



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105130349 B

(45)授权公告日 2017.06.23

(21)申请号 201510417484.4

C04B 18/14(2006.01)

(22)申请日 2015.07.15

C04B 18/08(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

C04B 14/10(2006.01)

申请公布号 CN 105130349 A

C04B 14/06(2006.01)

(43)申请公布日 2015.12.09

C04B 22/08(2006.01)

E02D 19/18(2006.01)

(73)专利权人 东南大学

(56)对比文件

地址 211189 江苏省南京市江宁区东南大学路2号

CN 101219882 A,2008.07.16,

CN 101654356 A,2010.02.24,

(72)发明人 童立元 刘松玉 张明飞 郑灿政 哈斯 陈欢

CN 103373843 A,2013.10.30,

童立元等.建筑下老采空塌陷区地基注浆充填材料试验研究.《建筑技术》.2005,第36卷(第6期),

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所(普通合伙) 32249

审查员 宋贝

代理人 严巧巧

(51)Int.Cl.

C04B 28/10(2006.01)

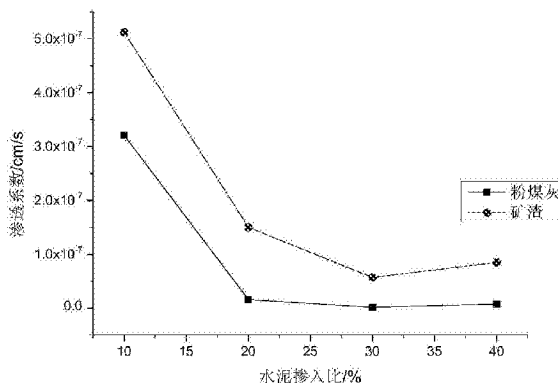
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54)发明名称

一种基于工业废渣的基坑工程止水帷幕材料

(57)摘要

本发明公开了一种以黏土/砂土和水泥为原材料,通过掺加工业废渣-粉煤灰或者矿渣代替部分水泥,配制达到基坑工程止水帷幕-等厚度水泥土搅拌连续墙(TRD)要求的水泥土材料。包括以下质量分数的组分:包括以下质量分数的组分:水:15%~25%,剩余为固体和水玻璃;其中水玻璃的质量为固体质量的3%;其中,固体由基料和固化剂组成,其中基料为黏土或砂土,固化剂由水泥与工业废渣、生石灰组成,并且固化剂占总质量的25%;所述工业废渣为粉煤灰或矿渣;所述固化剂中,水泥的质量分数为10%~40%;所述生石灰与工业废渣的质量分数之比为1:10~1:5。



1. 一种基于工业废渣的基坑工程止水帷幕材料,其特征在于:包括以下质量分数的组分:水:15%~25%,剩余为固体和水玻璃;其中水玻璃的质量为固体质量的3%;其中,固体由基料和固化剂组成,其中基料为黏土或砂土,固化剂由水泥与工业废渣、生石灰组成,并且固化剂占总质量的25%;所述工业废渣为粉煤灰或矿渣;所述固化剂中,水泥的质量分数为10%~40%;所述生石灰与工业废渣的质量分数之比为1:10~1:5。

2. 根据权利要求1所述的基于工业废渣的基坑工程止水帷幕材料,其特征在于:所述生石灰与工业废渣的质量分数之比为15:100。

## 一种基于工业废渣的基坑工程止水帷幕材料

### 技术领域

[0001] 本发明涉及土木工程领域,特别是一种用于基坑工程止水帷幕-等厚度水泥土搅拌连续墙的材料。

### 背景技术

[0002] 目前等厚度水泥土搅拌连续墙(TRD)工法作为新技术,已被广泛应用于深大基坑的止水帷幕和截渗墙中,并取得了良好效果。并且随着基坑建设向着更大和更深的方向发展,这种工法由于其自身的优点将会有很大的应用市场。但由于其较高的造价,在推广中存在着很大的阻力。

[0003] 等厚度水泥土搅拌连续墙(TRD)工法是一种日本开发的地下支护形式,凭借其墙体均匀、止水性好、厚度一致、表面平整、H型钢设置灵活等优点,在深基坑工程中越来越得到重视和应用。国内的研究大多集中在工法介绍、工法特点、工效及材料消耗数量等方面。陈晨通过现场钻墙取芯及室内三轴渗透试验的方法对TRD工法水泥土墙的渗透性进行了系统的研究表明,TRD工法优于传统的SMW工法。根据上海国际金融中心项目,李星、吴国明和王卫东等人采用国产化的TRD-E型工法主机及配套设备做了非原位试成墙试验,为上海地区乃至全国超深TRD工法设计与施工提供了参考。压汞实验在材料的孔隙分布方面有着很好的应用,是分析研究土体内孔隙定量分布的一种非常有效的方法。

[0004] 在工程中,普遍采用刚性防水材料(如防渗混凝土)或者柔性防水材料(如高分子防水材料)进行防渗工程的施工,由于这两种防水材料本身都有其内在的缺陷,如刚性防水材料的变形性能较差或者说是存在脆性的缺陷,部分柔性防水材料存在刚度太小的缺陷。另外,无论哪一种防水材料,其成本都比较高,而且效果也不是很好。而水泥土属于半刚性材料,其本身具有刚性材料强度较高的优点,同时又具有柔性材料可以发生较大变形的优点,另外水泥土的施工成本较防渗混凝土和高分子防水材料低得很多,在掺加大量工业废渣后,成本还将显著下降,这就使得水泥土在防水工程中得到越来越广泛的应用。

### 发明内容

[0005] 发明目的:为了克服现有技术中存在的不足,本发明提供一种用于基坑工程止水帷幕-等厚度水泥土搅拌连续墙的水泥土材料,不仅能够达到抗压强度高的目的,还拥有优异的经济性,更能变废为宝,节约资源减少污染,从而为TRD的进一步发展甚至对基坑支护的发展提供一定的参考。

[0006] 技术方案:为实现上述目的,本发明采用的技术方案为:

[0007] 一种基于工业废渣的基坑工程止水帷幕材料,包括以下质量分数的组分:水:15%~25%,剩余为固体和水玻璃;其中水玻璃的质量为固体质量的3%;其中,固体由基料和固化剂组成,其中基料为黏土或砂土,固化剂由水泥与工业废渣、生石灰组成,并且固化剂占总质量的25%;所述工业废渣为粉煤灰或矿渣;所述固化剂中,水泥的质量分数为10%~40%;所述生石灰与工业废渣的质量分数之比为1:10~1:5。

[0008] 进一步的,在本发明中,所述生石灰与工业废渣的质量分数之比为15:100。

[0009] 利用上述组分配制达到基坑工程止水帷幕-等厚度水泥土搅拌连续墙(TRD)要求的水泥土材料,以便应用于工程实际。

[0010] 粉煤灰和高炉矿渣均属于火山灰物质,其活性需要碱性物质激发,考虑工程实际选用生石灰(CaO),参考如下文献:林振荣,张程博,杨友全.掺加矿渣的土聚水泥的研究.[J].21世纪建筑材料,2009,5(1):17-18,优选设置生石灰的添加量为粉煤灰或矿渣的质量的15%。

[0011] 水玻璃作为早强剂使用,参考如下文献:庞文台.掺合粉煤灰的复合水泥土力学性能及耐久性试验研究.内蒙古农业大学博士学位论文,水玻璃的掺量设定为土样质量的3%。

[0012] 有益效果:

[0013] 本发明可选用的工业废渣有粉煤灰和矿渣两类;其中在传统的水泥和生石灰组成的固化土中加入粉煤灰,粉煤灰不仅起到密实土体、增加土体强度的作用;在一定条件下,粉煤灰自身也可以参与化学反应来增强土体强度,研究表明当土体PH值达到13.2时,粉煤灰被激发,并与土体内的氢氧化钙发生火山灰作用,俗称“二次反应”,生成与水泥水化作用生成物类似的生成物,将大大提高固化土强度;

[0014] 而矿渣中具有较多的玻璃体,其含量越高,矿渣活性也越高。如矿渣结构中玻璃体的聚合度较低,易被碱激发,水化速度快,所以矿渣多用做水泥混凝土材料的掺加成分,以提高水泥混凝土的早期强度。

[0015] 基于上面的结论,考虑到经济性原则,并综合考虑养护龄期、水固比(水与固化剂的质量之比)、掺入比(水泥占固化剂的质量分数)、拌合土料和固化剂,经过多角度理论与试验测试,最终获得既能满足强度和渗透性的要求、也能降低工程造价的配比;与现有技术相比,本发明在达到相同强度的前提下,能够降低工程费用,同时减少粉煤灰/矿渣对环境的污染。

## 附图说明

[0016] 图1 28d黏土试样渗透系数与水泥掺入比的关系;

[0017] 图2 28d砂土试样渗透系数与水泥掺入比的关系;

[0018] 图3 28d黏土试样无侧限抗压强度与水泥掺入比的关系;

[0019] 图4 28d砂土试样无侧限抗压强度与水泥掺入比的关系;

[0020] 图5 28d添加粉煤灰的砂土试样渗透系数与水固比的关系;

[0021] 图6 28d添加粉煤灰的黏土试样渗透系数与水固比的关系;

[0022] 图7 28d添加粉煤灰的黏土试样无侧限抗压强度与水固比的关系;

[0023] 图8 28d添加粉煤灰的砂土试样无侧限抗压强度与水固比的关系。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明作更进一步的说明。

[0025] 本发明所述的水泥土材料是以黏土/砂土和水泥为原材料,通过掺加工业废渣-粉煤灰或者矿渣代替部分水泥,配制具有低渗透性的水泥土材料,包括以下质量分数的组分:

水:15%~25%,剩余为固体和水玻璃;其中水玻璃的质量为固体质量的3%;其中,固体由基料和固化剂组成,其中基料为黏土或砂土,固化剂由水泥与工业废渣、生石灰组成,并且固化剂占总质量的25%;所述工业废渣为粉煤灰或矿渣;所述固化剂中,水泥的质量分数为10%~40%;所述生石灰与工业废渣的质量分数之比为15:100。

[0026] 具体的配比可以在本发明提供的范围内,根据综合考虑的经济性和强度要求,进行几组不同的室内配合比试验,确定最优配比。

[0027] 实施例中的原材料:

[0028] 黏土:东南大学九龙湖校区土木交通大楼施工场地;

[0029] 砂土:厦门艾思欧公司标准砂有限公司生产的ISO标准砂,满足GB178-1997,其规格为 $1350 \pm 5\text{g}$ 袋装;

[0030] 水泥:徐州矿务局水泥厂生产的普通硅酸盐水泥(425#);

[0031] 粉煤灰:徐州电厂所生产的F类、I级粉煤灰;

[0032] 矿渣:南京钢铁厂生产的高炉矿渣;

[0033] 生石灰:南京化学试剂有限公司生产的生石灰;

[0034] 水玻璃:成都市科龙化工试剂厂生产的硅酸钠。

[0035] 在该实施例中,对于设计的指标要求是:对于黏土,抗压强度不低于0.8MPa,28天的渗透系数不低于 $10^{-7}\text{cm/s}$ ;对于砂土,抗压强度不低于0.2MPa,28天的渗透系数不低于 $10^{-4}\text{cm/s}$ ,流动性良好,水稳定性良好、且经济性高的水泥土材料。

[0036] 该实施例中,分为两组试验,第一组为黏土,第二组为砂土;两组试验分别采用对比分析,龄期分别是7d、14d、28d,d表示天。试验过程中,根据现有文献,固定固化剂、水玻璃的质量分数、以及生石灰与工业废渣的质量分数之比,在各自的质量分数范围内调整水与固化剂之间的比例、水泥占固化剂的质量分数,并辅以相应质量分数的不同基料,具体如下:水与固化剂的质量之比即水固比分别是0.6、0.8、1,水泥占固化剂的质量分数为10%、20%、30%、40%,工业废渣为粉煤灰或矿渣。经多次调整,最后的试验结果如说明书附图1~附图8所示。

[0037] 最终从图中可以看出,对于本实施例,综合考虑渗透性能和强度特性,对于黏土,最佳水泥掺入比即水泥占固化剂的质量分数为30%,最佳水固比0.6,工业废渣选用粉煤灰最佳;对于砂土,最佳水泥掺入比40%,最佳水固比0.6,工业废渣选用粉煤灰最佳。该配比既能满足该实施例中的抗压强度和渗透性能的要求,还能够降低工程造价。

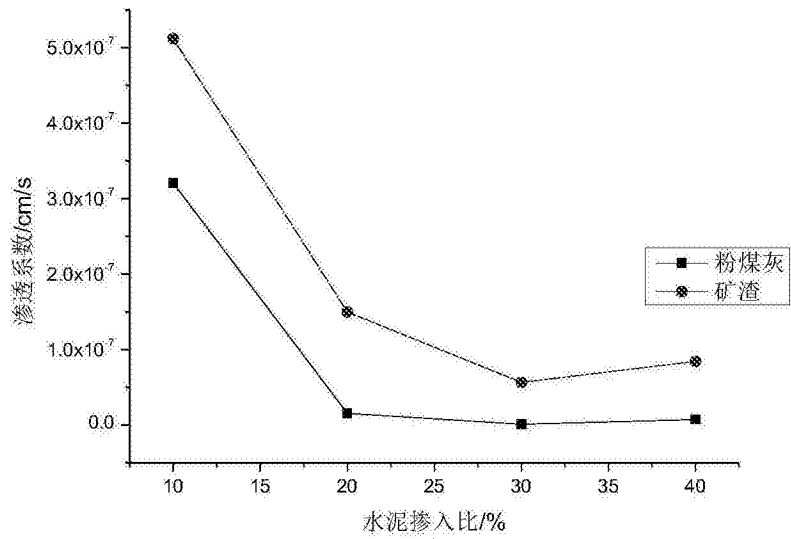


图1

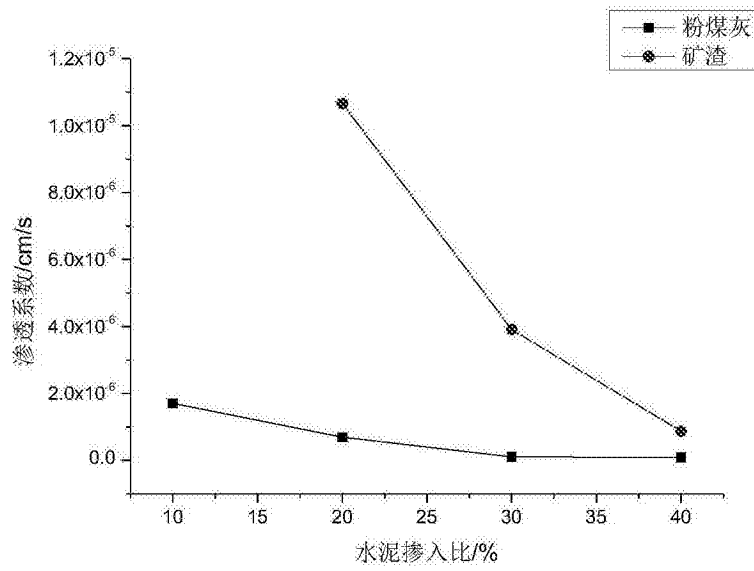


图2

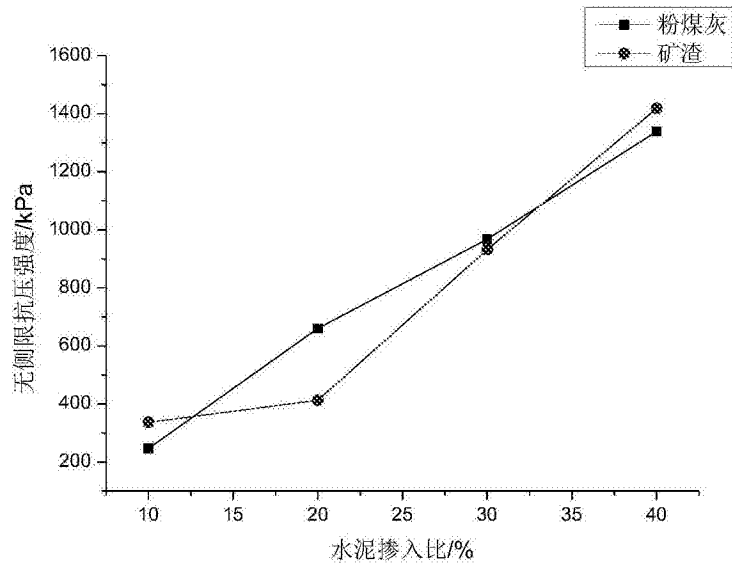


图3

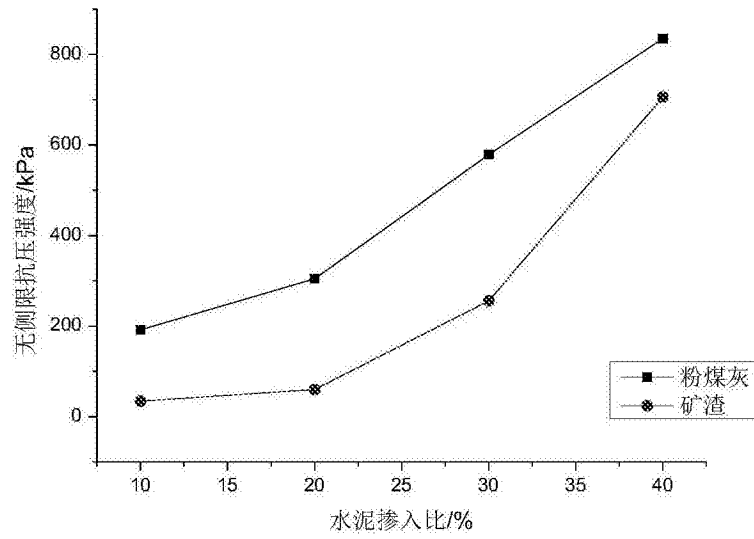


图4

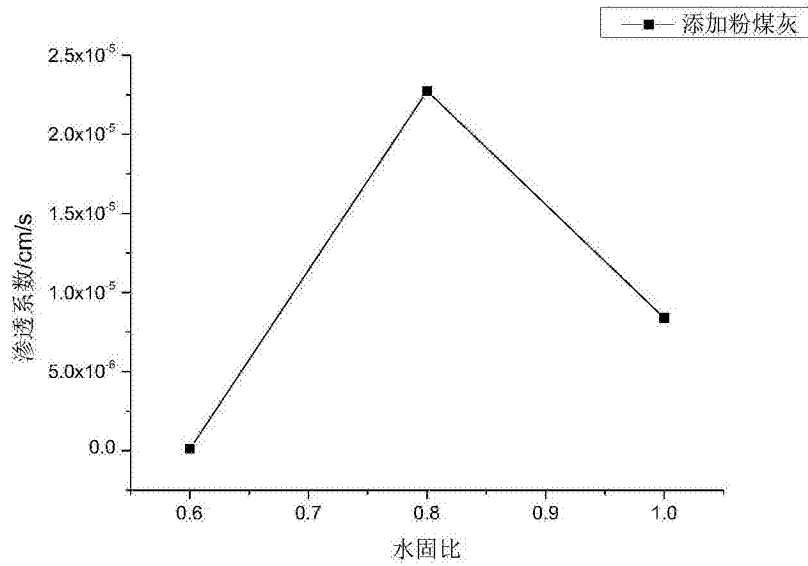


图5

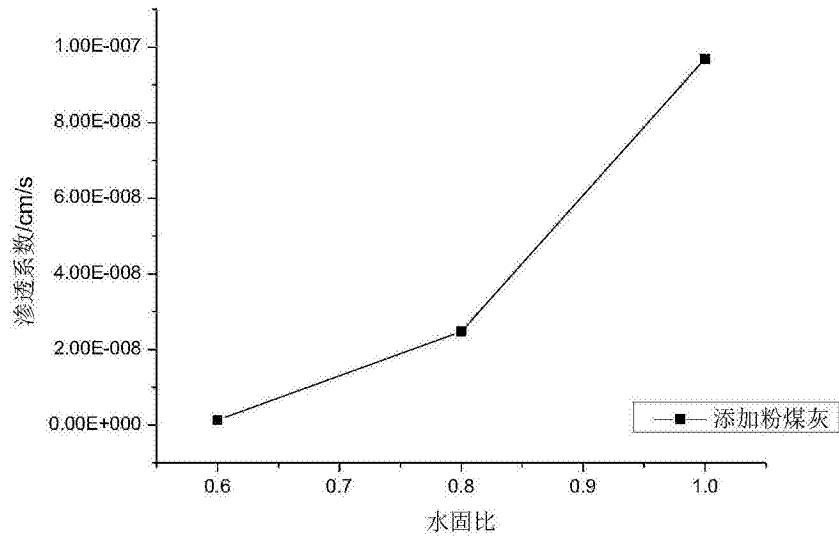


图6



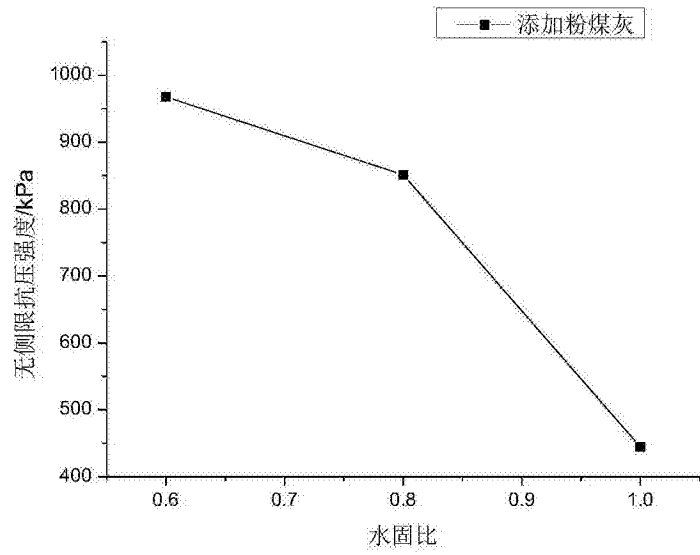


图7

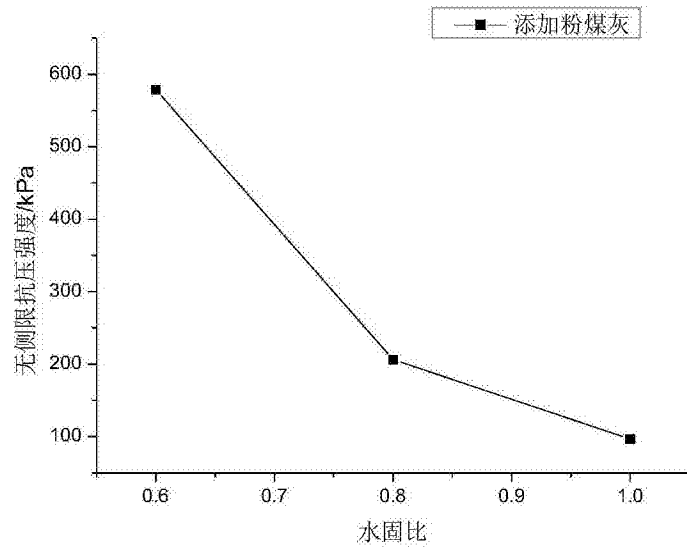


图8