

岩土工程施工中软土地基处理方法分析

张 鹿

烟台黄金职业学院 山东 烟台 265400

摘 要: 在岩土工程施工中,面对复杂多变的软土地基问题,本文深入探讨了岩土工程施工中软土地基的特性及其多种处理方法。通过分析软土地基的高压缩性、低承载力及易变性等特性,提出了换填垫层法、排水固结法、高压喷射注浆法及挤密法与振冲法等有效处理策略。结合地基条件、工程要求、环境条件及施工条件等因素,详细阐述了选择处理的原则,旨在为岩土工程施工提供科学指导,确保工程安全与稳定。

关键词: 岩土工程施工;软土地基;处理方法

引言

在岩土工程领域,软土地基因其复杂的物理力学性质,常成为施工中的技术难点。其高含水量、大孔隙比及低抗剪强度等特性,易导致地基沉降、失稳等问题,严重影响工程质量和安全。因此,深入研究和科学处理软土地基显得尤为重要。本文旨在通过对软土地基特性的全面解析及多种处理方法的分析,为岩土工程实践提供参考和借鉴,推动工程技术的进步与发展。

1 软土地基的特性解析

软土地基在岩土工程中占据着举足轻重的地位,其复杂多变的特性给施工带来了诸多挑战。软土,作为一类土壤的统称,涵盖了软黏性土、淤泥质土、淤泥、泥炭质土及泥炭等多种类型,这些土壤因其独特的物理力学性质而显著区别于其他土类^[1]。首先,软土具有极高的天然含水量,这一特性使得土壤颗粒间充满了大量水分,导致土壤结构松散,稳定性差。软土的天然孔隙比大,即土壤颗粒间的空隙较多,进一步加剧了其压缩性和沉降潜力。其次,软土的压缩性高,意味着在受到外部荷载作用时,土壤体积会发生显著变化,导致地基沉降。而与之相对的是,软土的抗剪强度极低,这使得地基在承受水平力或剪切力时极易发生破坏。再者,软土的固结系数小,固结时间长,这意味着土壤在受到荷载后需要经过较长时间才能逐渐排出孔隙中的水并达到稳定状态。这一过程中,地基的强度和稳定性会逐渐提高,但也可能导致工程延期或增加施工成本。软土还具有高灵敏度、大扰动性和低透水性的特点。高灵敏度意味着土壤在受到扰动后其物理力学性质会发生显著变化;大扰动性则使得施工过程中的任何不当操作都可能对地基造成不可逆的损害;而低透水性则限制了土壤内部水分的排出速度,进一步延长了固结时间。

2 软土地基处理方法

2.1 换填垫层法

换填垫层法作为岩土工程中针对软土地基的一种常用处理方法,其核心原理在于对路基面以下一定范围内的软弱土层进行改造。当遇到厚度相对不大的软弱土层时,该方法通过挖掘作业,将这部分土层部分或全部移除,随后填充以强度更高、稳定性更好且不具有侵蚀性的材料,如具有良好透水性的砾料。这一过程不仅改善了地基的物理力学性质,还显著提升了地基的承载力和稳定性。换填垫层法的适用条件明确,主要适用于软弱土层厚度在2至3米范围内的场景。在这一范围内,该方法的经济性和实用性均能得到充分展现,因为它不仅能够有效解决地基的承载和稳定问题,还具备施工简便、工期短等优势。通过快速置换软弱土层,地基的强度和刚度得以迅速提升,从而减少了后期沉降的风险,保障了上部结构的安全。换填垫层法并非万能之策。当软弱土层厚度过大时,该方法便显得力不从心。因为大量的挖掘和回填作业会显著增加弃方与取土方量,进而推高工程成本。此外,对于某些特殊地质条件或工程要求,换填垫层法可能还需要与其他地基处理方法相结合,以达到最佳的处理效果。

2.2 排水固结法

排水固结法其原理在于通过在地基内设置排水通道,利用地层本身的透水性或排水体的集中排水作用,加速软土层的排水固结过程,从而提高地基的强度和稳定性。这一方法不仅能够有效解决地基的沉降问题,还能显著提升地基的承载力,为上部结构的安全和稳定提供有力保障。排水固结法根据排水系统和加压系统的不同,可分为多种类型,主要包括天然地基堆载预压法、塑料排水带排水预压法、真空预压法等^[2]。这些方法各有特点,适用于不同的工程条件和地质情况。例如,天

然地基堆载预压法适用于地基土层本身透水性较好的情况；而塑料排水带排水预压法则通过在地基中设置塑料排水带来加速排水固结过程；真空预压法则通过抽真空的方式在加固区形成负压边界条件，进一步加速排水固结。排水固结法特别适用于处理厚度较大的软粘土地基。在这些地基中，由于土壤含水量高、压缩性大、透水性差等特点，传统的地基处理方法往往难以取得理想效果。而排水固结法通过加速排水固结过程，能够显著改善地基的物理力学性质，提高地基的承载力和稳定性。排水固结法也存在一些缺点。由于需要较长的预压期来使地基达到稳定状态，因此该方法需要占用一定的场地和时间。此外，施工过程中的质量控制和监测也至关重要，以确保排水固结效果达到设计要求。

2.3 高压喷射注浆法

高压喷射注浆法亦称旋喷法，是一种高效的地基加固技术，其独特的工作原理和显著优势在土木工程中得到了广泛应用。该方法的核心在于利用先进的钻机技术，将配备有特殊喷嘴的注浆管精准地送入土层的预定深度。随后，通过高压脉冲泵的强大动力，将精心调配的化学药剂（主要是水泥浆液）以极高的速度水平喷射至土体四周。在高压喷射的过程中，土体受到强烈的冲击与扰动，土颗粒与水泥浆液得以充分混合。随着水泥浆液的逐渐凝固，一个直径均匀、强度可观的圆柱体便在土中悄然形成。这个圆柱体如同地基中的“钢筋铁骨”，有效提升了地基的整体承载力和稳定性，减少了因地基沉降而引发的安全隐患。高压喷射注浆法之所以备受青睐，得益于其施工工艺的灵活性和加固效果的卓越性。它不仅能够适应粘性土、冲填土、粉砂、细砂等多种复杂地基条件，还能根据工程的具体需求进行定制化施工。此外，该方法在提高地基承载力和减少沉降方面表现出色，为上部结构的安全与稳定提供了坚实保障。任何事物都有其两面性。高压喷射注浆法也不例外。尽管其优势显著，但高昂的施工成本和对专业设备、技术人员的依赖也成为了制约其广泛应用的因素之一。在实际工程中，需要综合考虑工程需求、经济成本和技术条件等多方面因素，以选择最为合适的地基加固方案。

2.4 挤密法和振冲法

挤密法的核心在于“挤”与“密”。它通过专用的机械设备，在软弱土层中强行挤出土体，形成一系列孔洞。随后，向这些孔洞中填充碎石、砂等硬质材料，并经过夯实处理，形成一个个密实的柔性桩体。这些桩体不仅自身具有较高的承载力，还能通过挤压作用，改善

周围土体的物理力学性质，从而提高整个地基的承载力和稳定性。挤密法特别适用于松砂、粉土、杂填土及湿陷性黄土等地基，其施工简便，效果显著，是地基处理中不可或缺的一种方法。而振冲法则巧妙地结合了振动与水流的力量。它利用振动器产生高频振动，同时配合高压水流的作用，将振动器缓缓沉入土中至预定深度。随后，向孔内填充碎石等硬质材料，并继续振动，使材料与周围土体紧密结合，形成坚固的桩体。振冲法通过振动和水流的双重作用，有效地改善了土体的密实度和抗剪强度，提高了地基的承载力和稳定性。与挤密法相似，振冲法也适用于多种类型的软弱地基，如松砂、粉土等，且其施工效率较高，能在较短时间内完成大面积的地基加固工作^[3]。无论是挤密法还是振冲法，它们都对土层条件有一定的要求。对于某些特殊类型的软土地基，如含水量过高或过低的土层，这两种方法可能难以取得理想的加固效果。在实际工程中，需要根据具体的地质条件和工程要求，选择合适的地基加固方法，以确保工程的安全和质量。

3 软土地基处理的原则分析

3.1 地基条件

地基条件的全面评估是软土地基处理的首要步骤，它直接关系到后续处理方法的选择与实施效果。这一过程要求我们对软土地基进行详尽的勘察与分析，以获取准确、全面的地质资料。具体而言，我们需要确定软土层的厚度和分布范围。这不仅是为了明确处理的重点和难点，更是为了在设计处理方案时能够有针对性地制定措施。软土的物理力学性质，如含水量、压缩性、抗剪强度等，也是评估过程中不可或缺的信息。这些性质直接影响土体的稳定性和承载能力，进而决定了所需的处理方法和处理深度。对于深厚且含水量高的软土层，其处理难度相对较大。这类土层往往具有较高的压缩性和较低的抗剪强度，容易在荷载作用下产生较大的沉降和变形。在选择处理方法时，我们需要考虑采用更长时间的预压方法或复杂的加固措施。预压方法通过预先施加荷载使土体固结，提高承载力，减少沉降；而加固措施则可能包括桩基、加筋土等，以增强土体的整体稳定性和承载能力。地基条件的评估还需考虑土层中的其他因素，如土层的不均匀性、地下水的流动情况等。这些因素都可能对处理效果产生影响，因此在制定处理方案时需要综合考虑，确保方案的针对性和有效性。

3.2 工程要求

工程要求这一过程确保了所选方法能够充分满足或超越工程对地基的特定要求，从而保障上部结构的安全

性和使用功能。上部结构的类型直接决定了地基所需承载的荷载大小及分布形式。例如,高层建筑由于其巨大的垂直荷载和可能的水平风荷载,对地基的承载力和稳定性有着极高的要求。而桥梁和道路等线性工程,则可能面临更为复杂的荷载分布和变形控制问题。在选择处理方法时,必须充分考虑上部结构的特性,确保所选方法能够有效地提高地基的承载力和稳定性,满足工程对地基承载力的要求。沉降要求也是选择处理方法时必须考虑的重要因素。沉降不仅影响结构的安全性,还可能对使用功能造成不利影响。例如,在道路工程中,过大的沉降可能导致路面不平整,影响行车舒适性和安全性。在选择处理方法时,必须根据工程对沉降的具体要求,选择能够有效控制沉降的方法。为了实现工程要求的精准匹配,通常需要进行详细的工程分析和计算。这包括地基承载力的验算、变形控制的评估以及不同处理方法的比较等。通过这些分析和计算,可以确保所选方法能够在满足工程要求的实现经济性和可行性的最大化。

3.3 环境条件

地下水位的高低是评估环境条件时不可忽视的因素。地下水位的波动会直接影响土体的排水性能和稳定性。高水位可能导致土体含水率增加,降低其承载力,增加处理难度。在选择处理方法时,需充分考虑地下水位的影响,采取合适的排水措施或选择适应高水位环境的处理方法,以确保处理效果^[4]。周边环境的敏感程度也是必须纳入考量的因素。邻近建筑物、水源地、生态保护区等敏感区域,对地基处理过程中的振动、噪音、污染等都有着严格的要求。在选择处理方法时,应优先考虑环保、低影响的技术方案。例如,可以采用振动较小的施工方法,减少施工对周边环境的影响;加强施工过程中的环保管理,确保废水、废渣等得到妥善处理,不对环境造成污染。还应考虑地基处理对地下水资源的潜在影响。一些处理方法可能会改变地下水的流向或水质,对周边生态环境造成不利影响。在选择处理方法时,应进行充分的环境影响评估,确保所选方法不会对地下水资源造成不可逆的损害。

3.4 施工条件

施工条件的现实考量在软土地基处理过程中占据举足轻重的地位。它不仅关系到处理方法的可行性与实施

效率,还直接影响到整个工程的安全、质量和进度。施工设备的性能是施工条件考量的重要方面。不同的地基处理方法往往需要不同类型的施工设备支持。例如,对于需要深层搅拌或振密的地基处理,可能需要高性能的搅拌机或振动器;而对于需要大面积铺设加固材料的方法,则可能需要大型的铺设机械。在选择处理方法时,必须确保施工设备能够满足方法实施的需求,同时考虑设备的可获得性、成本效益以及维护保养的便捷性。施工队伍的技术水平也是不可忽视的因素。软土地基处理是一项技术密集型工程,要求施工队伍具备丰富的专业知识和实践经验。特别是对于复杂的加固技术,更需要专业技术人员进行操作和监控。在选择处理方法时,应充分考虑施工队伍的技术能力,确保他们具备实施该方法的资质和经验,以保障施工质量和安全。施工工期也是施工条件考量的关键要素之一。在某些情况下,工程对工期有着严格的要求,这可能会限制对长期预压等耗时较长的方法的应用。在选择处理方法时,必须充分考虑工期要求,选择能够在规定时间内完成处理任务的方法,以确保工程按时交付。

结语

综上,针对软土地基的处理,需综合考虑地基特性、工程需求、环境及施工条件等多方面因素,灵活运用换填垫层、排水固结、高压喷射注浆及挤密振冲等有效方法。通过科学合理的处理,不仅能显著提升地基承载力,减少沉降,还能保障工程结构的安全稳定。未来,随着材料科学与施工技术的不断进步,软土地基处理方法将更加高效、环保,为岩土工程的发展开辟新篇章。

参考文献

- [1]金小伟,赵先富,渠晓东,等.我国流域水生态监测与评价体系研究进展及发展对策[J].湖泊科学,2023,35(3):755-765.
- [2]杨娜,马冉.水环境监测全过程质量体系的构建[J].清洗世界,2024,40(1):189-191.
- [3]刘静.自然环境水质检测与净化的应用研究[J].农村科学实验,2024(3):34-36.
- [4]张建云.岩土工程施工中软土地基处理方法分析[J].砖瓦世界,2022(11):28-30.