

软弱地基在水利水电工程中的基础处理施工技术

何兴林

乌鲁木齐市水利勘测设计院有限责任公司二分院 新疆 石河子 832000

摘要: 本文围绕软弱地基在水利水电工程中的基础处理施工技术展开研究。阐述了软弱地基的特性及对水利水电工程的影响,详细分析了多种基础处理施工技术,包括换填法、桩基法、旋喷法、加载预压法等,并探讨了这些技术的适用条件、施工要点及质量控制措施,旨在为水利水电工程中软弱地基的处理提供技术参考,保障工程的安全与稳定。

关键词: 软弱地基; 水利水电工程; 基础处理施工技术

引言

水利水电工程作为国家重要的基础设施建设项目,对于国民经济的发展和人民生活水平的提高起着至关重要的作用。然而,在水利水电工程建设中,软弱地基是常见的不良地质条件,其存在给工程的施工和安全带来了诸多挑战。软弱地基具有承载力低、压缩性大、透水性差等特点,若不进行妥善处理,容易导致地基沉降、变形、滑移等问题,严重影响水利水电工程的结构安全和正常运行。因此,研究软弱地基在水利水电工程中的基础处理施工技术具有重要的现实意义。

1 软弱地基的特性及对水利水电工程的影响

1.1 软弱地基的特性

软弱地基主要由淤泥、淤泥质土、水下沉积的饱和软黏土及天然强度低、压缩性高、透水性小的一般黏土组成。其含水量高、孔隙比大,土质硬度较低,承载力较小,但可塑性较高,且具有较强的流变性特征。例如,软土的孔隙比一般为普通土壤的13倍左右,这使得其抗压能力较弱,在承受较大荷载时,土层容易压缩,导致地基整体发生沉降现象。同时,软土的高含水量使其渗透能力很差,不利于地基的排水与固结,当承受荷载后常会出现较高的孔隙水压力。此外,软土还具有高灵敏度,体现在触变性上,在无外界压力情况下保持固态,但在承受外界压力时会呈现出流动的形态,非常不稳固。

1.2 对水利水电工程的影响

软弱地基的存在对水利水电工程的影响是多方面的。首先,会导致工程出现严重沉降。由于软弱地基的承载力不足,在建筑物荷载作用下,地基会发生不均匀沉降,使工程结构产生裂缝、倾斜甚至破坏。其次,软弱地基的透水性差,在水利建设中需要花费大量的时间和成本进行排水处理,且工程建成后也需要经过长期的

沉降过程,这会对建设质量造成严重影响,降低工程的功能发挥。另外,软弱地基的不均匀性使得地基承受压力时沉降不均匀,容易造成张拉裂缝,影响工程的安全性和稳定性。

2 软弱地基基础处理施工技术分析

2.1 换填法

换填法作为一种基础处理技术,其核心原理在于将基础下方一定深度范围内的软弱土层彻底挖除,随后回填强度更高的砂、碎石或灰土等材料,并通过夯实作业使其达到密实状态。这种方法主要适用于浅层软弱地基以及不均匀地基的处理场景。当软弱土地基的承载力或变形特性无法满足建筑物的基本要求,且软弱土层的厚度相对不大时,换填法便成为一种可行且有效的解决方案。例如,在一些小型民用建筑或道路工程中,若地基存在局部软弱区域,采用换填法能够快速改善地基条件,确保建筑物的安全稳定。在换填施工过程中,分层填充与压实是关键环节。具体而言,填充的第一层通常采用碎石和粗砂,这一设计具有多重优势。碎石和粗砂的颗粒结构能够形成良好的骨架,有效保障地基的稳定性,同时其较大的孔隙率有利于土地的渗水性,能够加速地基中水分的排出,为后续的压实作业创造有利条件。填充的第二层一般为土层,这一层的主要作用是进一步保证地基的整体稳定性,并通过土体自身的特性提高地基的抗压能力^[1]。填充的第三层通常是砂垫层,砂垫层的作用在于进一步提高地基的承受力,使地基在承受上部荷载时更加抗载,减少地基的沉降变形。在分层填充过程中,要严格控制每层的厚度和压实质量,确保各层之间结合紧密,形成整体稳定的地基结构。为确保换填法施工的质量,施工过程中必须严格控制换填材料的质量和分层厚度。换填材料应符合设计要求,具有足够的强度和稳定性。同时,要通过现场试验确定最佳的压

实参数,如压实遍数、含水量等。现场试验可以采用标准击实试验等方法,根据试验结果调整压实机械的操作参数,以达到最佳的压实效果。在换填完成后,要对换填后的地基进行全面检测。检测方法包括静力触探、标准贯入试验等,通过这些试验可以检验地基的承载力和均匀性。例如,静力触探试验可以通过测量探头在土体中的阻力来评估地基的承载力,标准贯入试验则可以通过记录标准贯入器打入土体一定深度所需的击数来判断土体的密实度和承载力。

2.2 桩基法

桩基法是软弱地基基础处理中常用的一种方法,其基本原理是通过在软弱地基中设置桩体,将上部结构的荷载有效地传递到较深、较硬的持力层上,从而显著提高地基的承载能力。这种方法特别适用于软土地基中存在较多淤泥,且难以进行较深作业的情况。例如,在一些沿海地区或河流湖泊附近的工程建设中,软土地基中往往含有大量的淤泥,采用桩基法可以将荷载传递到较硬的土层或岩层上,避免上部结构因地基沉降而产生破坏^[2]。在桩基法的发展历程中,早期多使用木桩进行深度处理,但由于木桩的耐久性和承载能力有限,近年来混凝土桩基逐渐成为主流。利用混凝土作为材料进行桩基施工时,首先需要采用相关设备在淤泥内进行精确插孔。插孔的垂直度、孔径和深度是关键参数,必须严格控制。垂直度偏差过大会导致桩体受力不均,影响桩基的稳定性;孔径过小或过大都会影响混凝土与土体的接触面积和桩体的承载能力;深度不足则无法将荷载传递到有效的持力层上。在混凝土浇筑过程中,要确保混凝土的质量和浇筑的连续性。混凝土应具有良好的和易性和强度,浇筑时要避免出现断桩、夹泥等质量问题。同时,要注意桩顶与上部结构的连接处理,确保荷载能够有效传递。对桩基的质量检测是确保桩基工程安全可靠的重要环节。桩身完整性检测可采用低应变反射波法、声波透射法等方法。低应变反射波法通过在桩顶施加低能量的瞬态或稳态激振,使桩在弹性范围内做弹性振动,并利用波动和振动理论对桩身的完整性进行判定。声波透射法则是通过在桩内预埋声测管,激发声波在桩身混凝土中传播,根据声波的声时、声幅、频率和波形等特征参数的变化来判定桩身质量^[3]。承载力检测可采用静载试验、高应变动力试桩法等。静载试验是最直接、最可靠的检测方法,通过在桩顶施加逐渐增大的荷载,测量桩顶的沉降量,从而确定桩的承载力。高应变动力试桩法则是利用重锤冲击桩顶,使桩产生足够的位移,以充分激发桩周土阻力和桩身阻抗,通过检测桩顶的力

和速度响应时程曲线来判定桩的承载力和桩身质量。通过这些检测手段,能够确保桩基的质量符合设计要求,提高地基的稳定性和承载能力。

2.3 旋喷法

旋喷法是一种借助特定设备形成旋喷柱的技术,即通过高压喷射土体和水泥浆液,形成包含高压情况下喷发出的土体和水泥的柱体,从而提高软土地基的强度和防渗透性能。这种方法主要适用于淤泥、黄土等类型的土质。在淤泥质地基中,旋喷法能够有效地改善土体的物理力学性质,提高地基的承载力和稳定性。例如,在一些水利工程的堤防加固中,采用旋喷法可以形成连续的旋喷桩墙,有效防止堤防的渗漏和滑坡。利用旋喷机进行旋喷柱施工时,设备的压力和流量控制是关键。高压柱塞泵、灌浆泵等设备的压力和流量必须根据土质情况和设计要求进行精确调整,以确保水泥浆液与土体充分混合。如果压力过小,水泥浆液无法充分渗透到土体中;如果压力过大,可能会导致土体扰动过大,影响旋喷柱的质量。在施工过程中,要根据土质情况和设计要求调整旋喷的速度、角度和深度。旋喷速度过快会导致水泥浆液分布不均匀,速度过慢则会影响施工效率;旋喷角度的调整可以控制旋喷柱的形状和范围;旋喷深度要确保达到设计要求,以保证旋喷柱的有效作用范围。对旋喷桩的质量检测可采用钻孔取芯法、标准贯入试验等方法。钻孔取芯法可以直接观察桩体的内部结构和强度情况,通过芯样的抗压强度试验可以评估桩体的质量。标准贯入试验则可以检测桩体的均匀性和完整性。同时,在施工过程中要密切观察压力变化和冒浆情况。压力变化可以反映水泥浆液的喷射效果和土体的阻力情况,冒浆情况则可以判断水泥浆液与土体的混合程度。如果出现异常情况,如压力突然下降或冒浆量过大,要及时调整施工参数,确保旋喷效果。

2.4 加载预压法

加载预压法是在软土地基的工程开始之前采用预压负载的方式来对软土地基进行处理,其核心原理是通过预压使地基中的软土在强大外力的作用下排除自身多余的水分,实现地基的压缩和凝固,通过产生的沉降来提升土质的强度指标。这种方法主要适用于工期要求不紧的工程。因为预压过程需要一定的时间,在工期紧张的情况下可能无法满足工程进度要求。例如,在一些大型工业厂房的建设中,如果工期允许,采用加载预压法可以有效改善地基条件,减少后期的沉降变形。在进行加载预压时,要根据地基的实际情况和设计要求确定预压荷载的大小和加载方式。可以采用堆载预压或真空预压

等方法。堆载预压是通过在地基上堆放重物来施加预压荷载,重物的重量和分布要根据设计要求进行精确计算和布置。真空预压则是通过在地基表面铺设密封膜,利用真空泵抽气形成负压,使地基中的水分排出。在预压过程中,要定期监测地基的沉降量和孔隙水压力的变化。沉降量的监测可以采用水准仪等设备,孔隙水压力的监测可以采用孔隙水压力计等设备。根据监测数据调整预压荷载和加载时间,确保地基在预压过程中能够达到预期的固结效果。预压结束后,要对地基的沉降量和强度进行全面检测,确保地基达到设计要求的固结度和承载力。检测方法可以通过现场原位测试和室内试验相结合的方式进行^[4]。现场原位测试如平板载荷试验,可以直接在原地基上进行加载测试,评估地基的承载力和变形特性。室内试验如土工试验,可以对预压后的土样进行物理力学性质测试,进一步验证地基的固结效果。通过这些检测手段,能够确保加载预压法的处理效果,为后续的工程建设提供可靠的地基条件。

3 施工技术的选择与应用策略

在软弱地基基础处理施工技术的选择过程中,需全面且细致地考量诸多关键因素,以确保所选技术能够精准适配工程实际需求,实现安全、高效、经济的建设目标。地质条件是决定施工技术选择的首要因素。不同的地质状况,如软土层的厚度、土质特性、地下水位等,对地基处理技术提出了多样化的要求。对于浅层软弱地基,其软土层较薄,采用换填法是较为理想的选择。该方法施工流程简单易懂,只需将软弱土层挖除,换填以强度高、压缩性低的材料,如砂石、灰土等,并经分层夯实即可。其成本相对较低,施工速度快,能够快速改善地基的承载能力,适用于小型民用建筑或对工期要求较为紧迫的工程。当面临深层软弱地基时,桩基法和旋喷法则成为常用的处理手段。桩通过在地基表面施加预压荷载,使地基土体在荷载作用下逐渐固结,提高地基的固结度和承载力。基法通过在地基中设置桩体,将上部荷载传递至深层稳定的土层或岩层,适用于对地基承载力要求较高的大型工程,如高层建筑、大型桥梁等。旋喷法利用高压喷射技术,将水泥浆液与土体混合,形成

高强度、低渗透性的加固体,特别适用于对防渗性能有严格要求的地基处理工程,如水库堤防、地下工程等。加载预压法适用于工期较为宽松的工程。该方法,减少后期沉降^[5]。在实际工程应用中,单一技术往往难以满足复杂多变的地基条件,因此多种技术相结合的综合处理方法应运而生。例如,在采用桩基法处理软弱地基时,在桩顶设置褥垫层,并与换填法相结合。褥垫层能够协调桩和土的共同作用,使桩和土共同承担上部荷载,提高地基的整体稳定性。这种多种技术相结合的方式,充分发挥了各种技术的优势,能够显著提高地基处理的效果,确保工程的安全与稳定。

结束语

软弱地基在水利水电工程中是常见的不良地质条件,其处理效果直接关系到工程的安全与稳定。本文对软弱地基的特性及对水利水电工程的影响进行了分析,详细介绍了换填法、桩基法、旋喷法、加载预压法等多种基础处理施工技术,并探讨了这些技术的适用条件、施工要点及质量控制措施。在实际工程中,应根据具体情况选择合适的施工技术,并加强施工过程中的质量控制,确保软弱地基得到有效处理,为水利水电工程的建设及安全运行提供可靠保障。未来,随着科技的不断进步,还需要进一步研究和开发更加高效、经济、环保的软弱地基处理技术,以满足水利水电工程建设的不断发展需求。

参考文献

- [1]张世欣.水利水电基础工程施工中不良地基的处理技术[J].中华建设,2021(02):128-129.
- [2]陈强国.浅析水利水电工程基础处理施工技术[J].农业科技与信息,2020(24):111-112.
- [3]侯晓斌.水利水电基础工程施工中不良地基的处理技术[J].工程与建设,2020,34(06):1140-1141+1149.
- [4]林惠海.水利水电工程中基础工程施工技术探析[J].科技创新与应用,2013,28:181.
- [5]史云海.浅谈水利水电工程基础处理技术[J].科技与企业,2013,19:202.