

道路与桥梁施工中软土地基施工技术应用

乔海燕

山西晋城公路规划勘察设计有限公司 山西 晋城 048000

摘要：道路与桥梁施工中软土地基的处理效果直接影响工程的质量与安全，本文首先概述了软土地基特性、对施工影响、处理方法及施工前准备。接着阐述了表层处理、换填法、排水固结法、复合地基法等施工技术具体应用。然后探讨施工过程质量控制要点、质量检测方法及优化策略，包括优化施工方案、加强施工管理、引入新技术新工艺。旨在为道路与桥梁软土地基施工提供全面参考，保障工程质量和安全，降低后期维护成本。

关键词：道路与桥梁施工；软土地基；施工技术；质量控制

引言：道路与桥梁建设关乎交通畅通与安全，软土地基处理是关键环节。软土地基因含水量高、孔隙比大等特性，给施工带来诸多难题，影响工程质量与安全。若处理不当，会导致路面裂缝、桥梁墩台不均匀沉降等问题。本文聚焦道路与桥梁施工中软土地基施工技术，阐述其特性、影响及处理方法，分析表层处理、换填法等施工技术的具体应用，探讨施工质量控制要点、检测方法与优化策略，为工程实践提供参考。

1 道路与桥梁施工中软土地基的基本概述

软土是具有特殊工程性质的土类，具有含水量高、孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低、渗透性差等特点，含水量一般在30%—70%甚至更高，呈软塑或流塑状态易变形，孔隙比大结构松散降低承载力，高压缩性使受荷载时沉降大且持续久，抗剪强度低受剪切力易滑动破坏影响稳定性，渗透性差使水分难排出、固结慢不利稳定和强度增长。软土地基对道路与桥梁施工影响大，道路施工会导致路面沉降不均出现裂缝、坑洼，影响平整度和行车舒适性、缩短使用寿命，还易引发路基失稳、边坡滑塌威胁行车安全；桥梁施工会引起桥梁墩台不均匀沉降，使结构产生附加应力导致构件开裂变形，影响安全性和耐久性，且承载力低难满足设计要求，增加施工难度和成本^[1]。软土地基处理方法多样，按作用原理和施工工艺大致分为四类，表层处理法含表层排水、敷设材料、添加剂处理等，适用于浅层软土地基，通过改善表层工程性质提高承载力和稳定性；换填法挖除软土换填强度高的砂石、灰土等形成持力层，适用于软土层薄且分布范围小的情况；排水固结法设置排水通道加速水分排出使地基固结沉降提高强度，有堆载预压法、真空预压法等；复合地基法在软土地基中设置增强体如碎石桩、水泥搅拌桩等与软土形成复合地基提高承载和抗变形能力。施工前要做好充分准备，进行详细地质勘察了

解软土分布范围、厚度、物理力学性质等为设计施工方案提供地质资料，根据勘察结果和工程要求制定合理方案选择合适处理方法和技术参数，做好场地平整、临时设施搭建、施工道路修筑等现场准备，准备好材料设备并对施工人员进行技术培训和安全教育确保质量和安全。

2 软土地基施工技术在道路与桥梁施工中的具体应用

2.1 表层处理技术

(1) 表层排水法，通过在软土地基表层设置排水沟、盲沟等排水设施，将地表水和地下水排出以降低地基含水量、提高强度。排水沟沿道路或桥梁纵向布置，间距依软土性质和排水要求确定，通常为10-20m；盲沟是在地基埋设透水管，周围填充碎石等透水材料形成排水通道，该方法施工简单、成本低，适用于含水量高、渗透性好的浅层软土地基。(2) 敷设材料法，在软土地基表层铺一层或多层土工织物、砂垫层等材料改善地基工程性质，土工织物有加筋、隔离、排水作用，能提高地基抗剪强度和稳定性、减少沉降；砂垫层可排水和扩散荷载、加速地基固结沉降，铺土工织物要注意搭接宽度和固定方式确保与地基紧密结合，砂垫层厚度依据软土性质和设计要求确定，通常为0.5-1.0m。(3) 添加剂处理法，在软土中掺石灰、水泥等添加剂改善物理力学性质，石灰与软土中水分反应产生胶结物质提高强度和稳定性，水泥通过水化反应形成水泥石将软土颗粒胶结成加固土，添加剂掺量依据软土性质和设计要求确定，一般通过试验确定最佳掺量，该方法适用于含水量高、塑性指数大的软土地基。这三种表层处理技术各有特点，可根据软土地基的具体情况选择合适的方法或组合使用，有效改善软土地基的性能，为后续的道路与桥梁施工提供良好的基础条件。

2.2 换填法施工技术

开挖换填先要将软土挖除至设计深度，之后分层回

填强度较高的砂石、灰土等材料并分层压实,以此形成良好的持力层。在开挖过程中,需严格把控开挖深度和边坡坡度,防止边坡滑塌影响施工安全与进度。回填材料必须符合设计要求,具备良好的级配,含水量也应处于适宜范围。分层回填时,每层厚度通常不超过30cm,采用压路机或振动夯等设备进行压实操作,保证压实度达到设计标准,从而确保回填后的地基能够满足道路与桥梁施工的承载需求^[2]。爆破挤淤换填主要针对厚度较大、埋藏较深的软土地基,其施工方式是在软土中埋设炸药,借助爆破产生的冲击力将软土挤出,随后在爆坑中回填砂石等材料。进行爆破挤淤换填施工时,要精准控制炸药的用量以及爆破参数,这直接关系到爆破效果和施工安全,若控制不当可能引发安全事故或影响周边环境。回填材料的施工要求与开挖换填一致,要高度重视回填质量和压实度,只有保证这两点,才能使处理后的地基具有足够的强度和稳定性。这两种换填法施工技术各有适用场景,通过合理选择和正确施工,能够有效改善软土地基的性能,为道路与桥梁工程提供可靠的基础支撑,降低后期地基沉降等问题的发生概率,保障工程的质量与安全。

2.3 排水固结法施工技术

(1) 堆载预压法,通过在软土地基上堆放土石方、砂袋等重物施加预压荷载,促使地基固结沉降以提高强度。施工时需依据设计要求确定堆载重量与时间,堆载重量通常不小于设计荷载,堆载时间依据地基固结情况和设计要求而定,一般为3-6个月。堆载过程中要定期观测地基沉降和侧向位移,根据观测结果及时调整堆载方式和荷载大小,以此确保施工安全,防止因地基变形过大引发安全事故或影响周边环境。(2) 真空预压法,先在软土地基表面铺设厚度一般为0.4-0.5m的砂垫层,再铺设覆盖整个预压区域且与周边土体密封良好的密封膜,通过真空泵抽气使密封膜下形成负压施加预压荷载,加速地基固结沉降。抽气时要控制真空度,使其保持在80kPa以上,直至地基达到设计要求的固结度。该方法适用于处理渗透性较差的软土地基,相比其他方法具有施工速度快、效果显著的优势,能有效提高地基承载能力,减少后期沉降。两种方法各有特点,堆载预压法操作相对简单,但施工周期较长;真空预压法施工效率高,但对密封要求严格。在实际工程中,可根据软土地基的性质、工程要求以及现场条件等因素,合理选择排水固结法施工技术,通过科学施工有效改善软土地基性能,为道路与桥梁等工程建设提供可靠基础。

2.4 复合地基法施工技术

碎石桩是通过振动、冲击或水冲等不同方式在软土地基中完成成孔作业,之后向孔内填入碎石以形成桩体,该桩体与周围软土共同构成复合地基。在施工时,要依据具体的地质条件以及设计要求来选定合适的成桩工艺和设备,常见的有振动沉管法、振冲法等。成桩环节至关重要,必须严格控制孔径、孔深和垂直度,因为这些因素直接关系到桩体质量,只有孔径、孔深和垂直度符合标准,才能保证桩体能够发挥应有的作用。填入碎石时,要分层进行操作,每层厚度不能过大,并且要采用振捣或反插等方式使碎石密实,进而形成具备一定强度的桩体,有效增强软土地基的承载能力。水泥搅拌桩是以水泥作为固化剂,借助特制深层搅拌机械将水泥与软土进行强制搅拌,使软土硬结成具有整体性和一定强度的桩体。施工前需先进行试桩,通过试桩确定水泥掺量、搅拌速度、提升速度等关键参数,为后续正式施工提供准确依据。施工期间要保证搅拌机始终处于垂直状态,同时严格把控水泥浆喷入量和搅拌时间,确保水泥与软土能够充分混合,形成均匀的桩体^[3]。水泥搅拌桩适用于处理含水量高、塑性指数大的软土地基,其施工过程中无振动、无噪声,对周围环境影响较小,能有效减少施工对周边居民和生态的干扰。这两种复合地基法施工技术都能切实有效地改善软土地基的性能,提高地基的承载力和稳定性,减少地基沉降,为道路与桥梁等工程建设提供可靠的基础支撑,保障工程能够安全、正常使用,降低后期维护成本与风险。

3 道路与桥梁软土地基施工质量控制与优化策略

3.1 施工过程质量控制要点

材料质量是保证软土地基施工质量的基础,施工时要严格把控材料质量,对进入施工现场的材料开展检验和试验,确保其符合设计要求与相关标准。砂石材料需级配良好,含泥量在规定范围内;水泥要有合格证和检验报告,强度等级达到设计要求;土工织物的规格和性能应满足设计,无破损、老化情况^[4]。施工工艺是影响软土地基施工质量的关键因素,施工要严格依照工艺要求进行,控制好每个环节质量。换填法施工时,要控制好开挖深度、回填材料质量和压实度;排水固结法施工时,要控制好堆载重量、堆载时间和真空度等参数;复合地基法施工时,要控制好成桩工艺、桩体质量和桩间距等。施工监测是及时掌握软土地基施工质量和安全状况的重要手段,施工时要建立完善的施工监测体系,对地基的沉降、侧向位移、孔隙水压力等进行监测。依据监测结果,及时调整施工参数和施工方案,以此确保施工安全和工程质量。若发现地基沉降过大或侧向位移超

过允许值,应马上停止施工,采取相应加固措施,防止问题进一步扩大,影响整个工程的稳定性和安全性。通过严格把控材料、工艺和监测这三个要点,能有效提高软土地基施工质量,为后续的道路与桥梁建设提供可靠基础,保障工程的长期稳定运行。

3.2 质量检测方法

静力触探试验作为原位测试方法,把静力触探仪探头按一定速度压入土中,测量探头所受阻力,以此间接判断土的物理力学性质,能快速、连续获取土的强度和变形参数,适用于评价软土地基承载能力与均匀性,为后续施工提供基础数据参考。标准贯入试验使用质量63.5kg的穿心锤,以76cm落距将标准贯入器打入土中30cm,记录锤击数判断土的性质,操作简单且结果直观,可确定软土地基承载力、变形模量等参数,评估地基处理效果,帮助施工人员了解地基处理后的性能变化。载荷试验是在现场直接对地基施加荷载,观测地基沉降随荷载的变化关系,以此确定地基承载力和变形特性,分为浅层平板载荷试验和深层平板载荷试验,可根据工程实际情况选择合适方法,其结果准确可靠,是评价地基承载力的直接方法,不过试验周期长、成本高,通常在重要工程或对地基承载力要求严格时采用。这三种质量检测方法各有特点,相互补充,通过综合运用它们,能全面、准确地了解软土地基的质量状况,为道路与桥梁等工程建设提供可靠依据,确保工程质量和安全,减少后期因地基问题引发的维修和加固成本。

3.3 优化策略

优化施工方案需依据地质勘察结果与工程要求,结合各类软土地基处理方法的适用范围和特点进行。要挑选最适宜的地基处理方法并确定合理技术参数,保证施工方案科学合理,同时兼顾施工成本和工期,在确保工程质量的基础上,降低工程成本、缩短施工工期,提高工程整体效益。加强施工管理是保障软土地基施工质量的关键举措,要建立健全施工管理制度,明确各部门和人员职责,强化对施工过程的监督与检查^[5]。定期组织

施工人员进行技术培训和安全教育,提升其技术水平和安全意识,使施工人员能严格按照规范操作,减少施工失误和安全隐患。还要加强施工现场的协调配合,确保各施工环节紧密衔接,保障施工顺利进行。随着科技进步,新的软土地基处理技术和工艺不断出现,应积极引入如真空一堆积联合预压法、高真空击密法等新技术新工艺,提高软土地基处理的效果和效率,缩短施工时间,提升地基质量。同时,要加强对新技术新工艺的研究和应用,不断总结经验,根据实际施工情况调整和完善处理方法,推动软土地基处理技术持续发展,为道路与桥梁等工程建设提供更优质、高效的地基处理方案,确保工程长期稳定安全使用。

结束语

综上所述,道路与桥梁施工中软土地基处理至关重要,关乎工程质量和安全。表层处理、换填法、排水固结法、复合地基法等施工技术各有适用场景,合理应用可改善地基性能。施工过程要严格把控材料、工艺和监测等质量控制要点,综合运用多种质量检测方法。同时,需优化施工方案、加强施工管理、引入新技术新工艺。通过多方面努力,能有效提高软土地基施工质量,为道路与桥梁建设提供可靠基础,保障工程长期稳定运行,降低后期维护成本。

参考文献

- [1]韦锋.道路桥梁施工中软土地基施工技术处理研究[J].运输经理世界,2023(3):119-121.
- [2]路士云,刘灵青.公路桥梁施工中软土地基施工技术的应用分析[J].运输经理世界,2022(28):110-112.
- [3]李劲.道路桥梁施工中的软土地基处理技术要点[J].黑龙江交通科技,2022,45(9):44-46.
- [4]李富余,谭化富.道路与桥梁施工中软土地基施工技术应用分析[J].运输经理世界,2024(19):107-109.
- [5]赵久敏,郑桔庆.道路桥梁施工中软土地基施工技术处理措施探讨[J].建材发展导向,2024,22(12):73-75.