

公路施工中软土路基的施工技术处理

许傲龙

中国葛洲坝集团路桥工程有限公司 湖北 宜昌 443000

摘要: 软土路基在公路施工中是一种常见的地质现象,其特性对公路工程的稳定性和安全性具有重要影响。本文介绍了公路施工中软土路基的特点、危害以及多种施工技术处理方法,包括排水固结法、置换与换填法、加固法和真空预压法等,为公路施工中的软土路基处理提供有益的参考。

关键词: 公路施工;软土路基;排水固结法;置换与换填法;加固法

引言:软土路基因其流动性强、含水量高、抗剪强度低以及渗透性差等特点,对公路工程的稳定性和安全性构成了严重威胁。在公路施工中,必须采取有效的技术措施对软土路基进行处理,以提高其承载力和稳定性,确保公路工程的质量和安全性。

1 公路软土路基的特点及危害

1.1 软土路基的特点

软土路基在公路施工中是一种常见的地质现象,其特性对公路工程的稳定性和安全性具有重要影响。以下是软土路基的主要特点。(1)流动性强,含水量高:软土路基中的土壤通常含有较高的水分,这使得土壤呈现出较强的流动性。这种流动性不仅会导致土壤在外部荷载作用下容易发生变形,还可能使得土壤在施工中难以固定,增加了施工难度。高含水量还可能导致土壤在干燥过程中产生裂缝,进一步影响路基的稳定性。(2)抗剪强度低:软土路基的抗剪强度相对较低,这意味着土壤在受到剪切力作用时容易发生破坏。在公路施工中,这可能导致路基在车辆荷载作用下产生剪切变形,进而影响公路的平整度和行车安全。抗剪强度低还可能导致路基在地震等自然灾害中发生严重破坏^[1]。(3)渗透性差,压缩性高:软土路基的渗透性通常较差,这意味着土壤中的水分难以快速排出。这可能导致土壤在长时间荷载作用下发生压缩变形,进而降低路基的承载能力。渗透性差还可能导致土壤中的水分在温度变化时产生冻胀或融沉现象,进一步影响路基的稳定性。高压缩性还可能导致路基在荷载作用下产生不均匀沉降,影响公路的行车舒适性。

1.2 软土路基的危害

软土路基的特性对公路工程的稳定性和安全性构成了严重威胁。以下是软土路基的主要危害。(1)增加施工安全风险:由于软土路基的流动性强、抗剪强度低等特点,使得施工人员在施工过程中难以对土壤进行有

效的固定和控制。这可能导致施工过程中的安全事故频发,如土方坍塌、设备倾覆等。软土路基的渗透性差还可能导致排水不畅,增加施工现场的积水风险,进一步加剧施工安全风险。(2)影响公路正常施工和使用:软土路基的变形和沉降问题可能导致公路施工过程中的进度延误和质量问题。例如,路基的不均匀沉降可能导致路面出现裂缝、坑洼等现象,影响公路的平整度和行车安全。软土路基的变形还可能对公路的附属设施如桥梁、隧道等产生不良影响,进而影响公路的正常使用。(3)缩短公路使用寿命,增加后期维护成本:软土路基的变形和沉降问题不仅影响公路的正常使用,还可能对公路的使用寿命产生严重影响。长期荷载作用下的软土路基容易发生疲劳破坏,导致公路的承载能力下降。这不仅缩短了公路的使用寿命,还增加了后期维护成本。例如,对出现裂缝、坑洼等问题的路面进行修补和加固需要投入大量的人力、物力和财力。对软土路基进行加固处理也需要耗费大量的时间和资源。

2 公路施工中软土路基的施工技术处理方法

2.1 排水固结法

(1)原理与操作:排水固结法是通过在软土路基中设置排水系统,并在路基表面施加预压荷载,使软土中的孔隙水逐渐排出,土体逐渐固结,从而提高路基的强度和稳定性。该方法的原理在于利用土体的排水固结特性,通过排水和加载的联合作用,加速土体的固结过程。排水系统通常包括竖向排水通道(如砂井、塑料排水板等)和水平排水层(如砂垫层)。竖向排水通道能够引导软土中的孔隙水向上排出,而水平排水层则负责将排出的水迅速引导至路基外部。加载方式可以选择堆载预压或真空预压。堆载预压是通过在路基表面堆放重物来施加预压荷载,而真空预压则是利用真空泵将密封膜内的空气抽出,形成负压环境,使软土在负压作用下排水固结。(2)排水系统与加载方式的选择:排水系

统的选择应根据软土层的厚度、透水性以及施工条件等因素综合考虑。对于厚度较大、透水性较好的软土层，可以选择砂井作为竖向排水通道；对于厚度较小或透水性较差的软土层，则可以选择塑料排水板。水平排水层一般选择透水性好的砂垫层。加载方式的选择应根据工程要求、工期以及成本等因素综合考虑。堆载预压施工简单，但预压时间较长，且需要堆放重物，占用空间较大；真空预压则施工速度较快，但成本相对较高，且需要专业的真空泵设备。（3）效果监测与评估：在排水固结法施工过程中，应对路基的沉降、变形以及排水效果进行实时监测。通过沉降观测点、测斜仪等监测设备，可以实时获取路基的沉降和变形数据。还可以通过排水系统的排水量来评估排水效果。根据监测结果，可以及时调整施工方案，确保路基的稳定性和安全性。

2.2 置换与换填法

（1）材料选择与换填深度：置换与换填法是通过将软土路基中的软弱土层全部或部分挖除，然后用稳定性好、强度高的材料（如碎石、砂砾、灰土等）进行回填压实，以提高路基的承载力和稳定性。材料的选择应根据工程要求、地质条件以及成本等因素综合考虑。对于承载力要求较高的工程，可以选择碎石或砂砾作为回填材料；对于承载力要求较低的工程，则可以选择灰土或其他稳定性好的材料。换填深度应根据软土层的厚度、分布情况以及工程要求等因素综合考虑。一般来说，换填深度应达到软土层的底部，以确保换填后的路基具有足够的承载力和稳定性。（2）换填施工步骤与质量控制：换填施工步骤一般包括：施工准备、软土开挖、回填材料准备、回填压实以及质量检验等。在施工过程中，应严格控制开挖深度、回填材料的质量和压实度等关键参数。开挖深度应达到设计要求，且开挖过程中应避免对周围土体造成过大的扰动。回填材料应经过筛分、破碎等处理，确保其粒径和级配符合设计要求。回填压实应采用合适的压实设备和工艺，确保回填材料的压实度达到设计要求。

2.3 加固法

加固法是通过向软土路基中注入加固材料或采用物理方法对软土进行加固处理，以提高路基的承载力和稳定性。加固法包括化学加固和物理加固两种方法。（1）化学加固（如注浆加固）：注浆加固是通过向软土路基中注入水泥浆、水泥-水玻璃双液浆等加固材料，使加固材料与软土发生化学反应和物理作用，形成具有一定强度和稳定性的固化土。注浆加固具有施工速度快、加固效果好等优点，但成本相对较高。（2）物理加固（如

强夯、振动压实）：强夯和振动压实是通过利用重锤或振动压路机等设备，对软土路基进行强力夯实或振动压实处理，使软土颗粒重新排列、孔隙减小、密度增大，从而提高路基的承载力和稳定性。物理加固具有施工简单、成本较低等优点，但对于含水量较高或透水性较差的软土效果可能不佳。（3）加筋土法：加筋土法是通过在软土路基中埋设加筋材料（如土工格栅、土工织物等），利用加筋材料的拉伸强度和与土体的摩擦作用，将路基上的荷载分散到更广泛的土体上，从而提高路基的承载能力。加筋土法具有施工速度快、加固效果好等优点，且能够显著改善路基的整体性能。

2.4 真空预压法

（1）原理与设备：真空预压法是利用真空泵将密封膜内的空气抽出，形成负压环境，使软土路基在负压作用下排水固结^[2]。该方法主要利用负压产生的吸力作用，加速软土路基的排水固结过程。真空预压设备主要包括真空泵、密封膜、排水系统等。（2）施工步骤与注意事项：真空预压法的施工步骤一般包括：施工准备、铺设密封膜、安装排水系统、连接真空泵以及抽真空等。在施工过程中，应确保密封膜的密封性能良好，避免漏气现象发生。应定期检查排水系统的畅通情况，确保排水效果良好。还应根据工程要求确定合理的抽真空时间和负压值。（3）监测与效果评估：在真空预压法施工过程中，应对路基的沉降、变形以及负压值进行实时监测。通过沉降观测点、测斜仪等监测设备，可以实时获取路基的沉降和变形数据。还可以通过真空泵上的压力表来监测负压值的变化情况。根据监测结果，可以及时调整施工方案和抽真空时间，确保路基的稳定性和安全性。通过对比施工前后的沉降和变形数据以及负压值的变化情况，可以对真空预压法的加固效果进行评估。

3 软土路基施工技术处理的选择与应用

3.1 根据软土路基特点选择处理方法

（1）分析软土路基的具体情况：在选择软土路基处理技术之前，必须对软土路基的实际情况进行全面而细致的分析。这包括了解软土层的厚度、分布范围、含水量、压缩性、透水性等物理力学性质，以及软土路基所处的地质环境、气候条件、施工条件等外部因素。通过综合分析，可以初步判断软土路基的稳定性和承载力，为后续选择适当的处理方法提供依据。（2）结合施工环境与技术要求：在选择软土路基处理方法时，还需充分考虑施工环境和技术要求。例如，对于位于城市中心或环境敏感区域的工程，可能需要选择对环境影响较小的处理方法，如注浆加固或加筋土法^[3]。还需考虑施工周

期、成本预算、材料供应等实际因素，以确保所选方法既符合技术要求又经济可行。在具体选择时，可以遵循以下原则：对于厚度较小、分布范围有限的软土层，可以采用置换与换填法进行处理；对于厚度较大、分布范围广的软土层，可以考虑采用排水固结法或真空预压法进行处理；对于需要快速提高路基承载力的工程，可以选择注浆加固或强夯等物理加固方法。

3.2 多种方法的综合运用

(1) 单一方法的局限性：在实际工程中，单一的处理方法往往难以满足所有要求。例如，排水固结法虽然能够加速软土的固结过程，但对于含水量极高或透水性极差的软土，其效果可能并不理想。同样，置换与换填法虽然能够直接提高路基的承载力，但对于深层软土或地质条件复杂的区域，其施工难度和成本可能较高。

(2) 综合运用的优势与效果：为了克服单一方法的局限性，可以考虑将多种方法综合运用。通过结合不同方法的优点，可以实现优势互补，达到更好的处理效果。例如，可以先采用排水固结法降低软土的含水量和压缩性，再采用置换与换填法提高路基的承载力；或者先采用注浆加固提高软土的强度，再采用真空预压法进一步加速固结过程。综合运用的优势在于能够针对软土路基的具体情况，制定更加科学合理的处理方案。通过不同方法的相互配合，可以充分发挥各种方法的优势，提高处理效率和效果。在具体实施时，应根据软土路基的实际情况和工程要求，选择适当的组合方式和处理顺序。还需注意各种方法之间的相互影响和制约关系，确保整个处理过程的协调性和稳定性。

3.3 施工过程中的质量控制与监测

(1) 强调施工过程中的质量控制：在软土路基处理过程中，质量控制是至关重要的。只有确保施工质量，才能保证处理效果达到预期目标。在施工过程中，必须严格遵守相关规范和标准，加强质量控制措施。应加强对原材料和施工设备的质量控制。确保所使用的材料符合设计要求，设备性能稳定可靠。加强对施工过程的监控和管理。例如，对于排水固结法，应定期检查排水

系统的畅通情况和加载荷载的稳定性；对于置换与换填法，应严格控制回填材料的质量和压实度；对于注浆加固和强夯等物理加固方法，应确保注浆压力和强夯能量的准确性和稳定性。还应加强对施工人员的培训和管理^[4]。提高施工人员的技能水平和质量意识，确保他们能够熟练掌握施工技术和操作规程，严格按照设计要求进行施工。(2) 监测软土路基处理效果：为了评估软土路基处理效果，必须进行实时监测。通过监测数据的变化情况，可以及时了解处理过程中存在的问题和不足之处，以便及时调整施工方案和措施。监测内容主要包括路基的沉降、变形、承载力以及排水效果等方面。可以通过设置沉降观测点、测斜仪、应力计等监测设备来获取相关数据。还需定期对监测数据进行整理和分析，评估处理效果是否达到预期目标。在监测过程中，应注意以下几点：首先监测设备应准确可靠，能够真实反映路基的实际情况；其次监测频率应合理设置，既要满足工程要求又要避免资源浪费；最后，监测数据应及时整理和分析，以便及时发现问题并采取措施进行处理。

结束语：公路施工中软土路基的处理是一项复杂而重要的任务。通过选择合适的施工技术处理方法，并严格控制施工质量和监测处理效果，可以确保公路工程的稳定性和安全性。随着技术的不断进步和新材料的开发应用，未来软土路基处理技术将更加多样化、高效化和智能化。

参考文献

- [1]刘杰.公路桥梁施工中软土路基施工技术与管理措施研究[J].城市建设理论研究(电子版),2023,427(1):106-108.
- [2]赵晓英.公路施工中软土路基的施工技术和处理方法[J].四川建材,2022,48(5):141-142.
- [3]梁俊杰.公路施工中软土路基的施工技术和处理方法[J].科学技术创新,2022(33):114-117.
- [4]师燕华,王春晓.公路桥梁施工中软土地基的处理技术探析[J].中国设备工程,2022(12):196-197.