

文章编号: 1005-0523(2021)02-0037-07

粉煤灰和硅灰对南昌典型土层水泥土强度影响

江守慈¹, 郭易盟², 苏德垠¹, 徐长节², 朱碧堂², 雷祖祥²

(1. 福建岩土工程勘察研究院有限公司, 福建 福州 350001;

2. 江西省岩土工程基础设施安全与控制重点实验室, 华东交通大学, 江西 南昌 330013)

摘要: 为了研究用南昌地区典型粉质粘土配制水泥土, 通过室内无侧限抗压强度试验, 对不同水泥掺入比(20%、25%和30%)、不同养护龄期(7, 14 d和28 d)下掺入粉煤灰和硅粉两种掺合料的水泥土的强度特性进行了分析, 并绘制了相应的应力应变曲线图。试验结果表明: 随着水泥掺入比的提高和养护龄期的增长, 水泥土的无侧限抗压强度相应增大, 且其强度增长速率随着养护龄期的增长而减小; 硅粉取代粉煤灰作为水泥土的掺合料对无侧限抗压强度提升有促进作用, 在特定水泥掺入比和龄期时强度增幅较明显; 随着水泥掺入比和龄期的增长, 水泥土破坏形式会从塑性破坏逐渐向脆性破坏方向发展; 硅粉水泥土变形模量与抗压强度的函数关系近似满足线性回归模型, 即 $E_{30}=20q_u$ 。

关键词: 水泥土; 粉煤灰; 硅灰; 无侧限抗压强度

中图分类号: TU472

文献标志码: A

本文引用格式: 江守慈, 郭易盟, 苏德垠, 等. 粉煤灰和硅灰对南昌典型土层水泥土强度影响[J]. 华东交通大学学报, 2021, 38(2): 37-43.

DOI: 10.16749/j.cnki.jecjtu.20210416.004

Effect of Fly Ash and Silica Fume on the Strength of Soil-Cement Based on Typical Soil Layer in Nanchang

Jiang Shouci¹, Guo Yimeng², Su Deyin¹, Xu Changjie², Zhu Bitang², Lei Zuxiang²

(1. Fujian Research Institute of Geotechnical Engineering Investigation, Fuzhou 350001, China; 2. Jiangxi Key Laboratory of Infrastructure Safety Control in Geotechnical Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

Abstract: In order to study the soil-cement based on typical silty clay in Nanchang area, the strength characteristics of soil-cement with different cement incorporation ratios (20%, 25% and 30%), two kinds of admixtures including fly ash and silica fume at different curing ages (7, 14 d and 28 d) were analyzed through unconfined compressive strength tests in laboratory, and the relevant stress-strain curves were drawn. The experimental results indicate that with the increase of cement incorporation ratio and curing age, the unconfined compressive strength of soil-cement increases accordingly, and the growth rate of its strength decreases with the increase of curing age. Replacing fly ash with silica fume as the admixture of cement soil has a promoting effect on the unconfined compressive strength, and the strength increases obviously at a specific cement incorporation ratio and age. The failure mode of soil-cement gradually develops from plastic failure to brittle failure with the increase of cement incorporation ratio and age. The functional relationship between the deformation modulus and the compressive strength of silica fume soil-cement approximately satisfies the linear regression model, which is $E_{30}=20q_u$.

Key words: cement-soil; fly ash; silica fume; unconfined compressive strength

收稿日期: 2021-03-04

基金项目: 中国冶金地质总局 2021 年科研项目(CMGBK202102); 国家自然科学基金(51878276); 国家自然科学基金-高铁联合基金(U1934208); 江西省自然科学基金重点项目(20192ACB20001)

作者简介: 江守慈(1971—), 男, 工程师, 研究方向为岩土工程勘察设计与基础施工。E-mail: 1464031135@qq.com。

通信作者: 雷祖祥(1986—), 男, 教授, 博士, 研究方向为土的动力特性。E-mail: zxlei@ecjtu.edu.cn。

Citation format:JIANG S C, GUO Y M, SU D Y, et al. Effect of fly ash and silica fume on the strength of soil-sement based on typical soil layer in Nanchang[J]. Journal of East China Jiaotong University, 2021, 38(2): 37-43

水泥搅拌桩技术是依照实际工程所需的配合比,通过搅拌设备将原位土和水泥胶凝材料充分搅拌后,使两者之间经过一系列物理化学反应硬化形成具有高强度、低渗透性桩体的技术,是一种用于加固地基、提升抗渗透性的地基处理方法。水泥土搅拌法所获取的水泥加固土体,可应用于承担竖向荷载复合地基、止水帷幕、基坑支护挡墙和被动区加固等^[1]。水泥土凭借其经济性、高效性的特点在软弱地基处理^[2]、基坑支护等工程实践中有着广泛应用。

近年来,国内外学者从各项影响因素出发,深入开展了水泥土的力学性质研究。Kaniraj等^[3]研究得到水泥加固土体无侧限抗压强度与土体含水率、水泥掺入比和养护龄期之间函数关系。阮波等^[4]通过正交试验法,得出影响水泥土无侧限抗压强度的最主要因素是水泥标号,其次是水泥掺量。梁仁旺等^[5]研究了水泥土在各水泥掺入比梯度下抗压强度的增长规律。Uchaipichat^[6]得出在同等养护压力情况下,水泥胶结粘土峰值应力随水泥掺量增加而增加。陈甦等^[7]研究了不同形状、尺寸及端部边界条件对水泥土无侧限抗压强度的影响。Sharma等^[8]借助线性回归模型建立人工加固土体无侧限抗压强度与多变量的经验公式。阮锦楼等^[9]建立了水泥加固土无侧限抗压强度与掺入比和养护龄期的非线性回归方程。张天红等^[10]围绕江苏地区典型软粘土开展室内水泥加固土稳定性研究,得到了外掺改良剂、水泥掺量、养护龄期以及养护环境等对强度增长的影响规律。李建军等^[11]研究了水泥土材料抗压强度与棱柱体、立方体抗压强度的联系,并借助三轴试验得到了水泥土变形模量与抗压强度的函数关系。这些学者的研究表明,水泥土无侧限抗压强度与多种因素有关,且不同因素对其影响程度不同。

为了更好地服务于工程需要,改进水泥加固土的工程特性,常常在水泥土中添加一些掺合料形

成复合水泥土。沈建国等^[12]得出大掺量掺合料能够提升矿物掺合料复合地基水泥土的力学性能。徐威等^[13]指出石粉作为一种活性外掺剂能大幅提高水泥土的强度。周承刚等^[14]指出将粉煤灰掺入固化土中能够提高土体密实度,进而提高土体强度。陈峰等^[15]研究发现粉煤灰水泥加固土变形模量会随着养护龄期的增长和粉煤灰外掺剂的添加逐渐提高。Chaipanich等^[16]研究发现硅灰改性水泥浆的抗压强度明显高于普通硅酸盐水泥。王立峰等^[17]研究了不同废灰掺量下的改性水泥复合材料的力学特性。岳喜兵^[18]发现无侧限抗压强度会由于废弃硅粉的掺入得以明显提高。Choobbasti等^[19]研究得出加入纳米二氧化硅可以使砂土的力学性能进一步提高。王文军等^[20]通过纳米硅粉改性水泥土的室内配比试验,归纳总结了纳米硅粉改性水泥土的微观作用机理。根据学者们的研究可以发现,掺合料的掺入可以从不同程度上作用于水泥土材料性能,是提高水泥土强度的有效措施之一。

本文以南昌地区典型粉质粘土为对象,对配制水泥土的强度特性进行了试验研究,得到了掺合料(粉煤灰和硅粉)、水泥掺入比和养护龄期对水泥土的无侧限抗压强度的影响规律。

1 试验

1.1 试验材料

本试验用土采用南昌地区广泛分布的粉质粘土,土样取自南昌市南镇学校项目,其基本物理性质参数如表1。试验用水泥选用江西赣江海螺水泥有限责任公司生产的普通硅酸盐水泥P.O42.5。试验用外掺剂选择粉煤灰和硅粉,用于替代10%质量分数的水泥。试验用粉煤灰细度(45 μm方孔筛筛余)为Ⅱ级,28 d活性指数为70%,主要成分是SiO₂和Al₂O₃,含量分别占比45%和24%。试验用硅粉细度为1 000目,主要成分是SiO₂,含量占比96%。

表1 试验土样的物理参数
Tab.1 Physical parameters of the soil sample

土样	含水量/ %	湿密度/ (g/cm ³)	孔隙比	液性指数	压缩系数/ MPa ⁻¹	压缩模量/ MPa	粘聚力/ kPa	内摩擦 角度/(°)
粉质粘土	28.428	1.936	0.801	0.309	0.284	6.373	34.680	20.529

1.2 试验方案与试样制备

配合比设计方案表如表2所示。试验中,水泥掺入比取20%,25%,30%,水灰比控制为1.0,粉煤灰和硅粉的占比均为10%。每组设置6个平行试验。

各材料用量根据《水泥土配合比设计规程》(JGJ/T 233-2011)^[21]的相关规定确定。试验前,将从工程现场取得的土样,经过自然晾晒风干后碾碎,再过5 mm筛子制成粉末状。根据配合比设计方案,称取试验用量的风干土、水泥、粉煤灰/硅粉和水倒入行星式搅拌机内搅拌至均匀,搅拌时间控制在20 min以内。试验采用边长为70.7 mm的三联立方体试模,装样前在试模内表面涂一薄层矿物油,方便后续脱模。装样时分两层插捣,每层按螺旋方向从边缘向中心均匀插捣15次。模具装满以后,附着在振动台上振动2 min以上至振实,并刮平试模表面。试件成型后,盖上塑料薄膜密封并置于温度为(20±2)℃、相对湿度不低于95%的标准养护室中,养护48 h后进行脱模,部分试件如图1所示。拆模后,先用记号笔编号,并检查试件外观以及有无质量缺失;按试验设计需求,再将试样放回养护室分别继续养护至7,14,28 d的设计龄期,达到试验设计龄期后,取出进行无侧限抗压强度试验。



图1 准备放入养护室的成型试件

Fig.1 Typical molded samples ready to be put into the curing room

1.3 无侧限抗压强度试验

试验前,用拧干的湿布擦干试件表面,测量每块试块的重量与尺寸。无侧限抗压强度试验所用仪器为WHY-300/10微机控制压力试验机,最大量程为300 kN。以0.08 kN/s的速率连续均匀地对试件加荷,直至试件破坏后记录破坏荷载和对应的无侧限抗压强度。

试件的无侧限抗压强度按下式计算

$$f_{cu} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

式中: f_{cu} 为水泥土试件的无侧限抗压强度,MPa; P 为破坏荷载,N; A 为试件的横截面积,mm²。

每组取6个平行试件的算术平均值作为该组试件的无侧限抗压强度,即峰值应力。在加载过程中,采集压力试验机的轴向压力和位移,换算得到相应的轴向应力和应变,并绘制出相应的应力-应变关系曲线图。取与峰值应力最接近的那个试件的应力-应变曲线作为该组试件的代表曲线。

表2 配合比设计方案
Tab.2 Scheme of the mix proportion design

序号	水灰比	水泥掺入比/%	掺合料种类	掺合料掺入比/%
1	1.0	20	粉煤灰	10
2	1.0	20	硅粉	10
3	1.0	25	粉煤灰	10
4	1.0	25	硅粉	10
5	1.0	30	粉煤灰	10
6	1.0	30	硅粉	10

2 试验结果与分析

2.1 水泥掺入比对无侧限抗压强度的影响

研究水泥掺入比对水泥土无侧限抗压强度的影响规律,得到了不同龄期下掺入粉煤灰和硅粉两种掺合料的水泥土无侧限抗压强度与水泥掺入比的关系(图2)。当养护龄期为7 d时,水泥掺入比从20%提高到25%,硅粉水泥土的强度明显增大,而水泥掺入比从25%提高到30%,硅粉水泥土的强度增加缓慢;粉煤灰水泥土的强度随着水泥掺入比从20%提高到30%而线性增加;当养护龄期为14 d时,硅粉水泥土的强度依旧随着水泥掺入比的增加而增加;粉煤灰水泥土强度同样随水泥掺入比的增加而线性增加;当养护龄期为28 d时,水泥掺入比从20%提高到25%,粉煤灰水泥土的强度增长速度较快,水泥掺入比提高到30%,粉煤灰水泥土的强度增加速度变缓,硅灰水泥土强度随着水泥掺入比的增加而线性增加。

在相同养护龄期内,随着水泥掺入比的增大,水泥土的无侧限抗压强度逐渐提高,即水泥掺入比为30%时,试样的强度最大。

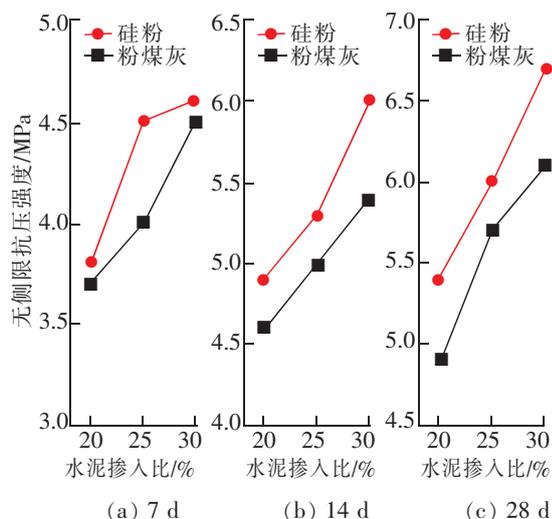


图2 无侧限抗压强度与水泥掺入比的关系图

Fig.2 Relationship diagram of unconfined compression strength and cement ratio

2.2 养护龄期对无侧限抗压强度的影响

通过研究掺合料改性水泥加固土无侧限抗压强度受养护龄期的影响规律,整理得到了掺入两种掺合料的试样无侧限抗压强度与养护龄期关系曲线(图3)。在相同水泥掺入比下,随着养护龄期的增

长,粉煤灰水泥土和硅粉水泥土试样的无侧限抗压强度均呈增大的趋势。同时,水泥土试样强度在养护前期的增长速率较快,后期则增长相对较慢。以硅粉为例,硅粉主要由二氧化硅、氧化铝、三氧化二铁和氧化镁等结晶矿物组成,是一种表面积很大,活性很高的火山灰物质。随着养护龄期的增加,由于其具有极强的火山灰效应,硅粉可以和水泥水化产物氢氧化钙发生二次水化反应,生成填充相对较大的水泥颗粒孔隙的胶凝产物,提高硬化体的力学性能,导致硅粉水泥土较粉煤灰水泥土随养护龄期的增长强度增幅更大。

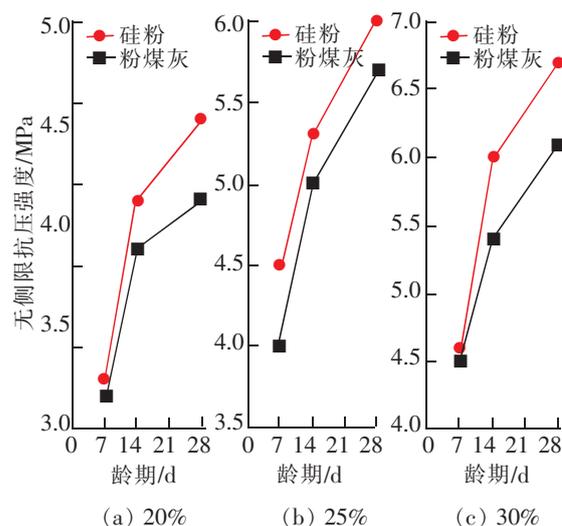


图3 无侧限抗压强度与龄期的关系

Fig.3 Unconfined compression strength versus curing time

2.3 掺合料对无侧限抗压强度的影响

为了研究掺合料种类的选取对水泥土无侧限抗压强度的影响,选取水泥掺入比为20%的试样,得到粉煤灰和硅灰两种掺合料对水泥土无侧限抗压强度影响情况(表3)。相同水泥掺入比及相同养护龄期条件下,硅粉水泥土相对于粉煤灰水泥土的无侧限抗压强度较大。

表3 无侧限抗压强度与掺合料选用的关系图
(水泥掺入比为20%)

Tab.3 Relationship diagram of unconfined compression strength and the selected admixtures(cement ratio is 20%)
MPa

掺合料	龄期/d		
	7	14	28
粉煤灰	3.7	4.6	4.9
硅粉	3.8	4.9	5.4

进一步比较硅粉和粉煤灰两种掺合料对水泥加固土强度提升效果,计算在同一养护龄期内,硅粉加固水泥土相对于粉煤灰加固水泥土的强度增长率(表4)。强度增长率是两种掺合料加固水泥土强度差值与较小强度的比值。由表4可得,7 d龄期时,水泥掺入比为25%时加固水泥土抗压强度提升最大,硅灰加固水泥土较粉煤灰加固水泥土的强度增加12.5%,水泥掺入比为20%和30%时,硅灰加固水泥土较粉煤灰加固水泥土的强度提升微小。养护时间到达14 d时,水泥掺入比为30%时加固水泥土抗压强度提升最大,而水泥掺入比为20%,25%时强度增幅效果不明显。当龄期到28 d时,水泥掺入比为20%,30%时加固水泥土抗压强度均有明显提升,水泥掺入比为25%时强度提升并不明显。由此可知,硅粉取代粉煤灰作为水泥土的掺合料对无侧限抗压强度提升有促进作用,在特定水泥掺入比和龄期时强度增幅较明显。

表4 硅灰加固水泥土相对于粉煤灰加固水泥土的强度增长率

Tab.4 Strength growth rate of modified cement soil of silica fume compared with modified cement soil of fly ash

龄期/d	水泥掺入比/%		
	20	25	30
7	2.7	12.5	2.2
14	6.5	6.0	11.1
28	10.2	5.3	9.8

2.4 水泥土应力应变关系

水泥土单轴受压的应力应变关系是最基本的本构关系,其应力应变关系曲线是水泥土力学性能的宏观体现。在加载变形过程中,水泥土试件的破坏模式如图4和图5所示,其中图4代表的是试件的塑性破坏,图5代表的是试件的脆性破坏。

不同水泥掺入比条件下,7,14 d和28 d龄期时,水泥土的应力应变关系曲线如图6所示。由图中曲线可以清晰看到,水泥土的变形过程大致可分为以下4个阶段:第1个阶段是压密阶段,在试件受荷初期,应力变化不明显,此时试样内部的孔隙结构开始闭合;第2个阶段是弹性变形阶段,随着试件的进一步压密,应力应变关系曲线近似呈直

线;第3个阶段是屈服阶段,曲线开始偏离直线,试样变形随应力增加明显增大,此时试样外部出现明显微裂缝;第4个阶段是破坏阶段,当施加应力达到峰值时,试件发生破坏,此后应力随应变的增加迅速衰减。



图4 水泥土的塑性破坏

Fig.4 Plastic failure of cement soil



图5 水泥土的脆性破坏

Fig.5 Brittle failure of cement soil

以硅粉加固土为例,绘制在不同水泥掺入比、养护龄期下水泥土的应力应变关系曲线(图6)。从

图6中可以看出,在同等养护龄期内,随着水泥掺入比的增加,上升直线段斜率逐渐增大,同时曲线的下降段越来越陡。在水泥掺入比不变的情况下,随着养护龄期的增加,水泥石能承受的最大应力逐渐增加,对应的破坏应变逐渐减小,即水泥石破坏模式会随龄期增长由塑性破坏逐渐向脆性破坏发展。随着养护龄期的增加,线性阶段的曲线斜率也在逐渐增大,表明强度随养护龄期的增加而增大。

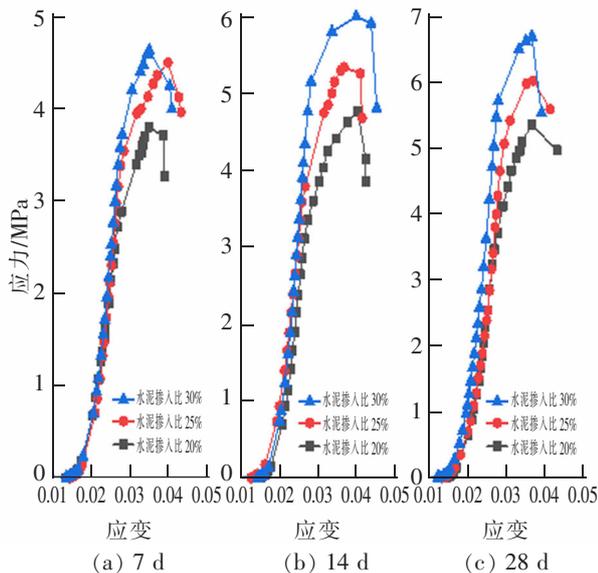


图6 不同水泥掺入比下硅粉水泥石应力应变关系曲线
Fig.6 Stress strain relationship curve of modified cement soil of silica fume under different cement ratios

水泥石的变形模量 E_{50} 为轴向应力达到抗压强度的50%时,水泥石的割线模量。根据图6所示的数据及曲线,计算对应的变形模量 E_{50} ,得到表5。

表5 不同龄期下硅粉水泥石的变形模量
Tab.5 Deformation modulus of modified cement soil of silica fume at different curing ages

养护龄期/d	三种水泥掺入比梯度水泥石的 E_{50}		
	20%	25%	30%
7	77.3	91.3	96.1
14	98.0	110.7	127.1
28	111.9	121.8	134.0

根据表5可知,随着水泥掺入比和龄期的增加,硅粉水泥石的变形模量越来越大。同时,通过将

上述计算结果与对应的抗压强度进行数值关系拟合,进一步分析改性水泥加固土的力学性能特性,拟合情况如图7。

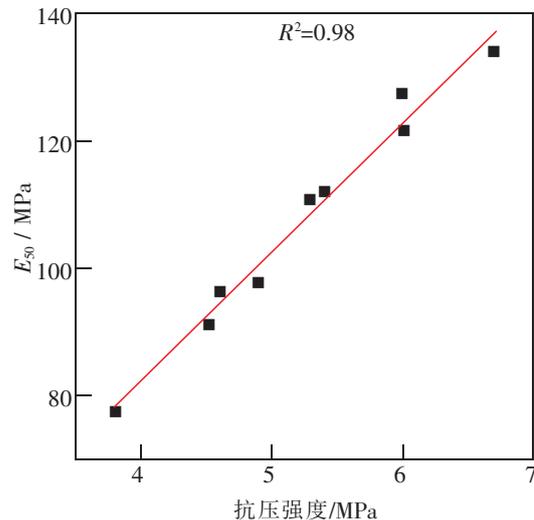


图7 硅粉水泥石变形模量与抗压强度的拟合情况
Fig.7 Fitting situation of deformation modulus of modified cement soil of silica fume and unconfined compression strength

由图7可知,硅粉水泥石变形模量与无侧限抗压强度 q_u 的函数关系近似满足线性回归模型,即 $E_{50}=20q_u$,同时也揭示了本试验中硅粉水泥石的力学性能,可以从理论角度给工程施工提供参考。

3 结论

本文通过控制不同影响因素,开展了室内配合比试验,研究了南昌地区典型粉质粘土配制的水泥石的力学特性,并绘制得到了相应改性水泥加固土的应力应变关系曲线。根据数据对比分析,得出以下结论:

- 1) 在相同养护龄期内,水泥石的无侧限抗压强度随着水泥掺入比的增大而提高。
- 2) 在相同水泥掺入比下,试块无侧限抗压强度随着龄期的增长而增大,且增长速率先快后慢。
- 3) 硅粉取代粉煤灰作为水泥石的掺合料对无侧限抗压强度提升有促进作用,在特定水泥掺入比和龄期时强度增幅较明显。
- 4) 随着水泥掺入比和龄期的增长,水泥石破坏模式会由塑性破坏逐渐向脆性破坏发展。
- 5) 硅粉水泥石变形模量与无侧限抗压强度的函数关系近似满足线性回归模型,即 $E_{50}=20q_u$ 。

参考文献:

- [1] 魏建平. 水泥土搅拌桩室内配合比试验研究[J]. 中国市政工程, 2016(6):89-91.
- [2] 项瑞聪, 杨龙才, 王炳龙. 路基填筑引起水泥搅拌桩复合地基变形监测分析[J]. 华东交通大学学报, 2020, 37(2):38-45.
- [3] KANIRAJ S R, HAVANAGI V G. Compressive strength of cement stabilized fly ash-soil mixtures[J]. Cement and Concrete Research, 1999, 29(5):673-677.
- [4] 阮波, 阮庆, 田晓涛, 等. 淤泥质粉质黏土水泥土无侧限抗压强度影响因素的正交试验研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2013, 10(6):45-48.
- [5] 梁仁旺, 张明, 白晓红. 水泥土的力学性能试验研究[J]. 岩土力学, 2001(2):211-213.
- [6] UCHAIPICHAT A. Influence of curing pressure on unconfined compressive strength of cemented clay[J]. Materials Science Forum, 2018, 4646(1856):263-268.
- [7] 陈甦, 彭建忠, 韩静云, 等. 水泥土强度的试件形状和尺寸效应试验研究[J]. 岩土工程学报, 2002(5):580-583.
- [8] SHARMA L K, SINGH T N. Regression-based models for the prediction of unconfined compressive strength of artificially structured soil[J]. Engineering with Computers, 2018, 34(1):175-186.
- [9] 阮锦楼, 阮波, 阳军生, 等. 粉质粘土水泥土无侧限抗压强度试验研究[J]. 铁道科学与工程学报, 2009, 6(3):56-60.
- [10] 张天红, 周易平, 叶阳升, 等. 水泥土的强度及影响因素初探[J]. 中国铁道科学, 2003(6):54-57.
- [11] 李建军, 梁仁旺. 水泥土抗压强度和变形模量试验研究[J]. 岩土力学, 2009, 30(2):473-477.
- [12] 沈建国, 何旸. 矿物掺合料在水泥土防腐蚀中的试验研究[J]. 江西水利科技, 2018, 44(5):313-316.
- [13] 徐威, 肖朝昀, 白冰, 等. 石粉改进水泥土强度的实验研究[J]. 河南大学学报(自然科学版), 2013, 43(6):721-724.
- [14] 周承刚, 高俊良, 李曦滨. 粉煤灰在搅拌地基处理时对水泥土强度的影响[J]. 河北建筑科技学院学报, 2001(1):78-80.
- [15] 陈峰, 赖锦华. 粉煤灰水泥土变形特性实验研究[J]. 工程地质学报, 2016, 24(1):96-101.
- [16] CHAI PANICH A, RIANYOI R, NOCHAIYA T. The effect of carbon nanotubes and silica fume on compressive strength and flexural strength of cement mortars[J]. Materials Today: Proceedings, 2017, 4(5):6065-6071.
- [17] 王立峰, 陈巧红, 陈建建, 等. 垃圾废灰改性水泥土的无侧限抗压强度试验研究[J]. 科技通报, 2019, 35(12):166-170.
- [18] 岳喜兵. 废弃硅粉提升水泥土强度与抗硫酸盐侵蚀试验研究[J]. 公路与汽运, 2020(4):66-69.
- [19] CHOBBASTI A J, KUTANAEI S S. Microstructure characteristics of cement-stabilized sandy soil using nanosilica[J]. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 2017(5):981-988.
- [20] 王文军, 朱向荣. 纳米硅粉水泥土的强度特性及固化机理研究[J]. 岩土力学, 2004(6):922-926.
- [21] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 水泥土配合比设计规程: JGJ/T 233-2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011.



特约专家徐长节:男,二级教授,博士生导师。现任华东交通大学党委副书记、副校长(主持行政工作),教育部“长江学者”特聘教授,国家杰出青年基金获得者,“万人计划”科技领军人才,国家百千万人才工程入选者,国务院特殊津贴获得者。主持及参与国家及省部级科研项目10余项、工程项目100余项。获国家科技进步二等奖等。



特约专家陈梦成:男,二级教授,博士生导师。现任华东交通大学党委委员、副校长,江西省先进工作者,中国优秀留学回归人员,赣鄱英才555工程领军人才,江西省优势科技创新团队学术带头人。主持完成及在研国家973、国家自然科学基金江西省等各类科研项目30余项;发表学术论文400余篇。获省部级奖项5项等。



特约专家刘林芽:男,二级教授,博士生导师。现任华东交通大学副校长,国家百千万人才工程国家级人选,教育部新世纪优秀人才,享受国务院特殊津贴专家,赣鄱英才555工程领军人才,主持国家自然科学基金、教育部等各类科研项目50余项。获国家科技进步二等奖,江西省自然科学一等奖等奖项11项。



特约专家杨辉:男,二级教授,博士生导师。新世纪百千万人才工程国家级人选,赣鄱英才555工程领军人才,江西省优势科技创新团队领军人才,获国务院特殊津贴、江西省突出贡献人才等荣誉,现任华东交通大学副校长,江西省人大常委。获江西省自然科学奖一等奖、江西省技术发明一等奖等省部级奖项7项。



特约专家罗文俊:女,教授,博士生导师。现任华东交通大学副校长,防灾减灾研究所所长。教育部青年长江学者,江西省主要学科学术及技术带头人,首批江西省青年井岗学者,享受国务院特殊津贴专家。主持国家自然科学基金4项,省部级科研课题10余项。获教育部科技进步二等奖2项,江西省科技进步一等奖等。



特约专家刘燕德:女,二级教授,博士生导师。现任华东交通大学首席教授,华东交通大学首批天佑学者,智能机电装备创新研究院院长,第三批国家“万人计划”领军人才,科技部重点领域创新团队负责人,江西省光电检测工程技术中心主任等。获江西省科技进步一等奖、江西省自然科学二等奖等省部级奖项8项。



特约专家宋立军:男,教授,博士生导师,智能激光制造湖南省重点实验室主任。研究方向:激光智能制造(3D打印、超快激光微纳制造)、激光光谱学、激光制造材料科学、传感及控制。主持及参与多项国家自然科学基金、湖南省等各类科研项目。获中国机械工业联合会和中国机械工程学会一等奖等。



特约专家肖乾:男,教授,博士生导师。现任华东交通大学机电与车辆工程学院院长,华东交通大学天佑拔尖人才,江西省百千万人才工程人选,获全国詹天佑铁道科学技术奖青年奖、茅以升铁道科学技术奖、江西省科技进步一等奖等。近5年来,主持国家自然科学基金3项,省部级科研课题多项以及企业横向课题等近20项。