

# 市政工程中软土路基的处理方法及效果分析

张正华 胡鹏宇 田 敏

中国建筑第五工程局有限公司 湖南 长沙 410000

**摘要:** 软土路基主要由细粒土和泥沙组成,具有高含水量、大孔隙和高压缩比等特点,导致抗剪强度低、稳定性差。常用处理方法包括换填垫层法、堆载预压法、加载预压排水固结法、深层搅拌法、煤灰碎石桩和加筋法等。这些方法旨在提高路基承载力和稳定性,减少沉降。处理效果因地质条件、施工方法和材料等因素而异,需根据实际情况选择最佳方案。

**关键词:** 市政工程; 软土路基; 处理方法; 效果

引言: 市政工程中的软土路基因其高含水量、大孔隙比及低强度等特性,常导致道路稳定性差、沉降量大等问题,严重影响道路使用安全及耐久性。为解决这一难题,众多处理方法应运而生,旨在改善软土路基的物理力学性质,提高承载力和稳定性。本文综述了当前常用的软土路基处理方法,并分析了其处理效果,以期为市政工程实践提供科学依据和技术参考。

## 1 软土路基的基本特性分析

### 1.1 物理特性

①含水量。软土路基的含水量是其物理特性中的关键指标。软土通常具有极高的含水量,一般在30%以上,甚至可高达70%或更高。这种高含水量导致土体中的孔隙几乎被水填满,进而影响了土体的力学行为和施工处理。高含水量不仅增加了土体的流动性,还降低了其强度和稳定性,使得软土路基在荷载作用下易于发生变形和沉降。②孔隙比。孔隙比是衡量土体疏松程度的重要参数,定义为土体孔隙体积与固体颗粒体积之比。软土的孔隙比一般较大,通常在1.0以上,意味着土体中存在着大量的孔隙空间。这些孔隙空间不仅容纳了大量的水分,还降低了土体的密实度和承载能力。高孔隙比使得软土路基在受到外力作用时易于发生压缩变形,进一步加剧了沉降问题。③密度。由于含水量高和孔隙比大,软土的密度相对较低。较低的密度意味着土体的质量分布较为松散,不利于承受外部荷载。在道路工程中,低密度的软土路基往往需要进行加固处理,以提高其承载能力和稳定性。

### 1.2 力学特性

①强度特性。软土的强度特性表现为较低的抗剪强度和抗压强度。由于土体结构疏松、含水量高,软土在受到剪切或压缩作用时易于发生破坏。这种低强度特性使得软土路基在荷载作用下易于发生剪切变形和沉降,

对道路工程的稳定性和安全性构成威胁。②压缩性。软土具有很高的压缩性,即在受到外部荷载作用时,土体体积会发生显著减小。这种高压缩性导致软土路基在荷载作用下易于发生较大的沉降,进而影响道路的平整度和行车安全。③变形特性。软土路基在荷载作用下表现出显著的变形特性,包括塑性变形和蠕变等。这些变形不仅会降低道路的平整度,还会加速路面的损坏,缩短道路的使用寿命。

### 1.3 工程地质特性

①分布特点。软土路基多分布于河流、湖泊、沼泽等低洼地带以及沿海地区。这些地区的地质条件复杂,地下水丰富,为软土的形成提供了必要的条件。②层状结构。软土路基往往具有层状结构,不同层位的软土性质可能存在显著差异。这种层状结构增加了道路工程设计和施工的难度,需要针对不同层位的软土特性进行有针对性的加固处理。③不可预见性。软土路基的工程地质特性具有较大的不可预见性。由于软土的形成过程复杂且受多种因素影响,其物理力学性质往往难以准确预测。这使得在道路工程设计和施工过程中,难以完全避免软土路基带来的挑战和风险。因此,需要采取科学合理的勘察、设计和施工方法,以确保道路工程的安全性和稳定性。

## 2 市政工程中软土路基的处理方法

### 2.1 表层处理法

①排水沟设置。排水沟设置是表层处理法中最基础的一环。通过在路基两侧或中间设置排水沟,可以有效地将路基中的积水排出,降低含水量,提高路基的稳定性和承载力。排水沟的设计应考虑降雨量、土壤类型、地形地貌等因素,确保排水顺畅,避免积水对路基造成进一步的影响。②地基表层处理(如铺设砂砾垫层)。地基表层处理是通过在路基表层铺设一层或多层砂砾、

碎石等材料,以提高路基的承载力和稳定性。砂砾垫层具有良好的透水性和排水性能,可以有效地防止路基积水和下沉。同时,砂砾垫层还具有一定的弹性和韧性,可以吸收和分散荷载对路基的冲击力,保护路基免受损坏。

## 2.2 排水固结法

①竖向排水(设置砂井或芯板排水)。竖向排水是通过在路基中设置砂井或芯板排水系统,加速路基内部水分的排出,促进路基的固结和稳定。砂井或芯板排水系统可以将路基中的水分引导至排水层,然后通过排水层排出路基。这种方法适用于含水量高、排水困难的软土路基。②加载预压。加载预压是在路基上施加一定的荷载,通过预压作用促进路基的固结和稳定。加载预压可以使路基内部的水分和气体被挤出,提高路基的密实度和承载力。同时,加载预压还可以使路基的沉降量得到提前释放,减少工程后期沉降对道路使用的影响<sup>[1]</sup>。

## 2.3 换填法

①软弱土层清除与回填(砂砾石、碎石等)。换填法是通过将路基中的软弱土层清除,然后用性能良好的砂砾石、碎石等材料进行回填,以提高路基的承载力和稳定性。这种方法适用于软弱土层较浅、范围较小的软土路基。在清除软弱土层时,应确保清除彻底,不留死角。回填材料应具有良好的透水性和压实性能,以确保回填后的路基具有足够的强度和稳定性。②换填材料选择与压实标准。换填材料的选择应根据工程要求和地质条件来确定。常用的换填材料包括砂砾石、碎石、中粗砂等。在选择换填材料时,应考虑其透水性、压实性能、承载力和稳定性等因素。同时,还应严格控制压实标准,确保回填材料达到规定的密实度和承载力要求。压实过程应分层进行,每层压实后应进行质量检测,确保压实效果满足设计要求。

## 2.4 深层搅拌法

①固化剂与地基土搅拌生成水泥土桩。深层搅拌法是通过将固化剂(如水泥、石灰等)与地基土进行机械搅拌,形成水泥土桩或石灰土桩等复合地基,以提高地基的承载力和稳定性。这种方法适用于含水量较高、压缩性较大的软土路基。搅拌过程中,应确保固化剂与地基土充分混合均匀,形成具有一定强度和稳定性的复合地基。②复合地基的形成与特点。复合地基是由水泥土桩或石灰土桩等固化材料与原地基土组成的复合体。复合地基具有较高的承载力和较好的变形性能,能够有效地提高道路的承载能力和稳定性。同时,复合地基还具有较好的抗震性能和耐久性,能够适应复杂的地质条件和恶劣的气候环境。

## 2.5 碎石桩法

①振动成孔与碎石填充。碎石桩法是通过振动成孔设备在软土路基中形成孔洞,然后填充碎石等粗粒料,形成碎石桩。碎石桩具有良好的透水性和承载力,能够有效地提高软土路基的稳定性和承载力。振动成孔设备通过高频振动将土体破碎并排出孔外,形成一定直径和深度的孔洞。填充碎石时,应确保碎石颗粒大小适中、分布均匀,以保证碎石桩的密实度和承载力<sup>[2]</sup>。②竖向增强体与复合地基。碎石桩在软土路基中起到竖向增强体的作用,能够提高路基的承载力和抗变形能力。同时,碎石桩与周围土体紧密结合,形成复合地基,共同承担外部荷载。碎石桩法的优点在于施工简便、成本较低,且能够显著提高软土路基的承载力和稳定性。但需要注意的是,碎石桩法对于含水量较高的软土路基效果可能不如其他方法显著,且需要严格控制碎石的填充质量和施工工艺。

## 2.6 添加剂法

①粘性土中添加生石灰、熟石灰或水泥。对于粘性土类型的软土路基,可以通过添加生石灰、熟石灰或水泥等固化剂来降低其含水量、提高强度和稳定性。固化剂与粘性土中的水分发生化学反应,生成新的矿物结构,从而提高土体的承载力和抗变形能力。②改善地基压缩性能与强度。添加剂法能够显著改善软土路基的压缩性能和强度。通过添加固化剂,可以降低软土的孔隙比和压缩性,提高土体的密实度和承载力。同时,固化剂与土体中的矿物质发生化学反应,形成新的矿物结构,增强了土体的内聚力和摩擦力,从而提高了路基的整体强度和稳定性。

## 3 软土路基处理方法的实际应用效果分析

### 3.1 沉降控制效果

①不同方法的沉降量对比。在软土路基处理中,沉降控制是首要任务。排水固结法、换填法、深层搅拌法、碎石桩法等方法在处理效果上各有千秋。排水固结法通过设置排水体和施加预压荷载,加速了土体的固结过程,使得沉降得以逐步释放。其优点在于可以预控沉降速率,便于工程施工过程中的监测和调整。相比之下,换填法则是直接将软土部分或全部挖除,置换以力学性能更优的材料,从而有效控制沉降,但其处理范围相对有限,对深度较大的软土处理效果不显著。深层搅拌法和碎石桩法则是在原有软土中添加固化剂或碎石,提高土体强度和抗变形能力,实现沉降的有效控制。两者中,深层搅拌法在减小工后沉降方面具有更优表现,但成本和技术难度也相对较高。②加速固结沉降与减少

总沉降量的效果。排水固结法在加速固结沉降、减少总沉降量方面成效显著。通过设置水平及竖向排水系统,将地基土中的水分加速排出,提高地基强度,减小总沉降量。尤其在沿海和河流等富含水分区域,该方法显示出巨大的应用价值。相比之下,虽然其他方法如深层搅拌法和碎石桩法同样能通过改善土性来达到一定的沉降控制效果,但更多地体现在提升土体自身抗变形能力上,对加速固结的直接贡献不如排水固结法显著。

### 3.2 稳定性提升

①不同处理方法对路基稳定性的改善。各种软土路基处理方法都能在一定程度上提升路基的稳定性。排水固结法通过加速地基土体的固结,减少不均匀沉降,提高地基的均匀性和整体稳定性。换填法则通过更换高强度、低压缩性的材料,直接提升路基的承载力和稳定性。深层搅拌法和碎石桩法则通过改善地基土体的力学性能和排水性能,提高地基的抗剪强度和承载力,从而增强路基的稳定性。②承载力与抗滑阻力的增强。软土路基处理方法不仅能有效控制沉降,还能显著提升路基的承载力和抗滑阻力。排水固结法通过提高地基的固结度,降低土体的压缩性,从而增强地基的承载力。换填法则通过更换高强度材料,直接提升路基的承载力。深层搅拌法和碎石桩法则通过形成复合地基或增强地基的排水性能,提高地基的抗剪强度和承载力,同时增加路基的抗滑阻力<sup>[1]</sup>。

### 3.3 工期与成本考量

①不同方法的施工周期与成本对比。软土路基处理方法的施工周期和成本因方法而异。排水固结法通常需要较长的时间以完成地基的固结过程,因此施工周期较长。换填法则施工速度快,但成本受换填材料和换填深度的影响较大。深层搅拌法和碎石桩法则需要专业的施工设备和较高的技术水平,施工周期相对较短,但成本也相对较高。②经济性与实用性的综合评估。在选择软土路基处理方法时,应综合考虑其经济性和实用性。排水固结法虽然施工周期较长,但成本相对较低,且适用于大范围的软土处理。换填法则适用于浅层软土处理,施工速度快,但成本可能较高。深层搅拌法和碎石桩法则适用于深层软土处理,施工周期较短,但成本和技术要求也较高。因此,在实际应用中,应根据工程的具体

情况和要求,选择最合适的处理方法。

### 3.4 环境影响分析

①对周围环境的干扰与保护措施。软土路基处理方法在施工过程中可能对周围环境产生一定的干扰。例如,排水固结法可能引发地表水位的下降,对周边生态环境造成一定影响。换填法则可能产生大量废弃土料,需要妥善处理以避免环境污染。深层搅拌法和碎石桩法则在施工过程中可能产生噪音、粉尘等污染。为减少对环境的影响,应采取相应的保护措施。如排水固结法施工时,应合理规划排水系统,避免过度抽取地下水。换填法产生的废弃土料应进行合理堆放和处置,防止水土流失和环境污染。深层搅拌法和碎石桩法则应严格控制施工噪音和粉尘污染,采取喷水降尘、隔音降噪等措施。②可持续性与环保性考量。在软土路基处理中,应注重可持续发展和环保理念的应用。选择对环境影响小、资源利用效率高的处理方法,如采用可降解的固化剂、循环利用废弃材料、优化施工工艺以减少能耗和排放等。同时,应加强对施工过程中的环境监测和评估,确保各项环保措施得到有效执行。此外,还应积极探索和推广新型、环保的软土路基处理技术,如微生物加固、电化学加固等,这些技术不仅具有较高的加固效果,而且对环境的影响相对较小,是未来软土路基处理领域的发展方向。

### 结束语

综上所述,市政工程中软土路基的处理方法多样,各有优劣,需根据具体工程条件和要求科学选择。通过合理的处理方法,不仅能有效改善软土路基的物理力学性质,提高其承载力和稳定性,还能有效控制沉降,保障道路工程的长期安全运行。未来,随着技术的不断进步和创新,软土路基处理技术将更加高效、环保,为市政工程建设提供更强有力的技术支撑。

### 参考文献

- [1]于大伟.市政道路工程软土路基的施工技术探究[J].四川水泥,2020,(10):102-103.
- [2]田长春.市政道路软土路基处理技术简析[J].中国集体经济,2020,(12):156-157.
- [3]程飞.市政道路工程软土路基工程施工技术及管理初探[J].四川水泥,2019,(04):36-37.