水利施工中软土地基施工技术探讨

王利锋

吴江市水利建筑工程有限公司 江苏 吴江 215200

摘要: 随着水利工程建设的不断推进,软土地基的处理技术成为确保工程质量和安全的重要课题。本文系统探讨了水利施工中软土地基处理的多种关键技术,如粉喷桩加固、加筋填土垫层、旋喷法等,分析了它们的原理、适用条件及施工要点。通过结合实际工程案例,本文深入剖析了这些技术在提升地基承载力、控制沉降变形等方面的应用效果,旨在为水利施工中的软土地基处理提供理论支撑和实践指导,促进工程建设的顺利进行。

关键词: 水利施工;软土地基;施工技术

引言:在水利工程施工中,软土地基的处理一直是工程界关注的焦点。由于软土地基具有低强度、高压缩性、透水性差等不良特性,若不进行妥善处理,极易导致地基失稳、工程结构破坏等严重后果。因此,探索和研究有效的软土地基施工技术,对于确保水利工程的稳定性、安全性和耐久性具有重要意义。本文旨在通过对当前软土地基处理技术的梳理和分析,为水利施工提供有益的参考,推动水利工程技术的不断进步和发展。

1 软土地基处理技术的理论基础

1.1 地基处理原理

(1)软土地基加固的基本原理。软土地基加固的主要原理是通过提高地基土的强度和稳定性,以满足工程对地基承载力和变形的要求。加固方法包括通过改变地基土的应力状态、增强土体颗粒之间的连接力或减小土体的孔隙比等。这些方法的核心在于利用物理、化学或力学手段,改善地基土的性质,从而使其能够承受工程荷载。在实际操作中,加固方法如粉喷桩加固、加筋填土垫层、旋喷法等,均通过向地基土中注入固化剂、增强材料或采用机械压实等方式,提高地基的承载力和抗变形能力。加固后的地基土能够有效减小沉降量,增加地基的整体稳定性。(2)影响地基处理效果的主要因素。地基处理效果的好坏受到多种因素的影响,包括地基土的性质、处理方法的选择、施工质量的控制等。地基土的含水量、有机质含量、孔隙比和压缩性等特性,直接关系到处理方法的可行性和效果。同时,处理方法的适用性也需根据具体工程要求和地质条件来确定。此外,施工过程中的质量控制同样至关重要。如处理材料的质量、施工参数的设定、施工操作的规范性等,都会直接影响地基处理的效果。因此,在实际工程中,需根据具体情况,综合考虑各种因素,选择合理的地基处理方法,并严格控制施工质量。

1.2 现有技术概述

(1)总结目前常用的软土地基处理技术。目前,常用的软土地基处理技术包括粉喷桩加固、加筋填土垫层、旋喷法、振动水冲法和注浆加固法等。这些方法各具特色,适用于不同类型的软土地基处理。(2)各技术的优缺点及适用范围。粉喷桩加固技术适用于多种软土地基,具有施工速度快、加固效果显著等优点,但成本相对较高。加筋填土垫层技术适用于浅层软土地基处理,能有效提高地基的承载力,但对施工要求较高。旋喷法适用于深层软土地基处理,加固效果好,但施工难度较大。振动水冲法适用于中、低饱和度软土地基,具有成本低、施工简便等优点,但加固效果相对较弱。注浆加固法则适用于各种复杂地质条件下的软土地基处理,具有施工灵活、加固效果显著等特点。

2 水利施工中的软土地基施工技术

2.1 粉喷桩加固技术

(1)粉喷桩施工方法。粉喷桩加固技术是通过将水泥粉或其他固化剂与软土进行混合,利用固化剂的固化作用使软土形成具有一定强度的桩体,从而加固地基。在施工过程中,首先需要对软土地基进行预处理,如排水、清除杂物等,然后根据设计要求进行钻孔,将水泥粉通过钻孔注入软土中,并进行充分的搅拌混合。混合后,待水泥粉与软土发生化学反应并固化,形成粉喷桩。(2)粉喷桩加固软土地基的原理及效果分析。粉喷桩加固软土地基的原理主要是利用水泥粉的固化作用,与软土中的水分发生化学反应,生成氢氧化钙等化合物,这些化合物能够填充土颗粒之间的空隙,形成较为密实的结构。同时,水泥粉的加入还能提高土体的强度和抗变形能力。经过粉喷桩加固后的软土地基,其承载能力显著提高,沉降量减小,变形得到控制^[1]。(3)粉喷桩施工中的关键问题及解决措施。粉喷桩施工中可能

遇到的关键问题包括：固化剂用量不足、搅拌不均匀、桩体强度不足等。为解决这些问题，需要严格控制固化剂的用量，确保每根桩的固化剂用量符合设计要求；同时，加强搅拌工艺，确保水泥粉与软土充分混合；在施工中还需要对桩体进行强度检测，确保桩体强度满足设计要求。

2.2 加筋填土垫层技术

(1) 加筋材料的选择及铺设方法。加筋填土垫层技术是在软土地基上铺设一层或多层加筋材料，如土工格栅、土工织物等，然后在加筋材料上铺设填土，形成加筋填土垫层。在选择加筋材料时，需要考虑材料的强度、耐久性、抗腐蚀性等性能。铺设时，需要确保加筋材料平整、连续，避免出现褶皱或断裂。(2) 填土垫层的作用及施工要点。填土垫层的主要作用是分散荷载、提高地基承载力、减少沉降量。施工要点包括：确保填土的质量和压实度符合设计要求；在铺设加筋材料前，需要对软土地基进行平整处理；在铺设填土时，需要逐层压实，确保填土的密实度。(3) 加筋填土垫层技术在水利施工中的应用实例。在水利施工中，加筋填土垫层技术常被用于堤防工程、水闸等建筑物的地基处理。例如，在某堤防工程中，采用加筋填土垫层技术对软土地基进行处理，通过铺设土工格栅和填土，形成加筋填土垫层，有效提高了地基的承载力和稳定性。

2.3 旋喷法技术

(1) 旋喷桩的施工过程及加固原理。旋喷法技术是通过高压喷射水泥浆或其他固化剂，形成旋喷桩来加固软土地基。旋喷桩的施工过程包括：钻孔、注浆、旋喷等步骤。注浆时，将水泥浆等固化剂注入钻孔中，然后通过旋喷器将固化剂以高压喷射到软土中。固化剂在喷射过程中与软土充分混合，并在高压作用下形成较为密实的桩体。旋喷桩的加固原理主要是利用高压喷射的固化剂与软土发生化学反应，生成新的化合物，同时固化剂的渗透和填充作用也能提高土体的强度和抗变形能力^[2]。(2) 旋喷法施工中的关键技术参数及影响因素。旋喷法施工中的关键技术参数包括喷射压力、注浆流量、旋喷速度、注浆管提升速度等。这些参数的选择需要根据软土地基的性质、施工要求以及固化剂的种类来确定。影响因素方面，主要包括地基土的含水量、有机质含量、孔隙比等特性，以及施工过程中的注浆压力、注浆时间等控制因素。这些因素都会直接影响旋喷桩的形成效果和加固效果。(3) 旋喷法在水利施工中的实际应用效果。旋喷法在水利施工中的实际应用效果良好。通过旋喷法加固后的软土地基，其承载能力和稳定性得到了显著提高。同时，旋喷法施工具有操

作简便、加固效果显著、工期短等优点，因此在水利施工中得到了广泛应用。例如，在某水库大坝工程中，采用旋喷法对软土地基进行了加固处理，有效提高了大坝的安全性和稳定性。

2.4 其他技术

(1) 振动水冲法的基本原理及施工要点。振动水冲法是利用高频振动设备和高压水流，对软土地基进行冲击和振动，使土体颗粒重新排列并紧密排列，从而提高地基的承载力和稳定性。其基本原理是通过高频振动和高压水流的共同作用，使土体颗粒产生振动效应和剪切效应，进而改变土体的结构和力学性质。施工要点包括：根据设计要求确定振动设备和高压水流的参数；对软土地基进行预处理，如排水、清除杂物等；施工过程中需要严格控制振动和冲击的力度，避免对周围环境和建筑物造成影响。(2) 注浆加固法的应用原理及实施步骤。注浆加固法是通过注浆设备将水泥浆或其他固化剂注入软土地基中，填充土体颗粒之间的空隙，形成较为密实的结构体，从而提高地基的承载力和稳定性。其应用原理主要是利用固化剂的填充和固化作用，与软土中的水分和土颗粒发生化学反应，生成新的化合物，从而改善土体的力学性质。实施步骤包括：确定注浆孔的位置和间距；钻孔并安装注浆管；注浆时控制注浆压力和注浆流量；注浆完成后进行养护和检测^[3]。(3) 这些技术的适用场景及限制条件。振动水冲法和注浆加固法各有其适用场景和限制条件。振动水冲法适用于处理含水量较高、有机质含量较低的软土地基，但不适用于处理深度较大的地基或含有坚硬夹层的地基。注浆加固法则适用于处理各种类型的软土地基，包括含水量较高、有机质含量较高的地基，但不适用于处理含有大量地下水或流沙的地基。此外，注浆加固法的施工成本相对较高，且注浆过程中可能对周围环境造成一定影响，因此需要综合考虑施工条件、成本效益以及环境保护等因素来选择合适的地基处理技术。

3 工程应用案例分析

3.1 案例一：某水利工程施工中的软土地基处理技术

(1) 工程背景及地质条件。某水利工程项目位于我国东部沿海地区，地势低洼，地基主要由淤泥质黏土组成，具有含水量高、抗剪强度低、压缩性大等特点，是典型的软土地基。由于该地区常年受海风和潮汐影响，地基土质的稳定性较差，给工程施工带来了极大的挑战。(2) 采用的软土地基处理技术。针对该水利工程的软土地基特点，项目团队经过深入研究和分析，决定采用深层搅拌法进行地基处理。深层搅拌法是一种通过

向软土地基中注入水泥、石灰等固化剂,利用搅拌机将其与地基土充分混合,形成固化体的加固方法。该方法能有效提高地基的承载力和抗剪强度,同时减少地基的沉降和变形^[4]。(3) 施工过程及效果评价。在施工过程中,项目团队严格按照施工规范进行操作,确保搅拌机的下沉深度、提升速度、注浆压力等参数均符合设计要求。同时,对注浆材料的质量和配比进行了严格控制,以确保固化体的强度和稳定性。经过深层搅拌法处理后,地基的承载力和抗剪强度显著提高,沉降和变形得到了有效控制。在后续的施工和运营过程中,地基表现出了良好的稳定性和耐久性。通过实际监测和数据对比,项目团队发现处理后的地基沉降量明显减小,且未出现明显的裂缝和变形。此外,地基的承载力也得到了大幅提升,完全满足了水利工程的施工需求。

3.2 案例二:另一典型水利工程的软土地基处理实践

(1) 项目概况及地基处理需求。另一水利工程项目位于内陆河流沿岸,地基主要由砂土和黏性土组成。由于该地区降雨量较大,地基常年处于饱和状态,导致地基承载力和稳定性较差。为了满足工程施工和后续运营的需求,项目团队需要对地基进行加固处理。(2) 选择的施工技术及其实施过程。针对该项目的地基特点,项目团队选择了强夯法作为主要的加固技术。强夯法是一种通过重锤自由落体冲击地基,使地基土密实度增加、承载力提高的方法。该方法适用于处理砂土、黏性土等类型的软土地基。在实施过程中,项目团队首先对地基进行了平整和排水处理,以确保施工区域的干燥和稳定。然后,按照设计要求设置了碎石垫层,以减少重锤对地基的直接冲击。接着,利用强夯机进行多次重锤夯实作业,直至地基达到设计要求的密实度和承载力。(3) 处理效果及经验教训总结。经过处理后,地基的承载力和

稳定性得到了显著提升,沉降量得到了有效控制。项目团队在施工过程中发现,换填法能够显著改善地基的力学性质,但施工成本较高。砂垫层与土工格栅加固的应用进一步提高了地基的抗剪强度和整体性,但需要注意施工过程中的质量控制。强夯法对于提高地基的承载力和密实度具有较好的效果,但需要注意控制夯击能量和次数,避免对地基造成过大的扰动。通过这两个案例的实践,项目团队积累了丰富的软土地基处理经验,为后续类似工程提供了有益的参考。同时,也认识到软土地基处理的复杂性和多样性,需要综合考虑地质条件、工程需求、施工条件和技术经济指标等因素,选择合适的处理技术和方案。

结束语

综上所述,水利施工中软土地基的处理是一项复杂而重要的任务,关系到整个工程的安全与稳定。通过本文对多种施工技术的研究和分析,我们可以看到,不同的技术方法各有优劣,适用于不同的地质条件和工程需求。因此,在实际施工中,我们应根据具体情况科学选择、合理搭配,以实现最佳的处理效果。未来,随着科技的不断进步和工程实践的深入,我们相信会有更多先进的软土地基处理技术涌现,为水利事业的发展贡献力量。

参考文献

- [1]赵军亮.软土地基处理技术在水利施工中的应用[J].智能城市,2020,6(24):156-157.
- [2]李焯.水利工程施工中软土地基处理技术[J].石河子科技,2023(03):35-36.
- [3]王磊.水利工程施工软土地基处理技术研究[J].内蒙古水利,2023(04):18-19.
- [4]易芬.探讨水利施工中的软土地基施工技术[J].农村青年,2022(6):156-158.