

水利工程中土坝软土地基处理技术分析探讨

刘山稳

(山东昌利建设集团有限公司, 山东 济南 250000)

【摘要】水利工程中的土坝建设常常需要面对软土地基的处理问题。软土地基给土坝的稳定性和承载能力带来了挑战。因此,应用适当的软土地基处理技术对于水利工程的可持续发展至关重要。本文通过对软土地基处理技术的分析和探讨,希望为实际工程提供参考和指导,保障水利工程的安全性和可靠性。

【关键词】水利工程;土坝;软土地基;处理技术

软土地基的处理是水利工程建设中不可忽视的关键问题之一。软土地基的性质复杂,包括含水量高、抗剪强度低、可压缩性大等特点,给土坝的稳定性和承载能力带来了很大的挑战。因此,采用适当的软土地基处理技术是提高土坝安全性和可靠性的关键。

一、水利工程中土坝软土地基处理的重要性

水利工程中土坝软土地基处理主要具有以下几方面的作用。一是提高土坝的稳定性。软土地基的承载力较低,容易导致土坝的变形和破坏。通过合理的软土地基处理技术,可以提高软土地基的承载能力,减小土坝的变形和沉降,增强土坝的稳定性,保证土坝在长期运行中的安全性。二是防止渗流和液化。软土地基常常具有较高的含水量,容易产生渗流和液化现象,对土坝的稳定性构成威胁。软土地基处理可以通过合理的排水系统设计,控制土壤的含水量,降低渗流和液化的风险,确保土坝的稳定性和安全性。三是控制沉降和变形。软土地基的变形性较大,在水利工程中容易引起土坝的沉降和变形。通过软土地基处理技术,如预压措施和土壤加固等,可以减小软土地基的变形和沉降,保证土坝结构的稳定性和安全运行。四是增加土壤的密实度。软土地基的土壤颗粒间接触面积较小,易发生松散和液化现象,对土坝结构的稳定性产生负面影响。通过土壤加密技术,如振动加固、加压等手段,可以增加土壤颗粒间的接触面积,提高土壤的密实度,增强土壤的承载力和稳定性^[1]。

二、水利工程中土坝软土地基的特征

水利工程中土坝软土地基具有以下几个特征。一是较大的含水量。软土地基通常含水量较高,土体中

水分含量多。这使得土坝软土地基的物理性质与承载力下降,增加了土坝的变形和破坏的风险。二是承载力较低。软土地基的承载力相对较低,不具备足够的抗剪强度和抗压强度,对水利工程中的土坝结构产生不利影响。低承载力使得土坝容易发生沉降和变形,并且更容易受到外部荷载作用的影响。三是具备较高的延展性和变形性。软土地基具有较大的延展性和变形性,即土壤的液化和塑性变形特点明显。在水利工程中,土坝所受到的荷载会引起软土地基的剪切变形、沉降变形等现象,对土坝的稳定性构成威胁。四是液化风险较高。由于软土地基的含水量高,而且土体颗粒之间近似于悬浮状态,受到外部振动或震动等荷载作用,容易发生液化现象。液化会导致土坝丧失承载力,使得土坝结构失稳,引发严重灾害。五是具有较高的压缩性和固结性。软土地基具有较强的压缩性和固结性,当应力加载或者泥水体自身重力加载时,土壤颗粒会互相靠拢、挤压,导致土体的压缩和固结。这会引起土坝的沉降和变形,对土坝结构的稳定性产生影响。水利工程中土坝软土地基的这些特征对土坝的设计、施工和运行都会产生重要影响,需要采取相应的处理和加固措施,以确保土坝结构的稳定性和安全性^[2]。

三、水利工程中土坝软土地基处理技术应用分析

(一) 土壤改良和加固技术

在水利工程中,土壤改良和加固技术是常用的软土地基处理方法之一,用于提高软土地基的承载力和稳定性。一是深层加固技术,通过在软土地基中钻孔并灌注混凝土形成桩体,增加土体的横向抗力和竖向承载力,提高土壤的承载能力。沿着土坡或土基

侧面设置钢筋土钉,并结合喷射混凝土形成土钉墙,增加土体的剪切强度和抗倾覆能力,加固土坡或土基。二是土壤改良,将水泥与软土混合,形成水泥土或水泥胶凝土,通过水泥的水化反应和胶结作用,增加土体的抗剪强度和抗压强度,提高土壤的稳定性和承载能力。在软土中加入适量的外源材料,如石粉、砂子等,通过改变土壤的颗粒组成和颗粒间的结构,提高土壤的工程性质,增加土壤的抗剪强度和稳定性。在软土地基中打入一定深度的石杆、木桩或钢筋混凝土桩,通过桩身的侧摩擦和桩端的封闭作用,增加土体的抗剪强度和抗压强度,提高土壤的承载能力。三是土壤固化技术,采用化学药剂(如水玻璃、聚合物等)与软土反应,形成化学反应产物,改善土壤颗粒间的结合力,增加土壤的抗剪强度和稳定性。通过局部加热软土地基,使土壤中的水分蒸发和胶结产生,形成固结带,提高土壤的力学性质和承载能力。在软土地基中注入低温冷却剂,使土壤水分结冰,形成较强的冻结固体,增加土体的强度和稳定性。

(二) 排水系统设计

在水利工程中,对于土坝软土地基的处理,排水系统的设计是非常重要的一项技术。它的主要目的是有效控制地下水位,减少软土地基的含水量,从而提高土壤的稳定性和承载能力。选择适当的排水层材料。常见的排水材料包括砾石、碎石、沙砾等,其颗粒之间应有足够的空隙,以保证排水的畅通性。排水层的厚度应根据软土地基的含水性及排水需求来确定。一般来说,排水层的厚度应在0.5~1米之间。根据工程的具体情况,设计合理的排水系统布置,包括排水沟、排水管道和排水井等。排水沟距离应根据地基的含水性及排水能力来确定,排水管道和排水井的布置应尽可能均匀并覆盖整个软土地基区域。设计排水出口以有效排出地下水。排水出口可以选择自然出口,如河流、水渠等,也可以采用人工排水方式,如抽水井、泵站等。对排水管道进行适当的保护,以防止管道破损或堵塞。在软土地基中,常常会遇到较高的含水量和强烈的腐蚀性,因此可以采取增加管道壁厚、使用耐腐蚀材料或采取其他保护措施来提高管道的耐久性^[3]。

(三) 预压措施

在水利工程中,预压措施是常用的软土地基处理技术之一,旨在减小土壤的变形和沉降,提高土坝的

稳定性。常见的预压措施包括以下几种。一是垫层预压。在软土地基上方设置一层较厚的垫层,并施加一定的荷载。垫层可以使用砂砾、碎石等材料,荷载可以通过施加填土、水柱荷载等方式加在垫层上。通过施加这种预压荷载,使软土地基发生固结和压实,改善土壤的物理性质,减小土壤的变形和沉降。二是加压预压。在软土地基上方进行加压处理,通过施加液体、气体或固体介质的压力,使软土地基发生压缩和固结。常见的加压预压方法包括注浆预压和压实体预压。通过加压预压,可以增加土壤颗粒间的接触力,提高土壤的密实度,减小土壤的变形和沉降。三是动力预压。利用振动或冲击能量作用于土体,使土颗粒发生重新排列和压实过程,改善土壤的物理性质,减小土壤的变形和沉降。常见的动力预压方法包括振动预压和冲击预压。动力预压可以提高土体的密实度,增加土壤的承载力和稳定性。预压措施的原理是通过对软土地基施加荷载或应力,改变土体的结构,使土壤颗粒间的接触力增加,使土壤颗粒重新排列和紧密堆积,从而减小土壤的变形和沉降,提高土坝的稳定性^[4]。

(四) 水泥搅拌桩法

水泥搅拌桩法是水利工程中常用的软土地基处理技术之一,它利用机械设备将水泥与软土搅拌混合,形成一种坚固的土体结构,以增加地基的承载能力和稳定性。水泥搅拌桩法的处理过程如下,首先对软土地基进行必要的预处理工作,例如清除表层杂物、加强软土的排水能力等,以确保施工的可行性。确定桩位,根据设计要求设置桩的布置密度和位置。利用钻机或挖掘机等设备,进行垂直或倾斜钻孔,通常直径在60~120厘米之间,深度依据设计要求决定。在钻孔过程中,将水泥、水和其他辅助材料按一定比例加入钻孔中,在搅拌装置的作用下,充分搅拌均匀形成水泥砂浆,并辅以注浆辅助材料,以提高土体强度。待搅拌注浆完成后,缓慢提升钻杆,使桩顶略高出地表,再用振捣器对桩顶部进行振捣,以确保桩顶质量。水泥搅拌桩顶部一般留出一定空间,用于后期回填加固。可以使用钢筋网片或添加剪切钢筋等方法来进一步提高桩体的受力性能。需要注意的是,水泥搅拌桩法在实际应用中需要根据具体工程情况进行设计和施工,以保证工程质量。同时,对于特殊地质条件下的软土地基,可能需要结合其他加固措施进行综合处理。因此,在具体工程中应根据工程要求

和专业建议,选择合适的地基处理技术和方法。

(五) 真空预压法

真空预压法是水利工程中常用的软土地基处理技术之一,也称为真空加固法或真空减压灌注法。该方法通过在软土地基中施加负压力,减少土体孔隙水压力和孔隙气压力,使软土地基固结、排水和加固,从而改善地基的承载性能和稳定性。首先对软土地基进行必要的准备工作,包括清除表层杂物、加强软土的排水能力等,以确保施工的顺利进行。在软土地基上安装真空固定装置,通常是将管道插入土体中并与真空泵连接。装置的密封性能和布置密度将直接影响真空处理的效果。启动真空泵,通过抽取管道内的空气,形成负压。负压作用下,软土的孔隙水和孔隙气逐渐被抽出,使软土固结和排水。在真空处理过程中,根据需要向软土地基注入水泥浆或其他固化材料,以填充空隙并提高软土地基的强度。灌浆材料的选择和注入方法应根据实际情况进行合理确定。在真空处理和灌浆加固之后,要保持负压状态一段时间,以使软土进一步固结和排水。时间的长短将根据地基性质和工程要求而定。真空预压法在实际应用中需要根据具体工程情况进行设计和施工,以保证工程质量^[5]。

(六) 强夯法

强夯法是水利工程中常用的软土地基处理技术之一,也被称为静载加固法或静压夯实法。该方法利用专用的夯锤或夯重,在软土地基表面连续夯实,以增加地基的密实度和承载能力。首先对软土地基进行必要的准备工作,包括清除表层杂物、加强软土的排水能力等,以确保施工的顺利进行。将夯锤或夯重装置放置在软土地基上,确保稳定性和正确的操作位置。夯锤可以是单锤式或多锤式的,根据实际情况选择不同类型的夯锤。启动夯锤进行夯实处理,锤击地基表面。夯锤的重量和打击能量将通过地基传递,使软土发生振动和应力变化,从而导致地基颗粒重新排列和密实。连续夯实地基表面,并保持相应的夯实区域间距。间距的设置应根据软土地基的性质和夯锤的尺寸来确定。保持夯锤的垂直轨迹,避免偏斜和倾倒,以确保夯实的效果均匀。根据软土地基的性质和设计要求,确定夯击次数和能量。通常,夯击次数和能量会逐渐增加,以逐渐加固地基。

(七) 换垫层法

换垫层法是水利工程中处理软土地基的一种常

用技术,适用于土坝建设过程中软土地基存在的问题。该方法通过在软土地基表层覆盖一层较为坚实的土层,以增加地基承载力和抗滑稳定性。选择承载力和稳定性高的土层作为垫层材料,比如砾石、石子或粉砂质土等。垫层的厚度一般根据软土的性质及工程要求来确定,一般在1-2米之间。在施工区域进行现场勘察,清除地表上的草皮、松散土壤和其他障碍物,以便为垫层的铺设提供平坦的土层。在清理后的地表上铺设垫层材料,并进行夯实处理,以确保垫层与原地基之间的充分接触,并形成一个坚实的层状结构。对已施工完的垫层进行保护,防止受到外界因素的破坏,如抗冻、抗渗、防止侵蚀等。需要注意的是,换垫层法仅仅是在软土地基表层设置一层较为坚实的土层,对于深层软土地基的处理,还需要结合其他处理措施,如加固桩、挤密预压等,以提高整体地基的稳定性。此外,在实施换垫层法时,应根据具体工程情况、地质条件和地基性质进行施工方案的设计和选择,以确保工程的安全可靠性^[6]。

结语:

综上所述,软土地基处理技术在水利工程中起到了至关重要的作用。不同技术在处理软土地基方面各有优劣,选择适合具体工程情况的处理技术是关键。在实际应用中,要充分考虑地质环境、工程要求和成本效益等因素,采取综合措施提高软土地基的稳定性和承载能力。

参考文献:

- [1] 王海良. 关于水利工程施工中土坝软土地基处理技术探讨[J]. 建筑工程技术与设计, 2018 (12): 3392.
- [2] 姚志成. 水利工程施工中土坝软土地基的处理措施[J]. 科技创新与应用, 2017 (10): 236.
- [3] 刘雷. 水利工程中土坝软土地基施工处理措施[J]. 百科论坛电子杂志, 2021 (9): 1319.
- [4] 李景仰. 水利工程中土坝软土地基施工处理措施[J]. 百科论坛电子杂志, 2021 (5): 1690.
- [5] 李艳舞. 水利工程中土坝软土地基施工处理措施[J]. 建筑工程技术与设计, 2020 (29): 2225.
- [6] 王孝鹰. 水利工程中土坝软土地基施工处理措施[J]. 建筑工程技术与设计, 2021 (6): 2475.