

路桥施工中的软土地基施工技术应用分析

魏智国

新疆北新路桥集团股份有限公司，新疆乌鲁木齐，830000；

摘要：滨海、河口、湖泊及湿地等地区普遍发育的软土层，由于其特殊的物理及力学性质，使得公路、桥梁建设面临着许多困难。在软土地基上直接开挖会导致路基下沉和桥墩沉降不均匀，从而影响公路桥梁的使用性能和耐久性。因此，如何提高软土的承载能力和稳定性能，探索高效的加固方法，是公路桥梁建设急需解决的关键技术问题。基于此，文章分析了路桥施工中的软土地基施工技术应用策略。

关键词：路桥施工；软土地基；地基施工；施工技术

DOI：10.69979/3029-2727.25.01.006

引言

在我国城市化进程中，软土地基一直是困扰我国公路建设的一大难题，特别是随着我国城市化进程的加快，相关的工程越来越多。该类基础承载能力低、易变形、不稳定等特点，已成为制约城市公路建设与运营的重要因素。尽管采用换填和预压法等常规加固措施可以有效缓解软基问题，但当项目规模不断增大、施工工艺水平不断提升时，其存在的缺陷日益显现。为此，根据不同的地质条件，采取合适的加固方法，不仅可以有效地提升工程的效率，而且可以显著减少工程的安全隐患，已经是目前城市公路工程迫切需要研究和探讨的问题^[1]。

1 软土地基特点

以淤泥、淤泥、泥炭等为主要组成的软土基础，具有承载能力低、高压收缩、弱渗透及剪切强度低等特点，常给建筑物的安全运行带来极大的威胁。这类场地土体具有较大的孔隙和丰富的含水量，在外界载荷作用下容易发生变形，并随着变形的不断积累，最终导致基础逐渐发生沉陷，并持续数年之久。由于软土层松散，土层承载力较小，很难对大型结构进行直接支承。如果擅自进行工程建设，会引起地面不一致沉降，从而危及到房屋的安全。软粘土的加固是一个较长的过程，其排水和固结速率在很大程度上取决于土体内部吸水和固结速率。固结过程中，由于孔压不断地被释放，其有效应力是一个渐进增长过程，最终导致了其强度的不断提高。同时，由于软土路基承载能力差，在受到水平荷载的影响下，容易产生剪切变形，从而引起路基的滑移或倾斜，表现出很强的抗剪能力。由于软基的渗透系数低，导致排水困难，从而影响了土体的固结过程。若不能对其进行合理的控制，将使其发生更深层次的软化。由于季节性气候变化和地下水位波动等因素的作用，使得软土地

基受到外界条件的变化，从而导致结构的力学性能发生改变，从而对结构的稳定产生不利影响。由于软土地基的不均匀性，使建筑各个部位出现差异化变形，从而导致结构内附加受力，甚至出现开裂、倾斜等不利结果。在强震作用下，土体可能会产生液化现象，也就是土体在水里处于悬浮状态，从而导致基础丧失承载力，给建筑物带来严重的危害。针对软土地基特殊的特点，可以采用预加载、排水加固、深层搅拌、置换等特殊的加固方法，有望提高其承载能力。软土地基的治理与加固常涉及到施工振动、噪声及地下水污染等问题，因而必须对其进行环保治理。

2 软土地基施工技术应用原则

2.1 考虑现场具体情况

在公路桥梁建设中，由于存在着大量的地下水、噪音等环境问题，必须从多方面综合考量，从而使得公路桥梁项目对地基加固的要求越来越高。公路桥梁建设涉及的区域广，对周边居民的生产和居住带来了一些不便。为此，有关建设部门要持续进行软土地基沉降控制，降低其对周边建筑物的不利影响。在此基础上，针对各种类型的路基基础，提出针对性的对策，以提高公路桥梁施工的总质量与施工效率^[2]。

2.2 因地制宜开展施工

受工程现场等因素影响，软粘土的含水量及松散程度存在很大差异。在公路桥梁工程开工前，由业主组织监理工程师到工地进行调查，充分了解工程的相关情况，对场地土壤性质进行科学分区，针对公路、桥梁等特殊条件，采取相应的处理措施。当软土地基为沙时，必须对其进行挤压联合。在工程实践中，若应用砂桩、压实等工艺，既能改善软土地基的构造，又能保证其具有良好的流动性。针对具有一定粘性的场地，为防止因人工

操作导致的路基变形,应采取适当的压实工艺,使路基的整体稳定性得到最大程度的保障。

2.3 依据设计方案要求处理

相对于普通的建设项目,公路桥梁建设不但在工艺上、在质量上都有较高的标准,而且对道路的稳定、平整等方面也提出了较高的要求。此外,道路桥梁的总体设计高与宽窄,将会对软基加固效果产生较大的影响。因此,在实际的建设过程中,必须将施工计划作为主要的参考,全方位地确保公路桥梁项目的成功实施。有关的建设单位要根据详细的公路设计计划进行建设。另外,在实施施工前,必须对场地进行全面清理,并进行必要的加固处理,才能大幅度减少软基的沉降。

3 路桥施工中的软土地基施工难点

3.1 地基强度等级低

未经压实、加固或换填等方法加固的软基,因其自身强度偏弱,导致土体结构性不稳定,严重威胁公路桥梁基础的稳定。因此,公路桥梁在承载力的作用下,不仅会出现地基的不规则沉降、变形等质量问题,而且还会导致桥梁、公路等建筑物出现局部塌陷、道路裂缝等现象,从而对公路桥梁工程质量产生一定的影响。

3.2 地基压实处理难度大

随着公路、桥梁等交通运输行业的发展,软土地基的压密工作越来越多,其施工工艺的合理性也将受到极大的考验。软粘土为疏松土,通常为含有孔隙的砾石,具有较高的含水率,对外部压力的影响较弱,具有较高的可压缩性。此外,受天气影响,若遇雨天施工,软土层内之雨水将更多。另外,水体中的酸液也会对桥梁、构筑物产生腐蚀,影响桥梁和公路建设的正常进行^[3]。

3.3 地基渗透性较弱

公路桥梁工程建设中,如果不采取相应措施,将因自身性质引起的渗透性降低,进而降低公路桥梁基础的稳定与承载能力。公路桥梁建设中,软土颗粒尺寸小、承载力差,易导致其渗透性能下降,进而导致其施工困难,影响公路桥梁建设的质量。从工程实例出发,需分析土体的加荷速率、抗剪能力和排水状况对地基加固的作用,同时,软粘土地基中的含水量较高,使其整体承载力较低。

4 路桥施工中的软土地基施工技术应用策略

4.1 工程案例

本项目地处珠江三角洲沿岸,位于华南滨海地带,道路工程原为大片鱼塘,具有淤泥及淤泥质土,通常松

软层 15-25 米,属于高压缩性粘土,其地基的承载力标准值 $f_{ak} \geq 120$ kPa,不进行加固,不能直接作为建(构)筑物基础的持力层。从实际的施工状况及场地的实际地质状况来看,为了减少不良的影响,应采取相应的措施。

4.2 表层处理法

当前,对于软基的治理技术,应该从多方面考虑,要真正掌握技术的规范性和合理性,既要做到对技术的各个细节进行有效的操作,又要保证技术的工作质量。采用表面处治方法,能够完全满足软基的各种施工条件,大大降低了软基施工中存在的隐患与问题,从而使整个项目的建设取得良好的效果。例如,以砂垫层堆载预压为代表的表面处理工艺,其设计要求很高,首先要在干净的地基上铺设满足规定的水泥稳定剂,然后采取分层铺设的方式,同时提升高压实度,在施工时要比路基边缘宽度 50-100 cm,两边用 30 厘米厚度的泥土进行封层作业,对于坡脚位置的施工,要充分设置土工布组成碎石反滤层,这不仅可以提高施工质量,还可以减少施工风险的影响。褥垫层的选用十分关键,工程采用中砂和粗砂,污泥含量要控制在 3%,细度模数要小于 2.7,施工期间要严格控制污染问题,对被污染的物料要加大换料填充的力度,同时砂垫层和基层的密实度要达到 90% 以上^[4]。

4.3 换填法

在道路建设中,软粘土基础的治理是一项非常困难的工作,需要根据实际情况采取相应的措施来进行,若完全采用同一方式进行,不但不会取得令人满意的效果,反而会带来更大的风险与损失,这对于提高道路工程的稳定十分不利,对我国的交通工业发展也是一个巨大的障碍。采用换填技术是一种常用的工艺,这种工艺施工简单,对各种软土地基也有很好的作用。在实施换填工艺时,必须按照换填的工艺设计需要,对地下某一深度及某一区域的软土土层进行开挖工作,然后再将其置换为满足道路基础设计需求的填料,采用分层充填工作的方式,快速将其夯实至规范。对于路基填料,要注意分层堆载的厚度,一般要控制在 50 厘米以内,压实度要达到 90%。施工单位要特别注意更换材料的选用,在换填区底部 50 cm 之内进行作业,主要是要将碎石材料、砂砾材料等渗透水性材料替换,保证各种石材不会发生剧烈风化。施工中要遵循逐段开挖、逐段填筑的原理,根据开挖的基坑,适时进行回填工作,并将其进行分层碾压,不能浪费掉所挖出的软粘土和泥炭土,要用于绿化建设、复垦建设,从而减少换填工作的费用,为道路软土基础的发展和提供更多的保证^[5]。

4.4 垂直排水固结技术

在软土地基方面,公路建设工程工艺的运用,正不断的调整技术方案,在执行时,各种技术思想都应该与软粘土的特殊变化相联系,做出相应的调整,如果一味按照常规的方式进行建设,很难取得理想的效果,而且还会带来更大的风险和损失,最后会带来较大的负面效果。垂直排水固结法在一般软基上的运用,取得了良好的效果。在采用垂直排水固结工艺时,需要排水的间隔要在 1.9~1.2 米,而竖向排水的使用要穿过松软的地层,到达硬土层,如果软粘土的埋深大于 25 米,最好采用塑料排水板,而且,塑料排水板的最大打设深度不得大于 30 米。竖向排水系统的水平布置,需要在路堤的坡脚处外侧设置一段距离,同时要适当增大砂垫层的填充宽度,以防止在工艺作业中受到过多的干扰。当建设单位在遇到软土地基的稳定问题时,可以按照实际条件铺设 1~3 层的加筋网,从而达到加固软基的目的。在建设排水系统期间,要尽可能的保证在日间进行,监理人员要对排水系统进行全程的监控和记录,用自动记录仪将排水系统的施工长度记录下来,一旦有问题要立即改正和处理^[6]。

4.5 粒料桩技术

在软土地基覆盖面积越来越大的情况下,在道路建设中,必须要不断强化科技创新,将对技术作业的限制降到最低,保证在这项技术的长远执行中取得较好的成效,防止类似问题再次发生。粒料桩在行业中备受重视,它为处理软土地基问题提供了更多的备选方案,同时也提高了软基的利用效率,总体来说还有很大进展。采用粒料桩技术,需要施工方在施工之前,对成桩试验进行详细的试验研究,确定施工的具体过程及工艺参数,适量地加大试样数目,每一施工点至少要有 5 个测样,每隔 20 m 就要布置一个断面,保证在试验过程中获得更好的结果。在使用粒料桩技术时,要合理选用合适的振动器,保证其与粒料桩的直径和长度相匹配,并在工地上配置高性能的给水设施,出水口的压力要在 400~600 KPa 范围内,水量要保持在 20~30m³,以保证在软土地基上的高效运行。针对粒料桩的工作方式,需提出合理的桩端构造形式,例如,对于砂质软粘土,宜选用尖锥形端,对于粘土层,宜选用平底形。

4.6 管桩技术

当前,我国已建成的公路路基处理方法已基本能够适应既有需要,多数道路项目的总体施工质量都很高,相应的处理也取得了良好的成效。然而,软基处理工艺

的革新也不能就此停止,应根据工程建设的需要,加强工艺的适应性。管桩施工是一种很好的方法,它可以改变软土基础特性,即使是一些复杂的道路工程,也可以通过管桩来逐渐调节土体的含水量,从而减少软土地基的失稳,并与周围的环境和谐一致。在采用管桩工艺时,尽量选择有地质条件的地点进行试打,同时对其承载力进行检验,以此来决定其施工过程中的各项技术指标,完成后,管桩间的高度差要控制在 15 cm 之内。静压管桩宜按设计高程进行压实,并按设计规定进行承载力计算。如有变动,可依有关规定进行增减。根据设计的位置,将桩机布置在合适的位置,并采用长桩向下的接桩法。在两米以内的管桩基础上,采用竖向排水技术,如袋砂井、塑胶排水板等,对沉桩过程中产生的超静孔隙水进行有效处理。竖向排水口位于四个排桩所围成的长方形中央,尽可能地穿透松软的地层,若软土层深度大于 20 米,垂直排水体设为 20 米。在管桩之前,已完成垂直排水。在托板顶部回填不到 50 厘米的地方,禁止使用重型压路机进行碾压。

5 结论

综上所述,对于城市公路建设而言,软基加固是保证公路建设质量与安全性的重要保证。随着科技的发展,软土地基的治理方式日趋多样化,新工艺、新材料层出不穷,给工程建设提供了更多的备选方案与优选空间。在施工过程中,要考虑地质条件、工期和费用等多种因素,谨慎选择最佳的加固方法。这对提高公路的整体稳定性和延长其使用寿命有着不可估计的作用。在此基础上,通过计算机技术与智能技术的深入结合,进一步提高软基加固的有效性与准确性,为城市公路工程提供更加可靠的技术支持。

参考文献

- [1] 黄小苑. 市政路桥施工中软土地基处理技术的应用[J]. 工程与建设, 2024, 38(06): 1330-1331+1343.
- [2] 李桂荣. 软土地基处理技术在市政路桥工程施工中的应用[J]. 建材发展导向, 2024, 22(21): 103-105.
- [3] 钟洪波. 软土地基处理技术在市政路桥施工中的应用[J]. 中华建设, 2024, (11): 172-174.
- [4] 文丽娟. 软土地基处理技术在市政路桥施工中的运用[J]. 中国高新科技, 2023, (11): 60-61+65.
- [5] 周宋记. 路桥施工技术对软土地基的处理分析[J]. 运输经理世界, 2023, (08): 99-101.
- [6] 陈保方. 路桥施工技术对软土地基处理方法探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2023, (05): 59-61.