

公路软土地基处理技术及其长期性能评估

李姝文

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 公路软土地基处理技术对于确保公路工程的稳定性和安全性具有重要意义。本文首先介绍了软土的特点和成因,随后详细探讨了软土地基处理技术,包括换填法、排水固结法、强夯法、振冲法、加筋土法、水泥土搅拌法等,并对这些方法的适用性进行了分析。最后,本文讨论了软土地基处理后的长期性能评估方法,包括地质勘察、室内试验和现场监测等手段,旨在为公路软土地基处理及其长期性能评估提供理论参考和实践指导。

关键词: 公路软土; 处理技术; 性能评估

引言

公路作为一种最为普及和便捷的交通方式,在国民经济和社会发展中占据重要地位。然而,我国土地资源多属于黄土、软土、湿地等软弱地基,其中软土的土质较为松软,含水量较高,其工程性质复杂,对公路工程的承载力和变形性能产生重要影响。因此,软土地基处理技术及其长期性能评估成为公路建设中一个重要的课题。

1 软土的特点和成因

软土,这一术语涵盖了滨海、湖沼、谷地、河滩等沉积环境中形成的淤泥和淤泥质土,以及冲填土、杂填土、淤泥质土等具有高压缩性的土壤类型。这类土壤因其独特的物理和力学特性,在工程领域中尤其受到关注,并常被视为地基处理中的难点。软土最显著的特点之一是其天然含水量高,通常远超过普通土壤,这使得土壤颗粒间的空隙被大量水分填充,导致土壤质地松软,易于发生变形。与此同时,高含水量也带来了天然孔隙比大的问题,使得软土的密度相对较低,承载力相应减弱。在荷载作用下,软土表现出高度的压缩性,容易发生显著的压缩变形,这对地基的稳定性构成了严重威胁。此外,软土的抗剪强度低也是其显著特点之一。在剪切力作用下,软土容易发生破坏,导致地基失稳,进而引发工程事故。固结系数小和固结时间长则是软土在固结过程中的两个重要特征。由于固结系数小,软土在荷载作用下的固结过程变得缓慢,需要较长时间才能达到稳定状态。这不仅增加了工程周期,还可能对工程的整体稳定性产生不利影响。软土的灵敏度极高,对微小的扰动都极为敏感。在施工过程中,即使是轻微的振动或扰动,也可能导致软土结构的破坏和强度的降低。同时,软土的扰动性大,容易受到各种施工活动的影响,进一步加剧了其工程性质的劣化。透水性差则是软土的另一个重要特征。由于透水性差,水分在软土中的

排出变得困难,导致在固结和排水过程中存在诸多挑战^[1]。软土的形成与多种因素有关,包括沉积环境、水文地质条件、气候因素以及地质构造运动等。在滨海、湖沼等沉积环境中,细粒物质如黏土、粉土等在水流或风力作用下逐渐沉积,形成了软土层。水文地质条件如地下水位的升降、水流速度的变化以及水质的差异等也对软土的形成和分布产生了重要影响。在湿润的气候条件下,土壤中的水分难以蒸发,进一步促进了软土的形成。而地质构造运动如地壳抬升、沉降等则影响了软土的分布和厚度。

2 软土地基处理技术

2.1 换填法

换填法,作为一种直接且有效的地基处理方法,其核心在于将原有的软弱土层全部或部分清除,并用具有更高承载力和稳定性的材料(如砂性土、砂碎石混合物等)进行回填。回填过程中,需严格控制回填材料的粒径、含泥量等参数,并通过分层回填、逐层压实的方式,确保回填材料的密实度和均匀性。这一方法特别适用于浅层软弱地基及不均匀地基的处理,通过改善地基材料的物理力学性质,从根本上提高了地基的承载力和整体稳定性。换填法的优点在于施工简单、效果显著。它不需要复杂的机械设备,易于操作,且能在较短时间内显著提升地基的力学性能。然而,换填法成功也依赖于回填材料的选择和夯实质量。回填材料需具备良好的透水性、压实性和稳定性,以确保地基的长期稳定性。同时,夯实作业需均匀、密实,避免出现局部松散或沉降不均的问题。

2.2 排水固结法

排水固结法,则是针对饱和软粘土、淤泥质粘土等软弱地基的一种有效处理方法。该方法的核心在于在软土路基中设置排水通道,如砂井、塑料排水板等,以

加速土体的排水和固结过程。通过排水作用，土体中的孔隙水逐渐排出，土体颗粒间的接触更加紧密，从而提高了地基的承载力和减少了沉降。排水固结法的优点在于能显著改善地基的排水性能，加快土体的固结速度。它适用于处理深层软弱地基，且能有效控制地基的沉降量。然而，排水固结法的施工周期相对较长，因为土体的固结过程需要一定的时间。此外，该方法对地质条件也有一定的要求，如土体的透水性、压缩性等，都会影响排水固结的效果。因此，在施工前需进行详尽的地质勘察，以确保排水固结法的适用性和有效性。

2.3 强夯法

强夯法，作为一种高效且经济的地基加固技术，其核心在于利用重型夯锤对软弱地基进行强力夯实。通过夯锤自由下落时产生的巨大冲击能，使地基土体受到强烈的振动和压实作用，进而促使土体颗粒重新排列，孔隙率降低，形成更加密实、强度更高的土体结构。这一方法特别适用于碎石土、砂土、低饱和度的粉土以及粘性土等软弱地基的处理，能够显著提升地基的承载力和稳定性，满足工程要求。强夯法的优点在于加固效果好、施工简单且经济高效。它不需要复杂的机械设备和繁琐的施工流程，只需通过重型夯锤的反复夯击，即可达到显著的加固效果^[2]。同时，强夯法还具有施工周期短、成本低廉等优点，使得其在工程实践中得到了广泛应用。然而，强夯法在施工过程中会产生较大的振动和噪音，对周边环境可能产生一定影响。因此，在施工前需进行详尽的环境评估，并采取有效的隔振和降噪措施，以确保施工活动的可持续性和周边环境的和谐。

2.4 振冲法

振冲法，则是另一种高效且灵活的地基加固技术。它利用振动器产生的强烈振动能量，对软弱地基进行振动密实处理。在振动波的作用下，土体颗粒被迫重新排列，形成更加紧密、稳固的结构体系，从而提高地基的承载力和稳定性。振冲法特别适用于粘性土、粉土等软弱地基的处理，这些类型的地基通常具有较低的承载力和较大的压缩性，通过振冲法的加固处理，可以显著提升其力学性能。振冲法的优点在于施工效率高、加固效果好。振动器的振动频率和振幅可以根据地基土质的特性和加固要求进行灵活调整，以实现最佳的加固效果。同时，振冲法还具有施工灵活、适用范围广等优点，可以根据不同的地质条件和工程要求进行优化和调整。然而，振冲法的成功也依赖于振动器的选择和操作技巧。振动器的类型、功率以及振动方式等都会直接影响加固效果。因此，在施工前需对振动器进行仔细选择和调

试，并确保操作人员具备熟练的操作技能。

2.5 加筋土法

加筋土法，作为一种创新且高效的地基加固技术，其核心在于将土工织物或土工格栅等加筋材料植入路基土中。这些加筋材料与土体紧密结合，形成一个整体结构，有效增大了压力扩散角，从而显著提高了路基的承载能力，并大幅减少了沉降量。这一方法特别适用于由回填土形成的路堤，以及软土、沙土和粘性土等软弱地基的处理。通过加筋土的加固作用，可以显著提升地基的稳定性和耐久性，为上部结构的稳定提供有力保障。加筋土法的优点在于其施工简单、经济高效，且加固效果显著。土工织物或土工格栅等加筋材料具有良好的抗拉强度和耐久性，能够与土体形成良好的粘结作用，提高土体的整体抗剪能力和承载能力。同时，加筋土法还具有较好的适应性，可以根据地基土质的特性和工程要求进行灵活调整，以满足不同的加固需求^[3]。然而，在施工过程中也需要注意加筋材料的选择、植入方式和深度等关键因素，以确保加固效果达到最佳。

2.6 水泥土搅拌法

水泥土搅拌法，则是另一种高效且广泛应用的软弱地基处理技术。该方法通过将水泥、石灰等固化剂与软土进行混合搅拌，使两者发生物理化学反应，形成具有一定强度和稳定性的桩体或墙体。这些桩体或墙体能够显著提高地基的承载能力，并有效减少沉降量，特别适用于软粘土、杂填土等软弱地基的处理。水泥土搅拌法的优点在于其加固效果显著、适用范围广。通过调整固化剂的种类和用量，可以灵活控制桩体或墙体的强度和稳定性，以满足不同的工程要求。同时，该方法还具有施工简单、经济高效等优点，能够在较短时间内完成地基的加固处理，为工程的快速推进提供有力支持。然而，在施工过程中也需要注意搅拌质量和固化剂的用量控制。搅拌不均匀或固化剂用量不足都可能导致加固效果不达标，因此需严格控制施工工艺和参数，确保加固质量达到设计要求。

3 软土地基处理后的长期性能评估

3.1 地质勘察

地质勘察作为评估软土处理效果的核心环节，其重要性不言而喻。这一过程不仅涉及对地基土层的深入探查，还包含对处理前后土体性质变化的科学分析。通过综合运用地质测量、地质剖面观测、取样以及室内试验等多种技术手段，地质勘察为评估软土处理效果的可行性和持久性提供了坚实的数据支撑。在地质勘察过程中，首先进行的是地质测量。利用高精度的测量仪器和

技术,对处理区域进行详尽的地形测量和地质测绘,确保获取到准确、可靠的地基土层分布和地形特征信息。这些数据为后续的地质剖面观测和取样工作提供了精确的定位和指导。紧接着,地质剖面观测成为揭示地基土层内部特征的关键步骤。通过挖掘探坑、钻孔或利用其他地质勘探手段,揭露地基土层的剖面结构,直接观察土层的颜色、结构、纹理以及层间关系等特征。这些直观的观察结果有助于初步判断土层的物理性质和力学性质,并为后续的取样工作提供有针对性的指导。取样环节是地质勘察中不可或缺的一部分。在地质剖面观测的基础上,根据土层分布和特征,选取具有代表性的土样进行采集。这些土样将被送至实验室进行进一步的物理性质和力学性质测试,以确保样本的完整性和代表性。

3.2 室内试验

室内试验在软土地基处理后的长期性能评估中占据着举足轻重的地位。它通过对采集的土样进行一系列科学、严谨的测试,深入探究软土改良剂的加固效果和土体的变形特性,为评估处理方案的可行性和经济性提供有力依据。在室内试验中,压缩试验是不可或缺的一环。它模拟了土体在垂直压力作用下的压缩变形过程,通过测量土样的压缩量或压缩变形系数,来评估软土处理后的压缩性能和稳定性。这一试验不仅能够帮助我们了解土体在受力后的变形情况,还能为地基设计提供关键的参数支持。固结试验则是另一项重要的测试手段。它主要研究土体在固结过程中的沉降量和固结速度,通过模拟地基土体在长时间荷载作用下的固结过程,来预测软土处理后的长期沉降性能。这一试验对于评估地基的长期稳定性和安全性具有重要意义。此外,剪切试验也是室内试验中不可或缺的一部分。它模拟了土体在剪切力作用下的破坏过程,通过测量土样的抗剪强度或剪切变形特性,来评估软土处理后的抗剪性能和稳定性。这一试验能够为我们提供土体在受力状态下的破坏机制和强度参数,对于地基设计和施工具有重要的指导意义^[4]。通过室内试验的细致分析和科学判断,我们可以更加准确地了解软土处理后的物理力学性质变化,从而评估处理方案的可行性和经济性。这些试验结果不仅为地基设计提供了可靠的依据,也为施工过程中的质量控制和验收工作提供了有力的支持。因此,在软土地基处理后的长期性能评估中,室内试验的作用不可或缺,它为

我们提供了科学、客观的数据支撑,确保了评估结果的准确性和可靠性。

3.3 现场监测

现场监测在软土地基处理后的长期性能评估中扮演着至关重要的角色。它依赖于一系列精密的技术手段,如应变计、测孔和挠度观测等,来实时、准确地测量软土的变形、应力状态以及地下水位等关键参数。这些数据的收集与分析,为评估处理效果的即时可行性和长期稳定性提供了坚实的依据。应变计被精心布置在处理后的地基中,能够敏感地捕捉到土体在外部荷载作用下的微小变形,从而实时监测土体的应变情况。这种即时的数据反馈,对于及时发现潜在问题、调整施工方案以及确保处理效果至关重要。测孔则提供了一个深入了解地基内部状况的途径。通过定期测量测孔内的应力状态、地下水位变化等参数,可以全面评估地基的稳定性,并揭示处理效果在时间上的演变规律。这些数据对于预测地基的长期变形趋势、制定维护计划以及确保工程安全具有重要意义。挠度观测则专注于地基表面的变形情况。通过精确测量地基表面特定点的挠度变化,可以直观地反映处理效果对地基整体稳定性的影响。这种观测方法不仅有助于及时发现地基的异常变形,还能为地基的长期性能评估提供直观的数据支持。

结束语

公路软土地基处理技术及其长期性能评估是确保公路工程质量的重要环节。通过采用合适的处理方法,如换填法、排水固结法、强夯法、振冲法、加筋土法、水泥土搅拌法等,可以有效地改善软土的物理性质和力学性能,提高其抗剪强度和抗压能力。同时,通过地质勘察、室内试验和现场监测等手段对软土地基处理后的长期性能进行评估,可以确保处理效果的持久和可靠。

参考文献

- [1]刘子超.市政公路桥梁工程施工中软土地基处理技术研究[J].建筑技术开发,2019,46(13):161-162.
- [2]娄志峰.道路施工中的软基加固施工技术[J].科技创新,2019(18):133-134.
- [3]陈殿文.软基加固技术在道路施工中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2019(16):121.
- [4]邓辉辉.略论软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用[J].人民交通,2019,(11):73.