

公路桥梁工程软土地基施工中技术处理要点探讨

迟英杰

山东高速烟台发展有限公司 山东 烟台 265200

摘要：本文深入探讨了公路桥梁工程中软土地基的施工处理要点。定义了软土地基及其主要特性，分析了软土地基对公路桥梁工程的影响，如承载力不足、沉降不均和稳定性差等。阐述了排水固结、表面排水、注浆、连接段处理、砂垫层及置换土层等关键技术处理要点。提出了提升软土地基施工中安全措施的建议，旨在确保施工质量和人员安全。本文的研究成果对于指导公路桥梁工程软土地基施工具有重要意义。

关键词：公路桥梁工程；软土地基施工；技术处理要点

引言：软土地基是公路桥梁工程中常见的地质问题，其低强度、高压缩性和不均匀沉降等特性给施工带来了诸多挑战。软土地基处理不当会导致桥梁承载力不足、沉降不均和稳定性差等问题，严重影响公路桥梁的安全性和耐久性。研究软土地基施工技术处理要点对于提高工程质量至关重要。

1 软土地基的定义及其主要特性

1.1 定义

软土地基，这一术语在土木工程领域，特别是道路与建筑工程中，具有特定的含义。它指的是主要由淤泥、淤泥质土、松软的冲填土、杂填土或其他具有高压缩性的软弱土层所构成的地基结构。这类地基的特性对于工程的稳定性和安全性具有决定性的影响，因此在设计和施工过程中需给予高度重视。

1.2 主要特性

软土地基在公路桥梁工程中展现出一系列独特的性质，这些性质对工程的实施和效果产生深远影响。（1）软土地基具有高压缩性，这源于其较大的孔隙比和较高的含水量，以及土中富含的微生物、腐殖质和可燃气体。这种高压缩性导致地基难以稳固，对建筑物的承载力构成严重威胁。（2）软土地基的抗剪强度相对较低。这与其颗粒间的摩擦力和黏聚力较弱有关，使得地基在承受外部载荷时，内部的剪应力可能迅速增大，甚至超过土体的抗剪强度，导致地基发生滑坡，损害其整体稳定性^[1]。（3）软土地基的透水性较差，这不利于排水固结工作的进行，延长了建筑物的沉降时间。在初次加载时，地基内部常出现高孔隙水压力现象，进一步削弱了地基的强度。（4）软土地基还具有触变性。这种性质使得地基在受到振动影响时，其结构可能遭到破坏，导致强度迅速降低或迅速转变为稀释状态。这种触变性增加了地基在受振动荷载后发生侧向滑动、沉降及其底面两

侧挤出的风险。（5）软土地基还具有明显的流变性。在持续荷载作用下，土的变形会随时间不断增长。这使得软土地基的长期强度远低于其瞬时强度，对边坡、堤岸、码头等结构的稳定性构成不利影响。

2 软土地基对公路桥梁工程的影响

软土地基，因其独特的物理和化学性质，对公路桥梁工程构成了以下的影响，成为施工中必须特别关注和处理的重点问题。（1）在桥梁施工中，地基需要承受上部结构的重量和荷载。若地基处理不当，软土的高压缩性会导致地基沉降和变形，直接影响到桥梁的稳定性和安全性。严重时，桥梁结构可能出现裂缝、倾斜甚至倒塌，对交通安全构成严重威胁。（2）影响桥梁施工的质量和进度。由于软土难以压实和固结，施工过程中需要采取一系列特殊的处理措施，如排水固结法、深层搅拌法等。这些措施增加了施工难度和成本，还延长工期，影响工程进度。（3）软土地基的含水量较高，容易导致施工材料受潮和变质，从而影响施工质量和桥梁的耐久性。（4）软土地基还可能导致桥梁出现不均匀沉降。由于软土地基的土层分布不均、厚度不一，桥梁在不同位置的沉降量会存在差异。这种不均匀沉降会导致桥梁结构产生附加应力，加速桥梁的损坏和老化过程，对桥梁的长期安全使用构成潜在威胁。

3 公路桥梁工程软土地基施工技术处理要点

3.1 排水固结处理技术

在公路桥梁工程中，针对软土地基的处理，排水固结技术核心在于通过排水和加压，加速地基的固结过程，从而提高地基的承载力和稳定性。技术要点主要包括：（1）在地表面铺设砂垫层，并开挖排水沟，确保地下水位符合施工要求。（2）科学选择并施工排水砂井。排水砂井的沉入深度、间距及打入方式均需严格按照设计图纸进行。在实际操作中，需保持导杆的竖直状态，

并控制其打入深度。填充砂料时,需确保砂柱的连续性,防止软土进入或切断砂柱。(3)持续加压是排水固结技术的另一关键。通过持续施加压力,促使地基中的水分排出,加速地基固结。排水固结技术在处理粘土质软地基中效果显著,但在泥炭质地基中的应用效果可能不佳。在实际工程中,需根据地基的具体性质选择适宜的施工技术。

3.2 表面排水处理技术

表面排水处理技术主要通过在地表设置排水设施,将地基表层的积水快速排出,以减少地基含水量,提高地基的稳定性和承载力。技术要点主要包括:(1)要对施工区域进行详细的勘察,了解地基的土质、含水量、地下水位等情况,为后续的排水设计提供依据。(2)根据勘察结果,在地表合适的位置开挖排水沟^[2]。排水沟的布置应科学合理,既要确保积水能够顺利排出,又要避免对地基造成过大的扰动。排水沟的断面尺寸和深度也需根据地基的实际情况进行合理设计,以确保排水效果。(3)在开挖排水沟后,要在沟内铺设透水性良好的材料,如碎石、砂砾等,以进一步加快排水速度。为了增强排水效果,还可以在排水沟的末端设置集水井,将排出的积水集中收集并处理。表面排水处理技术虽然能够有效降低地基含水量,但其效果受限于地基表层的积水情况。对于深层积水或地基含水量过高的情况,可能需要结合其他排水技术进行处理。

3.3 注浆技术

注浆技术的核心在于向土层空隙中注入水硬性凝胶材料,这些材料能够凝固粘结土层空隙,从而显著改善地基性能。在实际操作中,注浆技术遵循以下一系列严谨的步骤:(1)为防止地下水对地基的侵蚀,确保地基结构的稳定,施工人员需在软土地基的衔接处构建隔离水质面。这一步骤对于降低地基坍塌和沉降的风险至关重要。(2)参照设计标准,在预定位置进行钻孔。钻孔的孔径需控制在60至95毫米之间,深度则根据地基的实际情况灵活确定。完成钻孔后,将注射管放置于钻孔内,注射管的直径应略小于钻孔直径,以确保其顺利插入。为了保护孔壁和导管,还需使用套管进行必要的保护。(3)最为关键的一步是按比例配制完成的水泥砂浆注入射管中。水泥砂浆会迅速渗入土层的缝隙中,经过一段时间的固结,土层的强度和稳定性将得到显著提升。值得注意的是,注浆过程必须一次性完成,不可中断,以确保注浆效果达到最佳。

3.4 连接段的处理

3.4.1 路堤与桥梁连接处的处理

路堤与桥梁连接处的不均匀沉降是软土地基处理中的常见问题,也称为“错台”。为解决这一问题,需采取以下针对性措施消除桩基负摩擦力和解决荷载差异。

(1)预压法结合石灰桩筏与排水井法应用:对桥台地基进行预压处理,采用与路堤相同的总荷载,待地基沉降稳定后卸去预压荷载,再修筑桥台。此过程中,石灰桩筏和排水井法可加速地基固结,提高地基承载力。(2)平衡压路堤法:在预压处理后的路堤上,采用桩柱式桥台,通过钻孔置桩,防止桥台纵向位移,消除桩基负摩擦阻力和不均匀沉降。这种方法确保了桥梁与路堤之间的平稳过渡。

3.4.2 通道、涵洞与路堤连接处的处理

通道、涵洞与路堤的连接处同样面临不均匀沉降的挑战,可能导致积水、淤塞等问题,影响其正常使用。需要以下技术应用解决:(1)反开槽法:实际上是一种预压处理,先对通道、涵洞处的软土地基进行预压,加速其固结沉降。此方法常与砂垫层铺垫、排水板等工艺结合使用,能有效加快软土地基沉降,缩短预压时间,提升预压效果。反开槽法显著消除了不均匀沉降,避免了“错台”问题,同时成本控制有效^[3]。但需注意,预压时间延长了工期,且需增修临时性管道或便道。(2)支承桩法:在工期紧张、无法采用预压法的情况下,支承桩法成为替代方案。通过打设支承桩,提高地基承载力,减少沉降。(3)预留拱度法与扩大断面法:虽然这两种方法在消除不均匀沉降上作用有限,但在沉降发生时能确保通道、涵洞的基本功能不受影响。预留拱度法通过预设一定的拱度,以应对未来可能的沉降;扩大断面法则通过增加结构尺寸,提高结构的整体稳定性和耐久性。

3.5 砂垫层技术

在软土地基施工中,砂垫层技术以其独特的优势,在施工要求相对不高的环境中得到了广泛应用,尤其是在土壤土层厚度小、排水条件好、砂砾性质优良的情况下,其适用性尤为突出。在公路桥梁工程的实际施工过程中,砂垫层的厚度是一个至关重要的参数。为了确保排水效果和地基的稳定性,砂垫层的厚度通常被控制在20厘米左右。此厚度能够有效抬高排水面的高度,加速地基内部水分的排出,还能后续的后续的地基处理,如快速排水、形态固定等,奠定坚实的基础,从而有利于公路桥梁工程的顺利施工。砂垫层材料的质量也是影响地基处理效果的关键因素。在施工过程中,施工人员必须对砂垫层材料的质量进行严格把控。这包括确保材料符合国家相关建设规定,以及控制粗砂的含沙量在5%以下。

3.6 置换土层技术

置换土层技术核心在于通过挖除地基中不满足承载力或稳定性要求的软弱土层,并换填以性能更优的土料或其他材料,从而提升地基的整体性能。在公路桥梁工程的软土地基处理中,置换土层技术得到了广泛应用。该技术要对地基进行详细的勘察,明确软弱土层的分布范围、厚度以及物理力学性质。根据勘察结果,制定科学的置换方案,确定置换材料的种类、数量以及置换深度。在实际施工过程中,施工人员会采用挖掘机等机械设备,按照既定的置换方案,将软弱土层逐层挖除,并运至指定地点进行处理。为了保证置换后的地基具有足够的承载力和稳定性,所选用的置换材料需经过严格筛选,确保其满足相关规范要求。常见的置换材料包括碎石、砂砾、矿渣等,这些材料具有良好的透水性和压实性,能够有效提升地基的强度和稳定性。

4 提升软土地基施工中的安全措施

4.1 加强教育培训,提高安全意识

教育培训是提升软土地基施工安全的基础。通过系统的教育培训,可以增强施工人员的安全意识和操作技能,从而有效预防事故的发生。定期组织安全教育培训课程,邀请经验丰富的安全专家或工程师为施工人员讲解软土地基施工中的安全知识和操作规范^[4]。培训内容应包括软土地基的特性、常见安全隐患及预防措施、个人防护用品的正确使用方法等。针对新入职员工或转岗员工,进行专门的安全教育,确保他们熟悉工作环境和操作流程,掌握必要的安全技能。定期组织安全演练,模拟施工中的紧急情况,提高施工人员的应急处理能力和自救互救能力。建立安全考核机制,将安全知识掌握情况和操作技能水平纳入员工绩效考核体系,激励员工主动学习安全知识,提高安全意识。

4.2 强化现场管理,落实安全责任

现场管理是实现安全施工的关键环节。通过加强现场管理,可以及时发现并消除安全隐患,确保施工过程的顺利进行。建立健全的安全管理制度和操作规程,明确各级管理人员和施工人员的安全职责和操作要求。设

立专门的安全管理机构或安全专员,负责施工现场的安全监督和管理。加强施工现场的安全巡查和隐患排查工作。安全管理人员应定期对施工现场进行巡查,发现安全隐患及时记录并上报,同时督促相关部门或人员及时整改。对于重大安全隐患,应立即停止施工,采取紧急措施进行处理。加强施工现场的安全警示和标识工作。在施工现场设置明显的安全警示标志和标识牌,提醒施工人员注意安全事项和操作规程。加强施工现场的秩序管理,确保施工设备和材料的规范堆放和有序使用。

4.3 推动技术创新,提升安全水平

技术创新是提升软土地基施工安全的重要途径。通过引入新技术、新工艺和新设备,可以显著降低施工风险,提高施工效率和质量。积极引进和应用先进的软土地基处理技术。采用深层搅拌法、高压旋喷桩等先进技术,可以有效提高软土地基的承载力和稳定性,减少施工过程中的安全风险。推动施工设备的智能化和自动化发展。通过引入智能施工设备和自动化控制系统,可以实现施工过程的精准控制和实时监测,及时发现并处理异常情况,提高施工安全性。加强施工过程中的信息化管理。通过建立施工信息管理系统,可以实时掌握施工进度、质量和安全情况,为安全管理提供有力支持。

结束语:软土地基处理技术对于公路桥梁工程至关重要。通过合理的排水固结、表面排水、注浆、连接段处理、砂垫层及置换土层等技术手段,可以有效提高软土地基的承载力和稳定性,确保工程的顺利进行。加强安全措施的落实也是保障施工质量和人员安全的关键。随着科技的进步和施工工艺的不断创新,软土地基处理技术将更加完善,为公路桥梁工程的发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]张艳云.孙洋.公路桥梁施工中软土地基施工技术探讨[J].四川建材.2020.46(8):48-49.
- [2]邓辉辉.略论软土地基施工技术在公路桥梁施工中的应用[J].人民交通.2019(11):73.
- [3]张智杰.软土地基处理技术在公路工程施工中的应用[J].交通世界.2019(7):66-67.