

对软土路基的市政道路施工处理技术分析

陆耐邦

中交一公局集团有限公司

DOI:10.12238/btr.v8i3.4704

[摘要] 市政道路建设时,经常会遇到软弱土层这种对工程不利的地质条件。倘若处理措施不到位,极有可能给道路工程的质量与使用寿命带来严重的负面影响。本文以某市滨江大道项目为例,深入剖析了软土路基的特征及其危害,同时对几种常见的软土路基施工处理技术进行了综合阐述,包括表层处理、换填施工、加固处理和排水固结等,并提出了加强勘察设计、严格工艺控制、加强施工监测和综合运用处理技术等施工处理要点和建议。通过科学甄选并综合施用各类处理技术,能够切实提升软土路基的施工品质,有力保障市政道路的使用效能。

[关键词] 市政道路; 软土路基; 施工处理; 技术; 质量

中图分类号: E682 **文献标识码:** A

Analysis of Municipal Road Construction Treatment Technology for Soft Soil Roadbeds

Naibang Lu

CCCC First Highway Engineering Group Co., Ltd.

[Abstract] During municipal road construction, weak soil layers, which are unfavorable geological conditions for the project, are often encountered. If the handling measures are not in place, it is highly likely to have a serious negative impact on the quality and service life of road engineering. This article takes the Binjiang Avenue project in a certain city as an example to deeply analyze the characteristics and hazards of soft soil subgrade. At the same time, it comprehensively elaborates on several common construction and treatment technologies for soft soil subgrade, including surface treatment, replacement construction, reinforcement treatment, and drainage consolidation. It also proposes key points and suggestions for construction and treatment, such as strengthening survey and design, strict process control, strengthening construction monitoring, and comprehensive application of treatment technologies. By scientifically selecting and comprehensively applying various treatment technologies, the construction quality of soft soil subgrade can be effectively improved, effectively ensuring the efficiency of municipal road use.

[Key words] municipal roads; Soft soil subgrade; Construction processing; Technology; quality

引言

随着城市化的不断深入,市政道路建设的范围和规模正在日益扩大。但受自然地质条件限制,市政道路的路基常遇到软土等不良地质,给道路施工带来诸多困难。软土具备含水量高、压缩性显著、强度较低等特性。若处理措施不当,将会引发路基承载力欠缺、变形超出正常范围等问题,进而对道路的施工质量与使用寿命造成严重影响。因此,如何针对软土路基采取合理有效的施工处理技术,提高软土路基的稳定性和均匀性,是市政道路施工必须解决的关键问题。

1 工程概况

某市滨江大道新建工程位于城市滨海新区,全长约800m,红线宽度24.5-80m。根据规划,该道路被定义为城市次干道,设计

行车速度为每小时30公里。道路沿线的地质条件较为复杂,普遍分布着以淤泥质土为主的软弱下伏层。其中,K0+002至K0+193段和K0+230至K0+380段的软土地基厚度相对较大,场地标高1.53-5.56m,局部路段软基厚度达6-15m。经详细勘察,该路段软土主要为淤泥,含水量高达40-60%,压缩系数0.8-1.5MPa⁻¹,灰色,流塑-软塑状,质软无力,稍有振动即产生震荡。针对上述软土路基情况,设计采用了旋喷桩、水泥搅拌桩等多种地基处理方案,处理厚度3-6m不等,并设计高填方路堤,以满足路基的承载和变形要求。

2 软土路基的特点及危害分析

2.1 软土路基的基本特点

软土主要有以下特点:①含水量高,一般在40-80%之间,饱

和度接近100%; ②密度小, 通常小于 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$; ③孔隙比大, 一般 $e>1.5$; ④压缩性高, 压缩模量小于 5MPa ; ⑤触变比较明显, 对振动敏感; ⑥其渗透性能欠佳, 固结过程所需时间较长; ⑦外观呈灰黑色, 通常含有有机质成分, 伴有腐殖气味。正是由于软土的这些特点, 使其作为路基填料时, 极易产生不均匀沉降、局部失稳等问题, 很难保证路基工程的施工质量^[1]。

2.2 软土路基容易引发的危害

当软土作为路基填料直接使用时, 在自重和车辆荷载等外荷载的作用下, 会出现以下几方面的危害:

(1) 沉降现象显著且分布不均: 鉴于软土具备高压缩性特征, 在承受荷载作用时, 会引发较大程度的沉降变形。同时, 受下伏软土层厚度及性质差异的影响, 沉降往往呈现出不均匀性, 进而容易诱发路面出现纵向、横向裂缝以及错台等病害问题。

(2) 强度低, 稳定性差: 软土抗剪强度低, 且遇水软化严重, 在汽车荷载反复作用下, 极易产生局部剪切破坏。同时软土固结慢, 散体稳定性差, 在雨水浸泡下会进一步恶化。

(3) 固结时间长, 工期难以保证: 软土的渗透性差, 排水固结速度慢, 达到稳定沉降所需时间长, 有时甚至需要一年以上。这必然会延误路基施工进度, 影响工期。

(4) 压缩性高, 易产生大的残余沉降: 在长期荷载作用下, 软土还会产生较大的二次固结沉降, 在使用初期容易引发路面开裂、路基下沉等病害, 大大降低道路使用寿命。因此, 当道路遇到软基时, 如果不采取有效的处理措施, 就很难保证路基的施工质量和使用性能, 必须进行专门的软基处理。

3 软土路基的常见施工处理技术

3.1 表层处理技术

当软土路基厚度较薄(一般 $<3\text{m}$)时, 可采用表层处理, 即通过挖除软土并换填砂石料、素土等方式, 提高路基表层的强度和稳定性。常见的表层处理方法有换填垫层法、掺灰土换填法等。如采用砂砾换填时, 可掺加一定量的水泥, 以提高垫层的强度^[2]。通常情况下, 垫层的厚度不应小于 0.3m , 且压实度需达到95%及以上标准。对于表层 $1\text{--}2\text{m}$ 范围内的软土, 也可掺加3%~5%的石灰, 消除软土的可塑性, 提高土的坚实性。表层处理施工简单、造价低, 对浅层软土路基有较好的处理效果。

3.2 换填施工技术

换填法是用强度和稳定性更好的材料, 如砂石、粗砂、级配碎石等, 整体替换软土的一种处理方法。施工时根据设计要求, 将软土路基开挖到设计高度以下, 再用换填料回填, 分层碾压至设计高程。换填料要求级配良好、压缩性小, 含泥量一般不超过10%, 填筑压实度达95%以上。在换填前, 还应在基底铺设土工布等隔离材料, 防止下部软土侵入。换填法施工工艺简单, 能彻底清除软土, 对各类软基都有较好的适用性。但当软基较厚、开挖量大时, 工程造价较高, 本项目在软基厚度不大于 3m 的 $\text{K0}+500\text{--}\text{K0}+800$ 段采用了换填法处理软土。

3.3 加固处理技术

加固法是指借助物理、化学手段作用于软基之中, 把软土层

转变为具备一定强度与刚度的稳定结构层, 进而实现提升地基承载能力、减少沉降量目标的一类处理技术^[3]。目前, 在实际工程中应用较为广泛的软基加固方法包括强夯置换法、水泥搅拌桩法、旋喷桩法等。强夯置换是利用重锤多次夯击软土, 产生贯入置换和挤密作用, 使软土密实成桩, 同时产生的坑穴用砂石回填, 形成复合地基。水泥搅拌桩是通过在软土中掺加一定量的水泥, 利用专门的搅拌机械使之形成水泥土桩, 从而大大增加地基的整体刚度和强度。

3.4 排水固结技术

在施工过程中常用的排水固结法有砂井法、塑料排水板法、真空预压法等。砂井是利用打入软土中的砂桩作为排水通道, 在自重或堆载预压的作用下, 促使孔隙水沿砂桩排出, 加速软土固结。塑料排水板是用柔性塑料板材制成的垂直排水体, 具有排水效率高、施工方便的特点, 配合堆载预压可有效加快软土固结速度。真空预压是利用真空泵抽气, 在软土地表形成负压, 代替或部分代替堆载荷载, 促使软土中水分排出, 实现预压固结。排水固结法可有效缩短软土固结时间, 具有工期短、环境影响小的优点, 但处理后软土的强度和刚度提高有限。

4 软土路基施工处理要点与建议

4.1 加强地质勘察, 合理选择处理技术

在着手处理软土路基之前, 务必先行开展工程地质勘察工作, 以全面、清晰地掌握实际情况。通过钻探、取样、静力触探、室内土工试验等手段, 精确查明各路段软土层的空间分布范围、厚度、结构特征以及主要物理力学性质指标, 如滨江大道项目中局部路段软土含水量高达40%~60%、压缩系数 $0.8\text{--}1.5\text{MPa}^{-1}$ 等, 这是制定合理有效的软基处理方案的前提和基础^[4]。在全面掌握软土路基的工程地质条件后, 设计人员还需要综合考虑各路段的软基厚度、交通条件、施工工期、工程造价等因素, 综合选择软基处理方案。如该项目软基较浅的 $\text{K0}+500\text{--}\text{K0}+800$ 段采用了换填法处理, 而软基厚度较大的路段则采用旋喷桩、水泥搅拌桩等加固法处理, 局部施工工期紧的路段辅以塑料排水板进行固结加速, 从而形成了“因地制宜、综合治理”的软基处理总体策略, 充分体现了技术与经济的统一。

4.2 严格控制施工工艺, 确保处理效果

面对复杂的地质条件, 采用了旋喷桩、水泥搅拌桩、塑料排水板等多种处理技术, 给现场质量控制带来了挑战。为确保各项处理措施达到预期效果, 施工单位在施工前专门编制了软基处理专项施工方案, 对各工艺的施工参数、操作要点以及质量控制措施进行了详细规定。如在旋喷桩施工中, 严格控制了桩径 450mm 、桩距 1.2m 、插入角度 20° 、搅拌提升速度 $0.2\text{m}/\text{min}$ 等关键参数; 在塑料排水板搭设过程中, 采取了多项措施防止排水板扭曲弯折, 并在两端设置了砂砾集水层, 铺设了透水无纺布, 以保证排水通畅; 在真空预压施工中, 通过优化抽气井的布置, 并严格控制负压在 $60\text{--}80\text{kPa}$, 避免了真空破坏等质量事故。在软基处理施工过程中, 施工方还配备了静力水准仪等专业监测设备, 对地基变形进行实时监控, 一旦发现异常数据立即会同设计人

员分析原因,及时采取应对措施,从而实现了施工过程的动态质量控制。

4.3加强施工过程监测,动态优化处理方案

由于软土的高压缩性和不均匀性,其地基在处理过程中的实际工程反应,往往与勘察和设计阶段的预期存在一定偏差,需要在施工过程中通过监测来动态反馈、校核。一方面,要建立施工沉降、孔隙水压力、桩体完整性等监测项目,跟踪地基的固结及强度增长情况,并结合室内试验等对地基性状进行必要的修正;另一方面,当监测数据异常或与预期偏差较大时,应及时优化原设计方案,如调整堆载预压的高度和时间、增设排水设施、调整桩体布置等,以更好地达到路基处理要求。同时,还应加强边坡位移、支护结构应力等方面的安全监测,关注施工过程对毗邻建筑、地下管线的影响,避免引发安全事故。

4.4综合运用处理技术,加强后期养护

对于软基处理,往往很难单一某种处理技术就达到理想的效果,需要根据实际情况进行综合处理。如在塑料排水板处理的基础上再铺设砂垫层和土工格栅,也可在水泥搅拌桩复合地基上再设置砂砾垫层,从而形成“桩-网-垫”的综合处理体系,取长补短,优势互补。在完成软基路段的处理工作之后,后续的养护工作同样不容忽视,必须切实落实到位。如在软基处理完成后及时铺筑路面结构层,也可采取铺设防水板等措施,防止雨水浸入。在道路运营初期,应控制车辆通行速度和荷载,避免过大动力荷载冲击,同时加强沉降变形的跟踪监测,一旦发现路基出现较大变形或开裂等问题,应及时采取措施,确保道路安全。

5 结束语

综合各方面情况而言,由于软土路基具有其特有的工程性质,这使得它在市政道路施工环节中,不仅是一个至关重要的部分,同时也成为了一个令人头疼的难题。为确保软土路基工程的施工质量达到预期标准,对其进行科学、合理的处理措施必不可少。通过换填、加固、排水等多种技术手段的综合运用,并加强施工过程控制和后期的养护管理,能够对软土路基的施工质量起到显著提升作用,进而延长市政道路的使用年限,充分实现其社会效益与经济效益。随着我国城市化进程的不断推进,软土路基问题将更加普遍,还需要在勘察、设计、施工、养护等方面不断总结经验,运用创新技术手段,提升软土路基工程的建设水准。

[参考文献]

- [1]马荣毅.强夯法施工技术在市政道路软土路基处理中的运用[J].居业,2025,(05):88-90.
- [2]朱文超.市政道路工程桥面防水施工技术分析[J].工程技术研究,2025,10(08):78-80.
- [3]叶文浩.市政道路施工中的软基处理技术应用分析[J].建筑工人,2024,45(11):43-45.
- [4]戴艺君.软土地基处理技术在市政道路施工中的应用研究[J].建设科技,2024,(15):69-71.

作者简介:

陆耐邦(1991--),男,壮族,广西来宾人,本科,道路与桥梁工程师,研究方向:市政工程。