

# 路基加固处理与沉降控制技术研究

苏小培, 刘斯坦

河南交通投资集团有限公司洛阳分公司, 河南 洛阳 471000

**摘要** : 文章研究了路基加固处理与沉降控制技术, 旨在提高路基的承载能力和稳定性, 减少路基沉降, 延长道路使用寿命。本文重点探讨了路基加固与沉降控制技术方案, 并结合工程实例进行了分析。结果表明, 合理的路基加固与沉降控制技术可以有效提高路基的承载能力和稳定性, 减少沉降量, 提高道路的安全性和使用寿命。

**关键词** : 路基; 加固; 沉降控制

## Research on Roadbed Reinforcement and Settlement Control Technology

Su Xiaopei, Liu Sitan

Henan Transportation Investment Group Co., Ltd. Luoyang Branch, Luoyang, Henan 471000

**Abstract** : This article studies the technology of roadbed reinforcement and settlement control, aiming to improve the bearing capacity and stability of the roadbed, reduce roadbed settlement, and extend the service life of the road. This article focuses on exploring the technical solutions for roadbed reinforcement and settlement control, and analyzes them with engineering examples. The results show that reasonable roadbed reinforcement and settlement control technology can effectively improve the bearing capacity and stability of the roadbed, reduce settlement, and improve the safety and service life of the road.

**Key words** : roadbed; reinforcement; settlement control

## 引言

随着交通事业的快速发展, 对道路基础设施的需求日益增长。路基是道路的基础, 其质量和稳定性对道路的安全和正常使用至关重要。然而, 由于多种因素的影响, 如地质条件、气候变化、车辆载荷等, 路基可能会出现各种问题, 如沉降、变形、损坏等, 严重影响道路的安全性和使用寿命<sup>[1-3]</sup>。因此, 对路基加固处理与沉降控制技术的研究具有重要意义。

## 一、路基加固处理技术

### (一) 排水固结法

排水固结法是一种常用的路基加固方法, 其原理主要是通过排除土体中的多余水分, 使土体得到固结, 从而提高路基的承载能力和稳定性<sup>[4]</sup>。该方法主要利用天然地基的排水固结特性, 在道路工程中, 一般是在路基底部设置砂井、塑料排水板等竖向排水通道, 然后通过水平排水砂层将路基内部的水分排出, 使路基土体得到固结。

(1) 优点: 通过排水固结法, 可以使路基土体得到固结, 从而提高其承载能力; 排水固结法可以有效地排除土体中的多余水分, 减少路基的沉降量, 从而减少因路基沉降引起的路面不平整和损坏; 相对于其他路基加固方法, 排水固结法的施工较为简单, 成本较低, 具有较好的经济效益。

(2) 缺点: 排水固结法需要设置砂井、塑料排水板等竖向排水通道和水平排水砂层等排水设施, 增加了施工难度和成本; 如

果排水设施设置不当或者排水不畅, 可能会导致路基土体的不稳定, 影响道路的安全使用; 排水固结法对土质的要求较高, 不同土质的排水固结效果会有所不同, 需要在施工过程中进行针对性的处理。

### (二) 注浆加固法

注浆加固法是一种通过向路基土体中注入浆液, 以改善土体物理力学性质, 提高路基承载能力和稳定性的方法。其技术原理主要是利用气压、液压或电化学原理, 通过注浆管将浆液注入路基土体中, 使浆液与土体中的土粒、岩粒等发生物理化学作用, 形成具有一定强度和稳定性的固结体, 以达到加固路基的目的<sup>[5]</sup>。

(1) 优点: 注浆加固法可以有效地改善路基土体的物理力学性质, 提高路基的承载能力和稳定性; 注浆加固法施工简单, 操作方便, 不需要大型设备, 施工效率较高; 注浆加固法施工时不会产生噪音、振动等不良影响, 对周围环境影响较小。

(2) 缺点: 注浆加固法对土质的要求较高, 不同土质的注浆效果会有所不同, 需要在施工过程中进行针对性地处理; 注浆加

固法的施工控制难度较大,需要严格控制注浆压力、注浆量等参数,保证注浆效果;注浆加固法的成本较高,需要使用专业的注浆设备和材料,增加了施工成本。

### (三) 土工合成材料法

土工合成材料法是一种利用高分子聚合物制成的土工合成材料,以增强路基的承载能力、稳定性和抗滑性能的方法<sup>[6]</sup>。其技术原理主要是将土工合成材料铺设在路基表面或路基内部,通过材料的抗拉、抗压、抗剪等特性,提高路基的承载能力和稳定性,同时增强路基表面的抗滑性能,确保道路的安全使用。

(1) 优点:土工合成材料法能够显著提高路基的承载能力,使其能够承受更大的车辆压力和负荷;土工合成材料能够保护路基免受自然因素的侵蚀,如雨水、风化等,从而延长了路基的使用寿命;在路基表面铺设土工合成材料可以增加道路的摩擦系数,提高道路的抗滑性能,确保行车安全;土工合成材料具有较好的稳定性,即使在恶劣的环境条件下也不会出现明显的性能下降土工合成材料施工简便,可以节省人力和物力,降低施工成本。

(2) 缺点:土工合成材料的制造成本较高,因此使用土工合成材料法的成本相对较高;土工合成材料在高温环境下容易变形或损坏,因此对于高温地区的使用需谨慎考虑;土工合成材料不易降解,对环境有一定的影响。如果处理不当,可能会造成环境污染问题。

### (四) 置换法

路基置换法是一种通过将劣质土、软土、膨胀土等不良路基材料置换为良性的砂、碎石、岩渣等材料,以提高路基的承载能力和稳定性的方法。其技术原理主要是通过工程置换手段,将不良路基材料替换为优质材料,以改变路基的物理力学性质和工程特性,提高其承载能力和稳定性<sup>[7, 8]</sup>。

(1) 优点:通过置换不良路基材料,可以显著提高路基的承载能力和稳定性,减少沉降量和变形;置换材料通常具有更好的工程特性和稳定性,能够有效地增强路基的稳定性;置换法可以有效地解决不良路基材料引起的工后沉降问题,减少路面不平整和损坏的可能性。

(2) 缺点:路基置换法需要大量的施工设备和人力,施工难度较大;路基置换法需要使用大量的优质材料,因此成本较高;路基置换法施工过程中可能会产生噪音、振动等不良影响,对周围环境有一定的影响。

### (五) 夯实法

路基夯实法是一种通过利用重力或机械力对路基进行强力夯实的土体加固方法<sup>[9, 10]</sup>。其技术原理主要是通过强大地冲击力 and 振动,使土体中的水分、气体排出,土颗粒重新排列,达到密实的效果,以此提高路基的承载能力和稳定性。

夯实法能够显著提高路基的承载能力,并延长路基的使用寿命,通过夯实,路基的密实度增加,抵抗外部压力的能力增强,减少了因承载压力而产生的沉降和变形;夯实法需要使用重型机械和大量的人力资源,施工成本相对较高。在一些地区,由于机械设备和人力资源的缺乏,实施起来可能会有一定的困难。

## 二、案例分析

### (一) 工程概况

某公路改扩建拼宽填筑路项目,位于某市境内,起始于市区某路口,终止于市郊某工业园区,该项目全长约20公里,其中拼宽填筑路段约10公里。路基拼宽填筑工程量约20万m<sup>3</sup>,路面升级改造工程量约15万m<sup>3</sup>,桥梁、涵洞加固工程量约5座,交通安全设施工程量约2000m,绿化景观工程量约3000m<sup>3</sup>,该项目总投资约为1.5亿元人民币,该项目计划建设周期为18个月,该项目旨在提高道路通行能力和安全性,改善交通状况,促进沿线经济发展和城市发展。

### (二) 路基差异沉降处治技术

#### 1. 方案选定

根据该项目的地质条件,最终选定袖阀管“双液”化学灌浆法作为处理填筑路基差异沉降的方法,此法对沉降路段路基进行加固处理,减小孔隙率,提高承载力和稳定性。同时袖阀管灌浆具有良好的可控性,可分层、分段灌浆,使土体全厚度均得到良好的充填和挤密,从而保证加固质量<sup>[11]</sup>。

#### 2. 施工准备

在开始之前,必须对工地进行清扫和整理,将工地上的各种杂物、垃圾等全部清理出来,以保证工程的正常进行;配备必要的设备,如钻机,注浆泵,袖阀管,管道紧固装置等。必须对该装置进行检验与保养,以保证其运转良好;准备好所需要的物质,如水泥浆,硅酸盐凝胶,袖阀管等等,负责检验材料的品质、规格和性能,并保证其满足设计的需要;按设计要求完成施工现场的勘测、放线、钻孔、注浆等工作;制定安全防护措施,例如设置安全标志,配备安全防护设施,以保证工程安全;加强对建筑工人的技术教育,让他们熟悉建筑工程的程序及运作方式,以保证建筑工程的质量;与有关部门做好协调工作,比如协调好道路的交通状况,协调好供电和供水,保证工程的正常进行;负责向设计方提供技术指导,使其明白设计目的及技术规范,保证按照设计规范完成工程建设<sup>[12]</sup>。

#### 3. 钻孔

根据设计要求和测量放样结果,确定钻孔的位置和深度,钻孔位置应避开路基的结构和稳定性关键区域,确保钻孔不会对路基造成损害。应根据设计要求和实际施工条件选择合适的钻孔直径,一般钻孔直径在50mm—100mm之间。根据设计要求和实际施工条件选择合适的钻孔深度,一般钻孔深度应达到路基底部,并超出设计加固范围一定距离。根据设计要求和实际施工条件选择合适的钻孔间距,一般钻孔间距在1m—2m之间;在钻孔过程中,要考虑到孔眼的大小、孔眼的深度等因素,对钻孔设备进行合理地选型<sup>[13]</sup>。采用钻头进行钻孔,钻孔时要注意钻孔的速率及钻孔的压力,以保证钻孔的垂直度及钻孔的孔径达到设计要求;在某些特定的地质情况下,需要对成孔工艺进行适当的调整,或者采取特定的成孔方式;在规定的深度内,在规定的加强区外,在规定的加强区外进行打孔。在钻孔过程中,应使用测深仪等工具对钻孔深度进行测量,确保钻孔深度符合要求;在钻孔完成

后,应使用清水或压缩空气将钻孔中的岩屑和泥浆清洗干净,确保灌浆材料能够充分填充钻孔。

#### 4. 置入袖阀管

将袖阀管插入钻孔中,确保袖阀管的位置正确。袖阀管一般采用直径为50mm的PVC管,管壁上有多个小孔,用于灌浆和排水,使用水泥浆将袖阀管固定在钻孔中<sup>[14]</sup>。在置入袖阀管后,使用砂浆将钻孔填充至设计高度,砂浆应采用质量合格的砂子和水泥进行配制,确保填充密实度和强度符合设计要求。在填充砂浆完成后,应对袖阀管进行封闭处理。

#### 5. 双液化学灌浆

将双液化学灌浆泵连接到袖阀管上,进行化学灌浆。根据设计要求和实际施工需要,将水泥浆和硅酸盐凝胶按照1:1的比例进行配制,形成双液浆。将配制好的双液浆通过灌浆泵和袖阀管注入钻孔中,在灌浆过程中,应注意控制灌浆压力和流量,确保双液浆能够充分填充钻孔,并与路基土体充分结合,一般灌浆压力控制在0.5-1.0MPa之间,灌浆速度控制在5-10L/min之间。根据设计要求和实际施工需要,对同一钻孔进行多次灌浆,每次灌浆应注意控制灌浆压力和流量,确保双液浆能够充分填充钻孔,并与路基土体充分结合。

#### 6. 清洗和养护

在填筑完成后,应使用高压清洗机械对填筑表面进行彻底清洗,确保表面无泥沙、杂物等影响路面质量的物质,清洗时,应特别注意填料表面下方1-2cm的泥土,确保清洗干净。同时,应对填料表面进行喷淋清洗,确保无残留水分,对于填料表面存在的坑洼、凸起等地形问题,应进行平整或修整,保证路面平整度<sup>[15]</sup>;在填筑完成后,应对路基进行浇水养护,保持路基表面湿润,同时,应根据实际情况,在路基表面涂刷养护剂,增强养护效果,在养护期间,应定期对路基进行检查,发现松散、沉陷等

问题应及时处理,防止行人、车辆等在养护期间损坏路基,养护期结束后,应对路基进行清洗,清除表面残留的养护材料,确保路面整洁;定期对排水设施进行清理,保持排水系统畅通,清理内容包括排水沟、排水管道等,在清理过程中,应使用专用设备将淤泥、杂物等清除干净,确保排水设施的正常运行,遇到排水管道堵塞等问题,应及时采取措施进行处理,避免对路面结构和路基造成损害。

#### 7. 质量检测

在施工完成后,应对加固后的路基进行质量检测,在填筑完成后,应对路基沉降量进行测量,分析沉降规律,评估路基稳定性,使用沉降观测仪等设备进行沉降量测量,并记录测量数据,对测量结果进行分析,对于沉降量超过规定范围的区域应及时采取处理措施;在填筑的过程中,或者是在填筑结束之后,应该对填筑材料展开密度的检测,要对填充物的密度状况有一个全面的认识,并以填充物的种类为依据,选择适合的密度检测方法,比如环刀法、灌砂法等,并对检测的结果展开分析,如果填充物的密度不符合标准,就应该对其进行相应的处理;在填筑完成后,应对填筑材料的渗透性进行检测,了解填料的透水性能,根据填料类型选择合适的渗透性检测方法,如灌水试验、渗透系数测定等,对检测结果进行分析,对于填料渗透性不符合要求的区域应进行处理。

### 三、总结

在本研究中,详细探讨了路基加固处理与沉降控制技术,包括路基加固方法和沉降原因分析,提出了相应的技术方案,并结合工程实例进行了分析。通过研究,成功地提高了路基的承载能力和稳定性,并有效地控制了路基沉降问题。

### 参考文献

- [1] 蔡颢. 公路工程施工中路基加固处理[J]. 价值工程, 2022, 41(26):100-102.
- [2] 李岳峰, 孙子豪. 水泥土搅拌桩复合软基工后沉降预测研究[J]. 山东商业职业技术学院学报, 2022, 22(03):96-98.
- [3] 刘欢. 公路工程软土路基加固处理技术[J]. 建材世界, 2022, 43(03):98-100+115.
- [4] 韩苏. 高速公路路基沉降加固处理施工技术[J]. 科学技术创新, 2022, (04):122-125.
- [5] 徐志飞. “长板-短桩”在软土路基处理中的应用[J]. 路基工程, 2021, (05):158-162.
- [6] 蔡云鸥. 高填方路基沉降分析及控制技术研究[J]. 工程技术研究, 2021, 6(07):90-91.
- [7] 李季宏. 铁路路基复合地基沉降计算方法[J]. 铁道建筑, 2021, 61(01):78-82.
- [8] 陈高许. 道路软基加固处理设计方案分析[J]. 运输经理世界, 2021, (01):45-46.
- [9] 韩胜, 刘帮平, 司俊等. 填石路基加固层的沉降观测研究[J]. 科学技术创新, 2020, (36):129-130.
- [10] 吴发展, 吴飞. 宝坪高速公路高填路基强夯施工技术[J]. 施工技术, 2020, 49(S1):1334-1337.
- [11] 涂少林. 深层化学灌浆法在路面下沉处治中的应用[J]. 工程机械与维修, 2023(04):150-152.
- [12] 温忠义, 彭卫平, 张鹏等. 地铁隧道底覆盖型岩溶场地注浆加固关键技术[J]. 地下空间与工程学报, 2021, 17(S1):247-252+268.
- [13] 郝莎莎. 路桥过渡段的路基路面施工[J]. 交通世界, 2017, (24):36-37.
- [14] 刘志辉. 高速公路路基沉降处理中的注浆加固技术[J]. 交通世界, 2019, (33):70-71.
- [15] 吕东. 高速公路路基加宽拼接施工技术研究[J]. 交通世界, 2019, (30):70-71.