

# 水利施工中软土地基施工技术探讨

周翔<sup>1</sup> 李兴元<sup>2</sup>

1. 江苏安水建设工程有限公司 江苏 连云港 222000

2. 东海县龙梁河堤防管理所 江苏 连云港 222000

**摘要:** 在水利工程施工中,软土地基是一个常见且需要特别关注的问题。由于软土具有特殊的物理和力学性质,如高孔隙比、高含水量、强压缩性和差透水性,使得软土地基在承受外部荷载时容易发生沉降和变形,严重影响工程的稳定性和安全性。因此,对软土地基进行有效的处理是确保工程质量的关键;本文旨在全面介绍软土地基的定义、特点及其处理技术,为工程实践提供有益的指导和参考。

**关键词:** 水利施工;软土地基;施工技术

引言:在我国经济的快速发展以来,这一进程不仅极大地提升了国家的综合实力,也对社会的进步产生了深远的推动作用。伴随着各类基础设施建设的蓬勃兴起,软土地基处理问题日益凸显其重要性。本文深入探讨了软土地基的定义、特点及其处理技术;并分析了软土地基的这些特性,介绍了多种有效的处理技术,包括换填加固法、化学加固法、加筋法、排水固结法、重锤夯实法和真空预压法。采用合适的处理技术,增强软土地基的性能,进一步提高水利工程的施工质量。

## 1 软土地基的定义

从工程角度来看,软土地基是指由软土构成的地基,其土壤成分主要是软土,软土通常是指在静水和缓慢流水环境中沉积,以黏粒为主并伴有微生物作用的近代沉积物。这些软土具有孔隙比大(一般大于1)、天然含水量高(接近或大于液限)、压缩性高(压缩系数通常大于 $0.5\text{MPa}^{-1}$ )和强度低等特点,多数还含有一定的有机物质。因此,软土地基在工程上被视为一种不良地基,其承载力和稳定性相对较差,软土地基主要由淤泥、淤泥质土、泥炭土和沼泽土等细粒土组成,这些土壤在受到外力作用时容易发生变形和沉降<sup>[1]</sup>。由于软土地基的这些特性,它在水利工程、公路工程等建设中往往会对施工进度和质量产生极大的影响,如果地基承受负荷超过其极限值,就会对局部地面产生破坏力,严重的会引起地面下降,甚至导致工程坍塌等安全生产事故。此外,不同国家和地区对软土地基的定义可能略有不同;例如,日本高等级公路设计规范将其定义为主要由粘土和粉土等细微颗粒含量多的松软土、孔隙大的有机质土、泥炭以及松散砂等土层构成,地下水位高,其上的填方及构造物稳定性差且易发生沉降的地基。

## 2 软土地基的特点

### 2.1 含水量高

软土地基的主要特征是含水量极高,这一特点对土体的性质和行为产生了深远的影响,通常情况下,软土的含水量会达到30%以上,甚至在某些极端情况下,含水量可能更高。这种高含水量状态是由于软土中的细小颗粒和黏土成分具有很强的吸水性,它们像海绵一样吸收并保持了大量的水分。高含水量不仅增加了土体的重度,使其变得更加沉重,还显著增强了土体的压缩性,当外部荷载作用在软土地基上时,土体中的水分会被挤出,导致土颗粒之间的接触更加紧密,进而使土体的体积减小,承载能力大幅下降。这种高压缩性使得软土地基在外部荷载作用下容易发生沉降和变形,给水利工程的稳定性和安全性带来了严重的威胁;因此,在处理软土地基时,必须采取有效措施来降低其含水量,这可以通过排水、晾晒、加热等方法来实现,以降低土体的重度,提高其稳定性和承载能力。

### 2.2 压缩性大

软土的孔隙比大,结构相对松散,这一特性使得软土地基具有很大的压缩性,在外部荷载的作用下,软土地基中的孔隙会逐渐被压缩,导致地基发生较大的沉降。这种沉降不仅会对水利工程的稳定性构成威胁,使工程结构产生倾斜、裂缝等问题,严重时还可能导致整个工程结构的破坏。软土的压缩性与其应力历史密切相关,在长期的地质过程中,软土经历了复杂的应力变化,逐渐形成了其特有的压缩性质。这种压缩性质使得软土地基在受到外部荷载作用时,更容易发生沉降和变形;因此,在处理软土地基时,我们必须充分考虑其压缩性对工程稳定性的影响。为了应对软土地基的压缩性挑战,我们可以采取一系列加固措施来减小地基的沉降

量；例如，换填法是一种有效的处理方法，它将软土挖除，用砂、碎石等回填并压实，从而形成一个更加稳固的地基。

### 2.3 透水性差

除了压缩性大之外，软土地基的另一个显著特点是透水性差，由于软土中的细小颗粒和黏土成分具有很强的吸水性，它们像一道屏障一样阻止了水分的通过。这使得水分难以通过土体排出，导致软土地基在排水固结过程中需要很长时间才能达到稳定状态，软土地基透水性差的特点不仅增加了水利施工的难度和工期，因为需要更长的时间来等待地基的稳定；还可能给工程带来潜在的安全隐患。如果地基在排水固结过程中没有达到稳定状态，就可能导致工程在后续的使用过程中出现沉降、变形等问题；因此，在处理软土地基时，我们必须采取有效的排水措施来加速土体的排水固结过程。这可以通过设置排水系统来实现，如打入砂井或塑料排水板等，以提供一个通道让水分能够顺利排出；此外，采用真空预压法也是一种有效的方法，它通过施加真空压力来加速土体的排水和固结过程。

## 3 软土地基处理技术分析

### 3.1 换填加固法

换填加固法，作为一种直接且高效的软土地基处理方法，其核心思想在于将地基中一定深度和范围内的软土挖出，并替换为强度高、抗压缩、稳定性优异的材料。这些换填材料，如砂、碎石、石灰等，凭借它们出色的物理和力学性质，能够显著提升地基的承载力和稳定性。实施换填加固法时，分层换填与逐层压实是两个至关重要的步骤，分层换填确保了每一层换填材料都能与软土基础紧密接触，形成一个稳固的整体。而逐层压实则通过机械或人工方式，将换填材料压实至设计要求的密实度和承载力；这两个步骤的严格执行，能够最大化换填效果，有效提升地基的稳定性和承载能力<sup>[2]</sup>。在换填材料的选择上，需综合考虑地基的实际情况、工程要求和材料成本等因素；例如，在需要快速排水和固结的地基中，可以选择碎石作为换填材料；而在对地基承载力有较高要求的情况下，则可以选择砂或石灰等强度更高的材料。此外，换填加固法的施工过程中还需要注意挖填方的平衡、换填深度的控制以及换填材料的质量控制等问题，挖填方的平衡能够确保地基的稳定性不受破坏，而换填深度的控制则能够根据地基的实际情况和工程要求进行合理调整。

### 3.2 化学加固法

化学加固法，作为一种利用化学材料对软土地基进

行排水固结处理的有效方法，其在工程实践中的应用日益受到重视，该方法的核心在于向软土地基中注入特定的化学材料，通过改变软土的性质和行为，显著提升其稳定性。在化学加固法中，深层水泥搅拌桩法和石灰搅拌法是两种常见且有效的方法，深层水泥搅拌桩法，顾名思义，是通过将水泥与软土进行充分的搅拌，形成一种胶凝物质。这种胶凝物质如同一种强力的“粘合剂”，能够将软土颗粒紧紧地粘结在一起，形成一个更加稳固的整体；这样一来，软土的强度和承载力都得到了显著的提升，使得地基能够更好地承受外部荷载，满足工程的需求。这种方法特别适用于那些需要快速提高地基承载力和稳定性的工程。而石灰搅拌法，则是利用了石灰与土发生化学反应的特性，当石灰与软土混合时，它会吸收软土中的多余水分，使其变得更加干燥和稳定。石灰还可以与软土中的某些成分发生化学反应，生成更加稳定的化合物，这些化合物的生成进一步增强了地基的稳定性，使得地基能够更好地抵御外部荷载的侵袭；这种方法特别适用于那些含水量较高、透水性较差的软土地基。

### 3.3 加筋法

加筋法，作为一种在软土地基中引入抗拉强度高的土工合成材料的有效方法，其在工程实践中的应用日益广泛。这些土工合成材料，诸如钢筋网、土工织物等，凭借其出色的抗拉强度和延展性，能够巧妙地分散软土所承受的压力，并将其顺利地传递到更为稳固的地层之中。通过加筋处理，可以巧妙地构建一个由土工合成材料与软土共同组成的复合地基，这个复合地基不仅继承了原有地基的部分特性，更因土工合成材料的加入而获得了更加出色的承载力和稳定性。它如同一位坚韧的守护者，能够有效地抵抗外部荷载的侵袭，显著减少地基的变形和沉降，为工程的长期稳定运行提供有力保障；在实施加筋法时，我们需要根据地基的实际情况和工程的特定要求，进行周密的规划和设计。这包括选择合适的土工合成材料、确定合理的加筋层数和加筋间距等关键参数，加筋法适用于各种软土地基的处理，特别是在那些需要显著提高地基承载力和稳定性的情况下。通过合理的加筋设计和施工，我们可以有效地改善软土地基的性能，使其满足工程的严格要求，为工程的顺利推进和长期稳定运行奠定坚实的基础。

### 3.4 排水固结法

排水固结法是一种有效的软土地基处理方法，其核心思想是通过排除地基中的多余水分，促进地基固结，从而提高地基的承载能力。这种方法特别适用于含水量

高、透水性差的软土地基,在实际工程中,常用的排水固结法主要包括砂井排水法和塑料排水板法。砂井排水法是通过在地基中打入砂井,形成有效的排水通道,从而加速地基中水分的排出,砂井的设置需要根据地基的实际情况进行精心设计,包括砂井的直径、间距、深度等参数,以确保排水效果<sup>[3]</sup>。在施工过程中,还需要注意砂井的填充材料和质量,以保证其长期的排水性能;塑料排水板法则是另一种常用的排水固结法,这种方法是在地基表面铺设塑料排水板,通过排水板的引导,将地基中的水分排出。塑料排水板具有良好的透水性和耐腐蚀性,能够有效地提高地基的排水性能;在施工过程中,需要注意排水板的铺设质量和连接处的处理,以确保其整体的排水效果。无论是砂井排水法还是塑料排水板法,都需要在排水系统设置完成后,进行一段时间的预压和固结,以确保地基中的水分得到充分排出,地基的承载能力得到有效提高。

### 3.5 重锤夯实法

重锤夯实法,作为一种高效且实用的地基处理方法,其核心优势在于利用重锤的自由落体运动产生的强大冲击力,对地基进行深度夯实。这种方法特别适用于处理大面积、厚度较大的软土地基,能够显著提升地基的密实度和承载能力,为后续工程建设提供坚实的地基支撑。在实际施工过程中,重锤夯实法的实施需要严格控制多个关键参数,以确保夯实效果达到预期:(1)锤子的重量是一个至关重要的因素,它需要根据地基的实际情况和夯实要求进行精确选择;过轻或过重的锤子都可能影响夯实效果,因此选择合适的锤子重量是确保冲击力满足夯实需求的关键。(2)起落距离也是施工过程中需要考虑的重要因素。起落距离的设置需要综合考虑锤子的重量和地基的承受能力,以避免过大的冲击力对地基造成不必要的损伤;通过精确控制起落距离,可以确保冲击力在有效夯实地基的同时,不会对地基造成破坏。(3)在夯实过程中,时间间隔和遍数的控制同样至关重要,时间间隔不宜过长,以免影响夯实效果;通过严格控制时间间隔和夯实遍数,可以确保地基在夯实过程中逐渐达到预期的密实度和承载能力。

### 3.6 真空预压法

真空预压法是一种高效且实用的软土地基处理方

法,其核心在于在软土地基内巧妙设置竖向排水系统,并对地基施加负压荷载。这种方法巧妙地利用了负压作用,使软土内的多余水分在负压的“牵引”下顺利排出,从而显著提高地基的承载能力,由于其施工简便、效果显著,真空预压法在水利工程施工中得到了广泛的应用和认可;在实际工程中,真空预压法的施工过程需要精心组织和严格控制:(1)要在地基内精确设置竖向排水系统,如砂井或塑料排水板,以确保水分能够顺畅排出<sup>[4]</sup>。(2)在地基表面铺设一层高质量的密封膜,形成一个封闭的空间,这个密封膜就像是一个“盖子”,将地基与外界隔绝,为后续的抽气过程创造条件。(3)通过真空泵对封闭空间进行抽气,形成负压荷载,这个负压荷载就像是一个“吸力”,将地基中的水分“吸”出来;在负压的作用下,地基中的水分被逐渐排出,地基也逐渐固结,变得更加坚实和稳定。有几个关键点需要特别注意:一是排水系统的设置必须确保畅通无阻,以便水分能够顺利排出。二是密封膜的铺设质量至关重要,必须确保无破损、无漏气,以保证负压荷载的有效施加。三是对抽气过程进行严格控制,确保负压荷载的稳定施加和地基的均匀固结。

结语:综上所述,软土地基作为水利工程施工中常见的不良地基类型,其特性对工程的稳定性和安全性构成了严重威胁。然而,通过合理的处理技术和施工方法,可以有效地改善软土地基的性能,提高其承载能力和稳定性。选择和应用这些技术时,需要根据地基的实际情况、工程要求和施工条件进行综合考虑和精心设计,以确保处理效果达到预期目标。通过不断的研究和实践探索,将进一步优化和完善软土地基处理技术,为水利工程的顺利建设和长期安全运行提供更加坚实的保障。

### 参考文献

- [1]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.
- [2]米吉提买买提.水利工程施工中软土地基处理技术研究[J].水电水利,2021,4(11):116-117.
- [3]张庆.水利施工中软土地基处理技术探析[J].陕西水利,2020(07):163-164+166.
- [4]李恩祥.水利工程施工中软土地基处理技术分析[J].建筑技术研究,2020(1):114-115.