

冻融循环对水泥改良风化砂强度的影响

荣 殊¹, 闫振强^{2*}, 杨 磊³, 王培光⁴

1. 山东建筑大学交通工程学院, 山东 济南 250101; 2. 济南金衢公路勘察设计研究有限公司, 山东 济南 250101;

3. 中国电建市政建设集团有限公司, 天津 300384; 4. 山东省公路桥梁建设有限公司, 山东 济南 250000

摘 要: 为了明确风化砂作为路基填料时的稳定性, 对 3% 水泥掺量的稳定风化砂进行了冻融循环试验。试验结果表明, 冻融循环作用下水泥稳定风化砂的无侧限抗压强度逐渐降低, 当冻融循环次数为 9 次时, 强度损失率高达 55%。

关键词: 风化砂; 路基填料; 冻融循环; 无侧限抗压强度

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

文章编号: 1006-2890 (2021) 08-0019-02

Stability of Cement-modified Weathered Sand Under Freeze-thaw Cycles

Rong Shu¹, Yan Zhenqiang^{2*}, Yang Lei³, Wang Peiguang⁴

1. School of Transportation Engineering, Shandong Jianzhu University, Jinan, Shandong 250101;

2. Jinan Jinqi Road Survey Design Research Co. Ltd., Jinan, Shandong 250101;

3. STECOL Corporation, Tianjin 300384;

4. Shandong Road and Bridge Construction Co. Ltd., Jinan, Shandong 250000

Abstract: In order to clarify the stability of weathered sand as a roadbed filler, a freeze-thaw cycle test was carried out on stable weathered sand with a cement content of 3%. The test results show that the unconfined compressive strength of cement stabilized weathered sand gradually decreases under the action of freeze-thaw cycles. When the number of freeze-thaw cycles is 9 times, the strength loss rate is as high as 55%.

Key words: Weathered sand; Subgrade filler; Freeze-thaw cycle; Unconfined compressive strength

0 引言

公路作为城市的重要基础设施对促进经济发展和改善民生环境起着非常重要的作用, 现今公路建设对良好的路基填料需求越来越大^[1], 在缺乏优质填料的地区若能就地取材便可以节省大量的采购和运输成本^[2]。据调查, 风化砂在我国分布广泛^[3], 由于风化砂是岩石在经受长期的风化作用后破碎崩解而产生的一种产物, 其颗粒间含有细微裂缝, 故而强度相对较低, 风化砂往往被人们认为是一种不适合工程建设的原料而被废弃^[4], 若能将风化砂作为路基填料应用到公路建设中, 可取得巨大的经济效益与社会效益。

为将风化砂利用到工程建设中去, 很多学者对风化砂进行了研究改良。安彦卿等通过室内试验对水泥稳定风化砂和二灰稳定风化砂的性能进行了系统研究, 发现水泥稳定碎石风化砂具有较高的强度和稳定性, 经济性较好^[5]。陈忠达等研究发现预压处理提高了水泥稳定风化砂的抗压强度、劈裂强度、冻稳性等各种路用性能^[6]。王少文等通过试验发现风化砂的承载比和抗压回弹模量均高于规范所要求的规定值, 是一种良好的路床填料^[7]。本文以水泥改良风化砂为研究对象, 通过对试件进行冻融循环试验和抗压强度试验, 研究了冻融循环作

用下水泥改良风化砂的稳定性, 为风化砂作为路基填料的工程应用提供参考。

1 风化砂的基本性质

试验所用风化砂取自新泰至台儿庄高速公路工程沿线, 图 1 为试样含水量干密度曲线, 砾粒组含量为 24.5%, 砂粒组含量为 75.5%, 细粒组含量小于 5%, 不均匀系数 C_u 为 5.6, 曲率系数 C_c 为 1.1, 是级配良好砂。基本物理力学性质如表 1 所示。

该风化砂作为路基填料时, 其承载比和抗压回弹模量可以满足规范要求, 但作为基层填料时, 其抗压强度难以满足规范要求。

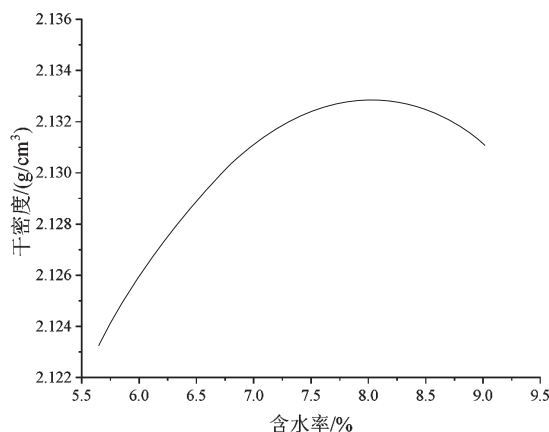


图 1 试样含水量—干密度曲线

作者简介: 荣殊 (1994-), 男, 山东济宁人, 硕士, 研究方向: 特殊路基与环境岩土工程。

通信作者: 闫振强 (1996-), 男, 山东潍坊人, 硕士, 研究方向: 特殊路基与环境岩土工程。

Copyright © 2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 1 风化砂基本物理力学性质

天然 含水率 / %	最佳含水 率 / %	最大干密度 / (g/cm ³)	CBR / %	抗压回弹 模量 / MPa	无侧限抗压 强度 / MPa
3.1	8.03	2.13	51%	106	0.19

2 试验方法

试验采用普通硅酸盐水泥 P·O 42.5 对风化砂进行改良,水泥掺量为 3%,冻融循环次数分别为 1、3、6、9、12 次,以无侧限抗压强度作为冻融循环试验的评价指标。

制备径高比为 1:1 的圆柱形试件,试模选用 Φ50mm×50mm。压实度为 98%,静压成型,成型后用脱模机进行脱模,用密封袋包裹进行养生,养护龄期为 28d。

冻融循环:养生期的最后一天,将试件浸泡在水中。养生结束后,取出试件,用湿布将试件表面的水分擦干,按编号置入低温箱开始冻融试验,保证试件周围有 20mm 的间隙,便于空气流通。当试件在温度为 -18℃ 的低温箱冻结 16h 后取出,随后立即放入水中融化,融化 8 小时后取出,此为一个冻融循环。以强度损失率作为冻融循环试验的评价指标。

无侧限抗压强度试验:将试件放入路面材料强度仪的升降台上进行抗压试验。试验过程中保持加载速率为 1mm/min,记录试件破坏时的最大压力 P (kN)。

3 试验结果分析

表 2 为不同冻融循环次数下试件的无侧限抗压强度结果,图 2 为冻融循环次数对抗压强度的影响规律,从图 2 中可以发现,随着冻融循环作用次数的增加,水泥稳定风化砂的无侧限抗压强度逐渐降低,未进行冻融循环的试件强度为 3.65MPa,冻融循环作用 1、3、6、9、12 次后,其强度损失率分别为 16.44%、24.93%、29.32%、55.07%、55.89%。当冻融循环作用次数达到 9 次后,其强度损失率已经高达 55.07%,较 6 次冻融循环时的 29.32%,强度损失率提高了 25.75%,说明当冻融循环作用次数达到 9 次后,水泥稳定风化砂试件的结构已经发生了较大破坏。

表 2 无侧限抗压强度结果

水泥掺量 / %	无侧限抗压强度 / MPa					
	0 次	1 次	3 次	6 次	9 次	12 次
3	3.65	3.05	2.74	2.58	1.64	1.61

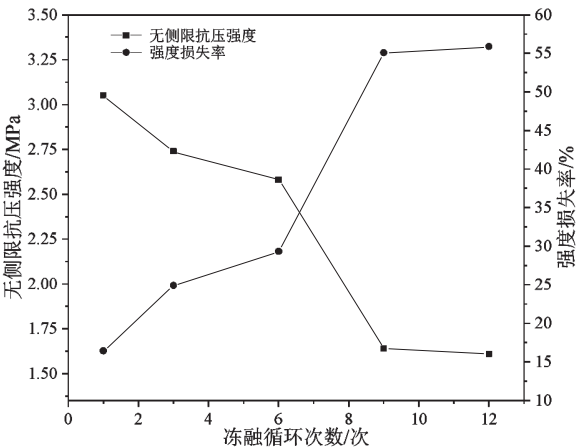


图 2 冻融循环次数对抗压强度的影响规律

4 结论

通过研究表明,3% 水泥掺量时,改良风化砂试件在冻融循环作用下,无侧限抗压强度的变化,可知环境温度的交替变化会对试件的力学特性产生较大影响,具体表现为:随着冻融循环次数的增加,水泥稳定风化砂的无侧限抗压强度逐渐降低,当冻融循环次数作用 9 次时,强度损失率高达 55%。

参考文献

[1] 郭应杰,安彦卿,刘根昌.水泥稳定风化砂路用性能研究 [J]. 中外公路, 2005 (3): 52-55.
[2] 李天龙.高速公路水泥稳定风化岩路床施工技术探析 [J]. 江西建材, 2014 (3): 167.
[3] 史刚雷.风化砂岩填筑路基工程特性研究 [D]. 西安:长安大学, 2008.
[4] 杨俊,许威,张国栋,等.水泥稳定废弃风化砂无侧限抗压强度试验研究 [J]. 环境科学与技术, 2014, 37 (5): 52-56.
[5] 安彦卿.稳定风化砂在高速公路中的应用 [D]. 西安:长安大学, 2005.
[6] 陈忠达,安彦卿,李明杰.预处理对水泥稳定风化砂路用性能的影响 [J]. 中外公路, 2005 (3): 40-42.
[7] 王少文,闫振强,王立江,等.风化砂作为路床填料的路用性能研究 [J]. 工程建设与设计, 2021 (3): 61-63.

(上接第 18 页)

参考文献

[1] 魏星.腐蚀环境下水泥土的动力性能试验研究 [D]. 沈阳:沈阳工业大学, 2014.
[2] 柯开展.早龄期镍铁渣粉水泥土强度试验研究 [J]. 水利与建筑工程学报, 2018, 16 (4): 192-195.
[3] 邱英勤.镍铁渣粉水泥土的力学性能及固化机理研究 [D]. 福州:福州大学, 2018.
[4] 陈泽超,李健,胡铁,等.不同纳米材料改性水泥土力学性能的对比较研究 [J]. 土工基础, 2020, 34 (5): 583-586.
[5] 李鹏,聂宁,刘强,等.青岛滨海海积淤泥水泥土力学性能及变形特性试验研究 [J]. 高校地质学报, 2020, 26 (6): 674-679.

[6] 陈峰.镍铁渣粉对水泥土的强度影响试验研究 [J]. 硅酸盐通报, 2018, 37 (10): 3113-3118.
[7] 陈峰,童生豪.海洋环境下复合镍铁渣粉水泥土的强度劣化研究 [J]. 水力发电学报, 2020, 39 (10): 102-109.
[8] 巴潇,贾景超,林维地,等.有机酸对水泥土强度影响的试验研究 [J]. 福建建筑, 2021 (2): 77-80.
[9] 陈四利,李锋,侯芮,等.温度变化对水泥土渗透特性影响试验 [J]. 沈阳工业大学学报, 2020, 42 (4): 453-458.
[10] 崔靖俞,解邦龙,季港澳,等.粉煤灰水泥土渗透性能的试验研究 [J]. 科学技术与工程, 2019, 19 (34): 323-329.
[11] 李存华.水泥土无侧限抗压强度与渗透系数的相关性研究 [J]. 市政技术, 2020, 38 (6): 275-277, 281.