

电石渣改性无锡地区太湖疏浚弃土的路用性能研究

张鸽

江苏省科佳工程设计有限公司

摘要: 将疏浚弃土改性为可用作道路底基层的填料对疏浚弃土的资源化利用具有重要的现实意义。本研究采用电石渣对无锡地区太湖疏浚弃土改性,研究了电石渣掺量、压实度和养生龄期对改性疏浚弃土无侧限抗压强度的影响。试验结果表明,电石渣掺量对改性土的早期强度不具有显著影响,对改性土的7d和28d强度有较为明显的促进作用;压实度也可提高改性土的无侧限抗压强度,当压实度从93%提高至97%,四个掺量条件下改性土试样在28d养生龄期时的平均无侧限抗压强度提高了355.7kPa;此外,改性土的无侧限抗压强度在早期阶段增加较为迅速,并随着养生龄期的增加,强度增长速率逐渐降低。根据7d龄期改性土的无侧限抗压强度试验结果可知,当压实度达到95%,电石渣掺量大于8%时,改性土能满足路基填料的使用要求,可实现无锡地区太湖疏浚弃土资源化利用的目的。

关键词: 路基; 疏浚淤泥; 淤泥固化; 强度; 掺量

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.033

引言

我国南方地区水系发达,为改善水体,并保障水道通航和蓄水的功能,我国每年河道湖泊定期疏浚产生大量的疏浚弃土。传统陆地抛填的处理方法,占用宝贵的土地资源,还会对堆放场地周边造成环境污染等问题。高效、可靠地处理疏浚弃土是亟待解决的工程问题。国务院出台实施的《土壤污染防治行动计划》要求“逐步减少存量,实施分类别、分用途、分阶段治理,促进土壤资源永续利用”。将疏浚弃土固化后用作道路基层填料既可解决修建道路的土料需求,又可解决疏浚弃土的堆置产生的环境污染等问题,实现固废的资源化利用,具有重要的现实意义。

电石渣是电石水解制取乙炔后产生的工业废渣,属于一般工业固体废物,每年的电石渣产量达到3000万吨^[1],若采用堆放和填埋的处置方法会占用大量的土地资源并可能会引起环境污染等问题。由于电石渣的主要成分为氢氧化钙,与石灰类似,将电石渣作为稳定材料用于道路修建,可消耗大量的电石渣,解决电石渣的处

置难题。韩巍等^[2]采用电石渣、矿渣和粉煤灰为主要成分的固化剂对北京地区的天然黏性土进行了固化处理,研究结果表明固化土的强度随着电石渣的掺量先达到峰值后再逐渐减小,当电石渣、矿渣和粉煤灰的配合比为1:9:4时固化土的强度达到最大值。栗培龙等^[3]用电石渣作为稳定材料对粉黏质黄土进行了改性,研究了改性土强度的影响因素,试验结果表明,改性土的无侧限强度随着电石渣的掺量提升较为明显,并随着养生龄期的增加呈对数增长。赵方琪等^[4]采用粉煤灰和电石渣对绍兴滨江区域的土样进行了固化处理,研究表明由于电石渣的水化反应生成的氢氧化钙使得土体的pH值达到12.28,可激发粉煤灰中二氧化硅和三氧化二铝的活性,发生火山灰反应,生成的胶凝物质可有效提高固化土的强度,当电石渣掺量达到8%时,固化土的强度达到峰值,其无侧限抗压强度可达到3.6MPa。Du和Yang^[5]采用电石渣与植物灰对海洋软黏土进行了固化改性,试验结果表明反应产生的胶凝产物可显著提高软黏土的密实度,从而提高改性土的抗压强度。

由上可知,电石渣可作为胶结材料实现对土的改良作用,但电石渣是否适用于无锡太湖地区疏浚弃土的改性还有待于研究。因此,本文以无锡太湖地区的疏浚弃土为研究对象,研究了不同电石渣掺量、压实度和养生龄期条件下无锡太湖地区疏浚弃土的无侧限抗压强度,分析了改性弃土作为路基填料的可行性,研究结果可对电石渣固化疏浚弃土的资源化利用提供参考。

一、试验方法

(一) 试验材料

试验用土取自无锡太湖地区疏浚弃土,根据《土工试验规程》(SL237-1999)^[6]测定其基本的物理指标,如表1所示,根据土的分类标准属于高液限黏土。

表1

最优含水率 (%)	比重	液限 (%)	塑限 (%)	有机质含量 (%)	塑性指数
17.2	2.66	62.4	27.7	4.4	34.7

(二) 试验方案

将疏浚弃土烘干后碾碎并过2mm直径标准筛后装袋备用,试验用电石渣均过0.5mm标准筛。电石渣在土

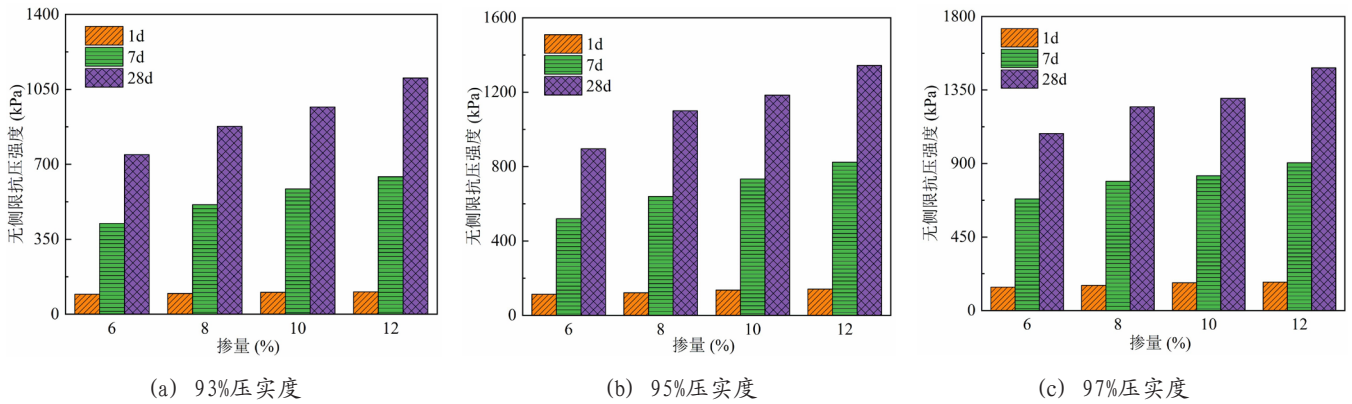


图1 不同掺量条件下电石渣改性土的无侧限抗压强度

中的质量掺量分别选取6%、8%、10%和12%。根据试样的电石渣掺量，称量适量的电石渣和土料并将两者混合后搅拌均匀，随后在混合料上喷洒适量的水并搅拌均匀，使土料的含水率达到17%，随后将土料装入塑料袋并闷料2h，使土料中的水分分布均匀。闷料结束后，称取适量的混合料，装入制样模具，采用压样法制备50mm×50mm圆柱体试样，试样的压实度分别为93%、95%和97%。试样脱模后将其置于标准养护箱，温度为20±2℃，相对湿度≥95%，养护龄期分别为1d、7d和28d，养护结束后取出试样进行无侧限抗压强度试验。

二、电石渣改性疏浚弃土的影响因素分析

(一) 电石渣掺量

不同掺量条件下电石渣改性土的无侧限抗压强度如图1所示。电石渣改性土的无侧限抗压强度随着电石渣掺量的增加基本呈线性增长的趋势，并当电石渣掺量达到12%时，试样最大无侧限抗压强度可达到1485.3kPa。由于电石渣提供的碱性环境可与土中的活性物质发生火山灰反应，可生成胶凝物质，提高土颗粒间的黏结力，因此掺入电石渣后，试样的无侧限抗压强度增加，并随

着电石渣掺量的增加而增长。此外，电石渣改性土中的Ca(OH)₂可与空气中的CO₂发生碳化反应，反应产物可填充土颗粒间的孔隙，进一步提高土体强度。因此，在压实度和养生龄期相同的条件下，电石渣改性土的无侧限抗压强度随着电石渣掺量的增加而增长。

(二) 压实度的影响

压实度是控制改性土力学性能的重要因素之一，不同压实度条件下电石渣改性土的无侧限抗压强度如图2所示。由试验结果可知，在养生龄期和电石渣掺量都相同的条件下，改性土的强度随着压实度的增加而增长。当压实度从93%提高至97%，四个掺量条件下改性土试样在1d养生龄期时的无侧限抗压强度平均提高了61.2kPa，7d养生龄期时的平均无侧限抗压强度提高了255.9kPa，28d养生龄期时的平均无侧限抗压强度提高了355.7kPa。这是由于随着养生龄期的增加，土中生成的反应产物可进一步填充土颗粒间的孔隙，使土样变得更为致密。所以随着养生龄期的增加，压实度的作用更为显著。

(三) 养生龄期

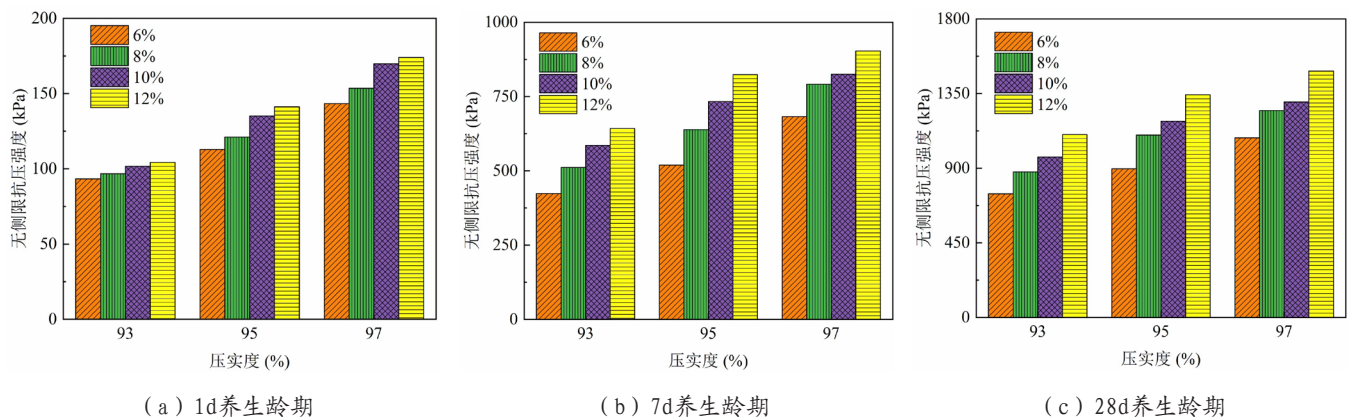


图2 不同压实度条件下电石渣改性土的无侧限抗压强度

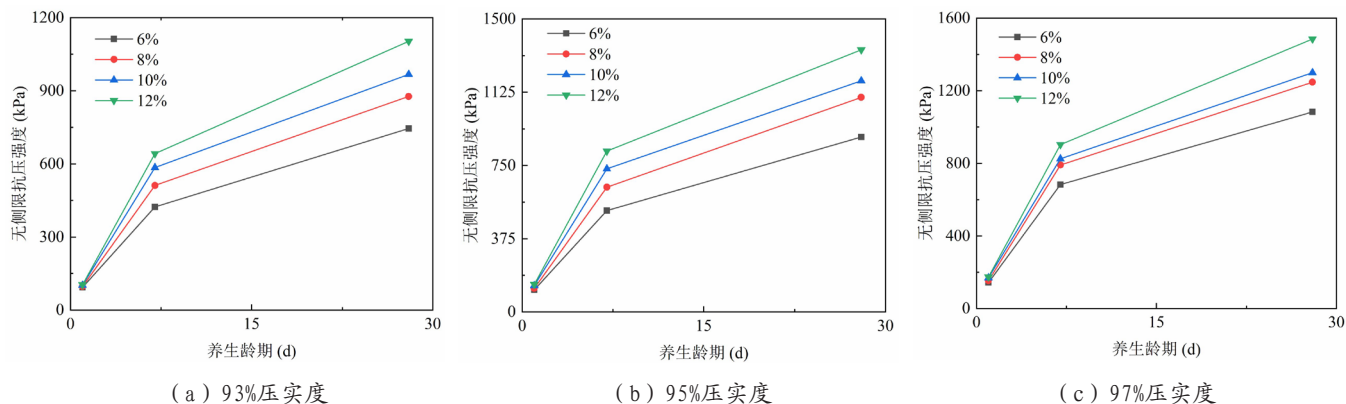


图3 不同养生龄期条件下电石渣改性土的无侧限抗压强度

养生龄期是控制电石渣改性土内胶结物质含量的主要因素之一，不同养生龄期条件下电石渣改性土的无侧限抗压强度如图3所示。虽然电石渣掺入疏浚弃土后在土中电离出的Ca²⁺离子可与土颗粒表面的阳离子发生离子交换反应，促进土颗粒发生团聚絮凝，但是对土体黏聚力和内摩擦角的影响较小，由于改性土的早期强度主要受土的黏聚力和内摩擦角控制，故在1d养护龄期时，不同电石渣掺量条件下改性土的无侧限抗压强度只发生了微小的增长。随着养生龄期的增加，电石渣提供的碱性环境促进游离钙与土中的活性物质发生火山灰反应，生成胶凝物质，提高了土颗粒间的黏结力；与此同时，电石渣改性土中的Ca(OH)₂可与空气中的CO₂发生碳化反应，反应产物可填充土颗粒间的孔隙，进而提高土体强度，所以在养生龄期7d之前，改性土的无侧限抗压强度增长较为迅速。随着养生龄期的继续增加，改性土内易发生反应的物质含量降低，导致改性土内的化学反应速率降低。因此，改性土在7d养生龄期后的无侧限抗压强度增长趋缓。

三、结论

本文采用电石渣对无锡地区太湖疏浚弃土进行改性，通过室内试验研究了电石渣掺量、压实度和养生龄期对改性土强度的影响，得到以下结论：

(1) 电石渣的掺量对改性土的早期强度影响并不显著，对改性土的7d和28d无侧限抗压强度有较为显著的影响，具体表现为强度随着电石渣掺量的增加而增长。

(2) 提高压实度可显著增大电石渣改性土的无侧限抗压强度，且由于改性土内的反应产物可填充土颗粒间的孔隙，所以随着养生龄期的增加，压实度的作用更为显著。

(3) 养生龄期对电石渣改性土的强度具有较为显著的影响，改性土的无侧限抗压强度在早期阶段增加较为迅速，并随着养生龄期的增加，强度增长速率逐渐降低。

(4) 根据7d龄期改性土的无侧限抗压强度试验结果可知，当压实度达到95%，电石渣掺量大于8%时，改性土能满足路基填料的使用要求，可实现无锡地区太湖疏浚弃土资源化利用的目的。

参考文献

- [1] 高红. 电石渣循环利用 助力绿色低碳发展[J]. 中国经贸导刊, 2021(22): 51-52.
- [2] 韩巍, 王彦波, 程寅, 樊庆霏, 李景豪, 刘涛, 郝永明, 于浩. 电石渣固化软土的强度特性研究[J]. 中国建材科技, 2019, 28(02): 79-81.
- [3] 栗培龙, 裴仪, 胡晋川, 胡伟. 电石渣稳定土抗压强度影响因素及预估模型研究[J]. 材料导报, 2021, 35(22): 22092-22097.
- [4] 赵卫琪, 方睿, 周浩, 李娜, 姜屏. 工业废料稳定路基土的无侧限抗压强度及环境影响评价[J]. 硅酸盐通报, 2021, 40(11): 3865-3875.
- [5] Du C, Yang Q. Freeze-thaw behavior of calcium carbide residue-plant ash stabilized marine soft clay[J]. Cold Regions Science and Technology, 2022, 193: 103432.
- [6] 中华人民共和国水利部. 土工试验规程: SL 237-1999[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.

作者简介: 张鸽(1975-12-16), 男, 汉族, 江苏无锡人, 本科, 高级工程师, 主要研究方向: 道路设计。