



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106747086 B

(45)授权公告日 2019.05.21

(21)申请号 201611142169.6

(22)申请日 2016.12.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106747086 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 武汉大学
地址 430079 湖北省武汉市武昌区八一路
299号

(72)发明人 周旻 肖玉辉 侯浩波 王腾
赵素芸 张维昊 毛旭辉

(74)专利代理机构 武汉宇晨专利事务所 42001
代理人 王敏锋

(51)Int.Cl.
C04B 28/04(2006.01)
C04B 40/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103193424 A,2013.07.10,
CN 101812888 A,2010.08.25,

审查员 张春荣

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种基于污泥焚烧灰的生态透水混凝土及
制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种掺入污泥焚烧灰的生态
透水混凝土及制备方法,它由一定比例的污泥焚
烧灰、水泥、减水剂、碎石等组成,步骤是:1)将污
泥焚烧灰和水泥按比例预先混合均匀;2)加入水
和减水剂,在混凝土搅拌机中充分搅拌均匀;3)
加入碎石,搅拌至浆体能均匀包裹于碎石表面,
不会产生浆体积聚;4)出料压力成型、并在标准
条件下养护可得用于人行道、花园绿道等非高强
承压的透水路面材料。制备工艺简单,可批量生
产,降低了生产成本,实现了废物资源化利用。制
备生态透水混凝土综合性能优异,抗压强度满足
《透水混凝土路面技术规程》中的C20和C30要求,
透水系数提高8%,具有较高技术经济效益,其抗
压强度最高可达32.0MPa,透水系数达2.02-
2.18mm/s。

1. 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,由以下重量份的原料组成:

原料	重量份
污泥焚烧灰	38-71
水泥	338-430
水	119-143
减水剂	3.8-4.8
碎石	1449—1489;

所述的污泥焚烧灰是由烘干污泥球磨过筛后在温度不超过900℃下焚烧1—3h后得到,经激光粒度仪测定平均粒径为18-20 μ m;

所述的水泥为硅酸盐水泥;

所述的减水剂为萘系高效减水剂或PCA型羧酸高效减水剂中的一种,减水率>20%;

所述的碎石粒径为5-10mm,碎石堆积密度与表观密度的百分比为55.52%,碎石紧密堆积孔隙率为44.48%。

2. 根据权利要求1所述的一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,其特征在于:

原料	重量份
污泥焚烧灰	42-66
水泥	348-420
水	122-138
减水剂	4-4.6
碎石	1459—1479。

3. 根据权利要求1所述的一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,其特征在于:

原料	重量份
污泥焚烧灰	48-60
水泥	368-400
水	125-134
减水剂	4.1-4.5
碎石	1461—1468。

4. 根据权利要求1所述的一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,其特征在于:

原料	重量份
污泥焚烧灰	52-58
水泥	388-394
水	128-132
减水剂	4.2-4.4
碎石	1462—1466。

5. 根据权利要求1所述的一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,其特征在于:

原料	重量份
污泥焚烧灰	60
水泥	410
水	129
减水剂	4.3
碎石	1469。

6. 权利要求1所述的一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土的制备方法,其步骤是:

- 1) 将污泥焚烧灰和水泥按比例预先混合均匀;
- 2) 加入一定比例的水和减水剂,在混凝土搅拌机中充分搅拌均匀,时间控制在60-80s;
- 3) 加入一定比例的碎石,搅拌至浆体能均匀包裹于碎石表面,不会产生浆体积聚,时间控制在120-150s;
- 4) 出料压力成型并于标准条件下养护至26—30d,即为路面材料。

一种基于污泥焚烧灰的生态透水混凝土及制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于建筑材料技术领域,更具体涉及一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,同时还涉及一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土的制备方法,该生态透水混凝土可用作非高强承压路面材料,具体涉及到小区路面、道路人行道、非机动车道、部分机动车道和绿地广场路面等。有助于雨水资源的收集再利用,节约水资源。

背景技术

[0002] 中国的道路路面大多是传统的不透水路,主要由沥青、水泥和砖石铺设而成。这种不透水路虽然在抗压强度性能上较为优异,但不具备透水性能,不能有效缓解城市内涝,雨水资源不能有效补给地下水,造成了水资源的浪费。“海绵城市”是中国近年来提出的关于新型城镇化建设的新概念,目的在于有效缓解城市内涝,削减城市径流污染,节约水资源。透水混凝土不仅具备较好的抗压强度,同时兼具优异的透水性能,能够作为道路建材的同时渗透雨水,是“海绵城市”建设中重要的功能建筑材料之一,开发和制备具备高强高透水的生态型透水混凝土是研究的重点和热点,不仅能够提供具有优异性能的材料,同时可实现废弃物的资源化利用。中国污泥产量剧增,2015年中国污水处理能力达到1.62亿 m^3/d ,比上年增加1.72%,随之产生的污泥突破了3000万 t/a (含水率按80%计)，“水十条”提出在2020年,全国所有县城和重点镇具备污水收集处理能力,县城和城市污水处理能力分别达到85%和95%左右。城市污泥无害化处理处置率达到90%以上。污泥合理有效的处理处置已成为亟待解决的问题。污泥焚烧能够极大减量化和无害化,是极具前景的污泥处理方式之一。污泥焚烧伴生的污泥焚烧灰呈现塑形特性,不适合土地填埋,但污泥焚烧灰具备潜在的火山灰活性,作为水泥掺和料用作建筑材料是实现其资源化很好的选择,而将其应用于透水混凝土,可以基于透水混凝土本身结构的特殊性,充分发挥污泥灰特性的天然优势,制备出高强高透水的生态透水混凝土。目前,用于水泥掺和料的外加剂主要是以粉煤灰为主,以粉煤灰为掺和料制备的透水混凝土在透水性能和吸附性能表现上不突出,而能够显示出优异性能的粉煤灰基透水混凝土则需要较为严格的外加条件和过程控制参数,这限制了其在实际情况中的应用。粉煤灰颗粒大多呈球形,污泥焚烧灰颗粒呈现不规则、表面粗糙且多孔状。研究指出碎石骨料配制的透水混凝土总孔隙率和透水系数明显大于卵石骨料配制的透水混凝土。在形态上,粉煤灰颗粒类似于卵石,污泥焚烧灰类似于碎石,因此,从材料的微集料效应出发,污泥焚烧灰对于生态透水混凝土结构内部孔隙率和试件透水系数的提升均优于粉煤灰。污泥焚烧灰颗粒不仅具备火山灰活性,同时具有微集料效应和填充效应。从微观角度出发,污泥焚烧灰颗粒的微观形貌使得其二次水化反应界面较大,反应活性位点多,能够充分发挥其火山灰活性;其次,污泥焚烧灰颗粒作为胶凝体系的微骨料,所形成的总孔隙率大于粉煤灰颗粒,从而实现透水混凝土更加丰富的内部孔隙,提高了透水系数;最后是污泥焚烧灰较大的比表面积,使得透水混凝土具备一定程度的对于地表径流污染物的吸附作用。污泥焚烧灰用作水泥掺和料制备生态透水混凝土,可以实现污泥焚烧灰的资源化利用,符合循环经济之义。

发明内容

[0003] 本发明的目的是在于提供了一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,配方合理,使用方便,一种兼具较好抗压强度和透水系数,再利用污泥焚烧灰的生态透水混凝土,实现了污泥焚烧灰在透水材料领域的开发和应用,该生态透水混凝土资源化利用污泥焚烧灰代替了部分水泥,从原材料上节约了水泥耗量,利用污泥焚烧灰不规则且粗糙多孔的微观形貌和潜在的火山灰活性,可使生态透水混凝土显示出优良的抗压强度、优异的透水系数和良好的吸附性能。该生态透水混凝土的28d抗压强度能够满足《透水混凝土路面技术规程》(CJJ/T135-2009)中的C20和C30要求,透水系数相对提高8%左右,降低水泥材料成本约10%,具有较高技术经济效益。

[0004] 本发明的另一个目的是在于提供了一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土的制备方法,方法易行,操作简便,该方法所需装置简单,利用传统混凝土制备装置即可生产,无需外加其他装置,投资省,在搅拌时间上具有一定的调节弹性,搅拌效果可以直观判断,根据搅拌效果,还可以通过调节搅拌时间和原料用量进行微调。该方法可以制备出兼具较高抗压强度和优异透水性能及良好吸附性能的生态透水混凝土,28d抗压强度最高可达32.0MPa,透水系数达2.02-2.18mm/s。

[0005] 为了实现上述的目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,由以下重量份的原料组成:

[0007]	原料	重量份
	污泥焚烧灰	38-71
	水泥	338-430
[0008]	水	119-143
	减水剂	3.8-4.8
	碎石	1449—1489。

[0009] 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,由以下重量份的原料组成(优选范围):

	原料	重量份
	污泥焚烧灰	42-66
	水泥	348-420
[0010]	水	122-138
	减水剂	4-4.6
	碎石	1459—1479。

[0011] 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,由以下重量份的原料组成(较好范围):

- | | 原料 | 重量份 |
|--------|---|------------|
| | 污泥焚烧灰 | 48-60 |
| [0012] | 水泥 | 368-400 |
| | 水 | 125-134 |
| | 减水剂 | 4.1-4.5 |
| | 碎石 | 1461—1468。 |
| [0013] | 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,由以下重量份的原料组成(最好范围): | |
| | 原料 | 重量份 |
| | 污泥焚烧灰 | 52-58 |
| [0014] | 水泥 | 388-394 |
| | 水 | 128-132 |
| | 减水剂 | 4.2-4.4 |
| | 碎石 | 1462—1466。 |
| [0015] | 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,由以下重量份的原料组成(具体值): | |
| | 原料 | 重量份 |
| | 污泥焚烧灰 | 60 |
| [0016] | 水泥 | 410 |
| | 水 | 129 |
| | 减水剂 | 4.3 |
| | 碎石 | 1469。 |
| [0017] | 所述的污泥焚烧灰是由烘干污泥球磨过筛后在温度不超过900℃下焚烧2h后得到,经激光粒度仪测定平均粒径为18-20um。 | |
| [0018] | 所述的水泥选用42.5普通硅酸盐水泥。 | |
| [0019] | 所述的减水剂选用SBTJM-B型萘系高效减水剂或PCA(I)型羧酸高效减水剂中的一种,减水率>20%。 | |
| [0020] | 所述的碎石粒径为5-10mm,碎石紧密堆积密度与表观密度的百分比为55.52%,即碎石紧密堆积孔隙率为44.48%。 | |
| [0021] | 一种掺入焚烧污泥焚烧灰的生态透水混凝土的制备方法,其步骤是: | |
| [0022] | 1) 将污泥焚烧灰和水泥按比例预先混合均匀; | |
| [0023] | 2) 加入一定比例的水和减水剂,在混凝土搅拌机中充分搅拌均匀,时间控制在60-80s; | |
| [0024] | 3) 加入一定比例的碎石,搅拌至浆体能均匀包裹于碎石表面,不会产生浆体积聚,时间控制在120-150s; | |
| [0025] | 4) 出料压力成型并于温度为18-22℃,湿度为95%的标准条件下养护至26-30d, | |

即可用作路面材料。

[0026] 本发明与现有技术相比,具有以下优点和效果:

[0027] 利用污泥焚烧后的污泥焚烧灰为原料,用作生态透水混凝土的制备,一方面解决了污泥焚烧灰颗粒由于其塑形特性而不适合进入填埋场的问题,另一方面增加了污泥焚烧灰用作建筑材料的新方向,而且污泥焚烧灰的微观特性使得其在透水混凝土方向上的应用具备传统粉煤灰不具备的优势,即丰富的结构内部孔隙、较大的二次水化反应面积和一定程度的对地表径流中污染物的吸附性能。利用污泥焚烧灰作为水泥掺和料,不仅降低了生产成本,同时所制备的生态透水混凝土综合性能优异,其28d抗压强度最高可达32.0MPa,透水系数达2.02-2.18mm/s。其制备方法操作灵活,实施简单,参数具有调控弹性,可根据搅拌效果实现搅拌效果的微调。

附图说明

[0028] 图1为一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土制备方法工艺流程图。

[0029] 图2为一种污泥焚烧灰与氢氧化钙饱和溶液反应过程中电导率变化趋势图。

[0030] 溶液电导率的降低是由于自由钙离子含量的减少,火山灰材料中活性物质与氢氧化钙反应生成C-S-H胶凝物质或其他胶凝产物,将导致溶液电导率的降低。图2反映了80ml饱和氢氧化钙溶液与2.0g污泥焚烧灰在 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ 温度下密闭反应4h的电导率变化趋势图。可以看出,溶液电导率显著降低,这表明污泥焚烧灰中含有一定数量活性物质,污泥焚烧灰具备潜在的火山灰活性。

[0031] 图3为一种污泥焚烧灰的扫描电镜图(放大1000倍)。

[0032] 图3显示了污泥焚烧灰的微观形貌。可看出污泥焚烧灰颗粒外形呈不规则状态,表面粗糙,颗粒尺寸较多为十几微米,污泥焚烧灰颗粒具有较大比表面积。作为水泥的掺和料,其具有较大的二次水化反应面积,在保证透水混凝土强度的前提下,可以丰富结构内部孔隙,提高透水能力,并兼具一定程度的对地表径流污染物的吸附性能。

具体实施方式

[0033] 下述非限制性实施例可以使本领域的研究人员更加全面理解本发明,但不以任何方式限制本发明。

[0034] 实施例1:

[0035] 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,由以下重量份的原料组成:

原料	重量份
污泥焚烧灰	63
水泥	408
[0036] 水	139
减水剂	4.5
碎石	1459。

[0037] 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土的制备方法,其步骤是:

[0038] 1) 将污泥1在105℃电热恒温干燥箱内烘干2至3或4d,取烘干后的干污泥置于球磨机中球磨3约10min,用80um方孔筛将球磨后的污泥灰过筛4,将水泥6和在温度不超过900℃下焚烧5了1-3h的污泥焚烧灰7按408:63(份)的比例预先混合均匀8;

[0039] 2) 向混合料中加入4.5份SBTJM-B型萘系高效减水剂9和139份水10,在混凝土搅拌机中充分搅拌均匀,时间11控制在60或70或80s;

[0040] 3) 接着向上述浆体中加入1459份碎石12,搅拌至浆体能均匀包裹于碎石表面,不会产生浆体积聚,时间13控制在120或130或140或150s;

[0041] 4) 所得混凝土拌合料通过压力成型14,并在温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$,湿度为95%的标准条件下15养护至26或28或30d,可得生态透水混凝土16用作路面材料。

[0042] 所用污泥焚烧灰的比表面积为 $13.5\text{m}^2/\text{g}$ ($13500\text{m}^2/\text{kg}$),相当于粉煤灰比表面积的18.6-31.3倍左右,较大的比表面积使得污泥焚烧灰具备更多的反应活性位点,潜在的火山灰活性能得到充分的发挥,对材料的强度贡献也更充分,弥补了污泥焚烧灰潜在火山灰活性弱于粉煤灰的不足。在此配比下,利用污泥焚烧灰制备的生态透水混凝土的28d强压强度为26.9MPa,达到在相同制备参数下由粉煤灰制备的透水混凝土28d抗压强度的95%,这可以较好的保证生态透水混凝土的强度性能,使其满足作为路面材料的强度要求;其次污泥焚烧灰制备的生态透水混凝土的透水系数相比较于粉煤灰制备的透水混凝土有显著的提高,28d透水系数由0.92mm/s提高至0.99mm/s,提高率达到7.6%,其具备更加优异的透水性能;最后,污泥焚烧灰制备的生态透水混凝土具备对地表径流中污染物质(氮、磷)一定程度的吸附能力,对总磷和总氮的28d吸附去除率分别达到76%和52%,相比较于粉煤灰分别提高约46.1%和48.1%,其在26d、27d、29d和30d对总磷和总氮吸附的相对提高率分别为46.7%和48.9%、46.5%和48.6%、45.5%和47.4%、44.8%和46.4%。此外,在其制备方法上,搅拌时间具有一定的调节弹性,此例中搅拌时间1可控制在65或70或75s,搅拌时间2相应地可调节为120或125或130s,制备过程灵活,操作方便,搅拌效果亦可直观判断。

[0043] 总体而言,实施例1中的生态透水混凝土具备以下几点重要的独特优势:其一是抗压强度较高,依靠污泥焚烧灰较大的比表面积和较多的反应活性位点,可充分发挥其潜在火山灰活性;其二,透水性能优异,28d透水系数相对提高7.6%;其三,吸附性能突出,对总磷和总氮的28d吸附率分别相对提高46.1%和48.1%,对地表径流的水质有初步净化作用;其四,制备过程灵活,具有微调搅拌效果的优势。

[0044] 一种掺入污泥焚烧灰的生态透水混凝土,由以下重量份的原料组成:

[0045]

编号	重量配合比/kg·m ⁻³					搅拌 时间 1/s	搅拌时 间 2/s	28d 抗压 强度 /Mpa	透水系 数/mm/s
	污泥 焚烧 灰	水泥	水	减水剂	碎石				
实施 例 2	71	404	143	4.8	1467	80	150	26.3	2.02
实施 例 3	60	338	119	4.0	1475	70	135	20.2	2.18
实施 例 4	48	430	143	4.8	1482	65	125	32.0	2.06
实施 例 5	38	338	128	3.8	1489	60	120	20.1	2.10

[0046] 从实施例2到实施例5所用减水剂种类分别为:SBTJM-B型萘系高效减水剂、PCA (I) 型羧酸高效减水剂、PCA (I) 型羧酸高效减水剂、PCA (I) 型羧酸高效减水剂。

[0047] 测试方法:试块28d抗压强度按照《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T50081-2002) 进行;试块28d透水系数采用“固定水位高度法”进行测试。

[0048] 其制备步骤与实施例1相同。

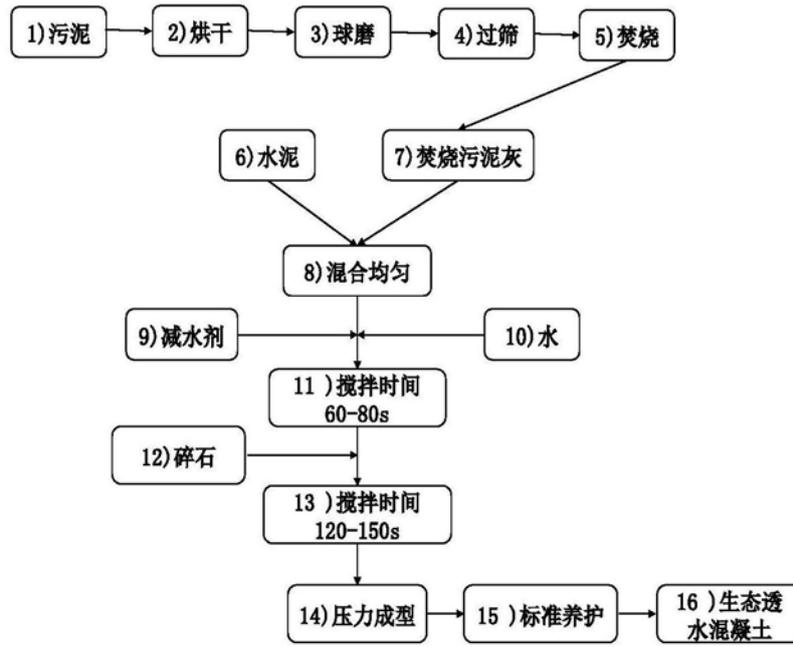


图1

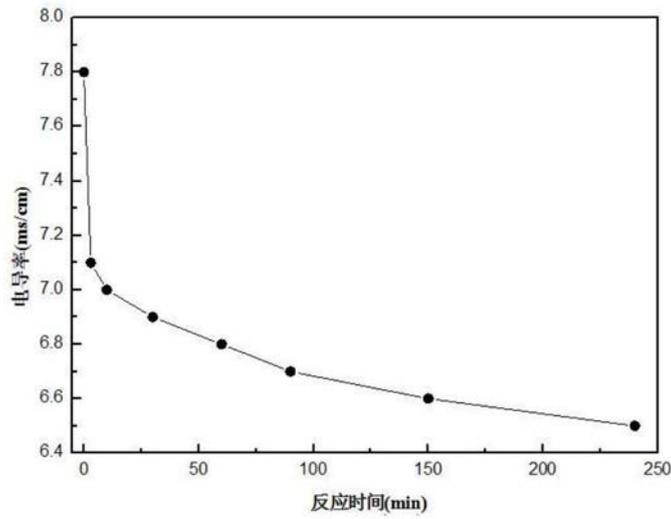


图2

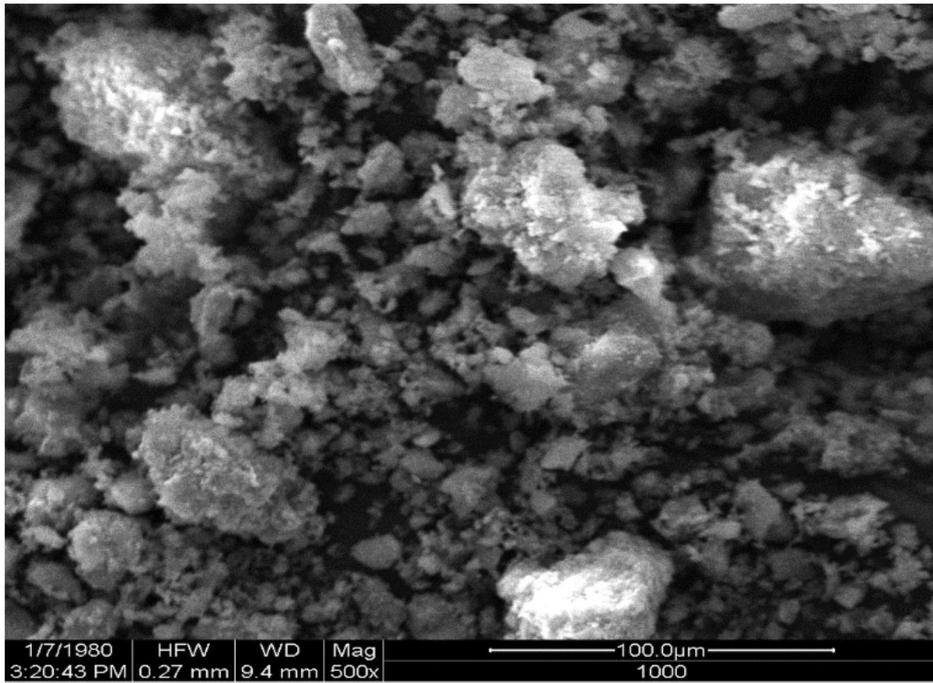


图3