

基于软土地基处理技术在市政路桥施工中的实践研究

王刘昆

北京市市政二建设工程有限公司

摘要：软土路基的承载力有限，难以满足上方工程结构所提出的承载力要求，若未经处理而直接在该处施工，由于软基不均匀沉降而衍生出路面开裂、桥头错台等问题，严重威胁到车辆的安全通行。因此，需明确软土路基的基本特性，再采取相应的处理措施。路基工程是公路施工过程中的必要工程形式，其自身质量把控和技术要点对于公路工程的使用和投资经营效益而言都是具有关联关系的。现阶段，虽然我国对于软土地基处理的相关对策得到不断优化，但其中依旧存在一定问题，从而需要相关人员持续探索，做好有效的路桥软土地基处理，进一步提高路桥施工的总效益。

关键词：软土地基；处理技术；市政路桥；施工；实践

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.04.059

引言

公路各路段的施工不仅具有较强关联性，同时也会对后续的建设质量造成直接影响。随着使用年限的增加，部分公路路基及路面出现裂缝、崩塌和沉降等问题，尤其是软土地区，沉降路段情况更是突出，一定程度上对后续的施工形成阻碍。软土的特殊性质决定了公路路基建设初始地质强度不高、稳定性差，无法满足公路基础稳定性、强度要求。本次针对现存问题，提出一种软土地区公路沉降段路基路面施工技术。

一、软土地基特征及危害

针对软土地基而言，其总体含水量相对较大，软土间具有很多空隙，而软土通常都是由粉尘砂和黏土所构成，因为这种物质中还存在着一些负电性物质，在软土壤当中会因为持续吸收残留在周围环境中的水分子而弥散，由此使得软土层中的孔隙比、水分浓度不断增加，而软土之间的互相支撑力也持续减少，从而导致了软土中所可以承受的最大压强不断降低。同时，流体性突出一样也是路桥工程施工中软基础的主要特点，它在遭受自身负荷和外力的影响时，各个部位的黏滞性将变得越来越弱，而变形率不断提高，从而导致了软土地基发生非常严重的变形现象。假如施工单位在对路桥工程进行具体施工阶段，未能合理、认真地软土地基进行加固处理，那么就将十分容易大幅度减少路桥工程的正常使用时间，而一旦下沉现象非常严重时，就极有可能会造成路桥工程发生严重倒塌情况，如此不但会为路桥的正常应用带来消极影响，而且还会使施工单位面临巨大的经济损失。另外，由于软土地基压缩系数相对较大，抗

剪强度普遍极低，软土层抵抗剪切变形极限水平很弱，如果重力极大则会在一定程度上造成软土地基出现压缩情况，而当软土层在遭受压缩之后，其承载能力则会慢慢减小，造成路桥工程的总体承载能力大大降低，进一步加大路桥坍塌事故出现的可能性，从而为人民群众的安全出行带来消极影响。

二、软基加固原理

在项目施工中，通过固结反应等，优化土层内部结构，形成稳定的固结土，这是创建复合地基的基础，不容忽视。复合地基形成，意味着加固软土地基可以取得一定的效果。通过论证分析可知，水泥的形态稳定，主要成分是二氧化硅，同时还会伴有氧化钙和氧化铝，这些物质与水结合后，可形成坚硬无比的水硬性结合材料。在软土地基中，适当掺杂一定比例的优质水泥，可快速吸收土中水分，最终得到熟石灰以及较为稳定的水泥化合物。与此同时，熟石灰（重要物质）经过离子化合作用，可持续优质分解，分解成钙离子。软土地基处理中，钙离子吸附性较强，可与土颗粒表面结合，生成石灰水合物。研究表明，由于水泥含有氧化硅，在处理软土地基时，遇水就产生凝结，导致加剧硬化现象。由此可以看出，在地基加固中，作为发挥重要作用的土颗粒粘结剂，在地基处理中水泥起加固作用，施工中需将水泥大量并且均匀地散布在地基内，借此强化地基处理效果，提高地基的强度。

三、软土地基处理技术

（一）CFG桩处理技术

CFG桩法是道路工程中常见且更有效的软土地基处理技术，又被称为水泥粉煤灰碎石桩。这一处理技术主要是将水泥、粉煤灰以及石屑等进行混合后加入到碎石当中，混合均匀后加入水进行搅拌，搅拌均匀后进行固结，形成具备粘结性较高且强度更高的桩。其中，CFG桩中碎石的作用为基础性材料，水泥的作用则是胶结，进而提高混合后材料的粘结性。同时石屑的加入可以调节混合材料的级配，粉煤灰的加入也提高了混合材料的和易性。与此同时，粉煤灰等材料都来自工业废料，再加上CFG桩并不需要钢筋等结构，与其他管桩等技术相比成本能够降低至1/2。

（二）填充法

在路桥工程实际施工阶段，其需将石块、砂砾等物质填充到软土地基之中，以便进一步加强软土地基的总体抗压能力，但是受到沙砾及石块抗压性、伸缩性的直接影响，在具体建设时，往往需要根据实际状况，来

对片状石块加以筛选,以便于实现优化路基承载力的平衡性。而如果石块的体量相对较大,则需要通过合理使用大型机具,对岩石实施合理的粉碎处理作业,然后再通过分层铺设形式的应用,来增加对软土地基的整体填充效果。由于填充法的应用流程相对较为简单,其填充原材料资金投入成本比较低廉,来源范围也相当广阔,因而能够明显降低施工作业复杂度,同时改善了路桥路基的均匀性,使软土地基的承载力和抗压力都得到了明显提升。但是在运用此种方法进行软土地基处理时也存在一定施工束缚性,即是对石块的选择与填充提出了较高要求,若施工作业人员无法对石块进行均匀性的填充,则十分容易发生路面坑洼情况,对人们的安全行车极为不利,而且还会直接影响到路桥工程的应用年限,可见,填充法比较适合应用在容易积水的软土地基施工之中。

(三) 排水固结处理法

就排水固结处理法而言,其是一个适合应用在较为饱和的黏性软土地基中的处理手段,其主要是借助设置沙井设备,把土体中的水分进行全面排除,同时还可应用加载预压排水方式,来排除其中存在的水分,以便达到显著降低路桥工程沉降问题的根本目标。其施工处理方法通常涉及下述四种类型:第一,塑料排水固结法。其是使用塑料排水设施来将土体之中留存的水分进行排除,加快路桥工程路基土层流水速度,直到软土地基之中的水分彻底排干,以此实现最为理想的固结土体处理效果,此种方式在软土地基处理中取得了大量运用;第二,电渗排水固结法。该方法主要是借助直流电装置,把软土地基之中的水体电流展开导向,并让水流方向达成一致,可以发挥出土体固结的真正功能^[3]。但在使用这一处理技术中具有一定安全隐患,所以在具体使用实践中容易遭遇许多限制;第三,预压固结法,主要包括了真空预压固结、堆载预压固结、超载预压固结等多种方法。其中,超载预压固结技术主要是通过对路桥桥面制造出一定承载力后,将超载物质整体堆放于路桥之上,并利用超载物质本身的自重和容积,对路桥施工时产生巨大压力,以便排挤掉路桥施工时软土地基中的积水。堆载预压固结通常是使用和路桥路面承载力相持平的物体,将其堆放在路桥路面上,以此来对软土地基进行排水加固处理。真空预压固结法主要是使用真空泵设备,来对软土地基展开抽水抽气施工处理,从而达到了对软基进行有效固结的目的;第四,沙井固结法。通过钻机设备来对软基进行钻孔施工作业,在钻机达到规定要求后,再迅速地向孔内进行砂石的浇注,随后再把钻孔回填沙石,将土体中的水分加以全部排出,从而取得了固结土体的最佳效果。在使用这个方式时,通常是使用袋装的沙井方式,作业相对简单,建设成本投入也较少,因此可以起到改善路桥工程基础总承载能力的良好

效益。

(四) 保障项目应用的材料、机械符合项目要求

材料管理与机械管理同样是路基施工技术管理内容。路基工程在施工过程中应用的主要材料为回填材料,若工程项目没有特殊需要,碎石、石渣、素土、灰土、矿渣等材料都可用于路基材料的回填当中,但需要分析该公路工程的具体需求,来最终确定路基回填材料。材料管理技术应从以下几个方面进行分析:一是材料来源的确定,一般情况下会采取外采购的形式获取充足的回填料,若实施就地取材或工程内的互相补给,需要进行必要的批次检验,确保其满足规定要求;二是材料在施工现场的存放与管理,一般公路工程在施工过程中并没有规范存放材料的条件,但仍需避免材料放置在潮湿位置或具有被自然降水淋湿风险的位置。对于含水量过大的回填材料必须使用的,则需通过摊铺晾晒的形式使其含水量满足要求。路基工程在施工过程中所应用的机械主要有开挖机械和压实机械,机械管理技术“三部曲”为:施工工作开始前分析工程需求,选取合适的机械并完成调试;在进行开发和压实的过程中时刻关注工程成果是否满足作业需要,及时知悉机械的潜在问题;大部分机械设备需要进行规范的维护与管理,做好日常保养工作,避免机械设备的带病使用。

(五) 水泥搅拌桩处理技术

水泥搅拌桩法是利用深层搅拌桩机将水泥与软土进行搅拌与混合,从而形成具备较高稳定性与承载力的水泥土桩,一般多用于黄土或素填土等道路工程地基结构当中。而要在呈酸性的软土地基中应用水泥搅拌桩法则需要进行进一步的实验。比如需要检测软土地基含水量,若含水量较高,比如超过了70%时,这一软土地基就不能使用水泥搅拌桩法。

(六) 堆载预压处理技术

堆载预压法主要应用在工程项目建设之前,利用超过或与设计荷载相同的填土压力,使软土地基提前沉降,从而提升软土地基的强度。而堆载使用的多是砂石等散状材料。在堆载预压的过程当中,若地基强度达到设计要求后,可以去荷载。但由于软土地基排水时间需求较长,道路工程往往先开展堆载预压工作,之后开展桥梁等施工工作等待其固结完成。

(七) 粉喷桩复合处理技术

粉喷桩复合地基处理技术同样也是道路施工过程中常见的软土地基处理方法,该方法主要应用在地基结构较低的情况。需要选择科学合理的设备进行钻孔,并将已经配制好的固化剂喷射至孔洞当中,能够使软土层与固化剂之间发生化学反应,进而蒸发掉固化剂当中的水分,使软土地基的稳定性得到大大提升。

(八) 真空堆载预压

针对真空堆载预压法而言,其主要是指通过堆载预

压的直接作用力, 来对土体内部中所存在的孔隙水进行打破, 保证其可以获取到极高有效应力, 以此方法来更高效地进行后续加固处理。而真空堆载预压法的使用, 更有益于充分满足对于极高土体的指标, 对侧向压缩变形也能进行有效抵消。而施工人员在具体实施堆载预压力操作过程中, 对于软弱土壤的内部则会直接产生某种固结效应, 进而引发出相对较大的固结应力。而当受到了土壤压缩变形所产生的直接影响之后, 土壤内部所能受到的水平应力将会大大小于竖直方向产生的水平应力, 进而产生对特定土壤加固处理的效应。除上述路桥施工软土地基处理方法之外, 在对软基土壤进行处理时, 还可以采用真空堆载预压的操作方法。通过技术层面来看, 真空堆载预压可以说是构成排水固结的一个关键手段, 在其中, 还能够将其划分成真空预压、堆载预压这两类施工形式。截至目前, 以上软土地基处理手段仍然还需进行一定完善与优化, 究其根源, 主要是因为现阶段很多施工方并未设计出一个适宜的加压系统, 而且对塑料排水板也缺少合理布置, 再加上软基处理常常涉及诸多施工要点, 所以施工作业人员在具体施工阶段, 应当对各项流程展开全面考量, 确保软基处理效果可以达到预期设想效果。

四、施工质量检验

(一) 检验要求

喷粉桩施工的质量控制, 需要检验技术作为支撑。在施工阶段, 需随时检查桩位, 确保检查的彻底。同时, 桩身垂直度、水泥用量也均需达标, 并保障复搅(喷)长度无异常。在有效成桩阶段, 为确保施工效果, 需明确监管人员职责, 使其旁站监督, 记录每一项施工细则, 以便后期参考。现实中, 每一根桩的质量至关重要, 从开钻到结束, 均需做好记录, 控制好喷灰量、桩长等各项指标, 严格观测电子称, 调整好水泥用量。在实操阶段, 不定时地进行抽查, 抽查对象为每米喷灰量, 在此过程中需确保均匀和足量。

(二) 检验方法

(1) 静载试验在粉喷桩机施工中, 静载试验不可或缺, 起到重要支撑作用, 可检验桩基稳定性。单桩静载试验想要顺利达成, 需遵循一定的原则, 在桩顶放置直径合理的圆形承压板, 在此基础上, 通过千斤顶施加反力(给钢梁及压重物的)完成试验。观测桩顶中心沉降, 这是重要步骤, 不容忽视。利用关系曲线(荷载 P 与沉降量 S), 科学评估单桩容许承载力。需要注意的是: 由于本次试验需要在实际现场工程桩上进行, 为了不破坏桩基, 当加载值达到一定指标, 通常为设计承载力的2倍, 需结合桩基情况, 立即终止加载, 保护原路基不受损伤。(2) 动力无损检测除了静载试验外, 还要实施动力无损检测。研究发现, 桩的完整性获取, 需凭借动力无损检测实现, 其中瞬态激励时域频分析是可

行方式, 效果最理想。研究发现, 其实现原理简单, 通过安装传感器(于桩顶), 便可收集重要数据(动态响应信号)。在此基础上, 根据波动理论, 进行高精度的域内波形分析, 借此得到科学的频谱分析结论, 精准剖析桩内波阻变化情况, 合理评估实际桩长、缺陷位置等。(3) 光纤传感器的应用光纤传感器优势突出, 在检测任务中具有灵敏度高特点, 同时可以远距离传输, 抗腐蚀能力强, 因此推广面比较广。经实践论证, 光纤传感器在具体实施期间可以对公路工程多方评判, 考评安全指标, 同时监管施工质量。但在其应用期间, 需综合考量多方面因素, 在使用中, 因为该技术受测量技术落后等限制较大, 操作空间不足等也会影响该技术的使用, 导致工程中一些参数获得难度大, 无法直接测量。在这样的前提下, 为了确保该技术应用效果, 需进行特定的物理量转化, 在此前提下, 运用检测的光信号完成实际的物理量检测。想要达到光纤传感技术的实际效果, 需提前安放光纤传感装置, 这是至关重要步骤, 将装置放在科学位置, 确保检测数据有效。凭借该传感装置实际检测过程中, 完成数据和信息采集, 借此为公路长期检测提供可循环的技术支撑, 保障数据获取时效性, 夯实道路路基检测基础。

结束语

综上所述, 在公路软土路基处理中应用泡沫轻质土, 可以在减少路基自重荷载的同时控制软土路基附加压力, 有效减少软土路基沉降。软土路基的存在影响到公路结构的完整性和稳定性, 在正式施工前需要将软土路基的处理工作落实到位。因此, 技术人员可以根据泡沫轻质土的特点, 设计泡沫轻质土制备方案, 利用泡沫轻质土换填局部埋深不大的软土路基段。依据工程地质条件, 合理调整设计结构, 分层加固路基、路面, 简化施工环节, 能够最大程度保证工程质量, 延长公路的施工寿命, 提升软土地区路段的安全性, 进一步推动交通运输业的发展, 有利于未来道路施工技术的创新与优化。

参考文献

- [1] 龚婷婷. 软土地基处理技术在市政路桥工程施工中的运用分析[J]. 科技创新与应用, 2021, 11(20): 161-163.
- [2] 陈科玮. 软土地基处理技术在市政路桥工程施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2021, 6(13): 45-46.
- [3] 郭峰. 软土地基处理技术在市政路桥工程施工中的应用[J]. 江西建材, 2021(05): 107-108.
- [4] 钟超文. 试论软土地基处理技术在市政路桥工程施工中应用[J]. 低碳世界, 2019, 9(09): 303-304.
- [5] 赵晓冰. 刍议软土地基处理技术在市政路桥工程施工中应用[J]. 门窗, 2014(04): 123.