

道路桥梁施工中软弱地基的处理技术

文 / 刘玉衡 昆山市交通工程集团有限公司

摘要: 软弱地基是道路桥梁施工中的常见问题,影响着工程的质量及安全。本文围绕道路桥梁施工中软弱地基的处理技术展开讨论,从软弱地基的概述入手,分析道路桥梁施工中软弱地基处理的重要性,阐述了软弱地基处理技术,给出了软弱地基处理施工管理策略,旨在为软弱地基施工提供参考,确保软弱地基处理的质量,保证工程结构的质量及安全。

关键词: 道路; 桥梁; 施工; 软弱; 地基

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.01.083

引言

在道路桥梁施工中,软弱地基对工程质量和安全构成了极大的挑战。处理软弱地基问题需要采用科学有效的技术措施,以确保结构物的稳定性和使用寿命。本文将对道路桥梁施工中软弱地基处理技术进行探讨。

一、软弱地基

软弱地基是土壤或岩层具有低承载力、易变形的地质条件,此种地基在承受荷载时容易发生过度沉降或变形。软弱地基的特征主要包括以下几个方面:(1)含水量高。软弱地基土壤通常具有较高的含水量,会导致土壤的体积膨胀,使得其承载力降低。在饱和状态下,土壤颗粒之间的摩擦力减小,土体的压缩性增加,地基在荷载作用下更容易发生沉降。高水分还可能引发软弱地基的液化现象,特别是在地震等动态荷载作用下,土体变得像液体一样流动,进一步影响结构的稳定性。

(2)压缩率较高。软弱地基的压缩率通常较高。在荷载作用下,土体会发生较大的体积压缩,地基沉降量较大,常见于黏土、淤泥等软弱土层,尤其在湿润环境中表现得更加明显。(3)抗剪性能差。抗剪强度是决定土体稳定性的重要指标,而软弱地基的土层由于其低密实度和高含水量,抗剪强度通常较低,如黏土和淤泥土的抗剪强度低,容易在荷载作用下发生剪切破坏,导致地基失稳。(4)透气性差。透气性差是土壤中的空气和水分难以有效流通,常见于高黏性土壤和饱和土层。低透气性导致土壤的排水性差,水分难以迅速排出,进而影响土体的力学性能和稳定性。较差的透气性还可能导致土壤在受荷载时出现水分积聚,从而进一步加剧沉降和变形。(5)流变性较强。流变性较强是土壤在荷载作用下具有较大的变形能力,表现为持续的流动性和变形。流变性强的土层会在荷载作用下逐渐发生变形,表现为较高的流动性和塑性,常见于黏土、淤泥等软弱土层。总之,软弱地基具有高含水量、高压缩率、差抗剪性能、低透气性和强流变性等特点,这些特征决定了其在工程建设中的复杂性和挑战性。在设计和施工过程中,需要充分考虑这些特点,采取有效的地基处理和加固措施,以确保工程的安全性和稳定性^[1]。

二、道路桥梁施工中软弱地基处理的重要性

(一) 确保结构物的稳定性和安全性

在荷载作用下,软弱地基的低承载力和大变形特性使得道路桥梁结构可能会出现严重的沉降、倾斜或破坏。如果不对软弱地基进行有效处理,可能导致结构物的沉降不均、倾斜,甚至出现裂缝或倒塌。处理软弱地基可以提高地基的承载力,减少沉降量,确保道路和桥梁在使用过程中的稳定性和安全性,防止由于基础不稳引发的事故和故障。

(二) 提高施工质量和效率

在施工过程中,软弱地基如果不加处理,会导致施工难度增加,施工进度受到影响。软弱地基的处理可以使施工过程更加顺利,减少由于地基不稳引起的施工延误和成本增加。通过采取如地基加固、土壤改良等措施,可以提高施工质量,确保道路桥梁工程按照设计要求进行建设,避免后期的修复和维护问题,提高施工效率和工程的整体经济性。

(三) 保障长期使用的耐久性

在道路桥梁运营过程中,承受的荷载和环境条件可能导致软弱地基的性能进一步恶化。如果软弱地基处理不当,长期的沉降和变形可能会影响到结构物的功能和耐久性。适当的地基处理措施可以提高地基的稳定性和耐久性,减少因地基问题导致的长期维修和加固需求,延长结构物的使用寿命。

(四) 避免环境影响和后期问题

未处理的软弱地基可能在施工和使用过程中对环境产生负面影响,如引发地基沉降导致周边道路桥梁结构或基础设施受损。通过对软弱地基进行处理,可以减少这种环境影响,保护周围的自然环境和人类活动区域。此外,处理软弱地基还可以避免后期由于地基问题导致的频繁维修和安全隐患,减少对周围环境的二次影响。

(五) 符合法规和设计的要求

在道路桥梁施工中,地基处理也是符合相关法规和设计要求的必要步骤。各类工程标准和规范通常对地基条件和施工质量有明确的要求,处理软弱地基是确保工程满足这些要求的重要手段。通过合规的地基处理,可

以避免因地基问题引发的法律和规范违背问题，确保工程的合法性和规范性^[2]。

三、道路桥梁施工中软弱地基的处理技术

(一) 预应力管桩

预应力管桩技术是在地基中打入预制的预应力管桩，利用管桩的高强度和高压应力特性，显著提高地基的承载力和稳定性。预应力管桩采用高强度混凝土制造，并施加预压应力，使其具有优异的抗弯性能和承载能力，使得管桩能够承受较大的荷载，有效提高地基的稳定性。预应力管桩采用工厂预制、现场安装的方式，大大简化了施工流程。管桩的打入过程机械化程度高，施工速度快，能够显著提高施工效率。相比其他地基处理方法，预应力管桩施工过程中的噪音和振动较小，对环境的影响较低，尤其在城市或对环境要求较高的区域中，具有重要的环境保护意义，有助于减轻对周围居民和建筑物的影响。同时，由于施工速度快、效率高，使得道路桥梁工程项目能够更快地完成，降低了项目的总工期，节省劳动力成本和工期成本，具有良好的经济效益。在道路桥梁施工中，在地基打入预应力管桩，软弱土层得到有效加固，承载力大幅提升，有助于减小地基沉降量，确保道路桥梁的稳定性和安全性。施工单位可以根据工程需求布置预应力管桩，形成稳定的基础结构，更好地传递荷载，降低地基变形的风险。

(二) 木工合成材料

木工合成材料由木材与其他合成材料混合，形成复合结构，具有优异的力学性能，如高强度和良好的抗压、抗弯能力，使其能够在软弱地基中有效传递荷载。相比传统的混凝土和钢材，木工合成材料通常具有较低的密度，在施工过程中更容易处理和安装。同时，其高强度特性使得在处理软弱地基时能够有效支撑道路桥梁结构，减少沉降和变形。木工合成材料利用可再生的木材资源，在生产过程中相对较少的能源消耗和较低的碳排放，使其成为一种环境友好的地基处理选项。在一些道路桥梁施工中，木工合成材料被用作临时支撑结构，或者作为地基改良的辅助材料。例如，在软弱土层中设置木工合成材料制成的承台或基础垫层，可以有效分散荷载，减少地基沉降。此外，这些材料还可以用于制造增强型地基板或加固桩，进一步提高地基的承载能力。

(三) 换填法

换填法是将原地基中的软弱土层替换成具有更好物理性质的填料，以提高地基的承载力和稳定性，从而确保工程的长期安全和可靠。在实施换填法时，通常选择具有良好力学性能和稳定性的填料，如砂土、碎石、砾石等，这些填料具有较高的承载力和透水性，可以有效地改善地基的力学性质和排水性能。换填法的施工流程，包括土层挖除、填料运输、填料铺设和压实等。施工过程需要根据地基情况和工程要求，进行科学设计和控制，以确保换填效果的最佳化。换填法常用于处理深

层软弱地基。例如，在进行道路桥梁桩基施工时，如果发现桩基下方存在较厚的软弱土层，可以采用换填法先将这些软弱土层挖除，使用碎石或砂土等优质填料进行替换，提升了地基的承载力，还减少了因沉降而对桥梁结构造成的影响。

(四) 水泥土搅拌桩

水泥土搅拌桩是在地基中搅拌水泥和土壤，形成具有较高承载力和稳定性的桩体，从而有效提高地基的性能，增强结构物的安全性和稳定性。在施工时，通常采用机械化搅拌设备，将水泥浆注入到预定深度的土层中，并进行搅拌。搅拌过程中，水泥浆与土壤充分混合，形成固化后的水泥土桩。施工完毕后，待水泥土桩固化达到设计强度后，进行后续工程施工。水泥土搅拌桩的材料选择通常包括水泥、土壤和水。在配置混合料时，水泥用量根据地质条件和设计要求进行调整，确保水泥土桩具有足够的强度和稳定性。土壤可选择本地土层，具有良好的塑性和流动性。在一些道路和桥梁工程中，尤其是在遇到深层软弱地基时，水泥土搅拌桩被广泛应用。例如，在道路桥梁基础施工中，如果发现基底土层为软黏土或淤泥层，可以通过水泥土搅拌桩技术进行处理。施工时，使用搅拌设备将水泥浆与软弱土层充分混合，形成具有足够承载力的水泥土桩，改善地基条件，保障桥梁的长期稳定性和安全性。

(五) 强夯法

强夯法是利用重型夯锤的反复夯击作用，对地基土层进行机械振动和压实。夯锤在高空自由落下，通过强大的冲击力使地基土体颗粒重新排列，减少空隙，增加土体的密实度和强度。在实施强夯法时，通常使用夯锤、夯板等专用设备。夯锤的重量和落距根据地基条件和设计要求确定，以保证夯击效果的充分发挥。设备的运行需要依靠专业的机械操作和控制技术，以确保施工质量。在施工过程中，夯锤从一定高度自由下落，对地基进行连续的夯击。每次夯击后，夯点周围的土体逐步密实，施工单位应跟踪施工，根据地基的响应情况逐步调整夯击次数和夯击间距，确保土体密实度达到设计要求。强夯法适用于多种类型的土壤，包括松散砂土、软黏土和淤泥等，其施工过程灵活，可以根据地基的实际情况进行调整和优化，满足不同工程的要求。

(六) 高压注浆技术

高压注浆技术是将浆液以高压注入土层，改变土体的性质，提高地基的承载力和稳定性。施工单位需要根据设计要求，在施工区域钻孔。钻孔的深度和直径需符合设计规范，通常采用旋转钻机进行钻孔作业。钻孔应均匀分布，以确保注浆效果。钻孔后需要进行孔壁处理，以保证浆液的有效注入，并防止孔壁坍塌。按照设计配比调制浆液。常见的浆液包括水泥浆、化学浆液等，具体选择取决于地基土质和施工要求。将浆液通过注浆管道以高压注入钻孔中。注浆过程需实时监控注浆

压力和流量，确保浆液均匀扩散到土层中。在注浆过程中，施工单位需要控制好压力，以防止浆液溢出或造成土体破坏。施工单位还需要监测地面和周边土体的反应，观察地基沉降、孔位变化等情况。根据实际情况调整注浆压力和流量。注浆完成后，需等待浆液固化。固化时间通常取决于浆液的类型和施工环境，通常需要数小时到数天。固化后，进行地基处理效果的评估。检查土体的强度、沉降情况以及地基的整体稳定性。根据评估结果，确定是否需要进一步的处理^[3]。

四、道路桥梁施工中软弱地基处理施工管理

（一）施工准备

在施工前，施工单位首先需要对施工现场进行详尽的勘察。勘察工作应包括地质勘察和水文勘察，以了解现场的地质结构和水文情况。基于勘察结果，制定科学合理的施工方案，包括地基处理的技术措施、施工方法、材料选择等。其次，根据设计要求选择合格的材料，并在施工前对材料进行严格的质量检验，确保其符合设计标准和规范要求。设备是施工的关键工具，施工前施工单位应对施工机械进行检查维修，确保其性能良好，能够满足施工要求。再次，有计划地布置施工现场，包括施工作业区、材料堆放区、临时设施区等，设置必要的安全警示标志和临时通道，确保施工人员和材料运输的安全。从次，施工人员的技术水平和安全意识直接影响到施工质量和安全。在施工前，施工单位应对施工人员进行专业的技术和安全培训，使其熟悉工程设计方案、施工流程和操作规范，提高施工效率和安全性。最后，了解并遵守相关的法律法规和施工标准规范，确保各项工作的合法性、规范性和科学性。施工单位应制定详细的施工计划和应急预案，以应对在施工过程中可能出现的各种风险和问题。

（二）施工过程

在道路桥梁施工中，软弱地基处理的施工过程是确保地基稳定性和工程安全性的核心阶段。首先，根据设计要求，实施软弱地基处理工艺，如加固、换填、排水等。每个工序必须严格按照施工方案执行，确保处理效果符合设计要求，如采用深层搅拌、注浆加固等技术，施工时需确保搅拌深度、注浆压力等参数符合设计要求。其次，施工过程中需加强安全管理，确保施工人员的安全。设置警示标志、提供必要的安全防护装备，并定期进行安全培训和检查。施工现场设置围栏和警示标志，要求施工人员佩戴安全帽、安全带等防护装备。定期对施工现场进行安全隐患排查，及时整改发现的问题。再次，施工过程中应采取环保措施，控制施工对周围环境的影响。防止施工过程中的噪音、粉尘、废水等对环境造成污染。采用洒水降尘、覆盖物料等措施，减少施工产生的粉尘。设置废水沉淀池或处理设施，确保施工废水经过处理后排放。对施工现场产生的垃圾和废料进行分类和处理，确保符合环保要求。设立专门的垃

圾处理点，并定期清理。从次，根据施工计划安排施工进度，定期检查进度执行情况。及时调整施工计划，解决影响施工进度的问题，确保施工按时完成。最后，详细记录施工过程中的每个环节，包括施工方法、工序进度、质量检查结果等。记录应真实、准确，便于后期查阅和审计，为后期验收和维护提供依据^[4]。

（三）施工验收

在验收阶段，施工单位应为验收做好充分的准备和配合，确保验收顺利进行，并达到预期的工程质量要求。首先，施工单位需准备和整理所有与工程相关的资料，包括施工记录、质量检测报告、材料质保书、施工图纸等，确保所有文件和资料准确无误。在正式验收前，施工单位应进行自检和自查，确保工程质量符合设计要求和技术规范。对于自检中发现的问题，施工单位需立即进行整改，确保在验收前问题已被解决，并符合相关标准。其次，施工单位需要协调现场人员，包括施工队伍、技术人员和其他相关人员，确保验收期间的顺利进行，保证施工现场整洁、有序。再次，在验收过程中，施工单位应积极配合验收小组进行现场检查，提供必要的技术解释和支持。对验收小组提出的问题给予及时、准确的答复。从次，验收中发现的每一个问题，施工单位应制定详细的整改方案，对问题进行彻底处理。整改完成后，施工单位需准备好复验材料，并协调验收小组进行复验，确认整改效果符合要求。最后，施工单位应制定并实施后期维护计划，定期对工程进行检查和维护，确保工程长期稳定和安全。在保修期内，施工单位需提供及时的保修服务，处理任何因施工质量问题导致的维修和更换工作^[5]。

结语

综上所述，在道路桥梁施工过程中，软弱地基可能会对结构的质量及安全造成影响，因此，应重视软弱地基的处理。施工单位应明确软弱地基处理的重要性，掌握软弱地基施工技术要点，通过施工准备、施工过程以及验收等管理，确保软弱地基处理的质量。

参考文献

- [1] 武文卓. 软弱地基处理中道路桥梁施工处理技术分析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022(7): 81-84.
- [2] 张文旭. 软弱地基处理中道路桥梁施工处理技术[J]. 世界家苑, 2022(3): 109-111.
- [3] 林润. 道路桥梁施工中软弱地基的处理方法[J]. 新材料·新装饰, 2022(13): 106-108.
- [4] 汤磊. 软弱地基处理中道路桥梁施工处理技术[J]. 新型工业化, 2022(1): 145-146, 149.
- [5] 李杰. 道路桥梁施工中软弱地基的处理方法简析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(4): 100-103.

作者简介: 刘玉衡(1989-8), 男, 汉, 安徽泗县人, 本科, 工程师, 从事工程管理工作。