

公路工程中软土路基换填施工技术研究

郑伟波

新疆高佳工程项目管理有限公司，新疆 乌鲁木齐 830017

[摘要]软土路基因其物理力学性质特殊，在公路工程建设里常出现沉降过大的情况，稳定性也差，这对公路的安全性以及使用寿命影响很大。针对软土路基承载力低且容易变形等缺点，换填施工技术作为一种有效处理地基的方法，在软土地基改良方面得到广泛应用。文中结合软土路基的危害以及特征，全面探讨了软土路基换填施工的工艺流程和技术要点，还分析了施工期间常见质量问题及解决办法，以此来提升软土路基的工程性能和施工质量，给出理论与实践方面的指导。研究说明，合理清理地基、分层填筑并压实、采取有效排水固结举措以及开展科学施工监控，这些都是保证换填施工成功的要点。

[关键词]公路工程；软土路基；换填施工技术

DOI: 10.33142/ec.v8i6.17231

中图分类号: U416

文献标识码: A

Research on the Construction Technology of Soft Soil Roadbed Replacement in Highway Engineering

ZHENG Weibo

Xinjiang Gaojia Engineering Project Management Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830017, China

Abstract: Soft soil road genes have special physical and mechanical properties, and often experience excessive settlement and poor stability in highway engineering construction, which greatly affects the safety and service life of highways. In response to the disadvantages of low bearing capacity and easy deformation of soft soil subgrade, replacement construction technology, as an effective method for treating the foundation, has been widely used in the improvement of soft soil foundation. The article comprehensively discusses the hazards and characteristics of soft soil subgrade, and explores the process and technical points of soft soil subgrade replacement construction. It also analyzes common quality problems and solutions during construction to improve the engineering performance and construction quality of soft soil subgrade, and provides theoretical and practical guidance. Research shows that reasonable cleaning of the foundation, layered filling and compaction, effective drainage and consolidation measures, and scientific construction monitoring are all key points to ensure the success of replacement construction.

Keywords: highway engineering; soft soil subgrade; replacement construction technology

引言

公路工程属于国民经济发展范畴内的关键基础设施，其建设质量同交通运输的安全性以及效率紧密关联。在软土地区开展公路建设工作时，软土路基有着承载力不够、压缩性较强以及容易受到水文变化影响等特性，这给施工带来了相当大的挑战。传统针对软土的处理技术很难契合现代公路高标准建设方面的需求，而换填施工技术由于能够对地基承载力予以有效改善，并且还能减少沉降变形情况，所以渐渐成为了处理软土地基的一项重要手段。本文围绕软土路基换填施工技术来展开相关研究，综合软土的工程特性，较为详尽地阐述换填施工的具体工艺以及采取的技术措施，同时剖析施工过程中所存在的各类问题以及相应的解决对策，目的在于为软土地基工程给予科学且合理的施工方面的指导以及技术支持，进而促使公路工程质量得以提升。

1 软土路基的危害和特征

1.1 软土路基的危害

软土路基在公路工程中具有许多危害特征。首先，软

土路基的承载能力较低，由于其土层结构疏松、孔隙度高以及土粒间接触面积小，导致其无法承受较大的荷载。这使得软土路基容易发生变形和沉降，给公路的使用带来了极大的不稳定性 and 安全隐患。其次，软土路基的水分含量较高，这会造成土体的液化和流动性增加，进一步降低了其承载能力。再次，软土路基还具有较大的压缩性，即在外界荷载的作用下，土体容易发生较大的沉降和形变。这种压缩性的特征使得软土路基对荷载的响应较为敏感，需要特殊的处理和加固措施。最后，由于软土的抗剪强度较低，易于发生滑坡和坍塌现象，给施工和使用过程带来了严重的安全隐患。由此可见，软土路基的危害主要表现为承载能力低、易于产生变形和沉降、易于发生滑坡等特征，这些问题对公路工程的安全和可靠运行造成了严重威胁。因此，在软土路基的施工中，需要采取合理的换填施工技术来克服这些问题，提高路基的稳定性和承载能力。

1.2 软土路基的特征

软土路基有着一系列独特的物理以及力学方面的特性，而这些特性会直接对公路工程的设计与施工产生影响。

软土的含水率通常都比较高,其土体结构较为松散,并且孔隙率也很大,如此一来便致使它的密度偏低,压缩性的特点也比较突出。当软土受到外荷载的作用时,是很容易出现幅度较大的沉降情况的,并且这种沉降所延续的时间还比较长,呈现出一种长期且缓慢沉降的态势,这无疑给路基的稳定性以及均匀性带来了诸多挑战。软土的抗剪强度相对而言是比较低的,在受到剪切力的作用时,特别容易产生破坏的情况,这就导致软土路基在施工过程中很容易受到扰动的影响而发生滑移或者塌陷的现象,尤其是在遇到降雨或者是地下水位发生变化的时候,这种情况会表现得更为明显。除此之外,软土的固结特性还体现在其固结的速度比较慢,即便是在固结完成之后,其残余变形依旧会比较大,这样的情况使得软土路基在长期荷载的作用之下还会持续不断地发生形变,进而加大了路基维护工作的难度。软土所处的水文地质条件是比较复杂的,其中地下水的含量较为丰富,并且流动性也很强,水体对于土体结构有着明显的润滑以及弱化的作用,所以当软土路基承受交通荷载的时候,就更容易出现不均匀沉降以及稳定性方面的问题。

2 软土路基换填施工工艺与技术措施

2.1 地基清理与预处理技术

软土路基换填施工最先得把地基清理干净并做预处理,这一步做得好不好,直接影响换填层稳不稳以及整个工程质量。开工前,地基表面的有机质、淤泥、垃圾还有松散软土层都得彻底清掉,要让换填层能紧紧贴着下面坚实的土。清理时一般用机械挖配合人工修,让地基表面平平整整,没啥扰动留下的东西。而且依据软土特性以及工地水文状况,还得给地基采取一些预处理办法,像排水降水、置换挤密还有土体固结这些。排水降水是靠设排水管网或者井点系统,把地下水位降下去,让软土没那么湿,这样土体的承重能力和稳定性就上去了。要是地基特别松软,就用机械夯实或者振动密实这类物理手段来改进土体结构,减少日后沉降变形。有些工程还会加上化学预处理,就是往土里加固化剂,提高地基强度和耐久性。总体来说,地基清理和预处理科学开展,是保证换填施工顺利进行以及软土路基长期稳定的关键,得按现场实际情况合理设计并严格把控施工。

2.2 换填施工工艺流程

软土路基换填施工工艺流程包含了从地准备一直到换填材料填筑、压实以及养护的整个过程。一开始,等把地基清理以及预处理都完成了之后,得依据设计方面的要求来划分施工的具体区域,同时要清晰明确换填层所应具备的厚度还有分层的具体策略。换填材料往往会选择那种粒径较为均匀且含水率也适中的砂砾石或者碎石土,以此来保障其有不错的排水性以及良好的力学性能。换填施工大多时候会采用分层填筑的方法,也就是把换填材料分

成好几层,而且每层的厚度都要控制在一个特定的范围之内,这样做的目的主要是为了让其能够均匀地得到压实,同时也可防止出现内部出现空洞的情况。在整个填筑的过程当中,施工机械会通过均匀地撒布材料,然后再配合着压实设备一块儿来进行压实操作,务必要让每层换填土体的密实度都能够达到设计所规定的指标。等到所有的换填层填筑工作全都完成了以后,还需要去做表面的整平工作以及必要的养护方面的处理,如此才能避免被雨水冲刷以及风化所造成的破坏。在施工期间,还得配合着排水设施的相应布置,从而推动换填层实现排水固结的效果,进而提升地基的承载能力。整个这个工艺流程都必须严格依照施工规范以及技术标准来切实执行,唯有如此才能够确保施工的质量以及工程的安全。

2.3 分层填筑与压实技术

分层填筑以及压实技术在软土路基换填施工里属于极为关键的核心工艺,其会对换填层的密实程度以及承载性能产生直接影响。在实际的操作流程当中,把换填材料划分成若干个厚度较为适中的层次,然后按照分层的方式去开展填筑工作,如此一来便能够有效地防止因大厚度填筑而引发的内部出现空隙以及不均匀沉降等相关问题。每一层完成填筑之后,都应当即刻选用与土质情况以及施工现场具体条件相匹配的压实机械来展开充分的压实作业,常用的设备类型涵盖了轮式压路机、振动压路机还有夯实机等等。压实所要达成的目标是要让其能够符合设计方面所规定的要求,也就是要达到相应的干密度以及含水率所处的范围,唯有如此才能够切实保障换填层具备结构致密的特点以及强度保持稳定的状态。在整个施工进程之中,需要借助试验的方式来确定最为适宜的填筑厚度以及压实遍数,并且要合理地设置压实的顺序,从而避免出现局部出现松散或者因为过度压实而致使结构遭到破坏的情况。除此之外,压实技术还必须结合现场的实际环境状况来进行考量,像是天气的具体状况以及地形的相关条件等等,都要依据实际情况灵活地对施工方案做出调整,以此来保证换填层拥有均匀性并且能够实现长期的稳定性。合理的分层填筑与压实技术一方面提升了软土路基的承载能力,另一方面也大幅度地降低了后期可能出现的沉降情况以及后续与维护成本。

2.4 排水与固结加速措施

排水以及固结加速方面的措施,在改善软土路基相关性能以及缩短施工周期方面,属于颇为重要的技术手段。软土自身含水量颇高,并且其排水性能较差,这就使得固结的速度变得较为缓慢,经过换填操作之后,地基的沉降所持续的时间也会比较长,进而对道路的稳定使用产生了影响。为了促使地基能够加速完成固结,常常会采用预排水系统,像排水板、排水管还有立管这类设施,借助构建起的人工排水通道,推动孔隙水可以顺利排出,从而让地

基孔隙压力得以降低。除此之外，还会辅助采用真空预压技术或者反复进行夯实的操作，以此来有效地提升土体的密度以及强度，加快土体固结的整个进程。在某些工程当中，甚至还会利用化学固结剂注入到土体内部，凭借化学反应来强化土壤粒子之间的粘结力，进一步提升地基的承载能力。这些排水与固结加速的相关措施相互之间相互配合起来，一方面解决了软土因高含水率而产生的结构上的弱点问题，另一方面也大幅缩减了施工所花费的时间，提升了换填层的稳定性，进而为后续开展的路面施工筑牢了坚实的基础。

2.5 施工质量控制与安全管理

软土路基换填施工的质量把控贯穿于整个施工流程之中，其属于能够保障工程安全以及使用寿命的重要环节所在。在正式施工之前，应当制定出详尽的质量控制方案，要清晰明确各个阶段的质量标准以及验收方面的要求^[1]。在施工进程当中，得严格依照设计方案来进行操作，着重对地基清理情况、换填材料的物理性质状况、填筑厚度的具体情况以及压实度等这些关键参数加以监控。并且要定期开展现场检测工作，像土壤密实度测试、含水率测定以及换填层沉降观测这类检测都得做，以此来保证施工质量能够契合规范所定的标准。与之施工安全管理绝不能被忽视掉，需要制定出完善的安全操作规程，强化针对施工人员的培训以及管理工作，避免因为软土地基自身特性而引发的滑坡、塌方等此类事故的发生。施工现场应当设置警示标志，严格限定非施工人员不得进入危险区域，另外还要配备必要的安全防护设施。借助科学的质量控制举措以及严格的施工安全管理措施，来保障软土路基换填施工能够顺利推进，进而确保工程的质量以及人员的安全无虞。

3 软土路基换填施工中的常见问题及解决措施

3.1 换填材料沉降及沉降差异控制

在换填施工环节当中，材料所出现的沉降情况以及由此产生的沉降差异，这无疑是对软土路基稳定性以及其使用寿命起着关键作用的重要问题。换填材料由于其颗粒级配方面存在不同，压实密度有所区别，而且含水率也各不相同，所以在整个施工过程之中以及后续阶段，极有可能会出现不均匀的沉降状况，进而致使路基表面产生裂缝，出现局部下沉的情况，甚至造成结构方面的破坏。这样的沉降差异不但会对路面的平整度造成影响，而且还可能引发应力集中这一现象，使得路基的承载力有所降低^[2]。对于这一问题而言，首先应当严格把控换填材料的质量，要确保其颗粒级配处于合理的状态，防止出现含水率过高或者过低的状况，以此来保证材料具备良好的压实特性。需采用分层填筑以及充分压实的技术手段，通过这种方式来减少材料之间存在的空隙率，避免在填筑操作过程中形成疏松层。在施工期间，还需要开展沉降预测以及监测相关工作，对于那些预期沉降程度比较大的区域，可以采取加厚换填层或者配合运用排水固结等措施，从而促使沉降差

异得以缩小。凭借合理的规划设计以及科学的施工管理工作，能够有效地对换填材料的沉降加以控制，进而确保软土路基整体的稳定性和持久的性能表现。

3.2 施工过程中的监测技术与管理

施工监测技术在软土路基换填工程施工期间，对工程质量以及施工安全起到极为重要的保障作用^[3]。借助系统的监测方式，能够实时且准确地知晓路基沉降、变形以及孔隙水压力等一系列关键指标的情况，进而能够及时察觉到潜在可能出现的问题，并且采取相应的应对措施，防止工程风险进一步扩大。常使用的监测手段包含了水准测量、利用倾斜仪进行监测、运用孔隙水压力计以及采用地质雷达开展探测等多种方法。这些技术可给出精准的数据方面的支持，助力工程师剖析换填的实际效果以及地基的承载具体状态。信息化管理平台的应用让监测数据的采集工作、传输流程以及分析环节都变得更加高效而且便捷，达成了对施工整个过程的动态化监管目标。施工单位需要构建起完善的监测计划，清晰界定监测的频率、具体的地点以及各项指标的要求，并且要配备专业的人员来负责数据的管理工作以及异常情况的预警事宜。凭借科学的监测技术以及健全的管理体系，确保软土路基换填施工过程具备安全性以及稳定性，从而为工程质量给予强有力的支撑。

4 结语

软土路基换填施工技术是处理软土地区公路路基出现沉降以及稳定性方面问题的有效办法，有着明显的工程应用价值。借助合理的地基清理工作、科学的换填工艺流程、行之有效的排水固结举措以及严格的质量安全管理措施，能够大幅提升软土路基的承载能力以及使用寿命。当下，虽说该项技术已经获得了不少进展，可在换填施工期间依旧面临着材料沉降以及施工监测等诸多挑战。在后续的发展进程中，需要强化对新型环保材料的开发与推广应用，同时结合智能监测技术，达成软土路基换填施工朝着绿色化与智能化方向发展的目标。充分综合运用多种学科的技术手段，对于进一步提高软土路基工程质量是有帮助的，也有助于保障公路交通能够安全、顺畅地运行，并且实现可持续发展。

[参考文献]

- [1]金延飞,石林煜.公路工程中软土路基换填施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2024(8):109-111.
- [2]李宏宝.公路工程中软土路基换填施工技术研究[J].科学技术创新,2023(12):174-177.
- [3]王益锋.软土路基施工技术在公路工程中的应用[J].工程技术研究,2021,6(13):51-52.

作者简介：郑伟波（1991.11—），毕业院校：黄河水利职业技术学院，所学专业：水利水电工程造价管理，当前就职单位：新疆高佳工程项目管理有限公司，职称级别：助理工程师。