

软土地基的桥梁隧道施工技术探讨

周杰

新疆北新科技创新咨询有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 随着基础设施建设的快速发展,软土地基条件下的桥梁隧道施工成为技术挑战。本文深入探讨了软土地基的特点与风险,包括高含水量、低渗透性、高压缩性和流变性等。针对这些特性,分析了排水固结、超前预支护、强制压实、换土法、稳定剂表面处理及聚合物材料合成等施工技术。文章还强调了施工质量控制和风险评估的重要性,为软土地基桥梁隧道施工提供了技术参考。

关键词: 软土地基;桥梁隧道;施工技术

引言: 在桥梁与隧道工程建设中,软土地基因其特殊的物理和力学性质,常给施工带来诸多挑战。高含水量、低渗透性、高压缩性和显著的流变性等特点,导致地基稳定性差,易引发沉降和变形等问题。因此,深入探讨软土地基的桥梁隧道施工技术,对于保障工程质量、提高施工效率、减少安全风险具有重要意义。本文旨在综合分析现有技术,为相关工程实践提供指导。

1 软土地基的特点及风险

1.1 软土特性

软土地基在土木工程领域,尤其是桥梁与隧道建设中,是一个具有挑战性的地基类型。其独特的物理和力学性质对施工过程、结构稳定性和后续使用性能均产生深远影响。(1) 高含水量。软土地基的一个显著特征是其高含水量。软土的天然含水量通常在40%~80%之间,某些淤泥和淤泥质土的含水量甚至可达90%,接近于液相状态。这种高含水量导致软土的容重较小,孔隙比大,且土中含大量微生物、腐植质和可燃气体,进一步增加了其压缩性。高含水量不仅影响地基的强度和稳定性,还可能导致排水固结困难,延长施工周期。(2) 低渗透性。软土的渗透性较差,垂直层面几乎不透水,这对排水固结不利。低渗透性意味着在荷载作用下,软土地基内的水分难以有效排出,导致地基沉降延续时间长,且沉降量较大。此外,低渗透性还可能导致在加荷初期出现较高的孔隙水压力,进一步影响地基的强度。(3) 高压缩性。软土的压缩系数高,易产生变形。其压缩性不仅与含水量有关,还与土的微观结构和矿物成分密切相关。高压缩性意味着在荷载作用下,软土地基容易发生较大的沉降,这可能导致桥梁隧道结构稳定性差,甚至发生坍塌。(4) 流变性。软土具有显著的流变性,即在长期荷载作用下,其变形会随时间而增长。这种流变性使得软土地基的强度随时间逐渐降低,对边坡、堤岸、

码头等结构的稳定性构成威胁。流变性还可能导致软土地基在振动荷载下发生侧向滑动或底面两侧挤出等现象,进一步影响结构的安全性。

1.2 软土地基风险

(1) 桥梁隧道结构稳定性差。由于软土地基的高压缩性和流变性,桥梁隧道结构在荷载作用下易发生沉降和变形。这种沉降和变形不仅影响结构的稳定性和安全性,还可能导致路面损坏,影响交通安全和桥梁隧道的使用寿命。(2) 路面损坏。软土地基的沉降和变形会导致路面不平整,出现裂缝、坑洼等现象。这些路面损坏不仅影响行车舒适性和安全性,还可能加剧车辆对桥梁隧道结构的冲击和磨损,进一步缩短其使用寿命。此外,路面损坏还可能引发交通事故,对人员生命安全构成威胁。

2 软土地基的桥梁隧道施工技术

2.1 排水固结工艺

(1) 降低地基含水量。在软土地基中设置排水系统是关键步骤。这通常包括水平排水层和竖向排水体。水平排水层常采用砂垫层或透水材料,能够迅速排除地基表面的积水。竖向排水体则包括砂井、塑料排水板等,它们深入地基内部,形成排水通道,加速地基内部水分的排出。通过排水系统,地基中的多余水分被有效排出,从而降低含水量,提高地基的固结度^[1]。(2) 加速地基固结。在排水措施的基础上,通过施加外部荷载或采用真空预压等方法,可以加速地基的固结过程。外部荷载可以是堆载预压,即在地基上堆放重物以加速固结;也可以是真空预压,即在地基表面施加负压,利用气压差加速水分排出。这些措施能够进一步加速地基的固结,提高地基的强度和稳定性。排水固结工艺具有成本低、施工简便等优点,但需要注意的是,对于深厚软土地基,其处理效果可能有限。因此,在实际工程中,

需要根据地基的实际情况和工程要求，合理选择排水固结工艺的参数和施工方法。

2.2 超前预支护与超前预加固

(1) 超前预支护。超前预支护包括管棚加固、超前小导管加固、超前锚杆法和掌子面喷射混凝土封闭等方法。这些方法通过在隧道开挖前预先设置支护结构，形成一道或多道支护屏障，有效防止围岩失稳和塌方事故的发生。管棚加固是在隧道开挖前，沿隧道轴线方向设置一排或多排钢管，并注浆填充；超前小导管加固则是在掌子面前方沿隧道轮廓线打入小直径钢管，并注浆加固；超前锚杆法则是在掌子面前方打入锚杆，与围岩形成整体支护；掌子面喷射混凝土封闭则是利用喷射混凝土将掌子面封闭起来，防止围岩暴露和坍塌。(2) 超前预加固。超前预加固主要采用地表注浆法和洞内钻孔注浆法。地表注浆法是在隧道地表钻孔注浆，加固地表软弱地层；洞内钻孔注浆法是在隧道开挖过程中，通过钻孔注浆来加固围岩^[2]。这些方法能够进一步增强围岩的强度和稳定性，确保隧道施工的安全和顺利进行。超前预支护和超前预加固技术具有显著的工程效益和社会效益。它们能够有效提高隧道开挖过程中的围岩稳定性和安全性，减少施工风险和事故发生的可能性。同时，这些技术还能够降低施工对周边环境的干扰和影响，保护生态环境和文物古迹。

2.3 强制压实技术

(1) 锤击压实。锤击压实是利用重锤对地基进行锤击，使其产生强烈的振动和冲击效应。这种振动和冲击能够破坏地基土颗粒的原有结构，使其重新排列并压实。锤击压实适用于土层较薄且含水量较低的软砂土地基。(2) 振动压实。振动压实则是利用振动设备对地基进行振动压实。振动产生的机械波能够深入地基内部，使土颗粒在振动作用下相互挤压并重新排列。这种方法适用于含水量较高、但颗粒较大的软土地基。(3) 碾压压实。碾压压实则是利用压路机等设备对地基进行碾压。通过碾压作用，地基土颗粒受到挤压力和剪切力，逐渐形成紧密的结构。碾压压实适用于大面积、较厚的软土地基。强制压实技术具有施工简便、成本较低、效果显著等优点。但需注意，强制压实过程中可能会产生较大的振动和噪声，对周边环境和建筑物造成一定影响。因此，在施工前需进行充分的调查和评估，确保施工的安全性和可行性。

2.4 换土法

(1) 材料选择与置换。在选择换土材料时，需要考虑材料的强度、稳定性、透水性和经济性等因素。砂砾

石和碎石因其良好的透水性和较高的承载力，常被用作换土材料。在置换过程中，需要先将软土挖掘出来，然后逐层填入换土材料，并进行压实处理。压实过程中需要控制压实度和压实速度，以确保换土层的密实度和承载力满足设计要求^[3]。(2) 分层置换技术。为了提高施工效率和降低成本，通常采用分层置换技术。即将软土分层挖掘和置换，每层置换后进行压实和检测。这种方法能够确保每层换土材料的质量和密实度，同时减少了对周边环境的干扰和影响。在实际工程中，需要根据地基的实际情况和工程要求，合理选择分层置换的参数和施工方法。换土法具有处理效果显著、施工简便等优点。通过替换软土为高强度、高渗透性的材料，能够显著提高地基的承载力和稳定性，确保工程质量和结构安全。但需要注意的是，换土法需要消耗大量的换土材料，且对周边环境可能造成一定的干扰和影响。因此，在采用换土法时，需要综合考虑材料来源、运输成本、施工条件和环境影响等因素。

2.5 稳定剂表面处理方法

(1) 稳定剂选择。稳定剂的选择应根据软土地基的物理和力学特性、施工条件以及工程要求来确定。常用的稳定剂包括生石灰、熟石灰、水泥等。这些稳定剂能够与软土中的水分和矿物质发生化学反应，形成更为紧密的结构，从而提高地基的强度和稳定性。(2) 施工方法。稳定剂表面处理方法的施工步骤主要包括：软土地基表面清理、稳定剂拌合、铺设和压实等。首先，需要对软土地基表面进行清理，去除杂质和松散土层。然后，将稳定剂与适量的水拌合成浆状，均匀涂抹在软土地基表面。接着，铺设一层砂砾石或碎石等材料，形成保护层。最后，进行压实处理，确保稳定剂与软土充分混合并压实。稳定剂表面处理方法具有施工简便、成本较低、效果显著等优点。但需注意，稳定剂的使用量应根据软土地基的实际情况和工程要求进行严格控制，以确保施工质量和工程安全。同时，稳定剂表面处理方法的长期效果可能受到地下水、雨水等自然环境因素的影响，因此在设计和施工过程中需进行充分考虑。

2.6 聚合物材料合成法

(1) 聚合物材料选择。聚合物材料的选择应根据软土地基的物理和力学特性、施工条件以及工程要求来确定。常用的聚合物材料包括聚氨酯、环氧树脂、聚丙烯酰胺等。这些聚合物材料能够与软土中的水分和矿物质发生化学反应或物理吸附作用，形成更为紧密的结构，从而提高地基的抗剪强度。(2) 施工方法。聚合物材料合成法的施工步骤主要包括：软土地基预处理、聚合

物材料拌合、注浆和固化等。首先,需要对软土地基进行预处理,包括排水、清理和压实等。然后,将聚合物材料与水拌合成浆状,通过注浆设备将其注入软土地基中。注浆过程中需控制注浆压力和注浆速度,确保聚合物材料能够均匀分布。最后,等待聚合物材料固化形成稳定的结构。

3 软土地基桥梁隧道施工质量控制

3.1 加强施工管理

(1) 制定详细的施工方案。施工方案是指导施工全过程的重要文件。在软土地基条件下,必须制定详细、可行的施工方案。施工方案应明确各阶段的施工流程、质量控制标准、施工工艺等。同时,施工方案还应考虑地基处理、结构设计、排水措施、施工监测等方面的要求,确保施工过程的有序进行。(2) 加强对施工人员的培训。施工人员的素质和技术水平直接关系到施工质量的优劣。因此,在软土地基桥梁隧道施工中,必须加强对施工人员的培训和教育。通过培训,提高施工人员的专业技能和质量意识,使其能够熟练掌握施工工艺和质量控制方法,从而确保施工质量的稳定和提高。

3.2 质量控制措施

(1) 严格控制施工材料的质量和配合比。施工材料的质量和配合比对施工质量具有重要影响。因此,在施工过程中,必须严格控制施工材料的质量和配合比。施工材料的采购应符合相关标准和规范,同时应进行必要的检验和检测,确保其质量符合要求。此外,对于施工配合比的控制也应严格把关,确保各项性能指标达到设计要求。(2) 加强对施工过程的监控。施工过程的监控是确保施工质量的重要手段。在软土地基桥梁隧道施工中,必须加强对施工过程的监控和管理。通过对施工现场的巡视检查、关键工序的旁站监督、施工记录的实时更新等方式,可以及时发现并纠正施工过程中的问题,确保施工质量的稳定和可靠。(3) 定期进行质量检测。质量检测是确保施工质量的重要环节。在软土地基桥梁隧道施工中,必须定期进行质量检测。通过质量检测,可以及时发现并处理施工过程中的质量问题,确保施工质量符合规范要求。质量检测的内容应包括地基处理效果、结构稳定性、施工精度等方面的检测。同时,还应建立质量检测档案,对质量检测数据进行记录和整理,

为后续施工提供参考依据^[4]。

3.3 风险评估与应对措施

(1) 对施工过程中可能出现的风险进行评估。在软土地基桥梁隧道施工中,风险评估是保障施工安全和质量的重要步骤。应对施工过程中可能出现的风险进行全面评估,包括地质风险、技术风险、安全风险等。通过风险评估,可以识别出潜在的风险点,为制定应对措施提供依据。(2) 制定针对性的应对措施。针对评估出的风险点,应制定针对性的应对措施。这些措施应涵盖预防、控制和应对三个方面。预防措施旨在降低风险发生的可能性,如加强地质勘查、优化施工方案等;控制措施旨在减轻风险带来的损失,如设置安全监测预警系统、加强施工过程中的质量控制等;应对措施则是在风险发生时,能够迅速响应,降低风险影响,如启动应急预案、组织抢险救援等。(3) 建立应急预案。应急预案是应对突发情况的重要保障。在软土地基桥梁隧道施工中,应建立完善的应急预案体系。这包括制定详细的应急响应流程、明确应急职责和权限、准备必要的应急资源和设备等。同时,应定期组织应急演练,提高应急响应的效率和效果。

结束语

综上所述,软土地基桥梁隧道施工技术的选择与应用直接关系到工程的稳定性、安全性和耐久性。通过综合运用排水固结、超前支护、强制压实、换土法及化学加固等多种技术手段,并注重施工管理和质量控制,可以有效应对软土地基带来的挑战。未来,随着技术的不断创新和发展,软土地基桥梁隧道施工技术将更加成熟和完善,为推动我国交通基础设施建设贡献力量。

参考文献

- [1]穆立森.基于软土地基桥梁隧道施工技术的应用[J].中国高科技,2020,(07):89-90.
- [2]高方涛.基于软土地基的桥梁隧道施工技术研究[J].建材与装饰,2019,(06):51-52.
- [3]王金.基于软土地基的桥梁隧道施工技术研究[J].绿色环保建材,2020,(05):35-36.
- [4]徐国玉.市政道路桥梁隧道软土地基治理对策[J].散装水泥,2023,(11):113-115.