

离子土壤固化剂的微观固化机理分析

葛磊^{1,2,3,4}

¹陕西省土地工程建设集团有限责任公司, 陕西 西安

²陕西地建土地工程技术研究院有限责任公司, 陕西 西安

³自然资源部退化及未利用土地整治工程重点实验室, 陕西 西安

⁴陕西省土地整治工程技术研究中心, 陕西 西安

Email: gelei917@foxmail.com

收稿日期: 2020年9月22日; 录用日期: 2020年10月7日; 发布日期: 2020年10月14日

摘要

土壤结构和强度是影响其具体应用的重要因素, 通过不同物质的掺入, 能够较好地改善土壤资源的利用效率, 提升其利用水平。离子土壤固化剂技术的应用, 能够有效改善离子固化土的强度性能, 具有较好的叠加优势。本文在对相关理论进行简要阐述的基础上, 对离子土壤固化剂的物化性质和离子固化土微观固化机理进行分析, 以期对相关技术的应用发展提供参考。

关键词

离子土壤固化, 微观固化机理, 应用发展

Analysis of the Microscopic Solidification Mechanism of Ionic Soil Solidification Agent

Lei Ge^{1,2,3,4}

¹Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

²Institute of Land Engineering and Technology, Shaanxi Provincial Land Engineering Construction Group Co., Ltd., Xi'an Shaanxi

³Key Laboratory of Degraded and Unused Land Consolidation Engineering, The Ministry of Natural Resources, Xi'an Shaanxi

⁴Shaanxi Provincial Land Consolidation Engineering Technology Research Center, Xi'an Shaanxi

Email: gelei917@foxmail.com

Received: Sep. 22nd, 2020; accepted: Oct. 7th, 2020; published: Oct. 14th, 2020

文章引用: 葛磊. 离子土壤固化剂的微观固化机理分析[J]. 土壤科学, 2020, 8(4): 175-178.

DOI: 10.12677/hjss.2020.84026

Abstract

Soil structure and strength are important factors affecting its specific application. The incorporation of different substances can better improve the utilization efficiency of soil resources and enhance their utilization level. The application of ionic soil solidification agent technology can effectively improve the strength performance of ionic solidified soil, and has good superimposing advantages. Based on a brief description of related theories, this article analyzes the physical and chemical properties of ionic soil solidification agents and the microscopic solidification mechanism of ionic soil solidification, in order to provide references for the application and development of related technologies.

Keywords

Ionic Soil Solidification, Microscopic Solidification Mechanism, Application Development

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

以离子固化剂为主要加固材料,选择某区域内红黏土为原样土,对离子固化剂加固黏土的固化机理进行探析,以此为离子固化土强度提升提供技术参考,为我国土壤整治和利用水平的提升奠定相应的理论基础。做好这方面的技术研究和分析,对由于土壤固化剂使用中造成的土壤病害及附带产生的经济损失控制,具有重要的理论和现实意义[1]。

2. 理论基础

2.1. 离子土壤固化剂

在传统的无机结合料固化剂使用中,多是利用高聚物类固化剂为主,虽然在成本控制方面具有一定优势,但是需要大量开采山石,对周边环境具有较大的破坏作用。而在发达国家中已经较为广泛的使用离子土壤固化剂,其成分中含有活性成分磺化油,能够较好的溶于水,并且离解出带有正电荷的阳离子和带负电荷的阴离子。将其置入目标土壤中,能够基于物理和化学反应路径,取代吸附在黏土表面的可交换阳离子,将黏土颗粒表面的双电层结构发生改变,从而减少土壤颗粒之间的斥力,以此使得土体更加坚实,达到土壤固化的目的[2]。

2.2. 离子土壤固化剂的应用

目前离子土壤固化剂的生产技术主要集中在美国、澳大利亚、南非、加拿大等国,离子土壤固化剂的应用,能够有效提升原有土壤结构的密实度,降低对水的敏感性,以此达到土壤承载力提升,防渗能力提升的目的。正是基于这些层面的性能改善,使得离子土壤固化剂在公路交通工程,建筑工程 and 环境保护治理等多个层面都有着较为广泛的应用。但是就整体上而言,目前我国研究层面对离子土壤固化剂的微观结构特征和固化机理层面的认识水平还比较低,尤其是在特定环境和土质条件中研究,还存在多方面的不足[2]。

3. 离子土壤固化剂基本物化性质分析

3.1. 基本物性参数及分子结构

从离子土壤固化剂的作用原理而言,其是一种高浓缩液态表面活性剂;从其结构组成而言,主要是由极性的亲水基和非极性的亲油基所组成。对于离子固化剂基本物性的判定,主要考虑如下几个指标:硫酸量、含硫量、沸点、PH值、密度、比重、蒸气压和形态特征等。基于其独特的分子结构,亲水基能够与水分子作用,将表面活性剂分子引入,而亲油基则是与非极性或弱极性的溶剂分子发生作用。正是由于这种较为独特的二重性结构,使得其能够将土壤的化学和物理性质同时发生改变,以达到土壤固化的目的[3]。

3.2. 水溶液 PH 值和电导率分析

在对离子土壤固化剂的物化性质进行分析时,根据电导率的测定,能够分析出水溶液中离子成分在浓度和含盐量两个方面的变化。其测定依据是在离子固化剂进行稀释过程中,在浓度变化的同时,其颜色也会发生对应的变化。而采用 PH 计和电导率仪,就能够完成具体数值的测定。在相关实验中,通过对实验结果的分析可以发现,离子固化剂水溶液的 PH 值与其配比浓度无直接相关性,PH 值都小于 7.0,说明其属于偏酸性物质[1]。而离子固化剂水溶液的电导率则是随着稀释比的增大而不断增大,其作用原理主要是由于浓度变大时,阳离子和阴离子的电离数量也不断增加。

3.3. 水溶液离子成分及浓度分析

由于离子固化剂在溶于水时离解出阳离子和阴离子,才能够起到固化作用,因此可以采用等离子体发射光谱仪和离子色谱仪对离子成分和浓度进行测定。通过实验数据显示,在对离子土壤固化剂进行 100 倍稀释时,水溶液中所含有的阳离子主要有 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^{+} 、 K^{+} 等,其中浓度最高的是 Ca^{2+} ,而浓度最低的是 Mg^{2+} ;在水溶液中所含有的阴离子主要是 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^{-} 三种,并且其浓度依照顺序依次降低[2]。

4. 离子固化剂土微观固化机理分析

4.1. 试验试件制备

在本课题研究中,以某公路路基工程为例,对离子固化剂土的固化机理进行试验,因此在试验前需做好对应的试件制备工作。试件土的制备,需要先制备不同比例的离子固化剂溶液,然后将对应量的水溶液均匀洒入土中并充分搅拌。依照土样的最大干密度和最佳含水量制作成圆柱形试件并用千斤顶进行静压。在试件制作完成后,应当将其放置在标准养生箱内,放置时间为 7 d。原样土无需进行养生处理。

4.2. 基于 XRD 的固化前后矿物成分分析

为更好的研究离子固化剂发生固化作用前后矿物成分的变化,可以采用 X-射线衍射仪进行试验,通过对元素存在的化合物状态等进行分析,进而鉴定出矿物的种类并且准确计算矿物的相对含量。通过试样和原样土的衍射图谱对比,可以得出如下方面分析结果。一是对原样土的非粘土矿物进行测定,其类型通常包括石英、长石、方解石和赤铁矿等[3]。这些矿物的谱线较容易交叠,因此必须做好测试分析,才能够更为精准的进行区分。二是要对土样的粘土矿物进行准确测定,例如高岭石和伊利石等。三是基于相关试验结果分析,通过 X 射线衍射图谱和特征衍射峰的对比,能够证明原样土在经过离子固化剂的处理后,不会导致粘土矿物的晶格结构发生变化,不会产生新的矿物。

4.3. 基于 SEM 的离子固化土微观结构分析

基于 SEM 的离子固化微观结构分析,能够准确观察土体内部结构及其组分,能够更为精准的分析土体的形成条件,从而更好的界定土体在形成过程中的物理学性质依据,分析各种物质的转化,从而深入的了解土壤的固化机理。对于内部结构单元体的大小、形状、排列方式和表征等观察,可以依据高倍显微镜或者扫描电子显微镜进行。基于观察分析可以发现:对于原样土而言,其微观结构类型主要是以团聚体或粒团的堆叠结构为主,部分伴有加工结构,而经过离子固化剂作用的试样土,其结构没有发生根本变化,但是孔隙明显变小。其次在作用之后,试样土单元体表面的胶结物结构特征更为明显,粘土矿物片状颗粒之间接触更为紧密[4]。再次是基于不同比例的固化剂掺量条件下,试样土的表面胶结物结构特征有所差异。通过这些分析可以发现,粘土在经离子固化剂处理后,土壤颗粒之间的引力明显增大,从而导致土壤结构和孔隙之间发生变化。

4.4. 基于 BET 比表面积的离子固化土比表面积和孔隙结构分析

在对试样土的微结构特征进行分析时,颗粒的表面特征能够反映出颗粒的大小、形状和粘土矿物的吸附性能各有不同,由此造成孔隙结构在工程中的作用性质发生变化。通过相关实验证明,在离子土壤固化剂发生作用前后,会造成土壤颗粒的粒径增大,土粒比表面积减小。其原因是由于离子固化剂在发生作用时,能够离解出的阳离子和阴离子,能够与粘土颗粒表面吸附的阳离子发生离子交换反应,进而使得土壤颗粒之间的作用力发生变化。同时离子固化剂的作用,还能够减小双电层厚度,从而使颗粒之间的引力增加,逐步形成更大的颗粒。

5. 结束语

离子土壤固化剂已经在我国各类建设工程、交通事业发展中得到了广泛应用。但是相关试验和研究的不足,使得工程技术人员对其微观固化机理认识还存在欠缺。加大这方面的试验力度,依据更为精准的试验数据分析,提升离子土壤固化剂的应用水平,不仅能够有效节约离子固化剂的使用,还能够有效提升其应用水平,为工程建设经济效益和社会效益的实现起到积极的促进作用。

参考文献

- [1] 邢明亮,梁志豪,关博文,党栋,张仲. 离子型土壤固化剂在公路工程应用中均匀性评价与控制[J]. 公路, 2019, 64(10): 34-40.
- [2] 罗小花. 离子土壤固化剂固化土微观固化机理及宏观力学强度研究[D]: [硕士学位论文]. 金华: 浙江师范大学, 2017.
- [3] 杨青,罗小花,邱欣,吴金洪. 离子土壤固化剂固化土的微观结构特征及固化机理研究[J]. 公路交通科技, 2015, 32(11): 33-40.
- [4] 潘湘辉,桂岚,李跃军. 不同土壤固化剂对土质固化性能影响的对比试验研究[J]. 公路工程, 2014, 39(1): 59-62.