

市政道路工程路基处理技术与稳定性分析

李 纯

新疆北新国际工程建设有限责任公司 北京 100015

摘 要: 本文聚焦市政道路工程, 深入探讨路基处理技术与稳定性问题。通过阐述路基处理技术分类、具体方法及适用条件, 分析影响路基稳定性的因素, 并结合实际案例提出提高稳定性的措施。研究表明, 合理选择路基处理技术、加强施工质量控制和采取针对性稳定措施, 对保障市政道路工程质量、延长使用寿命至关重要, 为市政道路工程建设提供参考。

关键词: 市政道路工程; 路基处理技术; 路基稳定性

1 市政道路工程路基处理技术

1.1 路基处理技术分类

路基处理技术依据其作用机理能够进行较为系统的分类, 大致可划分为土质改良、土的置换以及土的补强这三大类别。土质改良技术, 主要是借助物理、化学或者生物方法, 对土的工程性质加以改善。从物理方法来看, 常见的有破碎、筛分等操作, 通过这些手段改变土的颗粒级配, 使其达到更理想的密实状态; 化学方法则涵盖添加水泥、石灰等固化剂, 与土发生化学反应, 增强土的强度和稳定性; 生物方法相对较为新颖, 例如利用微生物的代谢活动来改良土质, 不过目前在实际工程中的应用还相对较少。土的置换技术, 其核心思想是将不良土替换为性能良好的土。在实际操作中, 需要根据不同的工程需求和地质条件, 选择合适的置换材料。这些置换材料应具备高强度、良好的水稳定性和一定的抗变形能力等特性, 以确保置换后的路基能够满足道路的使用要求。土的补强技术, 是在土中加入筋材等材料, 以此来增强土的整体性。筋材的加入能够改变土的应力分布, 提高土的抗拉、抗剪强度, 从而有效提升路基的承载能力和稳定性。不同类型的筋材具有不同的力学性能和适用范围, 在实际应用中需要根据具体情况进行合理选择。

1.2 具体处理方法及适用条件

(1) 碾压及夯实。碾压及夯实是利用压路机等设备对路基进行压实, 通过外力作用使土颗粒重新排列, 减小土中的孔隙, 提高土的密实度。该方法操作相对简单, 成本较低, 在市政道路工程中应用广泛。它特别适用于处理浅层软弱地基, 如湿陷性黄土、杂填土等。湿陷性黄土在遇水后会产生较大的沉降, 通过碾压及夯实处理, 可以有效提高其密实度, 减少湿陷性。在一般道路的路基填筑中, 采用12t以上的压路机进行碾压, 能够

使土颗粒紧密结合, 形成较为稳定的结构, 从而有效提高路基的承载能力。经过多次碾压后, 路基的压实度可以达到设计要求, 为道路的使用提供坚实的基础。(2) 换土垫层。换土垫层是将路基底部的软弱土层挖除, 然后换填强度较高、性能稳定的材料, 如砂砾、碎石等。这种方法能够直接改善路基的承载条件, 提高路基的整体稳定性。它主要适用于软弱土层较薄的情况。在一些小型道路的软基处理中, 如果软弱土层厚度在30—50cm左右, 换填30—50cm厚的砂砾垫层, 可以显著改善路基的稳定性。砂砾垫层具有良好的排水性能, 能够快速将路基中的水分排出, 减少水对路基的侵蚀。同时, 砂砾的颗粒之间存在较大的摩擦力, 能够承受较大的荷载, 有效提高路基的承载能力^[1]。(3) 排水固结。排水固结是通过设置排水系统, 加速地基土的排水固结, 提高土的强度。在市政道路工程中, 对于一些地下水位较高、土体含水量较大的地基, 采用排水固结法可以有效减少地基的沉降。该方法特别适用于饱和软黏土地基, 如沿海地区的道路建设。沿海地区的软黏土地基具有含水量高、压缩性大、强度低等特点, 采用袋装砂井排水固结法, 可以在地基中设置竖向排水通道, 加快地基土的排水速度。在荷载作用下, 土中的水分逐渐排出, 土体发生固结, 强度逐渐提高。通过排水固结处理, 可以有效减少地基的沉降, 保证道路的平整度和稳定性。(4) 振密、挤密。振密、挤密是利用振动或冲击力使土颗粒重新排列, 提高土的密实度。这种方法可以改善土的物理力学性质, 提高土的承载能力和抗变形能力。如强夯法, 它适用于处理碎石土、砂土等地基。对于一些工业园区的道路路基处理, 由于工业园区的道路通常需要承受较大的荷载, 对路基的承载能力要求较高。强夯法通过重锤自由下落产生的冲击力, 使土颗粒重新排列, 形成较为密实的结构。经过强夯处理后, 地基的承载能力

可以得到显著提高,能够有效满足工业园区道路的使用要求。(5) 置换及拌入。置换及拌入是将水泥、石灰等固化剂与土搅拌混合,形成具有较高强度的加固体。这种方法可以改变土的化学成分和物理结构,提高土的强度和稳定性。如水泥搅拌桩,它适用于处理软黏土地基。在城市道路的软基处理中,软黏土地基的强度较低,容易产生较大的沉降。采用水泥搅拌桩技术,将水泥与软黏土进行搅拌混合,水泥与土中的水分发生水化反应,生成具有胶结作用的水化产物,使土颗粒之间形成较为牢固的连接。经过水泥搅拌桩处理后,地基的沉降和变形可以得到有效控制,保证城市道路的正常使用。(6) 加筋。加筋是在土中加入土工格栅、土工布等筋材,增强土的整体性和抗拉强度。筋材的加入可以改变土的应力应变关系,提高土的抗变形能力和稳定性。该方法适用于路基加筋挡土墙、软基处理等工程。在山区道路的边坡防护中,由于山区地形复杂,边坡容易发生滑坡等灾害。采用土工格栅加筋技术,将土工格栅铺设在边坡土体中,土工格栅与土体之间产生摩擦力,限制土体的侧向变形。同时,土工格栅的抗拉强度较高,能够承受较大的拉力,提高边坡的整体稳定性。通过加筋处理,可以有效防止边坡滑坡,保障山区道路的安全通行。

2 市政道路工程路基稳定性影响因素

2.1 地质条件

地质条件是影响路基稳定性的关键因素之一,其复杂性和多样性对路基的稳定性起着决定性作用。不同的地质条件,如岩石的种类、成因、节理、风化程度等,以及是否存在断层、岩溶等不良地质现象,都会对路基的稳定性产生不同程度的影响。从岩石特性来看,坚硬致密的岩石如花岗岩、玄武岩等,具有较高的强度和稳定性,能够为路基提供良好的支撑。然而,当岩石存在节理、裂隙发育时,其整体性会受到破坏,在外部荷载和水的作用下,容易发生滑动和坍塌。例如,在一些山区道路建设中,若路基位于节理密集的岩石区域,雨水沿着节理渗入,会降低岩石的抗剪强度,增加路基滑坡的风险^[2]。断层是地质构造中常见的现象,它会使岩石的连续性遭到破坏,形成破碎带。在断层带附近,路基容易受到断层活动的影响,产生不均匀沉降和变形。岩溶地区的地质条件更为复杂,路基下方可能存在溶洞、暗河等地下空洞。这些空洞的存在使得路基的承载力不均匀,在车辆荷载和自身重力的作用下,容易导致路基塌陷。比如,在南方一些石灰岩分布广泛的地区,由于岩溶发育,道路路基塌陷事故时有发生,给道路的安全运

营带来了严重威胁。

2.2 气候条件

气候条件如气温、降水、湿度、冰冻深度等,对路基的水文状况和物理力学性质有着显著影响,进而影响路基的稳定性。在寒冷地区,路基土的冻胀和融沉现象较为严重。当气温低于0℃时,路基土中的水分会结冰膨胀,产生冻胀力,使路基向上隆起;当气温升高时,冰融化成水,路基土体积收缩,产生融沉。这种反复的冻胀和融沉作用会导致路基开裂和变形,破坏路基的整体结构。例如,在我国东北地区的冬季,道路路基常常出现冻胀现象,春季融雪后又会发生融沉,使得路面出现坑洼不平,影响行车安全和舒适性。在降雨较多的地区,路基容易受到水的侵蚀。雨水会沿着路基的孔隙和裂缝渗入,降低路基土的强度和稳定性。长期的水浸泡会使路基土软化,抗剪强度降低,在车辆荷载作用下容易发生变形和破坏。此外,降雨还会引起地表径流,对路基边坡进行冲刷,导致边坡失稳。比如,在南方的一些梅雨季节,道路路基经常受到雨水的浸泡和冲刷,容易出现路基塌方、边坡滑坡等问题。

2.3 水文和水文地质条件

地下水和地表水的存在是影响路基稳定性的重要因素之一。地下水的升降会引起土壤体积的变化,从而影响路基稳定性。当地下水水位上升时,土壤中的孔隙水压力增大,有效应力减小,土壤的抗剪强度降低,路基容易发生沉降和变形。例如,在一些沿海地区,由于地下水位较高,道路路基在长期受到地下水浸泡的情况下,容易出现不均匀沉降,导致路面损坏。地表水的冲刷和浸泡会导致路基土的软化,降低其承载能力。在河流附近的道路路基,容易受到河水的冲刷和浸泡。河水在流动过程中会对路基边坡产生冲刷作用,带走边坡上的土壤颗粒,使边坡逐渐变陡,最终导致边坡失稳。同时,河水浸泡路基土,会使路基土的强度降低,在车辆荷载作用下容易发生塌陷。比如,在一些江河沿岸的道路,由于河水冲刷和浸泡,路基边坡经常发生滑坡,道路被迫中断维修。

2.4 施工因素

施工过程中的质量控制、施工工艺等因素对路基的稳定性有着直接的影响。如果路基填筑不均匀,会导致路基各部分的密实度不一致,在车辆荷载作用下容易产生不均匀沉降。例如,在路基填筑过程中,如果分层填筑厚度不均匀,或者填料质量差异较大,就会造成路基内部应力分布不均匀,从而引发不均匀沉降。压实度不足也是影响路基稳定性的重要因素之一。压实度不足

会使路基土的孔隙率增大,强度降低,在车辆荷载作用下容易发生变形。在施工过程中,如果压实机械选择不当、压实遍数不足或者压实方法不正确,都会导致路基压实度达不到设计要求。

3 市政道路工程路基稳定性分析方法

3.1 理论分析法

理论分析法是基于土力学和弹性力学理论,通过建立数学模型来分析路基的稳定性。这种方法能够从理论上深入分析路基的受力情况和变形规律,为路基设计和施工提供科学依据例如,采用有限元法对路基进行数值模拟,可以将路基划分为有限个单元,通过计算机程序求解每个单元的应力、应变和位移情况,从而得到路基整体的应力分布和变形特征。有限元法可以考虑路基材料的非线性特性、复杂的地质条件和边界条件等因素,能够较为准确地评估路基的稳定性。在实际工程中,通过对不同设计方案进行有限元分析,可以优化路基结构,提高路基的稳定性。除了有限元法,还有极限平衡法、滑移线法等理论分析方法。极限平衡法是通过分析路基在极限状态下的受力平衡条件,计算路基的安全系数,判断路基的稳定性。滑移线法则是通过求解路基内部应力场的滑移线方程,确定路基的破坏面和安全系数。这些理论分析方法各有优缺点,在实际应用中需要根据具体情况选择合适的方法。

3.2 现场监测法

现场监测法是在路基施工过程中和运营期间,对路基的变形、沉降、应力等进行实时监测。通过监测数据的分析,可以及时发现路基的稳定性问题,并采取相应的措施进行处理常用的监测方法有沉降观测、位移观测、土压力观测等。沉降观测是通过在路基上设置沉降观测点,定期测量观测点的高程变化,了解路基的沉降情况。位移观测则是通过在路基边坡或结构物上设置位移监测点,采用全站仪、GPS等设备测量监测点的位移变化,判断路基的变形情况。土压力观测是在路基内部或周围设置土压力传感器,测量路基土的压力变化,分析路基的受力状态。现场监测法能够直观地反映路基的实际工作状态,为路基稳定性评估提供实时数据。通过对监测数据的分析,可以及时发现路基的异常情况,如沉降过大、变形加剧等,并采取相应的加固措施,确保路基的安全稳定^[3]。例如,在某高速公路路基施工过程中,通过现场监测发现部分路段沉降过大,及时采取了注浆

加固等措施,有效控制了路基的沉降,保证了工程的顺利进行。

3.3 模型试验法

模型试验法是通过制作路基模型,在试验室内模拟路基的实际受力情况,研究路基的稳定性。模型试验可以直观地观察路基的变形和破坏过程,为路基设计和施工提供参考依据。在模型试验中,可以根据实际工程情况,按照一定的相似比例制作路基模型,并施加与实际工程相似的荷载。通过观察模型在荷载作用下的变形和破坏情况,可以分析路基的受力机制和破坏模式,评估路基的稳定性。例如,通过模型试验可以研究不同路基结构形式、不同填料性质对路基稳定性的影响,为路基设计提供优化方案。模型试验法还可以用于验证理论分析方法的正确性和可靠性。通过将模型试验结果与理论分析结果进行对比,可以检验理论分析方法的适用范围和精度,为理论分析方法的改进和完善提供依据。然而,模型试验法也存在一定的局限性,如模型制作难度较大、试验成本较高等,在实际应用中需要根据具体情况进行选择。

结束语

市政道路工程路基处理技术与稳定性是道路工程建设中的关键问题。通过合理选择路基处理技术、加强施工质量控制、采取有效的排水和防护措施,可以有效提高路基的稳定性,保障道路的安全和正常使用。在实际工程中,应根据具体情况综合考虑各种因素,制定科学合理的路基处理方案,并加强施工过程中的质量监控和运营管理,确保市政道路工程的质量和效益。同时,随着科技的不断进步,应进一步研究和开发新的路基处理技术和稳定性分析方法,为市政道路工程建设提供更加可靠的技术支持。

参考文献

- [1]李鹏,吴刚,刘强等.海相软黏土修正剑桥模型参数试验研究[J].工程勘察,2020,48(10):17-22.
- [2]刘展瑞,刘长新,张定权等.旧路基换填对拓宽路基应力位移特性影响数值分析[J].建筑机械,2021(4):79-84+88.
- [3]袁堃,汪双杰,牛富俊,等.多年冻土拓宽路基差异沉降特征分析[J].中国公路学报,2016,29(9):21-28.