

赤泥-石灰土路基材料制备与性能研究

刘碧媛

(甘肃省陇南市成县交通运输局, 甘肃 陇南 742500)

摘要:为了探究赤泥-石灰路基材料能否满足路基土的一些基本性能,通过室内直剪试验与渗透试验,分析了不同赤泥掺量下各试验指标,试验结果表明:增加不同含量的赤泥对路基材料性能产生了一定的影响,当赤泥含量增加,首先其抗剪强度会先增加后减小。赤泥-石灰土路基材料的抗剪强度在赤泥含量为30%左右时会达到最大值。其次,其抗渗性能越来越好,并且当赤泥含量增加到40%时,随着渗透压强的增加,其渗透系数稳定。

关键词:赤泥;路基材料;直剪试验;渗透试验

中图分类号: U416.1

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2021)07-0246-03

0 引言

我国地大物博,资源富足,地域辽阔,土地资源种类繁多。但是随着近年来工业发展迅速,环境污染问题与日俱增,工业排放的废水、废液、化学废料,酸雨等等对各类土体的污染,改变了土质的结构与性质,从而引发了一系列地质灾害以及工程问题^[1-2]。为解决土壤结构与性质的恶化问题,土壤固化与稳定化技术随之而出^[3],并可根据土质类型差异对应不同的固化技术,例如赤泥等固化废弃物可与土体发生固化反应,从而修复受损土壤。根据土壤的不同对应不同的土壤加固这种因材施教的方法,不仅相对廉价并且不会对环境产生二次危害。目前固化剂:水泥、石灰、粉煤灰等比较常见。孙冬青等^[4]发现高含水率和丰富有机质的水厂废料的最佳方法是通过固化处理,并以传统固化剂水泥石灰进行固化,之后作为路基填土使用,并添加强氧化剂分解有机质可以提高固化剂的固化效果。邵桂彬^[5]通过结合土工复合材料的制约性、区域性等特点,对土质施工、沉降、验收等进行分析,实践表明:土工复合材料的应用对于路基沉降问题和路基结构性问题提供了有效的性能支撑,可进行推广和应用。李琬菁等^[6]针对含油污以及毒性的废料残渣进行分析和处理,指出了含油污毒性的废料处理和管理的依据以及帮助,引导全国对于污染后的废料无污化处理,资源化处理。杨亚东等^[7]针对铁尾矿废渣对周围生态环境

造成破坏以及资源浪费等现象,利用铁尾矿残余价值,将铁尾矿与建筑废料等进行加工组合,并加入土壤改良剂,提高了土壤的肥力等,但其发展空间有限,并展望积极探索新的利用路径。张晓军^[8]通过 CBR (California Bearing Ratio) 试验对合成粉质黏土路基进行了探讨,试验结果表明:单、双层土人工合成材料增加后 CBR 随之有不同程度的增加,土工格栅放置高度对 CBR 的增加程度也不尽相同。刘浩等^[9]为解决建筑垃圾的资源化与合理化问题,将石灰与矿粉与建筑垃圾材料进行结合作为新型路基材料,研究结果表明:掺入石灰与矿粉明显提高路基的强度与水稳定性,此项研究对于天然砂石料的日益枯竭问题十分有益。丁慧等^[10]通过对固化疏浚淤泥作路基材料工程特性试验研究,试验结果表明:固化剂掺量不同其最大干密度与最优含水量均超过一定范围,当矿粉含量远超粉煤灰时,路基材料的承载能力越高,抗剪强度也随之增加,当淤泥、粉煤灰、矿粉比例为 7:1:2 时,已经达到中高级高速公路路基材料的最低要求。

上述不少学者对建筑废料、砖砟类再生集料等建筑固体废料进行加工后用于路基填料的制备,但是对于赤泥这种化学原料居多且复杂的固体废料的利用与加工研究较少,因此本文旨在对赤泥-石灰土路基材料制备进行介绍,并通过室内试验,对其路基土的性能进行研究。

1 试验材料及方案

1.1 试验材料与参数

本实验材料主要为赤泥与石灰,其中赤泥选自某铝厂排泄废物中,石灰成为为氧化钙(化学式 CaO)氧

收稿日期: 2021-04-06

作者简介: 刘碧媛(1979—),女,本科,工程师,从事交通运输管理工作。

化钙不低于 98%。基本土质选为黄土,黄土取自某建筑工地,挖掘深度为 5 m 基坑内部,产地类型为 Q3 场地, 试验用水采用去除水中酸性碱性物质的蒸馏水,目的为排除水中酸碱性对试验的影响。黄土与赤泥的基本物理指标与赤泥分解化学成分酸碱性详见表 1、2。

表 1 黄土与赤泥基本物理指标							
土样分类	液限 $w_l/\%$	塑限 $w_p/\%$	最大干密度 $\rho/(g\cdot cm^{-3})$	最优含水率 $w/\%$	液性指数 I_L	塑性指数 I_P	土粒重度 G_s
黄土	23.7	15.3	1.78	19.4	0.246	8.4	2.7
赤泥	27.3	16.9	1.27	29.6	0.289	10.2	2.7

表 2 赤泥化学成分表									
化学成分	Al_2O_3	SiO_2	CaO	Fe_2O_3	Na_2O	MgO	K_2O	TiO_2	其他
所占比例 $\%$	25.03	25.80	15.38	7.16	7.35	1.02	0.86	3.52	13.88

为研究赤泥 - 石灰土作为路基土的具体性质,将上述材料固化形成路基土混合料。试验时,将黄土、生石灰、赤泥按照一定的比例进行混合,本试验共制作三组试件其中黄土与生石灰百分比不改变,通过改变赤泥的含量来进行制作试件(其中生石灰与赤泥的比例为干黄土质量百分比)。最终按照击实试验得到的最优含水率与最大干密度进行配比,并制备成由石灰土混合而成的赤泥 - 石灰固化土。其中制成试件的比例按照表 3 进行分类混合。

表 3 赤泥 - 石灰路基土混合料配比表					
分组	材料配比 $\%$			最优含水率 $w/\%$	最大干密度 $\rho/(g\cdot cm^{-3})$
	黄土	石灰	赤泥		
1	100	10	20	24.5	1.54
2	100	10	30	26.4	1.48
3	100	10	40	27.9	1.39

通过简单地击实试验结果可知,赤泥 - 石灰土路基填料随着赤泥含量的增加,最优含水率逐渐增加,而最大干密度则与之相反。

1.2 试验方法与设备

为了探究赤泥 - 石灰土路基材料是否满足路基材料的基本性能,本文通过不同赤泥掺量的抗剪强度试验来检测路基材料试件的抗剪强度是否满足路基材料的强度。通过不同赤泥掺量的渗透性来检测试件的渗透系数是否满足路基材料标准。

直接剪切试验根据《土工试验方法标准》进行,试验中试件养护时间为 7d,竖向压强为 100 kPa。透水试验首先将试验仪器所需的透水石、滤纸、橡皮膜套好的试件、底座和密封圈等必要部分装好并注水饱和,饱和后的上下反压为 200 kPa,渗透仪围压为 250 kPa,确保试验仪器内部无气体。待到试件充分饱和后,渗透试验选取 50~250 kPa5 个渗透压进行试验,每级渗透压间隔 50 kPa。试验记录读数并计算

渗透系数,渗透系数见式(1)。抗剪强度试验采用的是应变控制式四联电动直剪仪,渗透试验采用的是柔性壁渗透仪,试验仪器详见图 1、图 2。



图 1 四联电动直剪仪



图 2 柔性壁渗透仪

渗透系数 k 的计算公式为:

$$k=\frac{\Delta Q L \rho g}{A_0 \Delta P \Delta t}$$

(1)

式中: ΔQ 为渗流量; L 为试件长度; ρ 为试验用水的密度; g 为重力加速度,本文为方便计算取 $g=10\text{ N/kg}$; A_0 为试件横截面积; ΔP 为压强差; Δt 为渗流量为 ΔQ 的时间。

3 试验结果与分析

3.1 直剪试验分析

通过对赤泥含量不同的3种试件进行直剪试验,分别记录不同应变情况下对应的剪应力,并对剪应力和应变进行记录并绘制赤泥含量不同的应力应变曲线见图3。

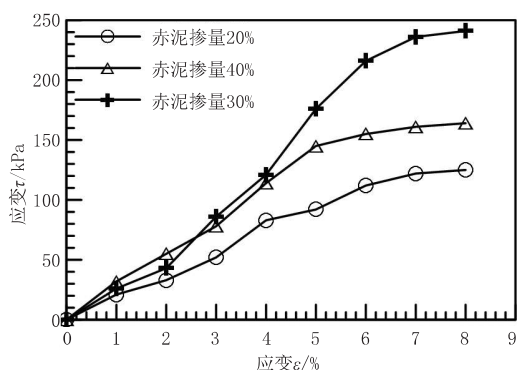


图3 赤泥-石灰土剪应力-应变曲线

由图3可见,通过对赤泥-石灰土路基材料的直剪试验发现,当赤泥-石灰土路基材料随着赤泥含量的增加,其抗剪强度会先增加后减小。当赤泥含量达到30%时,抗剪强度可达200 kPa以上,当赤泥含量继续增加到40%后,其抗剪强度有所下降,但强度依旧要强于赤泥含量为20%时。这可能是由于加入过量的赤泥之后,吸收的土体中的水分,石灰固化也需要消耗水分,当试件中的水分不足时,使得试件无法有效粘结,从而降低的试件整体的附加强度,也就导致了试件的抗剪强度随之降低。

3.2 渗透试验分析

通过渗透试验,根据不同的渗透压强记录渗透系数所需数据并进行计算,计算结果见图4。

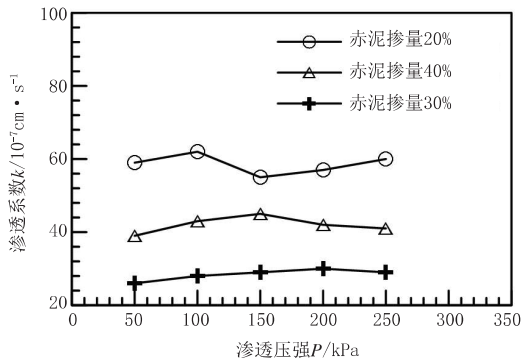


图4 赤泥-石灰土渗透系数曲线

由图4可知,随着赤泥掺量的增加,赤泥-石灰土路基土试件的透水系数逐渐减小,意味着抗渗性能

逐渐增强,当赤泥掺量为20%时,其抗渗性能随着渗透压的增大渗透系数极其不稳定,可能是由于赤泥-石灰路基土试件内部反应不充分,导致孔隙和水化胶凝物质过多,导致抗渗性不足,当赤泥含量持续增加时,赤泥-石灰路基土试件的抗渗性能逐渐增强,并且随着渗透压强的增加,虽然渗透系数依旧会发生轻微变动,但幅度并不明显。意味着其抗渗性能也逐渐稳定。

4 结论

为了探究赤泥-石灰路基土能否满足路基土的基本性能,通过室内直剪试验与渗透试验,分析了不同赤泥掺量下各试验指标,结果如下:

(1)当赤泥-石灰土路基材料随着赤泥含量的增加,其抗剪强度会先增加后减小。赤泥-石灰土路基材料的抗剪强度在赤泥含量为30%左右时会达到最大值。

(2)赤泥-石灰土路基材料随着赤泥含量的逐渐增加,其抗渗性越来越强;其渗透系数会随着渗透压强的增加而逐渐增大。

(3)控制好赤泥含量,赤泥-石灰土路基材料可以较好地满足路基材料的抗渗性能与剪切强度等基本性能。

参考文献:

- [1] 范海波.工业矿渣废料在混凝土中的应用[J].绿色环保建材,2020(10):22-23.
- [2] 张春伟,孙元,唐俊杰,等.工业废料中铈元素的回收与再利用研究进展[J].材料导报,2020,34(15):15145-15152.
- [3] 赵辉,储诚富,叶浩,等.工业废料改良膨胀土基本物理性质试验研究[J].科学技术与工程,2017,17(20):230-235.
- [4] 孙冬青,李俊才,华苏东,等.固化高有机质水厂尾泥作为路基材料实验研究[J].科学技术与工程,2020,20(35):14681-14688.
- [5] 邵桂彬.土工复合材料在高等级公路路基中的应用[J].交通建设与管理,2020(6):140-141.
- [6] 李琬菁,鱼涛,屈撑囤,等.含油污泥及其处理残渣的毒性分析及应用研究[J].化工技术与开发,2020,49(5):68-72.
- [7] 杨亚东,刘新亮,张冰,等.铁尾矿资源综合利用现状研究[J].化工矿物与加工,2021,50(1):28-32.
- [8] 张晓军.土工合成材料对路基粉质粘土CBR提升效果研究[J].公路工程,2020,45(1):168-172,194.
- [9] 刘浩,宁培淋,杨锐,等.石灰与矿粉对建筑垃圾路基材料强度的影响研究[J].公路交通技术,2017,33(4):1-4.
- [10] 丁慧,孙秀丽,刘文化,等.固化疏浚淤泥作路基材料工程特性试验研究[J].土木建筑与环境工程,2017,39(2):11-18.