、真空-堆载联合预压等方式,通过施加外力推动软土排水固结。该技术适用于软土含水量高、渗透性较差的地基处理场景,能够有效降低道路运营期的工后沉降。

2.3 置换改良型加固技术

以将地基里部分或者全部软土用强度更高且稳定性更佳的填料替换作为核心原理的置换改良型综合加固技术,可实现对地基工程特性的改善,其中常见置换方式包含换填垫层法、抛石挤淤法等;换填垫层法是通过开挖软土并铺设砂垫层、碎石垫层等优质填料的方式,来达到提高地基表层承载能力与减少沉降变形的目的,而抛石挤淤法则适用于软土厚度较薄、含水量极高的场景,其通过向软土中抛投石块以挤走软土并形成石垫层的操作,能够快速实现地基稳定性的提升,该类技术因具备施工操作简便、工期较短的特点,所以适用于软土分布不均匀且局部处理需求明确的市政道路地基工程。

3 市政道路软土地基综合加固技术的应用要点

3.1 技术选型重点

依据地质状况挑选加固技术是保障加固成效的关键步骤,在挑选之前需要开展细致的地质勘查工作,以搞清楚软土的分布区域、厚度、含水量、承载力等核心数据;对于软土厚度大且承载力提升要求高的地段,可将复合地基类加固技术作为优先考虑,当遇到软土含水量高、渗透性差的情况时,排水固结类加固技术更为合适,而要是软土呈局部分布且厚度较薄,采用置换改良类加固技术则能有效降低施工成本,同时,还需要结合市政道路的等级、荷载需求、施工周期等因素进行全面考虑,从而确保所选技术既能够满足工程质量要求,又具备经济性和可操作性。

3.2 施工工艺管控重点

综合加固技术的施工工艺管控与加固效果直接相关,施工前需要制定详尽的施工方

案规范;对于复合地基类加固技术,要严格把控桩体材料配比、成桩深度、桩间距等参数,以保证桩体质量均匀一致,对于排水固结类加固技术,需确保排水系统的连续性和完整性,同时控制好加压速度和加压量,防止地基发生剪切破坏,对于置换改良类加固技术,要严格控制置换深度和填料压实度,确保垫层承载力符合要求,在施工过程中,要加强各施工环节的衔接管理,及时解决施工中出现的问

3.3 质量监测重点

施工过程中的质量监测是及时发现问题、保障工程质量的重要方式,监测内容应涵盖地基沉降量、水平位移量、孔隙水压力变化等核心指标,监测点的设置需要覆盖加固区域的关键位置,以确保监测数据具有代表性和全面性,监测频率应根据施工阶段进行调整,在施工关键阶段适当增加监测频率,以便及时掌握地基变形和强度变化情况,监测数据需要进行实时分析整理,若发现数据异常,则应立即暂停施工,排查问题并采取针对性的处理措施。

4 市政道路软土地基综合加固技术的优化策略

4.1 技术融合协同优化

因不同加固技术均具独特优势及适用范畴,故通过合理组合以达优势互补之态成为提高综合加固效果的重要途径,例如将排水固结技术与复合地基技术相结合,先借前者降低软土含水量,再凭后者设置增强体以提升地基承载能力,如此操作可有效缩短加固周期并提升效果,而在技术融合进程中,需明确各技术作用原理与衔接要点,对施工顺序及技术参数加以优化,同时可借助数值模拟技术对不同技术组合方案开展模拟分析,以预测加固效果并为优化方案制定提供理论支持,最终实现对复杂软土地基的高效处理。

4.2 经济性优化路径

基于工程经济性的优化路径需在保障加固效果的基准之上,以最大限度降低建设成本为目标,首先可通过对技术选型进行优化,择选性价比更高的加固方案,以规避过度设计之弊,其次于施工过程中,合理规划施工流程,以减少材料浪费与机械闲置时间,进而提高施工效率,同时可采用本地化优质填料及材料,以降低运输成本,此外还可通过加强施工质量控制,以减少后期维修养护费用,且在经济性优化过程中,需构建成本与效果的平衡机制,对前期建设成本与后期运营维护成本进行综合考量,以实现工程全生命周期经济性最优之目的。

4.3 绿色施工适配改进

适配绿色施工理念的技术改进方向契合现代工程建设发

展要求,在综合加固技术应用场景中,可通过选用环保型材料的方式,以减少对环境的污染,如采用新型环保固化剂替代传统水泥,以降低碳排放,同时对施工工艺进行优化,以减少施工过程中的扬尘、噪音及废水排放,在排水固结施工环节,对排出的地下水进行处理后再行排放,以避免污染周边水体,此外可加强施工后的场地恢复工作,通过种植植被的手段改善生态环境,最终实现市政道路软土地基加固工程生态效益与工程效益的协同提升。

5 市政道路软土地基综合加固技术的应用效果评估

5.1 承载力评估

作为检验加固效果核心指标之一的加固后地基承载力评估,其常用评估指标将地基承载力特征值、桩体承载力以及复合地基承载力等内容涵盖其中,而评估方法主要包含静载试验法、轻便动探法和静力触探法等,这其中静载试验法是通过在地基施加荷载并且观测沉降量变化的方式来确定地基承载力,该方法虽然结果准确又可靠,但存在着试验成本较高并且周期较长的不足;属于间接测试方法的轻便动探法与静力触探法,是通过检测地基土物理力学性质的途径来间接评估承载力,具备操作简便且效率高的特点。

5.2 沉降稳定性评估

对于保障道路使用寿命至关重要的道路运营期沉降稳定性评估,其评估指标主要有工后沉降量、沉降速率以及不均匀沉降差等,评估方法需要把施工过程中的监测数据和运营期的长期观测数据结合起来,通过数据分析去预测道路沉降的发展趋势,对于市政道路而言,工后沉降量需要控制在规范允许的

范围之内,以避免因沉降过大而导致路面出现病害,在评估过程中,如果发现沉降速率过快或者不均匀沉降差超过限值,就需要及时采取加固补强措施,通过沉降稳定性评估,能够全面掌握道路运营期的沉降情况,从而为后期的维修养护提供科学依据。

5.3 应用效益评估

综合加固技术的应用效益评估需要从经济、社会、生态三个维度来展开,经济效益主要包括建设成本的节约、维修养护费用的降低以及交通通行效率提升带来的间接效益等;社会效益体现在道路通行安全的保障、城市基础设施功能的完善以及区域经济发展的促进等方面;生态效益则包括施工过程中环境污染的控制和生态环境恢复的效果等,评估方法可以采用成本效益分析法、层次分析法等,对各效益指标进行量化或者定性分析,通过应用效益评估,能够全面衡量综合加固技术的应用价值,进而为后续类似工程的技术选择提供参考。

6 结论

市政道路软土地基综合加固处理技术是解决软土地基问题、保障道路工程质量的关键手段,软土地基所具有的低承载力、高压缩性等特性,决定了单一加固技术难以满足工程需求,综合加固技术通过多种技术的融合与协同,能够实现对软土地基的全方位改良,本文所梳理的复合地基型、排水固结型、置换改良型这三类综合加固技术,各自有着适用的场景和核心原理,在实际应用中需要结合地质条件、工程要求等因素进行科学选型,在技术应用过程中,需要严格把控选型、施工工艺和质量监测这三大要点,同时通过技术融合协同、经济性优化和绿色施工适配等策略来提升技术应用水平。

参考文献:

- [1] 苏梓儒,廖松,任焯军,等.大跨度弯曲空间网格结构抗连续倒塌性能研究[J].中国建筑装饰装修,2024,(01):183-185.
- [2] 张在晨,贾新卷,胡晨晞,等.大跨度空间网格结构常用安装方法及新思路[J].钢结构(中英文),2022,37(10):43-49.
- [3] 李鑫.“原位拼装、整体顶升”法施工技术在大跨度空间网格结构屋面中的应用[J].科学技术创新,2022,(16):113-116.
- [4] 蔡小平.大跨度空间网格结构的拼装和滑移施工[J].建筑施工,2020,42(11):2069-2071.
- [5] 杨智勇,张力.一种自适应找形的空间曲面网格结构分析方法构想[J].有色金属设计,2020,47(03):38-42.