水利堤防工程软土地基处理技术与施工管理

朱太飞¹ 唐加庆²

1. 昆山市水利建筑安装工程有限公司 215300; 2. 苏州市吴中区水务局 215104

DOI:10.12238/ems.v7i7.14226

[摘要] 本文旨在探讨水利堤防工程中软土地基处理的技术手段与施工管理策略。通过对当前软土地基处理技术的详细介绍,包括预压法与真空预压、振动沉桩技术、深层搅拌桩法、强制排水与地基加固材料应用以及地基注浆技术等,文章分析了这些技术在提升地基承载力和稳定性方面的作用。同时,文章还关注了施工过程中的关键技术,旨在实现工程的高效、安全与环保。此外,文章还深入探讨了水利堤防工程施工现场的安全管理,包括安全风险识别与预防、应急预案与事故处理等,以确保施工过程的安全可控。

[关键词] 软土地基; 水利堤防工程; 地基处理技术; 施工管理

一、地基处理技术详解

1.1 预压法与真空预压

预压法与真空预压是软土地基处理的关键技术之一,尤其在水利堤防工程中起着至关重要的作用。预压法是通过在施工前向地基施加额外的荷载,促使土体中的水分排出,从而实现地基的固结和承载力提升。这一方法适用于含水量高、渗透性差的软弱地基,如沿海滩涂或湖泊周边区域的建设。

真空预压是预压法的一种强化形式,它结合了密封膜技术,通过在地基表面形成真空状态,加速土体孔隙水压力的降低,进而提高地基的压缩性能。该方法利用大气压力作为预压荷载,将地基中的水分强制排出,从而加速地基的固结过程。真空预压技术特别适用于那些难以通过常规预压方法有效排水和固结的地基,如细粒土含量高的软土地基。此外,真空预压还能有效减少地基的不均匀沉降,提高地基的整体稳定性和承载力。

1.2 振动沉桩技术

振动沉桩技术是软土地基处理中的重要方法,尤其适用于含水量高、土质松软的工程场地。该技术通过利用振动锤产生的机械振动,使桩体在土中产生可控制的液化现象,从而实现桩的顺利沉入。振动沉桩技术不仅提高了沉桩效率,而且能够减少对周围土体的扰动,确保地基处理的稳定性。相较于传统的静压沉桩方法,振动沉桩技术具有更高的适应性和灵活性,特别适用于那些难以通过常规方法施工的复杂地质条件。此外,该技术还能有效减少施工过程中的噪音和振动污染,符合现代环保施工的要求。振动沉桩技术在水利堤防工程中的应用,不仅提高了地基处理的效率和质量,还为工程的长期稳定性和安全性提供了有力保障。

1.3 深层搅拌桩法

深层搅拌桩法,作为软土地基处理的一种重要技术,通过利用水泥、石灰等固化剂与软土充分搅拌混合,从而改善地基土的物理力学性能。这一方法尤其适用于含水量高、承载力低的软弱地基处理,如河流两岸的水利堤防工程。在深层搅拌桩法施工过程中,固化剂与软土在特制的深层搅拌机械作用下进行强制搅拌,使软土与固化剂发生一系列的物理化学反应,逐渐硬化形成具有一定强度和整体性的桩体。这些桩体与周围的软土共同作用,形成复合地基,极大地提高了地基的承载力和稳定性。此外,深层搅拌桩法还具有施工简便、工期短、造价相对较低等优点,因此在水利堤防工程等软土地基处理领域得到了广泛应用。通过采用深层搅拌桩法,可以有效地解决软土地基承载力不足、变形过大等问题。

1.4 强制排水与地基加固材料应用

在水利堤防工程中,强制排水技术是通过设置排水系统,加速地基土中水分的排出,从而提高地基的强度和稳定性。这一技术通常与地基加固材料应用相结合,以达到更好的加固效果。常见的排水系统包括水平排水层和竖向排水体,它们能够有效地引导地基土中的水分向指定方向流动,加速排水过程。

地基加固材料的应用则是为了进一步增强地基的承载力和稳定性。这些材料通常具有较高的强度和刚度,能够弥补软土地基的不足。例如,在排水系统中加入适量的碎石、砂砾等粗粒料,可以提高排水效率,同时增强地基的承载能力。此外,还可以使用一些化学加固材料,如水泥、石灰等,与软土进行混合,形成强度更高的复合地基。

通过强制排水与地基加固材料的综合应用,可以显著改

善软土地基的物理力学性能,提高水利堤防工程的整体稳定性和安全性。这一技术在水利堤防工程等软土地基处理领域具有广泛的应用前景。

1.5 地基注浆技术

地基注浆技术是软土地基处理中的重要手段,尤其在提升地基承载力和防止渗漏方面表现出显著效果。该技术通过向地基中注入浆液,使软土结构得到改善,增强土体的强度和整体性。在实施注浆过程中,会依据地质勘查数据和专业计算模型来确定注浆参数,如注浆压力、浆液配比和注入量等。这些参数的精确控制是保证注浆效果的关键,可以有效避免因处理不当导致的地面沉降或结构不均匀变形。同时,注浆过程通常会配合使用先进的监测设备,实时监控地基的变形和浆液的扩散情况,确保处理效果达到预期标准。

此外,为了提高施工效率和环保性,科研人员不断研发新型注浆材料和工艺。例如,引入了纳米材料改性浆液,可以提高浆液的固化速度和耐久性,进一步优化了地基处理的经济性和可持续性。这种技术创新与新技术应用的结合,是推动水利堤防工程地基处理技术进步的重要动力。

二、施工过程中的关键技术

2.1 地基处理深度与范围确定

地基处理深度与范围的确定是水利堤防工程软土地基处理的关键环节,它直接影响到工程的稳定性和耐久性。通常,地基处理深度的确定需要考虑多种因素,包括但不限于地基土的天然含水量、渗透性、承载力特性,以及工程设计的荷载要求和地下水位。例如,如果地下水位较高,可能需要增加处理深度以防止土体液化或地基沉降。

在实际操作中,可能还需要借助于地质雷达、静力触探等先进的地基勘探技术,结合土工试验数据,建立地基处理深度的数学模型进行预测。例如,通过建立的土层压缩特性曲线,可以预测不同处理深度下的地基沉降量,选择既能满足工程要求又经济合理的处理深度。

在确定处理范围时,除了考虑直接荷载影响的区域,还要考虑周边荷载、土体侧向挤压以及可能的渗透变形影响。有时,处理范围可能需要扩展到堤防两侧一定距离,以形成一个连续稳定的地基平台。此外,确定处理范围还需结合地质勘察资料,对地下可能存在的不良地质条件进行充分评估。例如,如果发现有软弱夹层或潜在滑动面,处理范围应适当扩大,确保这些潜在问题得到妥善处理。同时,考虑到地基处理的长期效果,处理范围的设计还需考虑未来可能的荷载

变化和地基沉降趋势,以确保工程的长期稳定性和安全性。

2.2 施工监测与效果评估

施工监测与效果评估是水利堤防工程软土地基处理中的关键环节,确保了工程质量和长期稳定性。通过设置地基沉降观测点和水平位移监测网,可以实时监控地基在施工过程中的变形情况。例如,可以采用GPS或全站仪进行高精度定位,监测精度可达毫米级别,以便及时发现异常沉降或位移。此外,利用弹性波速测试或动力触探等技术,可以评估地基处理后的力学性能变化,确保地基承载力达到设计要求。

同时,监测数据还能后续的工程维护提供重要参考。在监测过程中,一旦发现地基变形超出预设范围或力学性能未达到预期,应立即采取措施进行调整和优化,如增加加固措施或调整施工参数,以确保工程质量和安全。效果评估方面,可以通过对比处理前后的地基承载力、变形量等指标,客观评价地基处理技术的有效性和经济性。此外,还可以结合工程运行期间的实际情况,对地基处理效果进行长期跟踪和评估,为类似工程的设计和施工提供宝贵经验。

2.3 技术创新与新技术应用

在水利堤防工程中,技术创新与新技术应用是提升施工效率和工程质量的关键。例如,通过引入BIM(建筑信息模型)技术,可以实现地基处理的三维可视化模拟,精确预测不同处理技术对地基沉降的效果,从而优化设计方案。此外,GPS和无人机监测技术的结合,能实时获取施工区域的微小变形数据,确保安全施工的同时,提高了监测精度。

在地基处理过程中,智能桩基施工机械的应用也是一个重要创新。这些设备能够自动调整打桩参数,如深度、力度,以适应软土层的复杂性,提高桩的承载力,同时减少对周边环境的影响。此外,使用环保型地基加固材料,如生物降解聚合物,既实现了加固效果,又降低了对周边水环境的潜在风险,体现了可持续发展的理念。

在施工安全管理方面,引入物联网(IoT)设备和AI监控系统可以实时监控设备运行状态和工人的安全行为。通过大数据分析,可以预测并预防潜在的安全风险。同时,利用虚拟现实(VR)技术进行安全培训,提高工人对应急情况的应对能力,确保施工安全管理水平的持续提升。

2.4 环境保护与可持续性施工

在水利堤防工程的建设中,环境保护与可持续性施工是至关重要的考量因素。这不仅要求我们在地基处理过程中采用低环境影响的技术,如深层搅拌桩法,这种技术能够有效

减少土壤扰动和污染,同时通过优化施工工艺,减少碳排放,实现绿色施工。

在施工过程中,应结合地基处理深度与范围的科学确定,合理规划施工路线,避免对周边生态敏感区域的破坏。例如,通过遥感和GIS技术,可以精确识别和保护湿地、水源地等重要生态区,确保施工活动的最小化侵入。同时,施工监测与效果评估是确保环保措施有效性的关键环节。可以设置生态恢复基金,用于监测施工过程中对土壤、水质和生物多样性的影响,并及时采取修复措施。

技术创新同样在推动可持续性施工中发挥着重要作用。可以探索使用可降解的或可回收的材料,如生物塑料用于临时设施,减少塑料污染。此外,引入清洁能源设备,如太阳能或风能供电系统,降低施工过程中的碳足迹。

最后,建立完善的应急预案与事故处理机制,确保在面临突发环境事件时能够迅速、妥善地应对,最大程度地减少对环境的损害。这需要定期进行应急演练,提高所有施工人员的环保意识和应对能力。

三、施工安全管理

3.1 水利堤防工程施工现场安全管理

在水利堤防工程的施工过程中,施工现场安全管理是确保项目顺利进行和人员安全的关键环节。这涉及到对施工过程的全面监控,包括对作业环境的评估、施工设备的维护、操作规程的执行以及对潜在风险的识别和控制。为了有效实施施工现场安全管理,首先需要建立健全的安全管理制度,明确各级人员的安全职责,确保从管理层到一线施工人员都能严格遵守安全规定。此外,定期进行安全教育培训,提升全体施工人员的安全意识和操作技能,也是预防事故发生的重要手段。同时,加强对施工设备的日常维护和检查,确保设备处于良好运行状态,避免因设备故障导致的安全事故。在作业环境方面,应持续关注天气变化、地质条件等因素对施工安全的影响,及时调整施工方案,确保作业环境的安全可控。对于潜在风险的识别和控制,需要建立完善的风险评估机制,制定针对性的风险控制措施,并定期进行安全检查和隐患排查,及时消除安全隐患,确保水利堤防工程施工现场的安全稳定。

3.2 安全风险识别与预防

在安全风险识别与预防方面,水利堤防工程需采取一系列有效措施。首先,应对施工过程中的各类风险进行全面识别,包括但不限于设备故障、人员操作失误、环境因素突

等。通过建立完善的风险识别体系,采用专业的风险评估工具和方法,对潜在风险进行科学评估,确定风险等级和可能造成的损失。

在风险预防方面,应根据风险评估结果,制定相应的预防措施和应急预案。对于高风险环节,应增加安全监控和防护措施,如安装安全警示标识、增设防护设施等。同时,加强对施工人员的安全培训和指导,提高他们的风险意识和应对能力。此外,还应建立定期的安全检查和隐患排查机制,及时发现并消除安全隐患,确保施工过程的顺利进行。

3.3 应急预案与事故处理

在水利堤防工程中,应急预案的制定和实施至关重要。应急预案旨在明确事故发生后的应急响应流程、责任分工和救援措施,以确保事故得到及时、有效的处理,最大限度地减少损失。

首先,应急预案应包含明确的应急响应级别和相应的启动条件。根据事故的严重程度和影响范围,将应急响应分为不同的级别,并明确各级别的启动标准和响应措施。这有助于在事故发生时迅速做出判断,启动相应的应急预案。其次,应急预案应详细规定应急响应的具体流程和责任分工。包括事故报告、现场保护、人员疏散、救援措施实施等环节,以及各个环节的责任人和具体任务。通过明确的分工和协作,确保应急响应工作有序进行。此外,应急预案还应包括事故后的恢复和重建措施。在事故得到控制后,及时开展恢复和重建工作,包括设备修复、环境整治、人员安置等,以尽快恢复正常生产生活秩序。

结语

综上所述,水利堤防工程软土地基处理技术与施工管理是确保工程质量和安全的重要环节。通过科学的地基处理技术和精细的施工管理,可以有效提升地基的承载力和稳定性,为水利堤防工程的长期稳定运行奠定坚实基础。同时,加强施工安全管理,特别是应急预案的制定与演练,能够显著提升应对突发事件的能力,减少事故损失。未来,随着技术的不断进步和创新,水利堤防工程软土地基处理技术与施工管理将朝着更加智能化、高效化的方向发展。

[参考文献]

- [1] 崔金刚; 陈又贵. 水利工程施工中软土地基处理技术[J]. 黑龙江水利科技, 2023 (10)
- [2] 李学奎. 水利工程中软土地基处理技术要点分析[J]. 珠江水运, 2023 (05)