

公路养护中路基路面维修的软基处理技术研究

蒋 扬

天津市滨海新区交通运输服务中心 天津 300450

摘 要：文章聚焦于公路养护中路基路面维修的软基处理技术，深入探讨了软基处理技术的分类、施工工艺、质量控制及其对公路稳定性和安全性的影响。通过对现有软基处理技术的综合分析，本文旨在提出一种高效、经济的软基处理方案，以应对公路养护中常见的软土地基问题。研究表明，合理的软基处理技术不仅能显著提高公路的承载能力，还能有效延长公路的使用寿命，为公路养护提供有力的技术支持。

关键词：公路养护；路基路面；维修；软基处理技术

1 公路养护中软土地基的特性与危害分析

1.1 软土地基的特性

软土地基具有以下主要特性；（1）高压缩性：软土的孔隙比大于1，含水量高，容重较小，土中含有大量微生物、腐植质和可燃气体，因此压缩性高，且长期不易达到稳定。在其他相同条件下，软土的塑限值越大，压缩性也越高。（2）抗剪强度低：软土的抗剪强度较低，这主要是因为其内部结构较为松散，容易在外力作用下发生剪切破坏。（3）透水性低：软土的透水性能较差，垂直层面几乎不透水，这对排水固结不利，导致建筑物沉降延续时间长。在加荷初期，常出现较高的孔隙水压力，影响地基的强度。（4）触变性：软土具有触变性，即当原状土未受破坏时具有一定的结构强度，但一经扰动，结构破坏，强度迅速降低或很快变成稀释状态。（5）流变性：软土具有流变性，即在一定的荷载持续作用下，土的变形随时间而增长。这使得其长期强度远小于瞬时强度，对边坡、堤岸、码头等稳定性不利。（6）不均匀性：软土层中因夹有粉细砂透镜体，在平面及垂直方向上呈明显差异性，易产生建筑物地基的不均匀沉降。

1.2 软土地基对路基路面的危害

软土地基对路基路面的危害主要包括几个方面：当地基土质为软基时，由于软土的抗剪强度不足以承受路堤及路面外荷载，在振动荷载或自重力作用下，强度下降，表现出很强的流性。地基可能会产生局部或整体的剪切破坏，导致软土层侧向滑动挤出，造成路堤沉陷、塌方、失稳或构造物出现裂缝。主要表现为临空面一侧或两侧的车道发生沉陷，道路出现隆起现象。在排水不畅的路段，水很容易浸入路基^[1]。在土体自重、行车荷载及水温变化等因素作用下，路基会发生过大的沉陷变形，影响道路的正常行驶。当路基产生过大的不均匀沉降时，会引起路面开裂破坏。水渗入裂缝后常导致路面

“翻浆”，形成常说的“橡皮路”。常表现为路面局部凹陷、积水、行车震动、颠簸及桥头错台跳车等现象。软土地基的承载力较低，建筑物或路堤的承载力会由于软土地基的松散和不稳定而逐渐降低，导致结构物的安全性下降。软土地基的组织特性不佳，容易引起外力作用下的变形，从而加速地基沉降。这可能导致建筑物或路堤结构垮塌、开裂等。

2 公路养护中路基路面维修常用的软基处理技术综述

2.1 换填法

换填法是一种简单而有效的软基处理技术，特别适用于软土层较薄、承载力不足的情况。该方法通过挖除软土层，换填强度较高的材料如砂砾、碎石等，以提高地基的承载力和稳定性。在实际操作中，换填法的施工步骤主要包括：首先，对软土地基进行详细的勘察和测量，确定换填的范围和深度；使用挖掘机等机械设备将软土层挖除，并清理干净；将准备好的高强度材料如砂砾、碎石等分层回填，每层回填后都要进行压实，以确保回填材料的密实度和稳定性；最后，对回填后的地基进行检测和验收，确保其满足设计要求。换填法的优点在于施工简单、成本低廉，且能有效提高地基的承载力和稳定性，该方法也存在一定的局限性，如换填材料的来源和运输成本可能较高，且对于深层软土地基的处理效果不佳。

2.2 排水固结法

排水固结法是一种通过改善地基排水条件，加速软土固结沉降，从而提高地基承载力的方法。该方法特别适用于软土层较厚、排水条件较差的情况。排水固结法的核心在于设置排水系统和加压系统。排水系统通常由水平排水层和竖向排水体组成，用于将软土中的水分排出。加压系统则通过堆载预压、真空预压等方式对地基施加压力，加速软土的固结过程。近年来，排水固结法

取得了突破性进展,涌现出了多种新型技术,如增压式真空预压技术、真空降水强夯技术等。这些新技术在多个实体工程中得到成功应用,有效提高了软土地基的处理效果。排水固结法的优点在于能有效加速软土的固结沉降,提高地基的承载力,该方法还能减少地基的沉降量,提高公路的稳定性和安全性。排水固结法的施工周期较长,且对于深层软土地基的处理效果可能有限。

2.3 深层搅拌法

深层搅拌法是一种通过深层搅拌机械将水泥等固化剂与软土混合,形成混合土,从而提高地基承载力的方法。深层搅拌法的施工步骤主要包括:首先,使用深层搅拌机械将水泥等固化剂与软土进行混合搅拌;然后,通过机械搅拌的作用,使固化剂与软土充分反应,形成具有一定强度的混合土;最后,对混合土进行检测和验收,确保其满足设计要求。深层搅拌法的优点在于能有效提高地基的承载力和稳定性,且施工周期较短,该方法也存在一定的局限性,如搅拌过程中可能出现搅拌不均匀、固化剂掺量不足等问题,影响处理效果。深层搅拌法的成本较高,且对于深层软土地基的处理效果可能有限^[2]。

2.4 强夯法

强夯法是一种通过重锤自由落体对地基进行冲击夯实,从而提高地基承载力和稳定性的方法。该方法特别适用于砂性土、湿陷性黄土等不良地基的处理。强夯法的施工步骤主要包括:首先,对地基进行详细的勘察和测量,确定强夯的范围和参数;然后,使用起重机将重锤提升到一定高度后自由落下,对地基进行冲击夯实;接着,根据地基的实际情况和强夯效果,进行多次重复夯实;最后,对夯实后的地基进行检测和验收,确保其满足设计要求。强夯法的优点在于施工简单、成本低廉,且能有效提高地基的承载力和稳定性。

2.5 其他软基处理技术

除了上述常用的软基处理技术外,还有一些其他方法也被广泛应用于公路养护中路基路面维修的软基处理中。第一、桩基加固:通过预先钻孔,然后注入混凝土或钢筋混凝土形成桩体,以提高软基的承载力和稳定性。桩基加固特别适用于软基较为严重的情况。第二、路基改造:对于软基严重的情况,需要进行路基的改造。主要通过挖掘软基区域并更换填料,然后进行填筑和夯实,以提高软基的承载力和稳定性。第三、粉喷桩软土路基施工技术:利用粉状固化剂在软土路基中进行加固,形成加固桩,提高软土路基的稳定程度。该技术具有操作可控性强的优点,但也可能受到设备和运输过

程的影响。第四、预应力管桩法:适用于软土地基上的大型结构物,通过打入预应力管桩提高地基承载力和稳定性。这些软基处理技术各有优缺点,在实际应用中需要根据具体情况进行综合考虑和合理选择,随着科技的进步和工程实践的不断深入,新的软基处理技术也将不断涌现和完善。

3 公路养护中路基路面维修软基处理技术的效果评估方法

3.1 沉降观测

沉降观测是评估软基处理技术效果最直接、最常用的方法之一。它主要通过公路沿线设置沉降观测点,定期测量各点的沉降量,从而判断地基的沉降情况。在沉降观测中,需要合理选择沉降观测点,确保观测点能够全面反映地基的沉降情况。观测点的位置应考虑到地基的受力特点、地质条件以及施工过程中的影响因素。观测点的数量应足够,以保证观测结果的准确性和可靠性。沉降观测的周期应根据实际情况确定,初期可加密观测频次,以便及时发现沉降异常。随着沉降趋于稳定,观测频次可适当减少^[3]。在观测过程中,应详细记录每次观测的数据,并进行整理和分析。通过对比不同时间点的沉降量,可以判断地基的沉降趋势和稳定性。沉降观测的结果可以作为评估软基处理技术效果的重要依据,如果沉降量过大或沉降速度过快,说明地基处理效果不佳,需要采取进一步的加固措施。反之,如果沉降量较小且沉降速度稳定,说明地基处理效果较好,可以满足公路的使用要求。

3.2 承载能力测试

承载能力测试是评估软基处理技术效果的另一种重要方法。承载能力测试通常采用平板载荷试验或标准贯入试验等方法进行,平板载荷试验是在地基上放置一定面积的钢板,然后逐渐施加荷载,直到地基发生明显的变形或破坏。通过测量施加荷载和地基变形的关系,可以计算地基的承载能力。标准贯入试验则是通过在地基中钻孔,然后利用标准贯入锤将一定直径的探头打入孔底,测量探头打入过程中的阻力,从而判断地基的密实度和承载能力。承载能力测试的结果可以直观地反映软基处理技术的效果,如果地基的承载能力显著提高,说明软基处理技术有效;如果承载能力没有明显提高,甚至降低,说明软基处理技术效果不佳,需要采取进一步的加固措施。

3.3 变形监测

变形监测点的设置与沉降观测类似,需要考虑到地基的受力特点、地质条件以及施工过程中的影响因素。

变形监测的内容包括水平位移、垂直位移以及倾斜变形等。通过测量这些变形量，可以判断地基的变形趋势和稳定性。变形监测的结果同样可以作为评估软基处理技术效果的重要依据。如果变形量过大或变形速度过快，说明地基处理效果不佳，需要采取进一步的加固措施。反之，如果变形量较小且变形速度稳定，说明地基处理效果较好，可以满足公路的使用要求。

4 公路养护中路基路面维修软基处理技术的施工工艺及质量控制

4.1 施工准备

在公路养护中路基路面维修软基处理技术的施工前，充分的施工准备是确保工程顺利进行的基础。施工准备阶段主要包括对施工现场的详细勘察、设计图纸的审核、施工方案的制定以及施工材料和设备的准备等。首先需要对施工现场进行详细的勘察，了解地基的地质情况、水文条件以及周围环境等，为后续的施工工艺选择和质量控制提供依据。其次，要仔细审核设计图纸，确保施工过程中的各项参数和要求与设计相符。根据勘察和设计结果，制定详细的施工方案，包括施工流程、施工方法、人员配置以及安全措施等。最后，准备好所需的施工材料和设备，确保施工材料和设备的质量符合相关标准，数量充足，以满足施工需求。在施工准备阶段，还要特别注意对施工人员的培训和教育，提高他们的专业技能和安全意识，确保施工过程中的质量和安全。

4.2 不同处理技术的具体施工工艺

公路养护中路基路面维修软基处理技术的施工工艺因处理技术的不同而有所差异。对于换填法，首先要挖除软土层，然后分层回填高强度材料，每层回填后都要进行压实处理，以确保回填材料的密实度和稳定性。排水固结法则需要在地基中设置排水系统和加压系统，通过排水和加压作用加速软土的固结沉降，提高地基的承载力^[4]。在施工过程中，要严格控制排水系统的布置和加压系统的压力大小，以确保处理效果。深层搅拌法则是通过深层搅拌机械将水泥等固化剂与软土混合，形成混合土，从而提高地基的承载力。在施工过程中，要控制搅拌机的搅拌深度和搅拌速度，确保固化剂与软土充分混合。强夯法则通过重锤自由落体对地基进行冲击夯

实，提高地基的承载力。在施工过程中，要选择合适的重锤和落锤高度，并控制夯击次数和夯击频率，以确保夯击效果。

4.3 施工过程中的质量控制

在公路养护中路基路面维修软基处理技术的施工过程中，质量控制是确保工程质量的关键。要对施工材料进行严格的检测和验收，确保施工材料的质量符合相关标准。在施工过程中，还要定期对施工材料进行抽检，以确保施工材料的持续稳定性。要对施工工艺进行严格的控制，在施工过程中，要严格按照施工方案进行施工，确保施工工艺的规范性和准确性。同时对施工过程中的各个环节进行实时监测和记录，以便及时发现和解决问题。最后要对施工成果进行检测和验收。在施工完成后，要处理后的地基进行承载力测试、沉降观测以及变形监测等，以评估处理效果是否满足设计要求。如果发现问题或不符合要求的情况，要及时采取措施进行整改和修复。在施工过程中，还要特别注意安全控制，要严格遵守安全操作规程，确保施工人员的个人安全和施工设备的安全运行。同时要加强对现场安全管理，及时发现和消除安全隐患，确保施工过程的顺利进行。

结束语

公路养护中路基路面维修的软基处理技术对于保障公路的稳定性和安全性具有重要意义。随着科技的进步和工程实践的不断深入，软基处理技术将不断得到完善和创新。未来，期待更多高效、环保的软基处理技术涌现，为公路养护事业提供更加坚实的技术支撑。同时也应加强对软基处理技术的研究和应用，推动公路养护事业的持续健康发展。

参考文献

- [1]王义强.公路养护中路基路面维修的软基处理方法[J].辽宁省交通高等专科学校学报,2020,22(03):9-11.
- [2]崔振刚.公路工程软基处理技术分析[J].运输经理世界,2023,(28):10-12.
- [3]王回府.浅谈公路工程软土路基处理方法[J].低碳世界,2022,12(03):157-159.
- [4]黄志浩.软基处理技术在市政公路施工中的应用[J].建筑技术开发,2020,47(16):142-143.