

探讨桥梁隧道中软土地基危害及处理

马永伟

新疆生产建设兵团交通建设有限公司, 新疆 乌鲁木齐 830011

[摘要]在现代化交通设施建设进程中,桥梁与隧道作为关键的交通节点,正日益遭遇愈发繁杂的软土地基挑战。在桥梁与隧道建设领域,软土地基问题构成一大挑战,对结构稳固性、施工品质及后续使用安全构成重大隐患。通过对软土地基的危害进行剖析,研究其对桥梁隧道施工造成的冲击,并辅以具体案例,详述了针对软土地基的处理技术和策略。实施换填法、地基加固法、深层搅拌法等合理地基处理技术,针对软土地基对桥梁隧道造成的损害具有显著缓解作用。在融合工程实践案例及前沿科研成就的基础上,本论文对软土地基整治的成本与成效进行了详尽剖析,为工程设计及施工环节提供了坚实的理论支撑。针对桥梁隧道工程,深入研究软土地基所潜藏的隐患及其应对策略,从而为构筑物的稳固与安全供应了切实可行的解决方案。

[关键词]软土地基;桥梁隧道;地基处理;施工安全;加固技术;工程设计

DOI: 10.33142/aem.v6i12.14887 中图分类号: U455.4 文献标识码: A

Exploration on Hazards and Treatment of Soft Soil Foundation in Bridges and Tunnels

MA Yongwei

Xinjiang Production and Construction Corps Transportation Construction Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830011, China

Abstract: In the process of modern transportation infrastructure construction, bridges and tunnels, as key transportation nodes, are increasingly facing complex challenges in soft soil foundation. In the field of bridges and tunnels construction, soft soil foundation issues pose a major challenge, posing significant risks to structural stability, construction quality, and subsequent safety during use. By analyzing the hazards of soft soil foundation, studying its impact on bridges and tunnels construction, and accompanied by specific cases, this article elaborates on the treatment techniques and strategies for soft soil foundation. The implementation of reasonable foundation treatment techniques such as replacement method, foundation reinforcement method, and deep mixing method has a significant alleviating effect on the damage caused by soft soil foundation to bridges and tunnels. Based on the integration of engineering practice cases and cutting-edge scientific research achievements, this paper provides a detailed analysis of the cost and effectiveness of soft soil foundation remediation, providing solid theoretical support for engineering design and construction processes. For bridges and tunnels engineering, in-depth research has been conducted on the hidden dangers and response strategies of soft soil foundations, providing practical and feasible solutions for the stability and safety of structures.

Keywords: soft soil foundation; bridges and tunnels; foundation treatment; construction safety; reinforcement technology; engineering design

引言

交通基础设施中的桥梁与隧道,对城市化的推进与经济的繁荣,具有举足轻重的地位。工程数量日益增多,桥梁隧道建设持续推进,但随之而来的是软土地基问题日益凸显,湖泊、湿地、河流等区域普遍存在的一种地质条件,其软土地基特性表现为承载能力较低且压缩性较高。施工桥梁与隧道时,若遭遇软土地基,其稳定性堪忧,此状况甚至可能波及后续使用阶段的安保状况。地基软土性质所引发的问题,诸如承载力不足、沉降异常及不均匀沉降等,往往导致桥梁及隧道沉降失衡、裂缝产生,甚至结构损毁。地基处理技术的进步催生了换填法、深层搅拌法、地基加固法等多种高效处理手段,这些手段显著提升了软土地基的承载与稳定性。下文主要针对桥梁隧道工程施工建设的过程中软土地基的危害以及处理方法进行了分析和探讨,希望能够促进桥梁隧道工程的整体建设质量。

1 软土地基的危害

由黏土、淤泥、细砂等松散材料构成的地质层,被称为软土地基,湖泊、湿地、河流泛滥区等常见此类地基。土壤水分含量大,颗粒间凝聚力低,桥梁与隧道施工遭遇软土地基这一特殊地质条件,其内在物理属性导致了对工程建设的严重负面影响,此类地基承载力不足,难以承受重型桥梁与隧道结构之重,因而构成了施工过程中的重大隐患^[1]。具有低密度特性及高压缩性的软土,在受到外力影响时,其地基极易产生过度的沉降现象,进而引发地面不均匀沉降问题。桥梁稳定性遭受沉降影响,隧道亦可能因之而发生形变及偏斜,当发生显著沉降时,结构形变将越过预设的安全界限,进而可能导致结构严重损坏及安全隐患。桥梁或隧道结构在软土地上易受不均匀沉降影响,此类沉降不均现象可能致使结构倾斜、裂缝等,进而损害其整体稳定与使用寿命。

在软土地基施工过程中,由于其流动性显著,常导致施工设备陷落及基础施工不稳,此类状况往往致使工程进度拖延,成本亦随之攀升。在软土地基区域,由于土质呈现松散状态,往往会产生所谓的“软弱层”,这会加剧地基承载力的下降。因此,在施工阶段,必须给予地基支护与加固环节以高度重视,土壤渗透性强,软土地基水分含量高,此二者并存易导致地下水渗漏,进而对隧道施工及后期安全使用构成影响。

2 软土地基的处理方法

2.1 换填法

软土地基处理中,换填法是一项关键技术,其核心操作便是将地基内承载能力低下的土层剔除,以更高承载能力的土材料取而代之,以此提升地基的承载与稳定性能。在软土层较厚、地质条件复杂的区域,当加固或深层处理技术不可行时,换填法作为一种简便且有效的处理方式,得到了广泛应用。实施换填法,需先对软土层进行挖掘,再对土壤进行运输与处理,而后填充砂、碎石、土等适宜的填料,最终对填充物进行夯实或加固^[2]。

浅层软土地基的处理中,换填法以其施工便捷、周期较短的显著优势脱颖而出。土层分布不均的特定区域,该技术显著提升了地基的承载能力。在改良地基的过程中,采用换填法,有效提升地基的排水性能,显著降低地下水渗透的风险,从而显著增强地基的整体稳定性。在应用换填法的过程中,不可避免地暴露出某些限制与不足。实施换填作业,人工与机械设备协同作业,其施工费用不菲。在实施换填土工程中,对土质进行严格的质量管控至关重要,若填料选用失当或压实作业不到位,将有可能引发地基稳定性的不良后果。

2.2 深层搅拌法

在地基加固领域,深层搅拌法以其显著效果,尤其针对深层软土及地质环境复杂的软土地基加固,发挥着至关重要的作用。在软土地基深层土壤中,通过运用特定搅拌设备,掺入如水泥、石灰等固化材料,实现搅拌作业,进而构筑加固土柱或加固土层,此举显著提升了地基的承载能力和稳定性。在实施深层搅拌法的施工过程中,需运用搅拌机将固化材料注入软土,同时借助搅拌技术促使固化剂与土壤实现深度交融,进而形成具有较高强度的固结体。在深层搅拌法中,相较于传统加固手段,对土层进行深入处理,尤其针对土质松软且软土层较厚的区域,展现出其加固优势。实施该法,既显著增强了地基的承载能力,又大幅减缓了地基沉降速度,进而显著提升了地基稳定性^[3]。

对于深层软土而言,深层搅拌法以其显著的加固成效而备受青睐,尤其在处理此类土质方面表现出色。在城市或交通繁忙区域,施工活动对周边环境的干扰极小,因而具有广泛的适用性,相较于换填技术,深层搅拌技术显著降低了土方开挖的规模,大幅缩短了施工周期,并且显著

减少了施工过程中的扰动程度。深层搅拌技术,尽管在应用中显现出其独到之处,但亦存在某些限制性因素。采用深层搅拌机等专业施工设备,其成本相对较高,对施工人员的技术水平亦提出了严格的要求,对深层搅拌法而言,土质条件颇为关键,若土层含水量超标或粘土含量过高,则搅拌效果可能不尽如人意。

2.3 地基加固法

桥梁与隧道建设对地基承载能力提出严格要求,而地基加固法正是通过调整地基土层物理特性或施加外力,旨在提升其稳定性和承载性能,以满足建筑需求。各式各样的地基加固手段中,注浆加固、加筋加固以及化学加固等成为主流,软土地基的承载性能与稳定性,因地质条件而异,众多方法各展所长,以此实现有效改善。地基加固技术中的注浆加固法,其原理在于向软土地基注入水泥浆、化学浆或高分子材料,促使土壤颗粒通过化学反应形成坚固的联结,从而显著提升地基的承载能力。深层软土和不均匀地基加固,选用注浆法,旨在提升土层密实度,减轻地基沉降现象。

在地基加固领域,加筋法凭借其广泛应用,以钢筋、土工布、土工格栅等材料为加固手段,对软土地基实施有效处理,运用这些加筋材料,显著提升土体的抗拉与抗剪能力,进而稳固地基整体结构。承载力较弱、需求抗剪与抗拉功能的场所,加筋法以其施工效率高、成效稳固而备受青睐,地基加固法,以其对不同软土地基条件的适应性。选取恰当的加固技术,展现显著而耐久的成效。相较于换填技术,地基加固措施一般无需进行广泛挖掘作业,显著降低施工期间的土方量需求,并且显著减少施工活动对环境的影响。施工地基加固,其难度系数较高,对技术水平及设备性能有严格规定,并且所需投入的施工成本亦相对不菲。采用地基加固法,针对软土地基问题,灵活运用多样化的加固技术,从而满足不同工程需求及地质条件,确保桥梁隧道长久稳定与安全^[4]。

3 软土地基处理的技术选择与优化

在软土地基的处理过程中,技术选择与优化是确保工程安全与经济效益的关键环节。软土地基的处理方法多种多样,每种方法的适用性、效果及成本等方面都有所不同,因此,选择适合的处理技术并进行优化,能够在保证工程质量的前提下,最大程度地降低施工成本和周期。

在决定软土地基的整治方案时,需综合考虑现场地质状况、工程特性、环境需求及施工期限等关键要素。在薄层软土或地基承载力不足的地域,换填法往往被采纳为一种广泛且实用的处理策略。在软土地基中,通过换填法,即清除原有软土并填充高承载力材料,能有效增强地基的支撑性能,然而,这一过程涉及较大土方开挖,导致施工费用攀升,因而更适宜于软土层较薄或对建设进度有紧迫要求的工程项目。针对深层软土及广大软土地基问题,深

层搅拌技术被证实为一种优选的处理策略，深层搅拌法。通过将水泥、石灰等固化剂与软土混合，显著提升了深层土体的承载能力，同时显著降低了施工过程中的土方量。施工效率显著提升，特别适用于地质条件复杂的场合，设备与技术深层搅拌法中占据关键地位，施工过程中需精确调节搅拌深度与混合配比，方能保障加固效能^[5]。

软土地基处理领域，注浆加固与加筋等加固方法，被广泛应用。运用注浆加固技术，向土壤注入浆液，进而调整其物理属性，此法特别适用于处理松散土层，并能显著增强地基的密实与承重性能，将钢筋、土工布等材料嵌入土体，加筋法则提升了土体的抗拉与抗剪性能，此法特别适用于需要承受较大剪切力的地基加固工程。在城市或交通繁忙地段，地基加固施工相较于其他手段，其造成的干扰相对较低，对周边环境的影响亦较小。在软土地基处理领域，选取适宜的技术手段至关重要，而依据具体的施工环境来科学组合各类方法，亦是不可或缺的考量。在特定的地质环境之中，通过巧妙融合各式各样的处理技术，旨在实现最为卓越的处理成效。技术进步不断涌现，新型处理技术与材料层出不穷，这些为软土地基处理带来了更为丰富的选择途径。在技术选择过程中，工程师不仅要重视处理效果，亦需全面考量施工的可行性、环保标准、项目时长及后期维护等关键要素，以实现经济、社会、环境效益的最优化^[6]。

4 软土地基处理的成本效益

软土地基处理的成本效益是影响工程决策的重要因素之一。在选择处理技术时，除了考虑其技术可行性和效果外，成本的合理性和效益的最大化同样至关重要。合理的成本效益分析能够帮助工程方在保证施工质量的前提下，选择最具性价比的处理方案，避免浪费，并确保项目的可持续性。

实施软土地基处理过程中，涉及施工设备购置、材料采购、人工投入及管理费用等多重开销。在实施各种处理技术时，其成本构成呈现出差异化特点，换填法虽操作简便，却依赖众多土方开挖与填缝材料，工程量庞大，人工成本不菲。设备需求亦高，是以与其他技术相较，其施工费用更显高昂。在地质条件复杂、软土层较深的特定区域，实施换填法的施工，其成本将显著上升。在成本考量上，深层搅拌法与换填法相较，呈现中等水平，尤其是在应对较深软土地基时，深层搅拌法显著降低土方开挖量，从而有效节约人力与物料开支。施工采用深层搅拌法，其施工周期相对较短，且在作业中对周边环境的干扰较小，这有利于大幅度减少工期，同时显著降低整个项目的经济投入。实施深层搅拌作业，须依赖专用设备并依托技术保障，其

设备投入成本不菲，同时对于施工品质有严格标准，若操作失误，将直接降低处理成效，继而提升维修加固的费用负担^[7]。

地基加固法（如注浆加固、加筋法等）通常具有较低的施工干扰和较短的工期，因此在一些复杂地质条件下，成本相对较为可控。在城市区域建设过程中，地基加固法凭借其低土方量及对周边环境的低影响，通常被视为最佳选择，地基加固方法能够根据各异地质状况进行巧妙调整，以此削减施工过程中的诸多不确定性，有效降低风险等级。软土地基的治理不仅初期施工阶段需关注成本效益，亦需兼顾后续的维护与修复成本考量。在施工后期，某些如换填法等处理手段或许会引发沉降与形变现象，此乃必须实施二次加固与修缮之故。采用诸如深层搅拌法、注浆加固法等其他技术手段，往往能确保更持久的结构稳定性，进而降低后续维护的频率，并显著提升长期的经济效益。在具体项目实施过程中，必须对软土地基处理方案的成本效益进行全盘考量，该考量需涵盖地质条件、施工环境以及预算要求等全方位要素。在项目实施中科学选定处理技术，并优化资源配置，此举措旨在极大提升项目经济价值，同时保障工程顺畅推进及后续的持续发展。

5 结语

软土地基的处理是桥梁和隧道工程中不可忽视的重要环节。通过选择适合的处理技术、优化施工方案，并科学管理成本，可以有效降低软土地基带来的危害，确保工程的顺利完成和长期稳定运行。

[参考文献]

- [1]徐燕. 探析软土地基桥梁隧道施工技术及其改进措施[J]. 汽车周刊, 2024(6): 148-150.
- [2]范玲玉. 软土地基桥梁隧道施工技术改进研究[J]. 科技资讯, 2023, 21(19): 130-133.
- [3]马杜山. 探讨公路桥梁隧道软土地基处理的相关对策[J]. 四川建材, 2022, 48(4): 102-103.
- [4]万颜畅. 软土地基桥梁隧道施工技术及其改进措施分析[J]. 工程技术研究, 2022, 7(5): 79-81.
- [5]孙铁轶. 软土地基对桥梁隧道施工产生的危害及处理分析[J]. 运输经理世界, 2021(30): 85-87.
- [6]王长辉. 软土地基对桥梁隧道施工产生的危害及处理措施研究[J]. 运输经理世界, 2021(6): 97-98.
- [7]程喜贵. 桥梁隧道中软土地基的危害及处理方法研究[J]. 城市建筑, 2020, 17(36): 165-167.

作者简介：马永伟（1989.4—），毕业院校：河南城建学院，所学专业：给排水，当前就职单位：新疆生产建设兵团交通建设有限公司，职称级别：中級。