

# 水利施工中软土地基处理技术探讨

汪增超 石建军 李浩杰

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450003

**摘要:** 水利施工中,软土地基处理是确保工程稳定与安全的关键环节。本文探讨了水利施工中软土地基处理的基本原理,分析了软土地基的特性和对水利施工的影响,并重点介绍了常用的软土地基处理技术,如换填法、排水固结法和振动压实法。通过工程实例分析,评估了处理方案的选择与实施效果。本文旨在为水利施工中的软土地基处理提供技术参考,确保工程质量和安全,同时降低工程造价,提高工程效益。

**关键词:** 水利施工;软土地基;处理技术

## 引言

在水利工程施工中,软土地基处理一直是一个重要的技术挑战。软土因其特殊的物理和化学性质,往往会导致地基承载力不足、变形量大等问题,严重影响水利工程的安全与稳定性。因此,研究并应用有效的软土地基处理技术,对于确保水利工程施工质量、提高工程效益具有重要意义。本文将系统探讨水利施工中软土地基处理的基本原理和方法,为实际操作提供指导与借鉴。

## 1 水利施工中软土地基处理的基本原理

### 1.1 软土地基的不良影响

在水利工程施工中,软土地基常常是一个令人头疼的问题。软土具有强度低、压缩性高、透水性差等特点,如果不进行适当的处理,会给水利工程带来一系列的不良影响。首先,软土地基会导致建筑物的沉降不均匀,严重时可能出现裂缝、倾斜甚至倒塌。其次,软土的高压缩性会使地基在长期荷载作用下产生较大的变形,影响建筑物的正常使用。此外,软土的透水性差会使地基排水不畅,增加地基的湿度,进一步降低地基的承载能力。

### 1.2 软土地基处理的主要方法概述

为了解决软土地基带来的问题,水利工程中常采用以下几种处理方法:(1)换填法:将软弱土层挖除并替换为强度较高的材料,如砂、碎石等。这种方法可以提高地基的承载能力和稳定性。(2)排水固结法:在地基中设置排水系统,利用排水作用和重力作用使软土固结,减小沉降量。该方法适用于透水性差、含水率高的软土地基。(3)振动压实法:利用振动压实设备对地基进行振动压实,使土颗粒重新排列,增加密实度。这种方法适用于粘性土、砂土等具有一定塑性的地基。(4)注浆法:通过注浆管将浆液注入地基中,填充土体的空隙,提高地基的强度和密实度。(5)深层搅拌法:利用

深层搅拌机械在地基中进行搅拌,使水泥浆与软土充分混合,形成强度较高的地基。

## 2 软土地基的特性和对水利施工的影响

### 2.1 软土地基的特性

(1)强度低,承载能力弱:软土通常指的是含水率高、孔隙比大、压缩性强的细粒土,如淤泥、淤泥质土等。这类土壤在受到外力作用时,抵抗变形的能力较弱,导致地基的承载能力低下。在水利施工中,如果地基的承载能力不足以支撑上部结构的重量,将会引发沉降、变形等问题,严重影响工程的稳定性和安全性。

(2)压缩性高,易产生变形:软土由于具有较大的孔隙比和含水率,在受到外部荷载作用时,容易发生压缩变形。这种变形会随着荷载的增加而逐渐累积,导致地基的不均匀沉降,进而影响水利工程的正常使用。(3)透水性差,排水困难:软土的颗粒细腻,间隙小,透水性极差。在水利施工过程中,如果地基的排水不畅,将会导致水分在地基中滞留,增加地基的含水率,进一步降低地基的强度和稳定性。同时,水分的滞留还会影响水利工程的混凝土施工质量,引发开裂、渗漏等问题。

(4)抗剪强度低,易滑动:软土在受到剪切力作用时,抵抗剪切破坏的能力较弱。在水利施工中,如果地基的抗剪强度不足以抵抗水流、波浪等外力作用,将会导致地基的滑动失稳,严重威胁工程的安全[1]。

### 2.2 对水利施工的影响

(1)影响施工进度和质量:软土地基的处理是水利施工中的一项重要工作。如果地基处理不当,将会导致地基的不均匀沉降、变形等问题,进而影响水利工程的施工质量。同时,地基处理工作需要耗费大量的时间和资源,如果处理不当,将会延误施工进度,增加工程成本。(2)增加工程造价:软土地基的处理需要采用专业的技术和设备,同时需要使用优质的材料。这些因素都

将增加水利工程的造价。此外,由于软土地基的复杂性和不确定性,地基处理过程中可能会遇到各种预料之外的情况,需要增加额外的投入来解决这些问题。(3)降低工程使用寿命和安全性能:软土地基的处理不当将会导致地基的不均匀沉降、变形等问题,这些问题将直接影响水利工程的使用寿命和安全性能。同时,由于软土地基的透水性差和排水困难,将会影响水利工程的防水性能和使用功能。

### 3 常用的软土地基处理技术

#### 3.1 换填法

换填法,作为一种古老而经典的地基处理方法,广泛应用于各类土木工程中,特别是在水利施工中,对于软土地基的处理具有显著效果。该方法的核心思想是将软弱土层挖除,并用强度较高的材料填充,从而改善地基的性能。在水利工程中,软土地基是常见的施工难题,换填法以其独特的优势,成为了一种有效的解决方案。首先,我们必须明确换填法的适用范围。该方法主要适用于浅层软土或软土厚度不大的情况。在地质勘察阶段,一旦发现地基存在软土层,就需要考虑是否采用换填法进行处理。同时,换填法的效果很大程度上取决于换填材料的选择。通常情况下,我们会选择砂、碎石、素土、灰土等具有较高强度和良好透水性的材料。这些材料不仅具有较高的承载能力,还可以有效排水,提高地基的整体稳定性。在施工过程中,换填法的施工要点包括以下几个方面:首先,需要进行详细的勘察和设计工作,确定换填的深度和范围。这一步骤至关重要,它将直接影响到后续施工的效果和质量。其次,采用挖掘机等设备将软弱土层挖除。在施工过程中,必须严格控制挖除的深度和范围,确保符合设计要求。接着,填充选定的换填材料,并进行分层填筑和压实。这一步骤要求施工人员具有较高的技术水平和丰富的经验,以确保填料的密实度和均匀性<sup>[2]</sup>。最后,进行质量检测,确保换填后的地基满足设计要求。这一步骤是保障工程质量的最后一道防线,必须高度重视。当然,换填法也存在一些缺点,如工程造价较高、工期较长等。因此,在选择换填法时,需要综合考虑工程的地质条件、经济效益和施工条件等因素。只有当换填法的优势能够充分发挥,且其缺点可以被有效克服时,才应选择该方法进行地基处理。

#### 3.2 排水固结法

排水固结法,作为水利工程中常用的软土地基处理技术,其核心理念是通过在地基中设置排水系统,利用排水和重力作用使软土固结,进而增强地基的承载能

力,并降低沉降量。尤其对于透水性差、含水率高的软土地基,排水固结法展现出了显著的效用。排水固结法的施工要点细致且关键。首先,要在地基中设置完善的排水系统。这包括水平排水层和竖向排水体等,它们如同地基的“血管”,确保水分能够顺畅排出。其次,通过加载预压或利用建筑物自重等方式,对地基进行施压。这种压力使得地基中的水分在排水系统的作用下,逐渐排出,从而实现软土的固结。在这一过程中,排水系统的设计和施工质量至关重要,它直接关系到地基固结的效果。排水固结法的优势在于其施工相对简单,工期相对较短,且成本相对较低。相较于其他地基处理方法,排水固结法更为经济实用。然而,它也存在一些不足。比如,固结时间较长,可能需要等待数月甚至数年才能达到预期的效果<sup>[3]</sup>。此外,在地基固结过程中,由于排水作用,可能会对地基造成一定的扰动。在选择排水固结法时,需要综合考虑多种因素。首先,要深入了解工程的地质条件,特别是地基的透水性和含水率。其次,工期要求也是一个重要因素。如果工程时间紧迫,那么排水固结法可能不是最佳选择。最后,经济效益也是一个不容忽视的因素。尽管排水固结法成本相对较低,但如果工程规模庞大,那么总体成本也可能非常高。

#### 3.3 振动压实法

振动压实法,是一种通过现代科技手段提高地基承载能力的施工方法。它利用振动压实设备产生的振动能量,使地基土颗粒重新排列,增加密实度,进而提升地基的承载能力和减少沉降量。这种方法尤其适用于粘性土、砂土等具有一定塑性的地基。在实施振动压实法时,有几个关键的施工要点需要特别关注。首先,选择适合的振动压实设备至关重要。不同的地基材料和工程需求,可能需要不同类型的振动压实设备,如振动压路机、振动平板夯等。因此,在实际施工前,需要进行充分的设备选型和试验工作。其次,地基的分层填筑和压实也是关键步骤。在进行填筑时,每层填筑的厚度不宜过大,以确保振动压实设备能够有效作用。同时,每层填筑完成后,都需要使用振动压实设备进行压实,以确保填料的密实度和均匀性。振动压实法的优点显著,主要体现在施工速度快、效果显著以及对地基扰动小等方面。与传统的地基处理方法相比,振动压实法能够在较短的时间内达到预期的施工效果,大大提高了施工效率。此外,由于振动压实法主要依赖振动能量使土颗粒重新排列,因此对地基的扰动相对较小,有助于保持地基的整体稳定性。然而,振动压实法也存在一定的缺点,比如设备成本较高、对操作人员技能要求较高等。

因此,在选择使用振动压实法时,需要综合考虑工程的地质条件、施工条件和经济效益等因素。只有在充分考虑这些因素后,才能确保选择最合适的施工方法,保障工程质量和安全。

#### 4 工程实例分析:软土地基处理方案的选择与实施效果评价

##### 4.1 工程概况

本工程是一座大型的水利枢纽工程,位于河流的中下游地区。工程的主要功能是防洪、灌溉和发电。由于该地区地质条件复杂,特别是存在大面积的软土地基,给工程建设带来了较大的挑战。因此,在地基处理方面,选择合适的软土地基处理方法,确保地基的承载能力和稳定性,成为工程建设的关键问题。在工程建设初期,对工程所在地的地质条件进行了详细的勘察。通过勘察发现,工程区域的软土层厚度较大,且透水性差、含水率高。针对这种情况,工程技术团队经过综合分析和比较,决定采用排水固结法和振动压实法相结合的方案进行软土地基处理。

##### 4.2 软土地基处理方案的选择和实施

(1)排水固结法的应用。针对软土层的厚度和透水性差的特点,工程技术团队设计了水平排水层和竖向排水体的排水系统。水平排水层采用砂砾石材料填筑,以提供良好的排水通道;竖向排水体则采用塑料排水板,通过其高透水性,加速地基的固结过程。在施工过程中,首先进行排水系统的铺设,确保排水通道畅通。然后,通过加载预压的方式,使地基产生排水固结作用。在加载过程中,严格控制加载速率和加载量,以避免对地基造成过大的扰动。同时,加强排水系统的维护和管理,确保排水畅通无阻。(2)振动压实法的应用。在排水固结法的基础上,工程技术团队引入了振动压实法,以进一步提高地基的密实度和承载能力。在施工过程中,选择适合该工程的振动压实设备,如振动压路机和振动平板夯。首先,对地基进行分层填筑和压实。每层填筑的厚度控制在一定范围内,以确保振动压实设备能够充分发挥作用。然后,使用振动压实设备对填筑层进行振动压实,使土颗粒重新排列、密实度增加。在振动压实过程中,严格控制振动频率和振动时间,以避免对地基造成过大的破坏。

##### 4.3 处理效果评价和对比分析

(1)处理效果评价。经过排水固结法和振动压实法的综合处理,地基的承载能力和稳定性得到了显著提高。通过实地勘察和检测,发现地基的沉降量明显减小,且未出现明显的变形和裂缝。同时,地基的密实度也有了明显的提高,达到了设计要求的标准。此外,在工程施工过程中,通过对施工过程的监测和控制,确保了施工质量和安全。在施工过程中,未发现任何地基处理方面的质量问题或安全隐患。(2)对比分析。为了验证所选地基处理方案的优越性和有效性,我们与其他常见的地基处理方法进行了对比分析。首先,与单一的换填法相比,综合采用排水固结法和振动压实法可以更有效地提高地基的承载能力和稳定性。这是因为排水固结法可以加速地基的固结过程,减小沉降量;而振动压实法则可以增加地基的密实度,提高承载能力。两者的结合使用,可以充分发挥各自的优势,达到更好的处理效果。其次,与其他的地基处理方法相比,如注浆法、深层搅拌法等,本工程所选的处理方案具有施工简便、成本较低等优点。这是因为排水固结法和振动压实法的施工工艺相对成熟,设备简单,易于操作;同时,这两种方法的材料成本也相对较低,可以有效降低工程造价。

##### 结束语

经过对水利施工中软土地基处理技术的深入研究和探讨,我们可以明确认识到,软土地基处理是确保水利工程施工质量与安全的关键环节。在实际工程中,我们需要根据地质条件和工程需求,选择合适的地基处理方法,并严格控制施工质量和安全。通过不断的技术创新与实践,我们将进一步提高软土地基处理的效果,为水利工程施工提供更加可靠的技术保障,助力水利事业的持续发展。

##### 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.