

不同地基处理方法对软土地基沉降特性的影响分析

刘红锋¹, 康利鑫²

(1. 河北大力岩土工程有限公司, 河北 石家庄 050000;

2. 河北嘉研建筑工程有限公司, 河北 石家庄 050800)

摘要 软土地基的沉降问题一直是建筑和工程领域中的重要课题, 尤其在城市化进程日益加快的背景下, 软土地基沉降对建筑物安全性的影响不容忽视。为了有效应对这一问题, 各种地基处理方法被提出并应用于软土地基的改善。不同的地基处理方法, 如深层搅拌法、预压法和真空压密法等, 通过改变土层的物理力学性质, 能显著影响软土地基的沉降特性。本文分析了各类处理方法对软土地基沉降特性的影响, 以期可以为帮助工程师选择合适的处理手段提供参考, 以保证工程的稳定性与长期使用性能。

关键词 软土地基; 地基处理方法; 沉降特性; 深层搅拌法

中图分类号: TU753

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.15.019

0 引言

软土地基沉降问题一直是影响建筑工程结构安全和使用寿命的重要因素。随着我国城市化进程的加速, 越来越多的建筑工程在软土地区开展, 因此, 如何有效控制软土地基沉降成为建设领域中的一项关键任务。为此, 我国出台了一系列政策推动地基处理技术的发展。例如: 《“十四五”建筑业发展规划》中明确提出, 要加强基础设施建设中的土木工程技术应用, 提高地基处理技术水平。《建筑与市政地基基础通用规范》(GB 55003-2021) 对软土地基处理提出了明确要求, 强调了地基沉降控制与土壤改良的结合, 推动各类先进的基础处理方法应用于实际工程中。不同的地基处理方法, 如深层搅拌法、预压法和真空压密法等, 已在多个工程中得到了成功应用。本文深入探讨这些处理方法对软土地基沉降特性的影响, 以期为基础处理技术的合理选择提供理论依据和实践指导。

1 不同地基处理方法对软土地基沉降的重要性分析

软土地基的沉降问题一直是建筑与土木工程中的挑战, 尤其在城市建设和基础设施开发过程中, 软土的低承载力和高压缩性常常成为影响建筑物稳定性的关键因素。未经处理的软土地基可能导致建筑物沉降不均, 进而影响其安全性和耐久性。软土的高含水量和低密度使其在承受外部荷载时容易发生变形, 因此对软土地基进行有效处理是确保建筑物稳定的重要环节。通过不同的地基处理方法, 如深层搅拌法、预压

法和真空压密法, 可以显著增强土体的承载力, 降低沉降速度, 并有效控制沉降量^[1]。这些方法通过改进土层的物理性质, 增强土体的强度和刚度, 从而减少沉降现象的发生。深层搅拌法通过引入水泥或石灰等固化材料, 改善土体的结构, 适用于深层软土的加固处理; 预压法通过施加外部压力促使软土层提前固结, 适用于处理较薄的软土层; 而真空压密法则利用负压作用加速土体排水, 从而促进其固结, 减少软土地基的沉降^[2]。

2 不同地基处理方法在软土地基沉降控制中的应用

2.1 深层搅拌法对软土地基沉降控制的影响

深层搅拌法作为一种地基处理技术, 主要通过将水泥、石灰等固化材料注入软土层, 并与土体进行充分搅拌, 形成较为稳定的固结土体, 从而显著提高软土地基的承载力和抗压强度。该方法能够改善软土地基的物理力学性质, 使其在承载外部荷载时表现出更好的稳定性与抗变形能力, 减少土体的压缩性和沉降速率。尤其在处理大面积、深层软土时, 深层搅拌法能够显著提高土体的抗剪强度和刚度, 抑制土体的压缩性变形, 从而有效地降低沉降量。在工程实践中, 深层搅拌法表现出了较为明显的沉降控制效果, 尤其对于厚层软土, 其在增强地基承载力方面的优势尤为突出^[3]。

2.2 预压法在软土地基沉降控制中的应用

预压法是一种利用外部压力对软土层进行预先压

缩的技术，其主要通过施加一定的外部荷载，促使软土层在较短时间内完成固结过程，提前释放沉降应力，以减少长期沉降的幅度。这一方法特别适用于处理较薄的软土地基，通过对软土层的加压，能够有效促进土体的压缩和固结，在短期内显著加速沉降过程，从而提高地基的稳定性^[4]。预压法的作用机理是通过给软土层施加预定的压力，使土体内部水分得以排除，土颗粒之间的结构得以紧密化，进而增强土体的承载力，减少沉降。该方法适用于处理土层较薄且沉降要求较高的地区，尤其对于低层建筑物或基础设施建设而言，预压法可以有效缩短施工周期并降低施工成本^[5]。

2.3 真空压密法在软土地基沉降控制中的应用

真空压密法是一种通过施加负压来促进土体固结的地基处理技术，尤其适用于湿润且孔隙率较高的软土层。其主要原理是通过在土体上施加负压，促进土体中的水分排出，加速土体的压实过程，从而提高土体的承载力，减少沉降量。与传统的压实方法相比，真空压密法能够更高效地去除土层中的水分，显著改善土体的物理力学性质，特别适用于湿度较高、孔隙率较大的软土层。通过这种方式，不仅能够加快土体的固结进程，还能降低沉降速率，提高地基的稳定性。该方法的优点在于施工过程对环境的影响较小，且工期相对较短，适用于需要快速提高承载力的项目。

3 优化软土地基沉降控制的对策分析

3.1 优选地基处理措施，强化沉降调控效能

在软土地基的处理过程中，选择合适的地基处理方法是控制沉降的核心环节，且对工程的长期稳定性和安全性至关重要。软土地基由于其较低的承载力和较大的压缩性，常常会受到外部荷载作用而发生不均匀沉降，导致建筑物或基础设施的稳定性受到影响。软土层的沉降特性受多个因素的影响，包括土层的厚度、土壤类型、地下水位以及周围环境的影响。因此，在地基处理过程中，需要综合考虑这些因素，依据土壤的物理和力学特性，选取最合适的处理方法。

深层软土通常由于其较厚且承载力较低，常常采用深层搅拌法进行处理。深层搅拌法通过将水泥、石灰等固化材料注入软土层，并通过机械搅拌与土体充分混合，形成一种强化土体结构的加固措施。该方法不仅能够显著提高土体的抗剪强度和抗压能力，还能减少土体的压缩性，显著降低沉降量，尤其适用于大面积、深层软土的处理。深层搅拌法在提高地基承载力的同时，能够降低沉降速度，确保建筑物的长期稳

定性。对于较薄层的软土，则适合使用预压法。预压法通过在软土层上施加外部压力，促使土体发生快速压缩，加速土体的固结过程。施加的压力能够提前释放沉降应力，从而减少沉降的长期积累，尤其在薄层软土或局部软土地基的处理中，效果非常显著。预压法尤其适用于需要在短期内控制沉降的场合，例如低层建筑或基础设施建设中，需要快速完成地基稳定的情况。真空压密法则是一种通过施加负压作用促进土体固结的技术，尤其适用于含水量较高且具有较高孔隙率的软土层。通过负压作用，真空压密法能够促使土体中的水分迅速排出，促进土体的固结，从而降低沉降量。该方法的优点在于施工过程中可以显著缩短工期，并且对环境的影响较小。真空压密法对于湿度较高的土层，能够显著改善其固结速度，减少沉降风险，是一种有效的沉降控制手段。合理选择合适的地基处理方法，根据不同软土层的特性与工程要求，能够确保地基沉降得到有效控制，并保障工程的长期稳定性。

3.2 优化工艺技术，提升施工质效水平

随着地基处理技术的不断进步，施工技术的优化对提升软土地基沉降控制效果起着至关重要的作用。传统地基处理方法的施工过程较为繁琐，效率较低，而且存在一定的环境影响。现代地基处理技术则通过引入新型设备和材料，使施工过程更加精确、高效，同时减少对环境的负面影响，提升整体施工质量。

以深层搅拌法为例，采用现代化的搅拌设备和技术，可以显著提高土体的加固效果。新型的深层搅拌设备采用先进的搅拌技术，能够在较短的时间内将水泥、石灰等固化材料均匀地注入土层，确保土体与固化材料的充分混合，从而提高土体的承载力和抗压强度。通过精准控制搅拌深度、速度和压力等参数，施工人员可以进一步提升土体的稳定性，确保地基沉降得到有效控制。深层搅拌技术的提升，不仅提升了施工效率，也使得地基处理更加精确，降低了施工过程中的误差。在预压法的应用中，现代化的压力控制技术使得施加的外部压力能够更加精准、均匀地分布到软土层上。这一技术的精确控制减少了不均匀沉降的风险，确保了土体的均匀固结。通过控制施加压力的速率、时间和大小，能够实现软土层的有效加固，避免了传统方法中由于压力分布不均而导致的地基不稳定问题。此外，自动化技术在地基处理施工中的应用，使得监测和控制过程更加精准。随着传感器技术、数据采集技术和物联网技术的进步，自动化设备能够实时监控土体沉降过程，通过实时反馈数据调整施工

策略。施工人员可以根据监测数据及时发现施工中的异常情况并进行调整,确保施工过程中的风险管理更加有效。这些先进的技术不仅提高了施工过程的精度,也提升了施工效率,减少了人工操作的失误,提高了施工质量。

3.3 加强科研创新,推动技术革新应用

地基处理技术的持续创新是提升软土地基沉降控制效果的关键所在。尽管现有的地基处理方法,如深层搅拌法、预压法和真空压密法,已经在工程实践中得到了广泛应用,但它们在面对特殊环境和复杂土质条件时,仍然存在一定的局限性。例如:在极为厚重的软土层中,现有的技术可能无法充分发挥其沉降控制作用,因此,推动新型地基处理技术的研发与应用显得尤为重要。科研人员可以通过对新型固化材料的研发,提升固化材料的性能,使其在更短的时间内实现更高强度的土体加固效果。例如:近年来,一些新型复合材料,如高效聚合物和环保型固化剂的应用,逐渐改变了传统处理方法的局限。这些新型材料不仅能够显著提高土体的加固效果,还能在降低环境污染方面做出积极贡献。通过材料的创新,不仅提升了土体的抗压能力和抗剪强度,也在一定程度上缩短了施工周期。此外,深层处理设备的创新也同样重要。传统的地基处理设备多为大型机械,施工操作较为复杂,且在处理某些特殊土层时,可能无法提供足够的精确控制。随着智能化技术的进步,近年来出现了一些小型化、智能化的处理设备,它们具有更高的精度,可以根据不同土层的变化情况进行实时调整。结合先进的设备,地基处理的施工质量和效率得到了进一步提升。随着数字化、自动化技术的发展,未来的地基处理方法将更多地依赖于实时监控和数据分析技术。通过大数据分析、人工智能技术等手段,可以实现沉降控制的精准化和智能化,施工过程的实时反馈和调整将极大地提升地基处理的效果。新的地基处理技术将更加注重精细化管理和实时控制,推动沉降控制技术的发展,使其能够应对更加复杂的土质和环境条件。

3.4 统筹环境和经济因素,优化地基处理路径

在选择地基处理方法时,必须综合考虑环境和经济因素,制定出最合适的地基处理方案。不同的地基处理方法对环境的影响程度差异较大,选择合适的方法不仅能够提高工程的沉降控制效果,还能最大程度地减少对环境的负面影响。例如:深层搅拌法和真空压密法相对环保,因为它们在施工过程中不需要大量的废土挖掘和运输,且能够在较小的施工空间内完成

处理;而预压法则可能需要占用较大的土地面积,且由于施加的沉降应力较大,可能对周围环境产生一定的影响。因此,在选择地基处理方法时,必须充分考虑施工的环境影响,确保施工过程符合可持续发展的要求。

经济因素也是选择地基处理方法时的重要考虑点,尤其在大规模建设项目中,如何平衡施工成本和施工效果,是工程决策中不可忽视的因素。采用新型、高效的地基处理技术,如深层搅拌法和真空压密法,不仅能够确保沉降控制效果,还能显著降低施工成本,尤其是在长周期工程中,能够提高项目的整体经济效益。此外,通过引入智能化、自动化设备,能够进一步提高施工效率,降低人工成本,从而达到节省资金的目的。综合考虑环境影响、施工周期、土层条件和项目预算等多个方面因素,制定出最合适的地基处理方案,能够确保工程顺利进行并达到预期效果。在地基处理过程中,优化技术选择和方案设计,减少不必要的资源浪费,不仅能够提高施工质量,还能在确保地基稳定性的同时,推动社会和经济的可持续发展。

4 结束语

软土地基沉降问题的有效控制对建筑工程的稳定性和长期使用至关重要。通过不同地基处理方法的应用,如深层搅拌法、预压法和真空压密法,可以显著减少软土地基的沉降,提高地基的承载力和稳定性。然而,当前地基处理技术仍面临一些挑战,如方法选择的局限性、施工成本较高等。随着技术的不断发展和创新,地基处理方法的多样性和适用范围不断拓展,未来的地基处理将更加注重技术创新、施工效率与环保相结合。

参考文献:

- [1] 咸甘玲,兰景岩,潘旦光,等.桩顶荷载对软土地基-群桩基础动力相互作用的影响与机理分析[J].岩土工程学报,2023,45(s2):67-72.
- [2] 游桂芳.某桥头软土地基处理的参数影响分析[J].工程建设,2024(11):54-58.
- [3] 孙冲,刘印鹏,陈少青,等.真空预压法处理双层软土地基沉降特性分析及预测[J].岩土工程技术,2024,38(03):287-293.
- [4] 王丽欢,郜帆,任亚宁,等.软土地基预加固对桩基竖向承载特性的影响研究[J].人民长江,2023,54(04):190-197.
- [5] 王毅敏.市政公路工程施工中软土地基处理方法分析[J].石油化工建设,2023,45(01):94-96.