

公路工程施工中的软弱地基处理方法

周 锋

新疆北新路桥集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要：软弱地基是公路工程施工中常见的地质条件，其承载力低、压缩性高、抗剪强度差，对公路的稳定性和安全性构成威胁。因此，对软弱地基进行科学有效的处理是保障公路工程质量的重要环节。本文综述了当前公路工程施工中软弱地基的主要处理方法，包括换填法、排水固结法、深层搅拌法、强夯法、加筋法等，并探讨了各种方法的适用条件和优缺点，以期为公路工程软弱地基处理提供理论支持和实践指导。

关键词：公路工程施工；软弱地基；处理方法

引言

软弱地基泛指那些由淤泥及具有淤泥性质的“软土”构成的地基，由于其内部含有较多的水分，导致存在较多空隙，表现出承载力量弱、凝固性差、简单变形等问题，整体表现为坚固度差。因此，对软弱地基进行科学有效的处理是保障公路工程质量的必要措施。本文旨在探讨公路工程施工中软弱地基的主要处理方法，并分析其适用条件和优缺点。

1 软弱地基处理方法

1.1 换填法

换填法，作为一种直接且行之有效的软弱地基处理技术，其核心要义在于将地基表层以下一定深度范围内的软性粘土、淤泥质土或其他不良土质部分乃至全部进行清除，随后采用硬度更强、稳定性更优的土质（诸如中粗砂、碎石、矿渣、硬质土等）或石块进行分层回填。这一过程中，通过机械碾压、振动压实或人工夯实等多种方式，使回填材料达到密实状态，进而显著提升地基的承载力与稳定性，为建筑物或构筑物提供坚实可靠的基础支撑。该方法因其直接作用于地基表层，故特别适用于软土层较薄、地基承载力明显不足的情况，是公路、建筑、水利等各类基础设施建设中不可或缺的地基处理手段。换填法的优点众多，其中最为显著的是其施工简便与经济高效。一方面，回填材料多可就地取材，充分利用施工现场或周边的砂石、矿渣等废弃资源，不仅有效降低了材料成本及运输费用，还实现了资源的循环利用，符合绿色施工的理念。另一方面，该方法不需要复杂的机械设备，施工过程相对简单，易于组织和管理，有助于加快工程进度，缩短工期，进而降低整体造价，提升项目的经济效益。此外，换填法还具有良好的环境适应性，在适宜的地质条件下，能够迅速有效地改善地基性能，提高地基的承载力和稳定性，且对

环境影响较小，不会引发额外的环境问题。然而，换填法的应用也并非毫无限制，其局限性同样不容忽视。首先，受挖掘和回填的难度及成本随深度增加而急剧上升的影响，换填法的处理深度通常有限，一般不超过3米。对于深层软土地基的处理，换填法往往难以达到理想的效果，需要寻求其他更为有效的处理方法。其次，换填法的实施效果受多种因素影响，包括地质条件、回填材料质量、夯实程度等，任何一个环节的疏忽都可能导致处理效果不佳。因此，在施工过程中需要严格的质量控制措施来确保施工质量，避免出现质量问题导致的安全隐患。此外，在地下水丰富、土层流动性大或存在坚硬夹层等复杂地质条件下，换填法的实施难度会显著增加，甚至可能无法实施。这些都需要在方案选择阶段进行充分的评估和论证^[1]。因此，在选择换填法作为软弱地基处理方法时，应全面考虑地质条件、处理深度、材料来源、成本预算及工期要求等多方面因素，以确保处理方案的经济性、有效性和安全性。同时，也可结合其他地基处理技术进行综合考虑，如排水固结法、强夯法、加筋法等，通过科学合理的方案设计和严格的质量控制措施，达到最佳的处理效果，为建筑物或构筑物的安全稳定提供有力保障。

1.2 排水固结法

排水固结法，作为处理软土层较厚、地基承载力不足问题的有效手段，其科学性和实用性在工程实践中得到了广泛认可。该方法的核心机制在于，通过精心设置一系列竖向排水体，如塑料排水带、袋装砂井或砂石柱等，为地基土中的水分离出高效的排出通道。这些排水体如同地基中的“血管”，引导着孔隙水在压力的作用下有序流出，从而显著降低土体的孔隙率。随后，借助建筑物自身的重量或额外施加的荷载进行逐步且稳定的加载，这一步骤进一步加速了地基土的固结进程。在

加载的过程中,地基土发生变形并逐渐趋于稳定状态,其承载力也随之得到显著提升。为了进一步增强排水固结法的效果,该方法常常与铺筑砂土层处理方法相结合,共同构建出一个更为高效、完善的排水和加固体系。砂土层在这里扮演着水平排水层的角色,它不仅能够有效促进地基土中水分的横向排出,还能提供一个更为均匀、稳定的加载平台。这种组合策略在处理深厚软土地基时,能够发挥出更大的优势,实现更为显著的处理效果。排水固结法的优点众多,其中尤为突出的是其经济性和施工便捷性。相较于其他地基处理方法,排水固结法的费用相对较低,且施工过程相对简单,易于操作和管理。通过逐步加载的方式,可以确保地基土的固结变形在可控的范围内进行,从而避免对建筑物造成过大的影响或损害。此外,该方法还能显著改善地基土的工程性质,提高其承载力和稳定性,为建筑物的长期安全使用提供坚实的保障^[2]。然而,排水固结法也并非万能之法,其应用同样受到一定条件的限制。特别是对于渗透性较低的泥炭土等特定土质,由于水分排出难度较大,排水固结法的效果可能会大打折扣。因此,在选择该方法时,必须对地基土的渗透性进行全面、深入的评估,并结合实际情况进行谨慎的决策。同时,在施工过程中,还需要严格控制加载的速率和排水体的设置质量,以确保处理效果能够达到预期的目标。通过科学合理的方案设计和严格的质量控制措施,排水固结法才能在软土地基处理中发挥出其最大的效用。

1.3 深层搅拌法

深层搅拌法是一种高效且环保的软弱地基处理方法,其核心在于利用深层搅拌机这一专业设备,将地基中的软粘土与特定的固化剂(如水泥、石灰等)进行充分搅拌,使原本软弱的土层在化学反应和物理作用下硬结成具有足够硬度和稳定性的基土。这种处理方法不仅能够有效改善地基土的工程性质,还能显著提高地基的承载力,并减少地基的沉降量。粉喷桩是深层搅拌法在地基加固处理中的一种具体应用形式。通过深层搅拌机的旋转叶片,将固化剂以粉末状均匀喷入地基土中,并同时进行搅拌,使固化剂与软粘土充分混合,形成具有一定强度和稳定性的混合土体。这种混合土体不仅具有较高的承载力,还能够有效抵抗地基的变形和沉降,为建筑物的安全稳定提供有力保障。深层搅拌法适用于软土层中存在不稳定土层或需要提高地基承载力的情况。通过搅拌形成的混合土,能够显著增大地基的变形模量,即地基在受力时抵抗变形的能力,从而提高地基的整体稳定性^[3]。此外,该方法还具有施工过程噪声小、无

排污、对周围环境影响小等优点,符合现代环保施工的要求。同时,由于深层搅拌法的施工周期相对较短,能够有效缩短工程项目的建设时间,提高施工效率。

1.4 强夯法

强夯法,又称为动力固结法或重力夯实法,是一种通过重锤的自由落体冲击作用来加固地基的施工技术。该方法利用一个重量通常在几十吨甚至上百吨的重锤,从设定的高度(一般为10至40米)上自由落下,以巨大的冲击能量对地基土进行反复夯实,从而使土的颗粒重新排列,孔隙率减小,密度和强度显著增加,进而达到提高地基承载力和减少地基沉降的目的。强夯法特别适用于砂性土、非饱和性黏土以及杂填土等地基类型。对于这类土壤,强夯法能够有效改善其工程性质,提高土壤的密实度和承载力,满足建筑物对地基稳定性和承载力的要求。同时,强夯法还具有施工速度快、设备简单、造价相对较低等优点,因此在许多大型工程项目中得到了广泛应用。然而,强夯法也具有一定的局限性和注意事项。首先,该方法对土壤的类型和状态有较高的要求,不适用于饱和软土、泥炭土等具有高压缩性和低渗透性的土壤。其次,强夯法的施工过程需要保持连续性,以避免土壤在夯实过程中发生松弛或回弹现象,影响加固效果。此外,强夯法产生的振动和噪声可能对周围环境造成一定影响,因此在施工时需要采取相应的隔振和降噪措施。为了确保强夯法的加固效果,施工前需要对地基土进行详细勘察和试验,确定合适的夯击能力、夯击次数、夯点布置等施工参数。同时,在施工过程中需要严格控制夯击缝的大小和夯击点的位置,确保夯实的均匀性和密实度。此外,施工后还需要对地基进行质量检测,以评估加固效果是否满足设计要求。

1.5 加筋法

加筋法,作为一种先进且高效的软弱地基处理技术,其核心理念在于将具有高抗拉强度和耐久性的土工合成材料(诸如土工格栅、土工织物、加筋带等)精心埋设于软土层之中。这些土工合成材料,以其独特的结构特性和力学性能,与土体颗粒之间产生强大的摩擦力与嵌固力,进而形成一个紧密相连、协同工作的整体结构体系。这一结构体系不仅显著提升了地基的整体强度和稳定性,还极大地增强了地基的承载能力和刚度,有效应对了地基沉降、不均匀沉降以及土体滑移等一系列工程难题。加筋法的适用范围极为广泛,它不仅适用于各类软土地基,如淤泥质土、软粘土、松散砂土等,还同样适用于高填土、边坡稳定以及路基加固等复杂工程场景。通过加筋处理,地基土的抗拉、抗剪能力得到显

著增强,地基在荷载作用下的变形量,尤其是沉降量,得到有效控制,从而确保了建筑物的安全稳定与长期耐久性。此外,加筋法还展现出了施工简便、成本可控、节能环保等多重优势。施工过程中,无需复杂的机械设备和大量的施工材料,仅需按照设计要求将土工合成材料准确埋设,并通过回填土压实等简单工序即可完成,大大降低了施工难度和成本。同时,土工合成材料作为加筋材料,具有重量轻、强度高、耐腐蚀、易回收等特点,符合现代绿色施工的理念和要求。然而,在实施加筋法时,也需充分考虑地基土的性质、工程要求及环境因素等多重因素,合理选择土工合成材料,科学设计加筋结构,并严格控制施工质量,以确保加筋法能够充分发挥其在地基处理中的卓越效能^[4]。加筋法以其独特的优势和广泛的应用前景,在软弱地基处理领域展现出了巨大的潜力和价值。

2 各种方法的综合应用

在公路施工这一复杂而多变的领域中,面对不同的地质条件、工程要求以及外部环境因素,单一的地基处理方法往往难以全面满足项目的实际需求。因此,根据工程项目的等级、施工条件、施工环境、成本控制以及工期等实际特点,合理选择并综合应用多种软土地基处理方法,成为确保工程质量、进度和成本控制的关键。综合应用多种方法,不仅能够充分发挥每种方法的独特优势,还能相互弥补不足,形成协同增效的效果。以换填法与排水固结法的结合使用为例,这种组合方式在实际工程中尤为常见且效果显著。首先,利用换填法处理浅层软土,通过挖除软弱土层并换填以强度较高、稳定性较好的材料(如砂石、碎石等),直接提高地基的承载力和稳定性。这一步骤通常针对地基表层或较浅层的软弱土层,施工相对简单且能够快速见效。随后,针对深层软土或难以通过换填法完全处理的区域,可以采用排水固结法。该方法通过设置竖向排水体(如塑料排水带、袋装砂井等)并施加预压荷载,促使地基土中的水分逐渐排出,从而加速软土的固结过程,提高其承载力和稳定性。排水固结法在处理深厚软土地基时具有显著优势,能够有效减小地基沉降,提高地基的整体性能。

除了换填法与排水固结法的结合,还可以根据工程需要综合考虑其他方法的综合应用。例如,在软土地基处理中,强夯法可以与加筋法相结合。强夯法通过重锤的自由落体冲击作用来加固地基,提高土的密实度和承载力;而加筋法则通过埋设土工合成材料来增强地基的抗拉、抗剪能力。两者结合使用,可以进一步提高地基的承载力和稳定性,同时减少地基沉降和不均匀沉降的风险。此外,对于特别复杂的软土地基处理工程,还可以考虑将多种方法如换填法、排水固结法、强夯法、加筋法等综合应用。通过科学合理组合这些方法,可以充分发挥每种方法的优势,形成互补效应,从而更有效地提高地基的承载力和稳定性,满足公路施工对地基的严格要求。在综合应用多种方法时,需要充分考虑各种方法之间的相互影响和协同作用,确保处理方案的科学性和合理性。同时,还需要根据施工现场的实际情况及时调整施工方案,以确保处理效果达到预期目标。此外,施工过程中的质量控制和监测也至关重要,以确保每种方法都能够按照设计要求得到有效实施,并最终实现地基处理的整体目标。

结束语

软弱地基处理是公路工程施工中的重要环节,直接关系到公路的稳定性和安全性。本文综述了当前公路工程施工中软弱地基的主要处理方法,包括换填法、排水固结法、深层搅拌法、强夯法、加筋法等,并探讨了各种方法的适用条件和优缺点。在实际工程中,应根据具体情况选择合适的处理方法,或将其综合起来应用,以确保公路工程的质量和安

参考文献

- [1] 闫骏霞,陈小霞,陈捷,等.建筑工程施工中软弱地基的处理方法研究[J].科技视界,2015(17).
- [2] 殷忠平.论述市政工程中软弱地基的处理方法[J].江西建材,2016(01).
- [3] 李博.市政工程中软弱地基的处理方法分析[J].科学技术创新,2020(19):105-106.
- [4] 张树敏,王丛峰.市政工程中软弱地基的处理方法[J].住宅与房地产,2020(09):224+229.