

公路路基沉降变形原因及防治措施研究

郭长明

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：公路路基构造作为道路工程当中的核心承重构造体系，其稳定程度直接对公路通行品质、使用周期以及行车保障产生决定作用。路基出现的沉降变形现象，属于公路建造及运行阶段经常会碰到的质量弊病情况，容易引致路面产生裂缝、发生凹陷、桥头出现跳车等状况问题，不但会让养护成本有所增加，还可能会催生交通安全方面的事故情形。本文结合实际存在的工程场景状况，深入地对路基沉降变形问题的核心形成因素展开剖析探究，从勘察设计工作、施工工艺操作、后期养护维护等多个维度层面提出具有针对性的防治处置举措办法，目的是为公路工程的路基施工建设及病害治理工作提供具备实际操作性质的参考内容，助力提升路基结构的稳定性能以及公路工程的整体质量水平。

【关键词】：公路路基；沉降变形；成因分析；防治措施；结构稳定性

DOI:10.12417/2811-0536.26.02.032

引言

伴随着我国公路建造事业的快速向前发展态势，路网的覆盖范围和领域在不断地进行扩大拓展，针对公路工程质量方面的要求标准也在逐步地予以提升增强。路基作为公路的“基础根基”构造，承受着由路面传递而来的车辆荷载力量以及自身的重量负荷，其施工建设质量情况会直接对公路的长期运行使用效果产生作用影响^[1]。在实际开展的工程活动当中，受到地质条件状况、施工工艺方式、环境因素情形等多种因素的综合影响作用，路基沉降变形方面的问题频繁发生出现，特别是在软土分布、湿陷性黄土存在等特殊地质条件的区域范围之内，沉降变形的现象表现得更为突出明显。此类病害问题不仅会对路面结构的完整性造成破坏损害，降低车辆通行的舒适程度和体验，还可能会因为沉降情况的不均匀状态引致路面产生裂缝、边坡出现失稳等一系列的连锁问题状况，增加后期阶段的养护工作难度以及成本投入数量。所以说，深入地探究追寻路基沉降变形问题的内在形成原因，制定出科学合理且切实可行的防治处置举措办法，对于保障公路工程的质量水平、延长公路的使用周期寿命而言，具有重要的现实实践意义和价值。

1 公路路基沉降变形的核心原因

1.1 内在地质因素

地质条件状况属于对路基沉降变形问题产生影响的先天性因素内容，直接对路基基底部位的承载能力水平以及稳定性能状态起到决定性作用效果，同时也是后续开展的施工建设工作以及防治处置工作的重要参考依据内容。软土土层、淤泥质土土层等不良地质条件的分布区域范围，属于路基沉降变形问题的高发

地带区域。此类土层介质具备含水量数值较高、孔隙比例较大、压缩性能较强、承载能力较低等方面的特点特征，在路基自身重量负荷以及车辆荷载力量的作用影响之下，土层孔隙结构内部的水分物质难以实现快速地排出操作，土体介质会逐渐地受到压缩作用，进而引致路基产生沉降现象问题。而且软土材质的路基结构，其沉降变化的过程具有时间效应特性，部分路段区域在公路通车运行之后仍然会持续发生沉降现象，形成后期阶段的沉降变形问题状况。湿陷性黄土分布地区的路基沉降方面问题，同样表现得较为典型突出^[2]。湿陷性黄土材料在干燥的状态条件之下，结构强度水平相对较高，然而在遭遇水分作用之后，土体颗粒之间的胶结物质成分会受到破坏损害，结构体系会迅速发生崩解现象，体积会大幅产生收缩变化，导致路基结构产生突发性的沉降现象问题。倘若在公路建设施工的过程当中，没有对湿陷性黄土材料进行有效的处理操作，在雨水渗透作用、地下水补给作用等因素的影响之下，极易容易引致路基产生沉降变形问题，甚至可能会导致路面出现裂缝现象、发生塌陷问题情况。部分路段基底呈现岩层与土层交错的分布情形，不同地层所具备的承载力呈现出较大差异状况，由于荷载施加的作用之下，承载力处于较低水平的区域会生成较大数值的沉降现象，而承载力处于较高等度的区域所产生的沉降数量相对较小，致使路基出现沉降不均匀的状况，进而引致路面结构产生破坏后果。

1.2 外在施工因素

施工工艺所具备的规范性质状态，对路基的压实程度、密实程度以及整体的稳定性能产生直接的作用影响，属于造成路基出现沉降变形问题的主要人为方面因素内容。于实际开展的施工活动过程当中，诸多

不符合规范要求的操作行为, 均会埋下沉降方面的隐患问题。路基填料选取存在不恰当的问题, 属于常见的问题类型之一情况。部分施工单位为实现成本降低的目的, 选用当地不符合相关要求标准的填料物质, 例如包含较多杂质成分的土料、含水量超出标准或者低于标准的土料、粒径尺寸过大的石块等材料物质^[3]。此类填料物质难以达到压实密实的效果, 呈现出较大数值的孔隙率情况, 于后期承受荷载作用的过程中, 填料颗粒会逐渐产生挤压以及位移的现象, 进而导致路基出现沉降的问题情况。路基压实工作落实不到位的情况, 同样属于引发沉降问题的关键因素内容。压实作业作为提升路基密实程度、增强承载能力的核心工序环节, 然而倘若出现压实机械型号选择不恰当、压实顺序安排不合理、压实遍数数量不足的情况, 或者在填料含水量处于不适宜状态的情况下强行开展压实作业, 均会导致路基压实程度无法达到相关标准要求。压实程度不足的路基结构, 其内部存在较大尺寸的孔隙空间, 由于承受荷载以及环境因素的作用过程中, 孔隙空间会逐渐受到压缩作用, 进而引发沉降现象问题。特别是在路基边坡、桥头、涵洞等具有特殊性的部位位置, 由于施工空间范围受到限制约束, 压实作业实施的难度相对较大, 容易出现压实工作未覆盖的死角区域, 成为沉降变形问题的薄弱环节部位情况。路基基底处理工作开展不彻底的情况, 同样会诱发沉降方面的问题状况。部分施工单位为加快施工进度进程, 未对基底部位的杂草、腐殖土、淤泥等物质进行彻底的清除处理操作, 或者未依据基底的地质条件状况, 采取换填、夯实、加固等相应的处理措施手段, 导致基底承载能力处于不足的状态情况。在路基自身重量以及车辆荷载的作用影响下, 基底土体物质会发生压缩变形的现象, 进而带动路基整体产生沉降的问题情况。

1.3 后期环境与管理因素

公路进入通车运营状态之后, 环境因素所产生的长期作用影响以及养护管理工作的缺失情况, 会加速路基沉降变形问题的发生以及发展进程。雨水渗透进入路基结构内部空间, 会使填料的含水量出现增加的情况, 强度水平产生降低现象, 压缩性能得到增强表现; 地下水水位出现上升的情况, 会对路基基底部位产生浸泡作用, 导致基底承载能力有所降低; 地表水对路基边坡产生冲刷作用, 会导致边坡出现垮塌现象, 进而间接性地引发路基沉降问题情况。特别是在雨季期间, 降水表现出集中性较强且强度较大的特点特征, 倘若公路排水系统存在不完善的情况, 雨水无法及时

得到排出处理, 便会加剧水体对路基结构的破坏作用, 诱发沉降变形问题状况^[4]。

2 公路路基沉降变形的防治措施

2.1 落实勘察设计事项, 构建预防工作根基

当处于勘察环节之际, 需拓展勘察覆盖范畴, 细致化勘察具体内容, 全方位地掌握道路路段的地质构成状况、地下水散布情形、土层属性特征等核心资讯信息。针对软土、湿陷性黄土这类不良地质分布区域, 必须开展专项性的勘察作业, 清晰界定土层厚度数值、分布区域范围、物理力学性能参数等内容, 从而为后续阶段路基处理方案的编制工作给予可信赖的依据支撑。与此同时, 要对周边范围地表水、地下水的运动变化规律展开勘察活动, 合理地规划设计排水系统构造, 杜绝水害问题对路基结构产生不良影响。于设计环节当中, 应将勘察所得结果加以结合, 对路基设计方案实施优化处理。针对不良地质分布区域, 选取恰当合理的路基处理工艺手段, 例如针对软土路基可运用换填施工法、排水固结作业法、复合地基构建建法等方式实施加固处理; 针对湿陷性黄土路基可采用强夯施工法、挤密作业法、换填灰土操作等措施, 以消除黄土材质的湿陷性能。同时, 合理地确定路基填料的类型种类与级配比例, 明确规定压实作业标准与压实施工工艺, 针对桥头部位、涵洞结构等特殊位置区域, 优化设计方案内容, 强化结构之间的衔接效果, 防止出现沉降程度不均的问题状况^[5]。

2.2 加大施工管控力度, 提升施工质量水准

择取级配状态良好、强度等级较高、压缩性能较小、含水量处于适宜范围的填料物质, 优先选用碎石土材料、砾石土材质、砂性土品类等优质填料种类, 严格禁止使用含有杂质成分、腐殖质物质、淤泥成分的土体作为路基填料材料。对进入场地的填料实施抽样检验检测操作, 以确保各项指标参数符合规范标准要求; 当填料含水量出现超标情况或不足情形时, 需开展晾晒处理、洒水作业等措施, 调整至最佳含水量状态之后再进行压实施工操作, 以此提升压实作业效果。依据填料类型种类、路基结构厚度等相关因素, 合理地挑选压实机械设备, 如大型压路机装置、冲击夯机具等, 以确保压实机械设备能够满足压实作业需求。制定科学性的压实施工方案, 明确压实作业顺序流程、压实施操作遍数数量、压实行进速度等参数指标, 遵循“先实施轻压、后进行重碾, 先保持慢速、后提升速度, 先处理边缘、后作业中间, 分层开展压实”的原则要求, 逐层实施压实施操作、逐层进行检测工作,

以保障路基压实程度达到标准要求。针对桥头结构、涵洞设施、边坡部位等压实作业的死角区域,可采用小型压实机械设备辅助开展压实操作,以消除压实作业的盲区范围。在施工活动开展之前,彻底清理清除基底部位的杂草植被、腐殖土物质、淤泥成分等杂物,对基底土层结构实施平整处理、夯实作业;针对承载力未能达标的基底结构,依据地质条件状况采取换填施工、强夯作业、加固处理等措施手段,以提升基底承载能力水平。对于存在地下水环境的道路段落,设置盲沟结构、渗沟设施等排水装置,降低地下水位高度,防止基底结构长期处于浸泡状态;对于地表水较为丰富的区域范围,修建截水沟构造、边沟设施等,以防范地表水对基底结构造成冲刷破坏。

2.3 对后期养护工作进行强化,使沉降发展进程得到延缓

周期性地对边沟构造、截水沟形态、排水沟样式等排水设施体系开展清理作业,排除淤积物质、杂物群体,保证排水状态处于通畅情形;对排水设施结构的完整性进行检查工作,针对出现破损状况、渗漏问题的部位及时开展修补工序,防止雨水资源、地下水源渗透到路基内部空间。当雨季即将来临的时候,开展排水系统专项排查活动与维护工作,实现排水能力提升的效果,降低水害因素对路基产生的影响程度。构建常态化巡查机制体系,定期针对路基结构、路面构造实施巡查行为,重点排查路面裂缝现象、沉陷状况、边坡变形问题等病害迹象表现,及时进行记录操作并开展分析工作。针对不良地质属性的路段区域、

重载交通情形的路段范围,设置沉降观测点位,定期监测路基沉降数量,掌握沉降变化规律特征,提前对沉降风险进行预判工作,为养护处置活动提供依据支撑。对于在巡查过程和监测工作中发现的轻微沉降现象、路面裂缝问题等病害情况,及时采取修补措施手段,比如针对裂缝采用灌缝处理方式,针对轻微沉陷采用注浆加固方法、表层修补手段等;对于沉降数量较大情形、变形程度严重的路段区域,制定专项治理方案内容,采用换填路基方式、复合地基加固手段、压浆加固措施等,控制沉降发展趋势,恢复路基稳定性能状态。

3 结语

公路路基出现沉降变形现象属于复杂形态的综合性病害问题,其形成原因涉及地质因素、施工环节、环境条件、管理工作等多个层面内容,对公路工程质量水平和运营安全状态产生深远影响。进行路基沉降变形防治工作,需要立足于实际工程场景状况,深入分析成因内容,从勘察设计阶段、施工管控环节、后期养护过程三个环节构建闭环管理体系,通过科学设计方式、规范施工行为、精细化养护措施,全面提升路基结构稳定性能。在实际工作开展过程中,还需要结合不同路段的地质条件属性和运营状况情形,灵活调整防治措施内容,不断积累施工经验和养护经验,持续优化防治方案体系,从根本层面减少路基沉降变形现象的发生概率,保障公路实现长期安全、稳定运营的目标。

参考文献:

- [1] 易明明,孙天旺.软土地区高速公路路基沉降监测技术研究[J].智能建筑与智慧城市,2025,(12):171-173.
- [2] 阳恩慧,张梦亭,郭晓倩,杜芸川,刘星宇,王俊鑫,邱延峻.高速公路高填方路基沉降监测与预测模型[J].交通科技与经济,2025,27(06):50-57.
- [3] 柳鹏.高填方公路路基沉降控制创新技术探究[J].科技创新与应用,2025,15(33):177-180.
- [4] 崔琦越,盛帆,吴越.公路工程软基路基沉降自动化观测技术研究与应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(29):83-87+82.
- [5] 岑燕红.公路改扩建工程中的新旧路基沉降控制[J].交通世界,2025,(28):94-96.