

基于市政工程施工的软土地基处理技术应用

宋禹 田乐 彭阳 徐峰

中建科工集团有限公司

摘要：市政工程是城市建设中十分重要的一环，可以更好的推动城市发展，而在市政工程施工中软土地基处理技术的有效应用可以更好的保证市政工程施工质量，提高路基荷载能力。因此，在地基施工阶段，必须加大对地基施工质量控制的高度重视，拟订合适的施工方案，结合实际采用综合手段，有效避免道路使用和雨水冲刷等因素对地基稳定性产生的负面影响，最大限度上满足市政工程建设标准要求，为道路安全稳定运行提供有效保障。

关键词：市政工程；施工；软土地基处理技术；应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.010

引言

软土地基是目前我国市政工程施工过程中的重点问题，软土地基具有较强的压缩性和渗透性，会导致工程基础建设工作质量下降，不利于工程的稳定性和安全性，因此在实际施工过程中需要对其进行全面调研，合理选择各种施工技术进行处理，进而提高软土地基结构整体性能，让其结构性质符合工程需求。

一、软土地基概述

本工程春江路（凤威路～锡沪路）新建工程位于无锡市锡山区，起点位于凤威路，向东围绕地块转向南终于锡沪路，道路全长约454m。本项目按照城市次干路标准建设，道路宽度24m，设计时速40km/h。

（一）软土地基的特点

软土地基相较于其他类型的土层结构具有如下特点：（1）软土地基的承载能力弱。因土壤吸水性强，长时间在雨水的浸泡与冲刷下硬度较低，地基的稳固性较差，在高荷载作用下易出现地基失稳或沉降问题。

（2）软土地基的压缩性较高。由于软土层的土质松软且内部空隙较大，含水量较大，松散程度较高，当受到高强度的外部荷载时，软土层的空隙会被压缩，孔隙内的水会流出，软土地基的压缩性高，导致市政工程的基坑边坡易出现变形，上部结构易出现开裂。（3）软土地基的透水性差。由于软土层的饱和水含量较高，孔隙内渗入大量的天然水，在强降雨时，软土层空隙无法渗透更多的水，导致水流在地表面滞留，形成地表漫流。

（二）岩土工程中软土地基处理过程中易出现的问题

1. 引发地基沉降

软土地基会产生不均匀沉降，从而导致市政工程物存在一定的安全隐患。软土地基中土体含水量较高，地下水水位变化、外部降水等均可能导致地基发生冲刷，若不及时处理，将导致市政工程物发生倾斜、坍塌。在市政工程施工过程中，如果发生地基沉降问题将直接影响到市政工程内部结构，不仅增加后续维修保养工作，也影响整体结构的使用性能。

2. 损坏工程结构

市政工程施工中若遇软弱地基，会增加施工难度。软土地基一旦遇到降水会积聚大量雨水，如不及时排干极易造成地表沉陷、开裂等现象。地基和市政工程物上部结构是紧密相连的，它们能互相作用，如果用传统的方法建造房屋基础而没有做好软基处理，那么将不能满足市政工程的要求，在后续引发基础不均匀沉降、上部结构裂缝、倾斜等问题。为此，在进行基础设施建设时，施工团队要根据项目的实际需要妥善处理好基础问题。

二、市政工程施工的软土地基处理技术应用

（一）置换施工技术

在市政工程软土地基处理中，置换施工技术应用最为广泛，基本方式是将原有地基中强度较差、压缩性较高的软土清除，再填充合适的高强度材料，如碎石、砂石等。置换施工前，需要根据前期勘察和技术应用要求做好设备和材料方面的准备，之后在深度范围清理表层土30~50cm，将清理出的表层土运输至指定地点处理。合理确定原地基清理深度，并结合夯实、碾压及排水固结方式进行处理，确保处理后的地基能够承受施工机械和车辆重量，避免在施工中出现不均匀沉降现象。在原地基处理到位后，先铺设砂砾垫层，所使用材料为中砂或粗砂，且含泥量需控制在5%以下。垫层铺设应当保证良好的平整度和压实度，能够有效扩散应力，提升地基承载力。砂砾层铺设完成后，继续铺设天然碎石或人工碎石，并做好厚度、平整度及压实度控制。最后填筑砂砾、碎石、土石等材料，在施工时采用分层填筑、分层压实方式进行处理，单层填料厚度不超过30cm为宜。在换填作业完成后，需要采用外观检查、平整度检查及压实度检测等相结合方式，对换填质量进行评估，直至验收合格后，才能进行下一阶段施工。

（二）排水固结技术

该技术主要是将软土地基中的水分排出，提高土质

的密度和稳定性。工作人员可以根据实际情况选择合适的排水固结工具和方法。在具体施工中，可以先在地基中埋设排水管道，然后采取垂直加压或者横向加压的方式排出土质中的水分，利用管道制成的排水井最优化处理软土地基边界，保证各个孔隙中水分可以通过管道及时排出。当前常用三种排水固结处理方法为：（1）砂井堆载预压法。该方法在透水性差、黏性软的地基中有很好的应用效果，可以压实土壤中的土粒，从而将地基的强度从根本上改善，提升土壤固结率。（2）真空排水预压法。在已固结的土壤中设置砂井、砂垫层，然后利用真空泵将土壤中的气体抽干，保证塑料膜下的砂垫层处于真空状态，进而利用压力差排除孔隙中的水分，达到固结预压的效果。真空预压法只需十分简单的施工工艺，对技术要求不高，不过在高强度地基施工中并不适用。（3）降水预压法。工作人员和力量设置井点，然后进行抽水降水将地下水位降低，利用土自重和应力增加达到预压的效果，进而改变孔隙水压力，提升土层稳定性。该方法可以显著提高地基加固处理的速度。

（三）深层搅拌桩技术

当前市政工程软土地基施工中，深层搅拌桩技术也具有较为广泛的应用，能较好地解决淤泥、砂土、泥炭土及粉土等软土地基强度及密实度等方面问题，但是在泥炭土及地下水有侵蚀性时，应当先进行试验确定技术适应性。深层搅拌桩施工前，需要先沿定位轴线确定搅拌桩施工位置，在搅拌机就位后根据规定位置定位对中，将搅拌翼片下沉至加固深度，依照由下到上的顺序提升搅拌轴的旋转翼片，确保压入的水泥或石灰等固化剂与软土充分融合，凝结后形成圆柱形加固土体，以此有效提升整体性能。深层搅拌桩技术应用中，需要根据现场情况做好浆料制备，制备完成与灌浆作业时间不能超过2h，且不得有离析、硬结等现象发生。在搅拌机运行前，应当确认冷却系统正常运转，在钻头钻入土层合适深度后灌注空气，依照前期勘察作业数据合理控制下沉速度及深度，避免对现有构筑物产生破坏。钻进至规定标高后，钻头应当在孔内停留30s后再提升，在合理控制速度的同时进行灌浆。作业完成后，应当采用桩身强度检测、单桩复合地基荷载试验、单桩竖向抗压静载试验方式进行验收，确保所有试验结果达到标准后，再进行后续施工。

（四）抛石挤淤法

抛石挤淤法是向基础中心区域投入一定数量和体积的砾石，并在其两侧实施抛石的作业方式。当砂砾与地基接触时，砂砾由于自身的重量将沉入地基，对周围的淤泥产生剪切破坏，地基中的泥沙被不断挤压，碎石颗粒之间因摩擦而互相咬合，产生压缩变形，从而形成

了人工置换地基，最终实现地基的稳定性和承载力的提升。该法适用于处理软土地基或路堤的软弱下卧层。在采用这种方法时，施工单位应注意以下几点：将砂砾或碎石抛入基坑中央，并沿基坑两侧均匀铺开，形成翻卷和抬升的泥沙通道；根据地基的倾斜度，确定抛石落石的落点；仔细挑选石块，确定所有石块的体积、重量大概一致；为防止大块、碎卵石混入坑体，影响抛填效果及安全施工，施工人员要对石料进行分级处理。

（五）强夯技术

强夯法是一种广泛应用于软土地基处治的方法，其具有施工简便、造价低廉等优点。该方法可有效地提高地基承载力及稳定度，确保市政工程物的安全。强夯法作为一种较为传统的软基处理方法，经过多年的发展，已形成较为成熟的技术体系。为进一步提高强夯法在实际应用中的应用效果，施工团队需要对强夯法进行一定程度的优化和改进。在具体施工中，施工单位多选用8~30吨重锤，技术小组将把重锤吊高至10~25m，然后让其在自身重力作用下自由下落，完成夯击工作。

重锤一旦接触到地面，就会产生很强的冲击力，这种冲击会使地基受到挤压，从而实现夯实效果。大量的工程实践证明，强夯法对人工填土、黏性黄土和淤泥质土处理效果特别明显，可以有效地改善软土地基的强度和稳定性，提高市政工程物的质量和使用寿命。但施工企业采用强夯加固技术时需注意以下两点：一是施工单位可采用碎石或砂石替代原土层结构，再进行强夯施工，减少对原土的破坏。二是施工企业采用强夯处理时应严格控制强夯强度、强夯高度、强夯频率等关键技术参数，确保地基的稳定。三是在施工质量方面应注重严格控制强夯施工技术要点，以保证工程质量达到相应的要求。施工人员应掌握夯打加固的施工方案和施工技术，首先需用重锤夯击施工场地软黏土，然后向夯坑内填入高强度粗颗粒材料，形成片块石墩，最终形成满足市政工程施工要求的复合地基。

（六）加筋法

加筋法是对软土层进行加固的重要方法，通过向软土层中添加碎石桩、树根桩或者土工聚合物等加筋体，提高岩土工程软土地基的抗剪强度、抗压能力以及实际承载能力，有效控制地基沉降现象。根据加筋体的不同，加筋法包括土工混合物加固法、碎石桩加固法、土层锚杆法等。以碎石桩加固法为例，其实施流程为，首先对软土层所在区域进行集中打孔，将碎石桩填充到相应的孔洞中，通过填充与压实提高软土层的密实度、抗剪强度与抗压能力，从而有效防止其在上层高荷载条件下出现变形现象。加筋土法也是当前软土地基处理的常见加筋法，通过在软土层中填埋拉筋，利用拉筋与土层

之间良好的密实性形成一定摩擦阻力,实现拉筋与岩土体的整体化构成,再依托拉筋较好的抗拉能力提高拉筋与岩土体这一整体地基的稳定性与抗压性。

(七) 堆载预压法

堆载预压法有很多优点,如经济有效、操作过程简单、不需要太多的硬件等。但是,由于软土地基固结系数低,施工周期长。在具体施工前,施工人员要先对地基进行简单的夯实,待地基强度达到一定程度后,再用堆填法进行处理,这样不会引发明显的沉陷。为确保工程安全,施工人员可在堆压前采用振动沉管桩检测地基的承载力及变形特性。

(八) 高压旋喷桩法

高压旋喷桩法适用于淤泥质土、淤泥、可塑黏土、素填土等软土地基。在实际操作前,需要进行测量放线,并确定孔位,使用专用钻机造孔,造孔时应避免塌孔问题发生,可以采用泥浆护壁,也要保证钻孔垂直,钻孔口径必须比喷射管外部口径大30~50mm,确保喷射过程中正常实现冒浆。完成钻孔后需要测量孔深,如果孔深达到20m以上,要在孔内测斜。孔深达到要求后将喷射管下管,测量喷射管长度,并将尺度标识出来,然后调试喷射压力,试压管路的长度应在20m内,完成喷射管检查工作后,由监理工程师对施工进行批准,开始喷射注浆。在开展喷射注浆时,要保证送入的气、水、浆达到设计要求,如果喷射式发生压力异常,必须及时处理。如果出现孔内漏浆问题,应停止提升,不漏浆后再继续提升,提升时要采取旋摆的方式,以提升喷射的质量,完成喷浆后需要清洗管路、泵,以免对下一个桩孔施工产生影响。

三、软土地基施工技术应用优化建议

(一) 前期处理要点

软土地基处理技术的应用受外部因素影响较为显著,在施工作业前需做好前期处理,避免天气及人为因素干扰导致技术效果不佳。在技术应用前,应当先将地表约30cm厚的浮土、杂物等清理干净。根据不同施工技术的应用特征,准备好相应的施工机械,如挖掘机、装载机、自卸汽车、推土机、压路机及平地机等,确保各机械设备在维护周期内,确保施工安全。根据工程量合理确定施工人员数量,将技术人员、材料员及测量人员配置到位。在施工前做好施工放样,尤其是采用换填处理技术的施工路段,为确保地基断面精准度,需要设置间隔20m的直线边桩和10m的曲线边桩,为施工作业提供精准参考,确保换填路段整体强度和稳定性达到设计要求。与此同时,在施工前,采用抽水设备将坑内积水抽出,采用挖掘机将坑内各种淤泥、石头、杂质清除,做好坑内深度、宽度测量工作。

(二) 合理选择施工技术

市政工程中较为复杂的土层结构,工作人员可以根据土层实际构成情况做好不同软基处理方法的合理选择。比如土层结构较厚、软土层较浅、软土范围较小可以选择换填法进行加固处理;软土层较浅范围偏大可以选择高压喷射注浆处理方法;软土层较厚没有砂层可以选择排水固结方式进行加固处理;含水量较高的软土层且对地基强度要求较高的可以选择垂直排水、搅拌桩等多种处理方法。

(三) 加强材料、设备控制

软土地基处理中需要借助一定的设备材料,如果设备材料质量不合格,就很容易威胁到路桥工程的整体质量。为此,应根据确定的地基处理技术合理进行软土地基材料、设备的选择和质量控制。工作人员应加强抽查材料设备的质量,确定其是否能够满足工程建设需求,并且在具体施工中提前调试设备,由专业的人员进行操作,通过装备服务系统的强化处理,充分结合软土地基技术的预期目标,从而提高基础处理效果。

(四) 加强技术管理

软土地基是市政工程建设的关键所在,如果软基出现问题,就会直接影响工程整体质量。因此,应积极加强技术管理。在软基处理中,应综合比较软基处理技术方案的应用范围、目的、特点、经济性等方面内容,再从中选择最优的处理方法,同时应结合测量资料,系统地评价技术应用效果。只有通过不断改进创新,才能进一步发挥软基处理技术的应用优势。

结束语

市政工程软土地基处理技术应用是确保整体施工有序推进的基础环节,在施工过程中应当根据实际情况选择最为合适的施工方案、优化调整施工参数,做好施工过程中质量监测,以此才能够将技术应用优势充分发挥出来,确保地基各项性能达到设计要求,为后续路面施工奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 黄辉. 市政工程施工中软土地基处理技术特征[J]. 城市市政工程, 2020, 17(24): 169-170.
- [2] 张小勇. 市政工程施工中软土地基处理技术特征探讨[J]. 绿色环保建材, 2020(3): 132+135.
- [3] 秦振龙, 祝高飞. 软土地基处理技术在市政工程施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2020, 5(6): 74-75.
- [4] 倪洪将. 试论软土地基处理技术在市政工程施工中的应用[J]. 居舍, 2019(36): 76+79.
- [5] 钟超文. 试论软土地基处理技术在市政工程施工中应用[J]. 低碳世界, 2019, 9(9): 303-304.