

公路工程路基施工技术与沉降控制措施研究

袁 杰

(陕西星光工程设计有限公司, 陕西 西安 710065)

摘 要 公路工程路基是道路结构的主要承重部分, 其施工质量直接影响到公路的运营安全和耐久性, 沉降问题是路基施工中需要重点控制的严重隐患。本文主要针对公路工程路基施工技术及沉降控制进行研究, 根据路基施工全过程的特点, 分析施工技术应用和沉降控制过程中存在的主要难点, 探究有针对性的施工技术优化途径和沉降控制措施, 通过规范施工工艺、加强过程控制、优化技术应用等手段, 提高路基施工质量, 减少沉降现象的发生, 以期公路工程路基施工和沉降控制提供实践参考, 保证公路工程长期稳定运行。

关键词 公路工程; 路基施工; 沉降控制; 特殊地质; 路基后期养护

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.25.016

0 引言

公路属于交通运输体系的重要组成, 公路建设的质量同国民经济发展、群众出行安全存在紧密联系。路基是公路的“承重基础”, 承受路面传递过来的车辆荷载和自身的重量, 施工质量的好坏直接影响到公路整体稳定性及使用寿命。公路工程建设中路基沉降属于常见质量隐患, 沉降控制不达标容易造成路面开裂、桥头跳车等病害, 不但会加大后期养护费用, 还会危及行车安全。在山区、软土地区等复杂的地质施工环境下, 由于土体压缩、地基固结、荷载累加致不均匀沉降病害的发生, 从而造成路面开裂、颠簸、塌陷等质量隐患。目前, 部分施工队伍重前期填筑、轻过程控制和后期养护, 标准化施工落实不到位, 沉降控制存在较多漏洞。因此, 对公路工程路基施工技术及沉降控制措施进行深入的研究, 解决施工中遇到的难点, 改进技术应用过程, 对提高公路工程建设质量、保证道路长久稳定运行有着十分重要的现实意义。

1 公路工程路基施工技术与沉降控制难点

1.1 路基施工技术应用的协同性难点

加强对公路工程中石灰土路基施工技术的应用和质量控制, 一方面可以提高道路基础设施的建设效果, 改善当地的交通状况; 另一方面可以促进公路工程的高质量发展, 加强施工质量^[1]。公路工程路基施工包含填料处理、压实作业、边坡修整等各个环节, 各个施工环节之间的技术协同应用是保证路基质量、控制

沉降的基础, 但是这种协同性把控是施工过程中的一大难点。不同的施工环节技术要求不同, 填料选择及处理技术影响路基密实度、承载力, 压实技术影响路基整体稳定性, 边坡修整技术影响路基抗滑移能力, 任何一个环节技术应用不到位或者各环节技术衔接不顺畅都会造成路基结构存在薄弱环节, 从而引起沉降问题。同时, 路基施工要根据工程所在区域的地质、水文条件来调整技术参数, 不同的地质条件下施工技术的适配性要求较高, 如何根据现场实际情况优化技术方案, 实现各个环节技术的高效协同, 是路基施工技术应用和沉降控制的首要难题。在实际施工中, 各个施工环节分别由不同的施工队伍或者作业班组来完成, 不同队伍之间技术水平、施工经验等各方面的差异比较大, 对于技术协同的认识及执行的程度也不一样。部分队伍过分重视自身施工环节质量, 忽略与其它环节的衔接配合。这种各自为政的施工方式, 使技术协同无法真正落实, 容易造成施工界面处理不到位、技术参数不匹配等状况, 从而加大路基沉降风险。

1.2 特殊地质条件下的沉降控制难点

石灰土路基属于公路工程的重要基础设施, 对提高道路稳定性、延长使用寿命起着关键作用^[2]。公路工程建设会穿过各种不同的地质区, 软土、膨胀土等特殊的地质条件下路基的施工及沉降控制变得比较困难。特殊地质土体本身具有的物理力学性质, 容易受到外界条件的影响而产生变形, 给路基沉降控制造成很大困难。施工期间, 如何依照特殊地质土体的特性

作者简介: 袁杰 (1990-), 男, 本科, 工程师, 研究方向: 公路工程。

来挑选契合的施工技术,改良路基处理办法,削减土体变形给路基沉降带来的影响,就成了沉降控制的关键难题。另外,特殊地质区水文条件复杂,地下水渗透会改变土体含水量,降低土体黏结力和承载力,加大路基沉降风险,如何才能在保证施工技术可行性和沉降控制有效性的同时,规避水文因素影响,成为特殊地质条件下路基施工与沉降控制的重要难题。软土地区土体含水量高、压缩性大,沉降过程长期、不确定,传统的施工方法容易造成路基不均匀沉降,需要采用排水固结、复合地基等技术改善土体性质;膨胀土地区土体吸水膨胀、失水收缩,易引起路基开裂,需用石灰改良、湿度控制等措施抑制体积变化,但技术实施时要平衡处理深度和成本控制之间的矛盾。特殊地质条件下的施工机械选型及作业参数设置要兼顾土体扰动控制和压实效果,在软土地基中使用轻型振动压路机可以减少对土体的破坏,但是会降低压实度达到要求;而在膨胀土地基中进行强夯施工虽然可以提高密实度,但是会增大土体开裂的风险。特殊地质区沉降监测要依靠高精度的仪器以及多参数综合分析,传统的沉降板监测受环境影响较大,而自动化监测系统可以提高数据的准确性,但是设备稳定性和后期维护成本也成了限制技术推广的瓶颈。

1.3 施工过程管控与沉降预判难点

在公路工程建设迅速发展的大环境下,高填方路基施工技术相关研究虽然取得了部分成果,但是仍然存在着一些问题和挑战。路基施工过程中现场控制及沉降预估,属于及时发现隐患、削减沉降风险的关键手段,更是施工技术与沉降控制的关键难点之一。路基施工流程繁杂,现场作业环境复杂,施工人员操作规范性、设备运行稳定性都会影响施工质量,进而影响路基沉降情况,如何建立完善的现场管控体系,实现施工全流程的精准管控,规范施工操作行为,保证施工技术有效落地,难度较大。路基沉降具有隐蔽性、滞后性的特点,在施工过程中很难发现沉降隐患,如何用科学的预判方法,结合施工过程中的各项指标,准确预判沉降风险,提前采取防控措施,防止沉降问题扩大,也是路基施工和沉降控制过程中需要解决的难点。路基施工受到地质条件变化、施工材料性能波动、环境温度湿度变化等因素的影响,使施工过程变得不确定,沉降预判的难度也越来越大。目前,沉降预判方法大多依靠经验公式或者有限的数据分析,对于复杂的多变施工环境适应性较差,预判结果的准确性、

可靠性有待提高。另外,施工过程中各个环节的数据采集和整合也存在问题,数据质量良莠不齐,如何才能有效地利用这些数据来建立沉降预判模型,对沉降风险进行动态监测和预警,这也是施工过程管控与沉降预判需要解决的问题。

2 公路工程路基施工技术与沉降控制措施

2.1 优化路基施工技术,强化施工环节协同

城市化加速推动我国公路工程建设发展,公路工程是道路交通运输事业的重要组成部分,公路工程施工质量影响人们的出行质量、出行安全和社会发展水平。对于路基施工技术协同性差的难题,要从施工全过程入手,改进各个施工环节的技术,加强技术衔接,提高路基施工质量,为沉降控制打下基础。根据工程地质条件选择合适的填料,晾晒、粉碎、掺拌等方法改变填料含水量及颗粒级配,提高填料密实度和承载力,从源头上减少沉降隐患。根据填料特性及路基设计要求,选用合适的压实设备和压实工艺,确定压实顺序、压实遍数、压实厚度,保证路基压实均匀,防止压实不足或压实过量,提高路基整体稳定性。边坡修整环节按照路基坡度设计要求,采用精准的修整技术,保证边坡坡度符合规范,铺设防护层、种植防护植被等方式提高边坡抗滑移能力,减少边坡变形引起的路基沉降,使各个施工环节的技术共同发挥作用。施工技术要动态调整、优化。由于公路工程路基施工受地质、水文等环境因素的影响较大,施工时要根据现场实际情况,及时对技术参数和施工方案进行调整。当地下水位高或者土质变化大时,需要增设排水措施来降低地下水位,调整填料处理及压实工艺,保证路基施工质量。依靠创建动态的技术调整体系,实现施工技术与现场环境的匹配,改善各个环节的技术协作水平,有效地控制路基沉降。

2.2 针对性处理特殊地质,降低沉降风险

随着我国公路交通网络的不断延伸,公路工程在建设过程中经常遇到软土路基的环境,给工程建设带来了很大的困难^[3]。面对特殊地质条件下沉降控制的难题,根据不同的地质类型,采取相应的施工技术及沉降控制措施来提高路基的抗沉降能力。对于软土地质地区,可以采用换填法、灌浆法、布设土工格栅等技术手段,将不良土体或改善土体密实度,提高地基承载力,减少土体压缩变形引起的沉降问题;设置完善的排水系统,及时排除地下水,降低水分对土体性质的影响,防止土体软化引起沉降^[4]。对膨胀土区重

点做好土体改良工作,采用掺加改良剂等方法,调整土体的膨胀性,减少土体遇水膨胀、失水收缩现象,加强路基防水防护,防止雨水渗透造成土体变形,从根本上控制沉降风险。根据特殊的地质条件,有针对性地采取地质处理技术来满足施工要求,从而达到沉降风险控制的目的。对湿陷性黄土区应采用强夯法、灰土挤密桩等加固技术,利用外力消除黄土的湿陷性,提高土体密实度,减小因湿陷造成的沉降;做好地表排水和防水工作,防止雨水下渗使黄土强度降低^[5]。对于冻土区段,要充分考虑到冻融循环给路基带来的影响,用保温隔热材料铺设路基来减小外界温度变化对土体的影响,同时改善路基填筑材料,选用抗冻性好的材料来加强路基的抗冻胀能力,防止冻胀融沉造成路基沉降。

2.3 完善现场管控体系,强化沉降预判防控

加强路基施工过程的控制和沉降预估,是提高沉降控制效果的重要途径,要创建完善的现场管控体系,改良沉降预估和防控机制。在施工现场控制方面,确定各个岗位人员的职责,加强施工人员的技术培训,规范施工操作程序,保证施工技术按照设计要求执行;加强对施工设备的维护与控制,保证施工设备正常运转,提高施工效率和施工质量。根据路基施工进度设置沉降观测点,采用科学的观测方法对路基沉降数据进行实时监测,通过对观测数据的分析来准确预测路基沉降趋势,及时发现沉降隐患。根据预测的沉降风险,采取相应的控制措施,调整施工工艺、增加压实遍数、加强排水防护等,提早抑制沉降问题的发展,保证路基施工过程沉降处在可控制范围内。建立动态化管控机制,依照施工过程中的具体情况以及监测数据,及时做出调整,保证现场管控与沉降预判防控的持续有效。同时,加强与设计单位、监理单位的联系和协调工作,形成多方合力来保证路基施工质量及沉降控制的效果。

2.4 优化路基后期养护,巩固沉降控制效果

路基施工完成后,后期养护是巩固沉降控制效果、保证路基长期稳定的环节,要根据路基的运营特点来改进后期养护技术及措施。定期对路基开展巡查工作,尽早察觉路面出现的开裂状况、路基下沉等问题,并实施相应的修复手段,防止问题发展成更大范围的问题;重视路基排水系统的保养工作,及时清除排水系统内积累的杂质,保证排水通畅,防止雨水渗入路基内,造成土体软化和承载能力减弱,从而引发二次沉降。

同时对路基边坡、桥台背等容易发生沉降的薄弱处所加强养护,定期检查防护设施是否完整,及时修补破损的防护结构,提高路基抗沉降能力。通过科学的后期养护来巩固前期施工和沉降控制的效果,延长公路路基使用寿命,保证公路长期稳定运营。养护时还要重视养护技术的革新与应用,依靠现代科技手段来提高养护效率和质量。以无人机巡查的方式对路基进行巡查,对路基沉降观测数据进行大数据分析,可以更好地预测路基沉降的趋势,给养护工作提供准确的数据。另外,加强养护人员培训与管理,提高养护人员的专业技能和责任心,保证养护工作的落实,从而巩固路基沉降控制的效果。路基施工完毕并不意味着质量控制的结束,科学的后期养护才是保证土体结构稳定、防止后期沉降的有效手段。根据天气湿度、温度的变化来调节洒水养护的次数,保证路基土体含水率的均匀性,防止土体干湿交替造成收缩沉降,长效巩固路基施工质量以及沉降控制的效果。

3 结束语

公路工程路基施工技术及沉降控制效果直接影响到公路工程的质量和安。本文以公路工程路基施工技术及沉降控制为研究对象,对施工技术协同、特殊地质处理、现场管控及沉降预判这四个主要问题进行了梳理,并从优化施工技术协同、针对性处理特殊地质、完善现场管控和沉降预判、强化后期养护四个方面提出相应的控制措施。根据工程现场地质、水文条件的不同,在实际工程施工过程中,应结合工程实际情况,对施工技术方案进行灵活调整,严格执行各项沉降控制措施,加强施工全过程管控,不断提高路基施工质量及沉降控制水平。

参考文献:

- [1] 杨雪婷. 公路工程中石灰土路基施工技术应用及质量控制措施[J]. 汽车周刊, 2025(05):116-118.
- [2] 吴祥凤. 公路工程中石灰土路基施工技术应用及质量控制措施[J]. 产品可靠性报告, 2024(07):124-125.
- [3] 党繁荣. 软土路基施工技术在公路工程中的应用[J]. 汽车画刊, 2025(12):107-109.
- [4] 王伟. 公路工程高填方路基施工技术要点及质量控制措施分析[J]. 运输经理世界, 2024(14):5-7.
- [5] 赖冠斌. 市政公路路基路面施工技术与质量控制措施[J]. 工程与建设, 2023, 37(02):689-691.