

# 基于复合地基理论的堤防软土加固设计方法探讨

董礼翠

江苏省水利勘测设计研究院有限公司 江苏 扬州 225000

**摘要:** 本研究以复合地基理论为基础,对堤防软土地基加固的最佳设计方法进行了系统论述。通过建立科学加固设计体系,对加固材料选择,结构设计优化和施工工艺要求等方面进行明确,对加固前与加固后性能差异进行比较分析,从而达到定量评价加固效果的目的。研究表明:复合地基加固技术明显改善堤防软土物理力学性质、显著增强工程稳定性和安全性。该研究不仅对水利工程安全运行起到强有力的理论支持作用,而且为复合地基加固技术不断优化和革新指明方向。

**关键词:** 复合地基理论;堤防软土加固技术;加固设计优化;水利工程稳定性与安全性

## 引言

水利工程的稳定发展,对于堤防软土加固技术也有了很高的要求。目前堤防软土加固工作面临着许多挑战,复合地基理论这一行之有效的加固技术正在逐步引起人们的普遍重视。研究目的是对复合地基理论加固堤防软土进行深入分析,并通过合理加固设计方法的建设来促进堤防工程稳定安全运行。我们将对复合地基理论基本原理及特点进行系统论述,对该理论应用于堤防软土加固进行适用性分析,并通过实际工程案例对加固效果进行可靠性及持久性验证。另外,本次研究将重点对复合地基加固技术进行优化及创新,以期能够对水利工程安全运行给予更扎实的理论支持及实践指导。

## 1 复合地基理论在堤防软土加固中的应用概述

### 1.1 复合地基理论的基本原理与特点

复合地基理论基本原理是利用各种材料力学特性经过合理搭配与配置而形成承载能力与变形性能优异的复合地基。它的特点是能充分发挥各材料的长处,达到优势互补以改善地基整体性能。将复合地基理论应用于堤防软土加固,可有效提高地基承载力与稳定性,降低地基沉降与变形,进而保障堤防工程安全运行。

### 1.2 堤防软土加固技术的现状与挑战

目前堤防软土的加固技术受到了很多挑战。一方面软土压缩性大,抗剪强度低,增加了加固的难度;另一方面,随着水利工程的不断发展,对堤防工程的安全性和稳定性要求也越来越高。所以,常规加固方法已很难

满足现实需要。复合地基理论的运用为堤防软土的加固工作开辟了全新的思维途径和实施手段。利用复合地基理论可有效提高软土承载力及稳定性并解决目前加固技术中存在的难题。

### 1.3 复合地基理论在堤防软土加固中的适用性

复合地基理论应用于堤防软土加固有广泛适用性。不管是对新建成或已建成的堤防工程,均可采用复合地基理论设计与建设<sup>[1]</sup>。同时由于复合地基理论的灵活性、可调性等特点,可针对不同工程条件及要求选用合适的加固材料及工艺方法以达到最佳加固效果。

除此之外,复合地基的理论也可以与其他的加固方法融合,从而构建出一个全面的加固策略。如可结合桩基,换填及其他加固方法形成复合桩基或者复合换填地基,以进一步增强堤防工程稳定性及安全性。

### 1.4 复合地基加固技术的优势分析

复合地基加固技术应用于堤防软土加固已显示出其明显的优越性。一是多种加固材料力学特性的合理应用可显著地提高地基承载力及稳定性。二是复合地基加固技术经济性、环保性更好,可降低工程成本,减小环境影响。另外,本技术施工便利性高,可操作性强,可满足不同工程条件与需求。

## 2 复合地基加固设计方法的构建

### 2.1 堤防软土性质及加固需求分析

堤防软土一般含水量较高,压缩性较大,强度较低,这些特性造成堤防的稳定性较差,容易产生沉降变形。所以堤防软土的加固是保证堤防工程能够安全运营的重点。加固需求分析中,需要考虑堤防所处地理位置、地质条件、工程要求及环境因素,确定加固目的及要求,以便于后续进行加固设计。

实际工程如某河堤防加固工程,工程团队先采用地

**通讯作者:** 董礼翠,出生年月:1982年3月,民族:汉,性别:女,籍贯:江苏省扬州市,单位:江苏省水利勘测设计研究院有限公司,职称:高级工程师,学历:工程硕士,邮编:225000,研究方向:水利水电工程规划与设计。

质勘察与现场试验相结合的方法,细致地分析堤防软土特性<sup>[2]</sup>。研究表明:堤防软土含水量较高,压缩性较大,沉降变形问题显著。为解决上述问题,工程团队确定加固目的及要求是增强堤防稳定性及承载能力、减小沉降及变形。

在选择材料和确定其配比时,工程团队依据软土的特性和加固标准,挑选了如水泥、石灰等适宜的加固材料,并经过实验确定了这些材料的最优配比。在此过程中工程团队综合考虑材料物理性能,化学性能和施工性能,保证加固材料能达到加固要求。

### 2.2 复合地基加固材料选择与配比

复合地基加固时,其选材及配比对加固效果及工程质量有着直接的影响。所以有必要结合堤防软土特点及加固需求来选择合适的加固材料及合理的确定加固比例。加固材料要有较好的物理、化学性能并能与软土产生较好的粘结,增强其强度及稳定性。同时加固材料要施工方便并符合工程进度要求。

实际工程可使用水泥,石灰和其他无机材料做加固材料。这些物质能与软土中水起化学反应并产生新物质以增强其强度及稳定性。当材料配比确定后,需经过多次实验与验证才能寻求到最优配比方案。除此之外,我们还可以考虑采用其他的辅助材料,例如纤维等,以提高加固的效果。

### 2.3 复合地基加固结构与优化

复合地基加固结构设计是保证加固效果的关键一环。在进行结构设计时,需考虑堤防软土特性,加固材料性能和工程要求来设计合理加固结构。与此同时,加固结构也需不断优化才能改善加固效果,减少工程成本。

从结构设计上看,复合地基结构可有桩基和散体材料桩两种形式。这些构造可以有效地使加固材料和软土相结合,增强堤防整体稳定性及承载能力。可通过桩长和桩径的调整及桩体布置方式的优化进一步改善加固效果。

以堤防加固工程为例,该工程队采用桩基形式复合地基结构。设计时根据地质勘察结果及工程要求确定合理桩长和桩径。同时考虑桩体布置形式保证加固效果最优。施工期工程团队也结合现场情况微调结构设计,满足复杂地质条件要求。

## 3 复合地基加固效果的评估与验证

### 3.1 加固前后堤防软土性能对比

复合地基加固前和加固后堤防软土性质有明显改变。第一,在力学性质方面,堤防软土加固后在抗剪强度和压缩模量两个关键指标上都有显著提高,土体承载能力与稳定性得到有效加强。第二,从渗透性能上看,

堤防软土加固后渗透系数明显减小,有利于降低渗透破坏风险<sup>[3]</sup>。另外加固堤防软土变形性能较好,能较好地满足外部荷载及变形要求。

为具体阐明堤防软土在加固前、后的性能变化情况,可采用对比测试数据的方法对其进行细致分析。以某堤防工程为例,在采用了复合地基加固技术之后,通过室内实验和现场测试,我们观察到加固后的堤防软土的抗剪强度增加了大约30%,压缩模量提高了大约20%,而渗透系数则下降了大约50%。这些资料的比较分析,充分表明复合地基加固技术在堤防软土性能方面有明显改善效果。

### 3.2 复合地基加固效果的定量评估方法

要对复合地基加固效果进行精确评价,就必须采取科学定量的评价方法。一方面可采用室内试验与原位测试相结合的方法得到堤防软土加固前、后力学参数及渗透性能参数,并在此基础上计算加固效果提升幅度。另一方面可通过数值模拟与有限元分析相结合的手段来模拟预测加固效果,从而为工程的设计与建设提供强有力的支撑。

以某段堤防工程为例,为量化评价复合地基的加固作用,课题组通过室内三轴及原位十字板剪切试验得到堤防软土加固前、后抗剪强度参数。对比分析表明,堤防软土抗剪强度指标在加固后得到显著改善,表明复合地基加固技术对堤防土体稳定性有明显强化作用。同时课题组也采用有限元软件模拟分析其加固效果,并预测地方在加固过程中变形及应力分布规律,从而为工程设计提供重要的依据。

### 3.3 复合地基加固效果的工程实例分析

通过对具体工程实例进行分析可进一步证实复合地基加固效果在实际工程中的应用效果。就工程实例而言,可着重考虑堤防加固前和加固后的变形,渗流状况和稳定性表现。对这些资料进行比较分析,能够更直观地认识到复合地基加固技术对堤防工程的实际作用。

以一实际堤防加固工程为例,本工程应用复合地基加固技术处理堤防软土。加固后在堤防上进行了变形监测及渗流观测,发现加固堤防变形量明显减少,渗流现象得到了有效的控制,总体稳定性明显提高。该工程实例充分表明,复合地基加固技术应用于堤防工程是有效的,实用的。

### 3.4 复合地基加固效果的长期监测与反馈

对复合地基加固效果进行评价时,长期的监测和反馈至关重要。对加固效果持久性与稳定性进行长期监测,可为工程后续维护与管理奠定重要基础<sup>[4]</sup>。同时基

于长期的监测结果对加固设计方案进行适时的调整与优化,可进一步提升加固效果与工程质量。

在对复合地基加固效果进行评价时,需要建立一套完整的长期监测系统,其中主要有变形监测,渗流监测以及稳定性监测。通过对监测数据进行定期采集与分析,能够及时发现并处理可能存在的隐患,保障堤防工程安全、稳定地运行。同时应建立一套行之有效的反馈机制并及时向设计、施工单位反馈监测结果,从而对加固方案进行及时的调整、优化。

#### 4 复合地基加固设计方法的优化与创新

##### 4.1 新型复合地基加固材料的研发

研究和开发新型复合地基加固材料,是优化加固设计方法最主要的发展方向。尽管传统的加固材料,如砂石和水泥,具有一定的加固效果,但在某些特定的地质条件下,它们的性能可能会受到限制。所以研究开发强度高、耐久性好、适应性强的新型加固材料对改善加固效果有着十分重要的作用。如研究开发高分子材料,纤维增强材料及其他新型加固材料能显著增强堤防软土抗压强度及稳定性。同时根据不同地质条件及工程需求可进一步研究开发定制化加固材料来更好地满足工程实际需求。

新型材料研究与开发时也需考虑到它的环境友好性与可持续性。随着社会越来越重视环保与可持续发展,在开发新型加固材料时要重视环保性能以降低环境影响。同时通过优化材料配比及生产工艺来降低生产成本并提高其经济性也成为新型加固材料研究开发的一个重要发展方向。

##### 4.2 复合地基加固结构的创新设计

对复合地基加固结构进行创新性设计,是加固设计方法优化的又一重点内容。传统加固结构通常采用桩基加固和垫层加固这两种单一加固方法,加固效果受限,并会产生安全隐患。所以通过创新设计将各种加固方式进行有机组合形成复合加固结构能显著改善加固效果。

在进行创新设计时,可借鉴土木工程、岩土工程及其他方面的先进技术与经验来进行复合地基加固设计<sup>[5]</sup>。如利用预应力技术,桩基及垫层共同加固可有效地提高堤防软土承载力及稳定性。同时根据具体项目地质特点及加固需求可进行个性化加固结构设计,使其更能满足现实。

另外,在创新设计中也需兼顾结构稳定性与耐久性。设计时要充分考虑其受力特点及变形规律,以保证

其长期服役能稳定地工作。同时通过优化结构设计来减少材料用量及施工难度、降低工程成本是创新设计中的一个重要目的。

##### 4.3 复合地基加固施工技术的改进

提高复合地基加固施工技术是优化加固设计方法中又一重要步骤。传统加固施工技术通常会出现施工周期长、工序复杂,从而影响加固效果及工程进度。所以通过对施工技术的完善来提高施工效率与质量对加固设计方法的优化有着非常重要的作用。

就施工技术改进而言,可引进机械化施工、自动化监控等先进施工设备与技术手段来提升施工效率与准确性。同时对施工流程进行了优化,减少了不必要的施工环节及工期,降低了施工成本。另外,强化施工现场管理与质量控制以保证施工质量与安全。

##### 结束语

本次研究以堤防软土加固技术创新和实践为主线,深入分析复合地基理论对堤防工程加固所起到的关键性作用。通过对堤防工程进行系统理论分析,实验验证和工程实例剖析等工作,该研究确认复合地基加固技术对增强堤防工程稳定性和安全性具有明显效果,进一步充实复合地基理论在水利工程中的实际运用。

在科学技术不断进步的今天,水利工程领域也在不断地发展,复合地基加固技术也会迎来更广泛的前景。新型复合地基加固材料研究开发,加固结构创新设计和施工技术改进及标准化推广等因素共同促进了复合地基加固技术不断走向成熟和完善。在今后的工作中,希望能够通过对复合地基加固技术的持续优化与创新,能够为水利工程安全运行提供更为扎实的技术支撑,从而为水利事业可持续发展奉献出更大的智慧与力量。

##### 参考文献

- [1]董军艳.基于核心素养导向的小学语文教学[J].教育探索,2022,1:0053-0054.
- [2]刘慧芳,巴蕾,刘强.重力式码头地基加固中DCM桩的设计方法[J].水运工程,2021,10:179-183.
- [3]李良勇,陈建峰,彭铭.基于新型人工软土技术的加筋碎石桩复合地基承载特性模型试验[J].长江科学院院报,2021,7:88-95.
- [4]岳青.基于乳状液渗流机理的三元复合体系设计方法及应用[J].特种油气藏,2021,2:144-149.
- [5]顾敏智,赵树光.鱼山海域软土分布特性及其地基处理方法[J].水运工程,2021,5:146-150.