

路基换填技术在公路施工中的具体应用探究

张成明

(四川路航建设工程有限公司, 四川 成都 610000)

摘要:公路工程具有线路长、建设环境复杂的特点,部分路段会涉及软土地基、其他复杂地基。这类地基会导致公路路基的稳定性受损,需通过换填确保路基结构的安全性能。但是为有效应用路基换填技术,结合某跨省公路工程,分析了公路施工活动中路基换填的原理、方法和具体施工方案,以明确公路路基换填质量管理要点,完善路基换填技术方案。

关键词:路基换填;公路施工;换填技术;路基开挖

中图分类号:U416.1

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)47-0109-03

0 引言

近年来,公路项目规模逐渐扩大,对公路基础工程的质量要求明显提高。路基作为公路结构中的重要组成部分,其质量影响着公路施工的整体质量。路基换填是处理复杂路基、软土路基的重要技术,在公路施工中有着不可忽视的作用,可以通过更换原有路基中稳固性不强的材料,提升路基稳定性,满足公路施工建设的基础要求。

1 项目概况

某公路项目,线路全长 23.56km,建设内容为跨省高速公路,路宽 15m,设计行车速度为 60~120km/h。该项目的某路段有总长度为 0.23km 的软土地基,软土层厚度为 0~0.8m,土层含水量较高,施工后会伴有沉降风险。因此,需采用路基换填技术,提前开挖地基,用砂砾等材料替换软基内的淤泥,换填后压实处理路基。通过对原有地基的换填处理,该路段的承载力明显提升,经评估后符合公路建设要求。

2 路基换填原理

基于公路项目,路基换填的基本原理是在地基开挖后,挖除软土路段中的淤泥、孔隙较大的软土。随后换填高强度、材质较硬的填充材料,如砂砾、素土、矿渣等材料。分层换填后对该路段进行碾压,使其压实度、承载力达到公路路基建设的相关标准^[1]。正式换填前,施工人员应通过实验操作、发扬测量,确认换填材料、路基换填施工参数,并根据施工质量要求进行换填施工设计,确认换填流程(图 1)。

3 路基换填方法

3.1 砂石换填法

砂石换填法是在公路项目中的软土路段内,直接

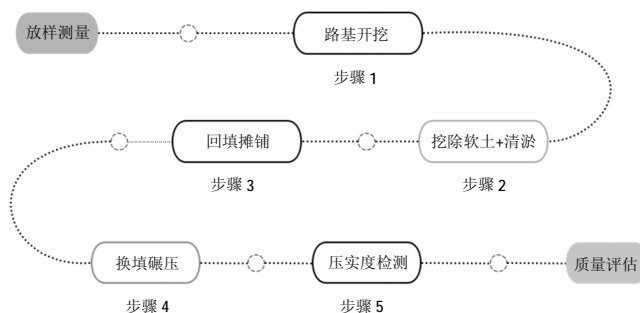


图 1 路基换填施工流程

用砂砾、卵石换填。换填时应注意控制砂石的最大粒径,使其粒径超过 50mm。砂石在公路路基建设中的应用非常广泛,换填后的作用非常明显,可形成坚硬、平整的砂垫层,满足公路路基的排水、施工要求。另外,基于砂石换填法的路基结构,路基内的含泥量可控制在 3%以内。另外,砂石换填法中的材料还包括粉细砂,该材料的质量控制点在于材料的级配。粉细砂作为细粒废弃物,是采石场的重要产物,实际性质和砂石较为相似,所以在路基换填时同样可保障路基施工效果,有效控制路基结构中的含泥量、含粉量^[2]。但对于路段内含有湿陷性黄土、膨胀土的区域,还应避免采用砂石换填法。

3.2 粉质黏土换填法

粉质黏土换填时,土料是路基换填的主要材料。通常情况下,土料中会包含一定量的有机质,有机质含量不超过 5%。运用土料换填公路路基时,可使用粉质黏土和粒径不超过 40mm 的碎石,不得使用冻土或膨胀土。但在粉质黏土垫层施工中,施工人员应去除土料内的杂质,且换填后不得更改换填材料。后期回填路基时,若黏土压实、分摊难度较大时,可掺入 30%以上的砂石,将其和黏土拌和后使用大型机械设备压实换填

路段,夯实处理后完成路基施工作业。

4 路基换填具体施工要点

作为跨省高速公路项目,其质量标准应符合《公路工程技术标准》(JTG B01—2019)中的路基施工质量要求。因此,还需通过“路基换填”技术,提前处理公路线路上 0.23km 的软土地基,具体的施工方案设计如下。

4.1 路槽开挖

路槽开挖是路基换填中需要耗费大量时间的施工作业。开挖时应注意边坡结构的稳定性,以及施工时的安全性。路槽开挖深度较大时,还应加强现场管理,排查安全隐患,及时解决施工问题。正式开挖后应保证开挖作业的连续性,避免所以间断。所以在开挖前需要提前预估工程量,租赁、购买好所需的挖掘机,以及其他施工设备。开挖较陡边坡时,若边坡大于 1:5,施工人员则应采用台阶法,台阶宽度不小于 3m,台阶设置为斜坡,坡率为边坡坡率的 2%~5%。另外,为避免雨水对施工作业的影响,路槽开挖时还应在坡脚处布设排水沟。

4.2 清淤

首先,根据施工设计图纸中的路基换填高度、实际坡度,在施工区域进行放样测量,测算出坡脚线,同时确定出清淤范围。明确清淤区域后用石灰圈定该区域,避免后期出现超挖、欠挖的情况。

其次,将处理路段内的材料挖出后,将其转移到换填区域外,由自卸式车辆将其运送到特定区域处理。清淤过程中需要自上而下地清除淤泥,清理后快速进行换填作业,避免路基底部长时间暴露在空气中。但是开挖后残留土层的稳定性较差时,正式换填前还应适当晾晒路基基层,或用砂砾、片石摊铺在基地,形成基础垫层后增强土层承载力^[9]。

最后,部分区域可采用“抛石挤淤”的方式处理路基。施工人员可按照公路路基的设计承载力确定抛填石料。然后在开挖软弱土层后进行抛石挤淤,开挖深度不得超过 3m。淤泥清除结束后检查验收清淤作业,测量放样后放置桩位,开始换填作业。

4.3 换填作业

4.3.1 换填方案

换填前,施工人员应按照设计要求,测量出换填时的中心桩位、填筑坡脚位,标注桩号,桩位距离保持在 10~20m。然后在路基换填范围内清除、整平完毕后,根据桩位有序地进行换填作业,具体施工方案流程如下。

换填流程如图 2 所示,首先用推土机整平清理后

的路基底部,随后用压路机静压路基基底。碾压 1 遍后用平地机精平,最后用压路机振动碾压 2~3 遍基底。底层碾压结束后,分层换填砂石、粉质黏土层材料,填筑宽度以施工设计图纸为准。首层换填结束后,将其碾压,使其压实度符合预期要求。随后逐层换填、碾压,直到垫层厚度达到设计值^[9]。最后,换填结束后,施工人员还应及时修正路基边坡,横坡应超过原地面的 1/5,且设有台阶,台阶宽度为 1~2m。路基换填时,每层换填厚度约为 30cm,换填顺序是自下而上,填筑到顶面后设置路拱,调整边坡坡率,为后期排水创造条件。

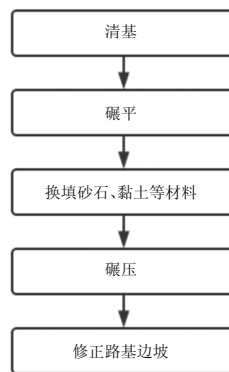


图 2 换填流程

4.3.2 注意事项

(1)换填材料为砂砾时,换填作业中应保障砂砾材料的各项参数符合预期要求。例如,砂砾材料的渗透系数大于 0.005cm/s、含泥量小于 5%、细度模数大太阳 2.6。换填材料为碎石时,碎石材料级配应小于 5cm。

(2)换填材料包含石渣、石料时,换填材料内的碎石粒径应小于 50cm 大于 15cm,且石渣含量小于 35%,强度不低于 30MPa。

(3)为完全排出路基底部的积水,换填材料应具有较强的渗透性,路堤填筑时,实际的填高应比积水高 50cm。

(4)换填前还应压实处理路基换填后的碎石垫层,压实方法是用振动压路机静压 2 遍。碾压后应保证垫层面无明显轮迹,且压实度大于设计值的 90%。

(5)换填结束后还应根据路基换填施工的质量标准,实施路基外形检测,路基外形检测数据如表 1 所示。

4.3.3 路堤高度不同时的换填施工要点

在公路项目中具体应用路基换填技术时,还应提前对路基进行测量,测量路堤高度,了解不良地质的分布情况,随后根据实际情况,调整换填施工参数。

(1)在上述公路项目中,公路路段内的地表分布着软弱土,软弱土厚度为 2.7~3m,软土层下方为基岩。施

表 1 路基外形检测数据

检测项目	频度	质量标准
纵断高程/mm	每 200 延米 4 个断面, 每个断面设置 3-5 个测点	+10, -15
厚度/mm	均值 每 1500~2000m ² 设置 6 个测点 单值	-10 -25
宽度/mm	每 40 延米设置 1 处测点	符合设计要求
横坡/%	每 300 延米设置 3 处测点	±0.3
平整度/mm	每 200 延米设置 4 处测点, 每处连续测量 10 尺	12

工前, 施工人员应提前清除软弱土, 直到路基开挖至基岩处。随后填筑换填材料, 并根据路基横向设计, 适当扩展换填面, 横线扩展宽度不小于 5cm。

(2) 对于路堤高度小于 15m 的区域, 若是换填深度不足 3m, 换填施工时尽量选用附近的碎石土、石渣。换填深度大于 3m 时, 换填时应用砂砾石先铺筑“砂砾石垫土层”, 铺筑厚度约为 0.5~1m。再换填素填土、高硬度岩土。换填区域地下水位较高时, 底层的石料铺筑厚度应超过正常水位 50cm^①。

(3) 对于路堤高度大于 15m 的区域, 若软土层厚度小于 6m, 换填方法采用部分换填法。即按照路堤荷载设计值确认换填深度, 通常为 2~3m。基层软土无须处理, 仅需按照路堤沉降要求换填一定厚度的砂砾、碎石即可。

(4) 路基换填施工中, 路基横坡、路基纵坡的坡率大于 1:5 时, 施工人员应将换填区域的底部开挖为 2~3m 的台阶。台阶向内倾斜, 坡度为 2%~3%。清淤后若底部含水量较高, 且有水渗出, 施工人员需在换填前先在四周开挖排水沟槽、集水井, 同时抽干底部的水, 最后进行换填。

4.4 整平碾压

(1) 路槽施工。换填材料应分层填入路槽, 并进行摊铺, 各层摊铺厚度应保持一致。换填后用振动式压路机碾压换填区域, 碾压顺序为“先中间, 后两侧”。碾压设备应保持匀速, 先碾压低处, 再碾压高处, 平均碾压速度不超过 3~4km/h。摊铺换填材料时, 其宽度应大于路基设计宽度 50cm, 相同路段碾压时, 可使用多台自动化碾压设备同步进行碾压作业, 但需要确保碾压区域顺利衔接, 注意避免超压、碾压不到位的情况。

(2) 路基横断面施工。路基横断面换填时应按照路基设计宽度填筑材料, 填筑方法为分层填筑法。路面不平时可用推土机初步整平, 随后画出方格卸料。卸料后配合挖掘机、推土机摊铺换填材料, 使其均匀铺设在换填面。摊铺后用压路机碾压, 初步压实摊铺填料后, 用

振动式压路机压实路基横断面。压实顺序为“先两侧, 后中间”。首次碾压时采取静压方式, 静压后调整为“弱振碾压”, 第三次碾压为“强振压”。碾压速度应保持匀速, 且不超过 4km/h, 碾压时的压路机轮迹应重叠约 40cm, 确保碾压区域无遗漏。

(3) 路基碾压施工。首次静压时, 碾压速度应为 3~3.5km/h。第二次碾压时, 应确保压路机的碾压速度为 2~2.5km/h。第三次碾压时, 施工人员需要强振路基, 碾压速度约为 1.5~1.8km/h。换填材料的含水量较小时, 还应在碾压时均匀地在路基表面洒水, 使物料内的含水量不低于标准含水量。换填材料含水量和实际含水量标准相同、相差较小时, 施工人员应立即开始摊铺、碾压作业。换填材料含水量过高时, 则需初步晾晒换填材料, 其含水量降低后开始碾压。

(4) 压实度控制。路基换填后的压实度主要依赖于后期的碾压次数, 判定换填区域的压实度是否达标时, 施工人员可根据换填材料的密实度进行分析, 碾压结束后, 还应及时测量摊铺面的标高, 以及路基顶面的稳定程度, 无下沉情况即表示压实度较高。

5 结语

综上所述, 路基是公路工程的基础结构, 软土地基在公路规划线路上非常多见。为解决该区域承载力低、易变形、稳定性差的问题, 可采用砂石、砂砾、粉煤灰等材料换填公路路基, 以提升公路路基结构的整体强度, 使其承载力、稳定性符合公路建设的质量要求。但在应用公路路基换填技术时, 相关人员还应结合项目实际情况, 制定路基换填技术方案, 为我国公路建设事业的健康发展提供助力。

参考文献

- [1] 朱志明. 软土地区高速公路泡沫混凝土路基换填施工技术[J]. 交通世界, 2022(18): 130-132.
- [2] 韩伟. 公路路基换填天然砂砾施工技术研究[J]. 交通建设与管理, 2022(1): 94-95.
- [3] 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.
- [4] 刘艳瑞. 公路工程软土路基换填施工技术[J]. 黑龙江交通科技, 2020, 43(1): 52-53.
- [5] 孙小杰. 浅谈一级公路施工中路基换填技术应用[J]. 居业, 2019(2): 138.

作者简介: 张成明(1981—), 男, 汉族, 四川阆中人, 本科, 高级工程师, 主要从事工程管理工作。