

水利施工中软土地基施工技术探讨

谢 亮

广州江河水利技术咨询有限公司 广东 广州 510000

摘 要：软土地基在水利工程施工中是一个常见且复杂的问题。由于其特有的物理力学性质，如高含水量、强压缩性、空隙大、透水性差及高灵敏度等，对水利工程的稳定性和安全性构成了严重威胁。本文旨在分析软土地基的这些特点，并深入探讨水利施工中常用的软土地基处理技术，包括强夯施工技术、换土施工技术、灌浆处理法、硅化加固施工法、排水固结法及混凝土坝施工技术，以期为水利工程软土地基处理提供理论支持和实践指导。

关键词：水利工程；软土地基；施工技术

引言：为了不断提高水利工程建设水平，本文研究了软土地基处理技术，在分析过程中应该重视有效对其技术进行实践与创新，这样不仅能够全面提高技术的应用水平，也利于保证水利工程建设质量。希望通过进一步探索，能够不断掌握更加有效的软土地基处理技术，以更好地为水利工程建设工作开展奠定基础。

1 软土地基特点分析

1.1 高含水量

软土地基的主要成分，如淤泥、淤泥质土等，其显著特征之一便是高含水量。这一特性使得土颗粒间的水膜增厚，进而削弱了土颗粒间的相互作用力，即粘结力。粘结力的降低直接导致土体结构变得松散，承载力大幅下降。在水利工程中，这种低承载力的地基如同一个潜在的陷阱，稍有不慎便可能引发不均匀沉降，对上部结构如堤防、大坝等造成严重的损害，甚至威胁整个工程的安全。此外，高含水量还使得软土在干燥或受荷过程中易发生体积变化，增加了工程控制的难度。特别是在雨季或水位波动较大的地区，软土地基的含水量变化更为显著，对工程的稳定性构成持续挑战。

1.2 强压缩性

软土的强压缩性是其另一个引人注目的特点。高孔隙比和大含水量共同作用下，软土在外力作用下极易发生压缩变形。这种压缩变形不仅体现在地基的垂直沉降上，还可能引发水平方向的位移，如侧向挤出等。在水利工程施工过程中，地基的持续下沉不仅会影响工程的进度和质量，还可能对周边环境和既有建筑物造成不利影响。更为严重的是，强压缩性使得软土地基在长期使用过程中难以达到稳定状态。这意味着即使工程初期地基沉降得到了有效控制，但在后续使用过程中仍有可能出现新的沉降问题，对工程的长期安全性构成潜在威胁^[1]。

1.3 空隙大

软土内部存在的大量孔隙是其物理结构的重要组成部分。这些孔隙一方面为水分的储存和流动提供了空间，另一方面也削弱了土体的整体强度和稳定性。在水利工程施工中，大孔隙比使得软土地基在受到荷载作用时容易发生局部破坏或整体滑动。特别是在水位变化频繁或受到地震等外力作用时，这种破坏可能更为严重。此外，孔隙的存在还使得软土在排水固结过程中面临诸多困难。由于孔隙间的连通性差且透水性低，地基内的水分难以有效排出，导致固结速度缓慢且效果不佳。这不仅延长了工程周期还增加了施工成本。

1.4 透水性差

软土的透水性极差是其另一个显著特点。垂直层面的透水能力几乎可以忽略不计而水平方向的渗透性也相对较弱。这一特性使得在排水固结过程中软土地基内的水分难以有效排出从而影响了地基的固结速度和沉降效果。透水性差还可能导致在承受荷载时产生较高的孔隙水压力。

1.5 高灵敏度

软土的高灵敏度是其物理力学特性的又一重要表现。这种灵敏度主要体现在土体的触变性上即当原状土受到扰动时其结构强度会迅速降低或转变为稀释状态。在水利工程施工过程中地基的开挖、填筑、压实等作业都可能对软土造成不同程度的扰动从而引发地基的失稳和破坏。此外高灵敏度还使得软土地基在受到振动或挤压荷载时易发生侧向滑动、沉降及底面两侧挤出等现象。这些现象不仅会影响工程的整体稳定性还可能对周边环境和既有建筑物造成不利影响。因此在软土地基上进行水利工程施工时必须采取严格的施工措施和监测手段以确保工程的安全性和稳定性^[2]。

2 软土地基处理技术

2.1 强夯施工技术

强夯施工技术,作为软土地基处理的一种有效手段,其核心原理在于利用重锤从高空自由落体产生的巨大冲击力,对软土地基进行深度夯实。这种物理冲击不仅压缩了土体内的孔隙,还促进了土颗粒间的重新排列与紧密结合,从而显著提高了地基的密实度和承载能力。强夯法的应用范围广泛,特别适用于河流冲积层、滨海沉积层等含水量高、压缩性强的软土地基,以及由黄土、粉土、泥炭等构成的松软地层。在实际施工中,强夯技术的效果直接受到夯击能和夯击遍数的影响。夯击能的选择需依据地基的具体条件,如土质类型、含水量、厚度等,以及工程对地基承载力和沉降控制的要求来确定。一般而言,夯击能越大,对地基的夯实效果越显著,但也可能带来更大的振动影响。因此,在确定夯击能时,需综合考虑施工效率、经济性和环境保护等多方面因素。同时,通过多次夯击(即夯击遍数)可以进一步巩固夯实效果,但需注意避免过度夯实导致土体破坏。强夯施工技术的优势在于其施工简便、效果显著且成本相对较低。然而,施工过程中的振动影响也是不可忽视的问题。特别是在城市或人口密集区域进行强夯施工时,需采取必要的减震措施,如设置隔振沟、采用轻锤低能多次夯击等方法,以减少对周边建筑物和居民生活的影响。

2.2 换土施工技术

换土施工技术是一种更为直接且有效的软土地基处理方法。该方法的核心在于将不满足设计要求的软土层全部或部分挖除,并替换为砂、碎石等具有较高硬度和良好透水性的材料。通过回填和压实这些优质材料,可以显著改善地基的物理力学性质,提高地基的承载能力和稳定性。换土施工技术特别适用于淤土层厚度较薄、分布范围较小且易于开挖的工程场地。在施工过程中,需严格控制回填材料的质量和压实度。回填材料应选用无杂质、粒径均匀、透水性好的砂、碎石等,以确保换填层的整体性和稳定性。同时,压实过程中需采用合适的压实设备和工艺,确保换填层达到设计要求的密实度和承载力。换土施工技术的优点在于其处理效果直接且显著,能够从根本上解决软土地基承载力不足的问题。然而,该方法也存在一定的局限性,如施工成本较高、工期较长且对周边环境有一定影响等。因此,在选择换土施工技术时,需综合考虑工程规模、地质条件、经济效益和环境保护等多方面因素^[1]。

2.3 灌浆处理法

灌浆处理法,作为一种先进的软土地基加固技术,其核心在于通过高压注浆设备将特制的固化浆液注入地

基内部,实现对地基物理力学性质的全面改善。这些固化浆液,如水泥砂浆、粘土浆等,不仅具有优异的流动性和渗透性,能够深入填充地基中的微小孔隙和裂隙,还能在后续固化过程中形成坚实的固体骨架,从而显著提高地基的密实度和承载能力。在灌浆施工过程中,选择合适的浆液种类和注浆工艺是至关重要的。不同种类的浆液具有不同的固化特性、强度和耐久性,需根据地基的具体条件(如土质、含水量、渗透性等)和工程要求进行科学配比和选择。同时,注浆工艺的选择也需考虑注浆压力、注浆速度、注浆量等因素,以确保浆液能够均匀、有效地分布在地基内部,达到最佳的加固效果。灌浆处理法的优点在于其能够深入地基内部进行加固,不受地基表面条件的限制,且加固效果持久可靠。通过灌浆处理,软土地基的物理力学性质得到显著改善,承载能力大幅提升,沉降变形得到有效控制。此外,灌浆处理法还具有施工灵活、适应性强等优点,可广泛应用于各种复杂地质条件下的软土地基加固工程。

2.4 硅化加固施工法

硅化加固施工法,则是一种结合了电渗原理与化学反应的软土地基加固技术。该方法通过向地基中注入硅酸钠溶液与氯化钙溶液,在电渗作用下使两种溶液在地基内部相遇并发生化学反应,生成具有高强度和良好稳定性的胶凝物质。这些胶凝物质能够紧密地填充地基中的孔隙和裂隙,形成致密的网状结构,从而显著提高地基的强度和稳定性。硅化加固施工法的独特之处在于其充分利用了电渗原理的定向迁移作用和化学反应的固化作用,实现了对地基内部结构的深层次加固。此外,该方法还具有加固效果好、施工简便、工期短等优点,能够在较短时间内显著提升地基的承载能力并减少沉降量。然而,硅化加固施工法也需注意控制化学反应速度和浆液注入量,避免过快的反应导致地基局部隆起或浆液外溢等问题,对周边环境造成不利影响^[4]。

2.5 排水固结法

排水固结法,作为处理软土地基的一种经典而有效的方法,其核心在于通过构建高效的排水系统,引导并加速地基内部水分的排出,从而促进地基的固结和稳定。这一过程中,塑料排水板、砂井等排水元件被巧妙地布置在地基中,它们不仅为水分的迁移提供了畅通的路径,还通过增加地基的渗透性,加速了固结过程的进行。随着水分的不断排出,软土地基中的孔隙体积逐渐减小,土颗粒间的距离缩短,土体的密实度和强度也随之提高。这一变化不仅显著降低了地基的压缩性,还增强了其承载能力和稳定性,为后续的工程建设奠定了坚

实的基础。然而,排水固结法成功实施并非一蹴而就,它要求在施工前对地基的实际情况进行详尽的勘察和分析,以选择合适的排水系统和施工工艺。同时,在施工过程中还需严格控制排水速度和排水量,确保排水过程平稳有序,避免对周边环境造成不必要的干扰和破坏。只有这样,才能充分发挥排水固结法的优势,实现软土地基的有效加固和改良。

3 影响水利施工中对软土地基处理的相关因素

在水利施工中,软土地基的处理是一个复杂且至关重要的环节,其处理效果直接关系到水利工程的整体质量和安全性。影响软土地基处理的相关因素众多,其中施工环境、施工时间和施工总量是三个最为显著且需要特别关注的方面。以下将分别就这三个方面进行详细探讨。

3.1 施工环境

施工环境是影响水利施工中软土地基处理效果的首要因素。不同地理条件、水文状况、气候条件以及土壤特性都会对软土地基的处理技术选择和实施效果产生直接影响。

3.1.1 地理条件

水利工程的地理位置决定了其面临的土壤类型、地形地貌等自然条件。例如,在平原地区,软土层的分布可能更为广泛,且土层深厚,处理难度较大;而在山区或丘陵地带,则可能面临岩石与软土混合的地层,需要采取不同的处理策略。因此,施工前必须对工程所在地的地质条件进行全面勘察,以选择合适的处理方案。

3.1.2 水文状况

水利工程往往与水体紧密相连,水文状况的变化会直接影响软土地基的含水量和稳定性。高水位或长期浸泡的软土,其含水量高、压缩性强,处理时需特别注意排水和固结问题。同时,水位的变化还可能引起地基沉降,增加施工难度和风险。

3.1.3 气候条件

气候条件对软土地基处理的影响主要体现在温度和湿度上。高温天气会加速软土中水分的蒸发,导致土质变硬,不利于排水固结;而低温或潮湿环境则可能延长软土的固结时间,影响施工进度。因此,在施工过程中需根据气候条件灵活调整施工方案,确保处理效果。

3.2 施工时间

施工时间是影响软土地基处理效果的另一个重要因素。合理的施工时间安排不仅有助于保证工程质量,还能有效控制施工成本。

3.2.1 工期安排

水利工程的工期通常较长,软土地基的处理作为其中的关键环节,其施工时间需在整个工期中合理分配。过短的工期可能导致处理不充分,影响地基的稳定性;而过长的工期则会增加施工成本,降低经济效益。因此,在制定施工计划时,需充分考虑软土地基处理所需的时间,确保工期安排合理。

3.2.2 季节性因素

季节性变化对软土地基处理也有显著影响。例如,在雨季进行软土地基处理时,需特别注意排水问题,防止雨水倒灌影响处理效果;而在旱季,则需加强保湿措施,防止土壤过度干燥导致开裂。此外,还需考虑不同季节对材料运输、人员作业等的影响,合理安排施工时间。

3.3 施工总量

3.3.1 处理范围

软土地基的处理范围直接影响工程量和施工难度。对于大面积、深层次的软土地基处理,需采用更为复杂和高效的技术手段,如强夯法、化学固结法等;而对于小面积、浅层次的软土地基,则可采用换填法、预压法等较为简单的处理方法。

3.3.2 成本控制

施工总量的大小还直接关系到施工成本的控制。对于大规模的软土地基处理工程,需综合考虑各种处理技术的成本效益比,选择性价比最高的技术方案。同时,还需通过优化施工流程、提高施工效率等措施来降低施工成本。

结束语

软土地基在水利工程施工中的出现,会对整个工程的质量造成较大的影响,若是在施工中使用科学有效的软土地基施工技术,则能够减少施工中的各种隐患问题,提高水利工程施工的质量与效率。所以,相关施工单位应该提高对软土地基施工技术的重视程度,而且要对软土地基施工技术的要点予以全面掌握,确保相关技术能够得到有效的应用。

参考文献

- [1]李碧豪.基于水利施工中软土地基处理技术的分析[J].建材与装饰,2019(34):289-290.
- [2]高崇.水利工程施工中软土地基处理技术分析[J].科技风,2019(33):170.
- [3]何正恒.水利施工中软土地基处理技术的分析[J].绿色环保建材,2020(2):242.
- [4]王红来.水利施工中软土地基处理技术[J].农业开发与装备,2020(08):96+98.