



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110790552 A

(43)申请公布日 2020.02.14

(21)申请号 201911257784.5

(22)申请日 2019.12.10

(71)申请人 郑州大学

地址 450001 河南省郑州市高新区科学大道100号

(72)发明人 元成方 楚留声 程站起 郭稼祥
赫约西 随志博 顺天

(74)专利代理机构 郑州立格知识产权代理有限公司 41126

代理人 李红卫

(51)Int.Cl.

C04B 28/04(2006.01)

C04B 111/34(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页

(54)发明名称

一种废弃砖再生超高韧性混合料及其制备方法和应用

(57)摘要

本发明属于建筑材料技术领域,具体涉及一种废弃砖再生超高韧性混合料及其制备方法和应用,一种废弃砖再生超高韧性混合料,水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙醇纤维、减水剂、增稠剂,各组分质量比为,水:水泥:粉煤灰:再生砖细骨料:聚乙醇纤维:减水剂:增稠剂=1:1.2~1.85:0.76~1:0.6~1:0.01~0.04:0.001~0.003:0.003,本发明提供一种废弃砖再生超高韧性混合料,使用粉煤灰取代部分水泥,使用再生砖细骨料(粒径 $\leq 0.3\text{mm}$)取代石英砂,既能将水泥基材料绿色化,拉伸应变可达2%~5%也很好的解决传统的混凝土因易脆性、弱拉伸性所导致的各种缺陷,对工程实践具有良好的指导意义。

1. 一种废弃砖再生超高韧性混合料,其特征在于,包括以下组分:水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂,各组分质量比为,水:水泥:粉煤灰:再生砖细骨料:聚乙烯醇纤维:减水剂:增稠剂=1:1.2~1.85:0.76~1:0.6~1:0.01~0.04:0.001~0.003:0.003。

2. 如权利要求1所述的一种废弃砖再生超高韧性混合料,其特征在于,所述再生砖细骨料的粒径 $\leq 300 \mu\text{m}$ 。

3. 如权利要求2所述的一种废弃砖再生超高韧性混合料,其特征在于,所述的再生砖细骨料粒径d的质量分布为:d $\leq 75 \mu\text{m}$ 为4.1%~4.4%; $75 \mu\text{m} < d \leq 125 \mu\text{m}$ 为20.5%~20.8%; $125 \mu\text{m} < d \leq 150 \mu\text{m}$ 为34.5%~35.5%; $150 \mu\text{m} < d \leq 200 \mu\text{m}$ 为39.5%~40.5%; $200 \mu\text{m} < d \leq 300 \mu\text{m}$ 为0.3%~0.45%。

4. 如权利要求1所述的一种废弃砖再生超高韧性混合料,其特征在于,所述的再生砖细骨料与其附加水的质量比为0.24~0.32。

5. 如权利要求1所述的一种废弃砖再生超高韧性混合料,其特征在于,所述的减水剂为高效聚羧酸减水剂,减水效果 $\geq 30\%$ 。

6. 如权利要求1所述的一种废弃砖再生超高韧性混合料,其特征在于,所述的增稠剂为羟丙基甲基纤维素。

7. 如权利要求1所述的一种废弃砖再生超高韧性混合料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将废弃烧结砖进行破碎,将破碎后的骨料,再球磨15~20min,筛分得到再生砖细骨料,将再生砖细骨料放入烘箱烘干;

(2) 依据GB/T 25176-2010测再生砖细骨料的附加需水量;

(3) 按配合比准备水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;

(4) 预先润湿搅拌机筒体,然后依次加入水泥、粉煤灰、再生砖细骨料拌合均匀;

(5) 将水与减水剂先进行混合均匀后,再加入搅拌机中;

(6) 开动搅拌机,缓慢均匀加入聚乙烯醇纤维,搅拌3~4min,至聚乙烯醇纤维均匀分散,再缓慢均匀加入增稠剂,搅拌4~6min,直至拌合物均匀,获得基材。

8. 如权利要求7所述的一种超高韧性废弃砖再生混合料的应用,其特征在于,将制得的基材作为水泥基材的应用。

9. 如权利要求8所述的一种超高韧性废弃砖再生混合料的应用,其特征在于,将制得的基材作为PVA-ECC的应用。

一种废弃砖再生超高韧性混合料及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明属于建筑材料技术领域,具体涉及一种废弃砖再生超高韧性混合料及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 混凝土是现代工程中应用最广和应用量最多的一种建筑材料,其具有原料来源广泛、价格便宜、制备工艺简便、容易制造成不同形状,且具有优异的力学性能及耐久性等优点。但该材料也具有脆性大、抗拉强度低、在载荷及环境作用下易产生开裂裂缝,这将导致外界化学介质向内部扩散的速度加快,使建筑结构的使用寿命大幅度降低。因此,抑制裂纹产生及扩展、改变水泥混凝土材料的脆性破坏模式对延长建筑物的使用寿命具有重大意义。同时,各种超高层、大跨度、超大型混凝土建筑物越来越多,在复杂恶劣环境中使用的重要混凝土建筑物也不断增加,老化问题在早期建设的基础设施中进一步加剧,要解决这些问题就要求混凝土材料具有更高更优越的性能。20世纪90年代美国密歇根大学 Li.V.C教授团队率先研制成功了聚乙烯醇纤维增强水泥基复合材料,它是一种具有高韧性、裂缝窄且裂缝具有自愈合能力的新型水泥基复合材料,该材料能够解决上述问题。随着研究聚乙烯醇纤维增强水泥基材料的研究也在不断入,性能也在不断的增强。

[0003] 随着我国城市化进程的加快和建筑产业的飞速发展,我国每年产生的建筑垃圾逐年递增。原先粗放式的露天堆放或填埋,不仅大量占用了土地资源,同时粉尘、灰沙飞扬以及碱性废渣令土壤“失活”等问题也严重破坏了生态环境。据全国范围统计,截至2014年我国总建筑废弃物存量至少达23亿t,预计到2020年我国建筑垃圾总量将超过50亿t。我国目前城市建筑垃圾当中废弃烧结砖所占比重约为30%-50%,即到2020年我国建筑垃圾中废弃烧结砖量将达到25亿t。在绿色发展的时代条件下,废弃资源再利用成为建筑垃圾的重要出路。

[0004] 因此如何对建筑垃圾进行循环再利用,使其变废为宝,对今后的生产具有重要的现实与研究意义。

[0005] 现有技术中的超高韧性水泥基复合材料以及再生砖骨料的相关研究成果已经较多,但对于以下几个问题仍旧较少涉及:(1)现有技术中关于超高韧性水泥基复合材料的的研究多集中于以天然材料为组分,而对以再生材料作为组分的研究较少。(2)目前现有技术中粉煤灰作为外掺剂加入到水泥基材中的研究较多,以内掺法取代水泥的相关研究较少。(3)我国研究再生骨料的类型目前主要有再生混凝土骨料和再生砖骨料两种,但研究多数集中于再生混凝土骨料。(4)目前再生骨料的研究多以粗骨料为主,对于细骨料的研究较少,且以细骨料完全取代石英砂鲜有报道。

[0006] PVA-ECC材料是一种以水泥、矿物掺合料、水、粒径小于5mm的细骨料与PVA纤维搅拌而成的水泥基复合材料,但在实际应用中,由于制备PVA-ECC材料所用的原材料磨细石英砂昂贵的价格,使得PVA-ECC材料整体的成本较高,限制了PVA-ECC材料的应用的,本发明将再生砖微粉取代细骨料(石英砂)重新应用到PVA-ECC的制备中,不仅再利用了建筑垃圾,降

低制备成本,同时满足高韧性和高延性,弥补混凝土材料的低韧性和低延性,并且本发明还可以作为水泥基材使用,相较于现有的水泥基材,本发明原料多数取自可再生资源,满足可持续发展观要求。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于提供一种新型绿色超高韧性水泥基复合材料,使用粉煤灰取代部分水泥,使用再生砖细骨料(粒径 $\leq 0.3\text{mm}$)取代石英砂,既能将水泥基材料绿色化,拉伸应变可达2%~5%也很好的解决传统的混凝土因易脆性、弱拉伸性所导致的各种缺陷,对工程实践具有良好的指导意义。

[0008] 基于上述目的,本发明采取如下技术方案:

一种废弃砖再生超高韧性混合料,其特征在于,包括以下组分:水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂,各组分质量比为,水:水泥:粉煤灰:再生砖细骨料:聚乙烯醇纤维:减水剂:增稠剂=1:1.2~1.85:0.76~1:0.6~1:0.01~0.04:0.001~0.003:0.003。

[0009] 进一步,所述再生砖细骨料的粒径 $\leq 300\ \mu\text{m}$ 。

[0010] 进一步,所述的再生砖细骨料粒径d的质量分布为:d $\leq 75\ \mu\text{m}$ 为4.1%~4.4%; $75\ \mu\text{m} < d \leq 125\ \mu\text{m}$ 为20.5%~20.8%; $125\ \mu\text{m} < d \leq 150\ \mu\text{m}$ 为34.5%~35.5%; $150\ \mu\text{m} < d \leq 200\ \mu\text{m}$ 为39.5%~40.5%; $200\ \mu\text{m} < d \leq 300\ \mu\text{m}$ 为0.3%~0.45%。

[0011] 进一步,所述的再生砖细骨料与其附加水的质量比为0.24~0.32。

[0012] 进一步,所述的减水剂为高效聚羧酸减水剂,减水效果 $\geq 30\%$ 。

[0013] 进一步,所述的增稠剂为羟丙基甲基纤维素。

[0014] 一种废弃砖再生超高韧性混合料的制备方法,包括以下步骤:

(1)将废弃烧结砖进行破碎,将破碎后的骨料,再球磨15~20min,筛分得到再生砖细骨料,将再生砖细骨料放入烘箱烘干;

(2)依据GB/T 25176-2010测再生砖细骨料的附加需水量;

(3)按配合比准备水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;

(4)预先润湿搅拌机筒体,然后依次加入水泥、粉煤灰、再生砖细骨料拌合均匀;

(5)将水与减水剂先进行混合均匀后,再加入搅拌机中;

(6)开动搅拌机,缓慢均匀加入聚乙烯醇纤维,搅拌3~4min,至聚乙烯醇纤维均匀分散,再缓慢均匀加入增稠剂,搅拌4~6min,直至拌合物均匀,获得基材。

[0015] 一种超高韧性废弃砖再生混合料的应用,将制得的基材作为水泥基材的应用。

[0016] 进一步,将制得的基材作为PVA-ECC的应用。

[0017] 有益效果

(1)本发明的再生超高韧性水泥基复合材料组成成分中再生砖细骨料来源于建筑垃圾,它的使用,有助于建筑垃圾的资源化利用,变废为宝,有效的改善当前垃圾处理的方式,解决了由建筑垃圾的处理所引发的环境问题。粉煤灰为电厂发电过程中煤燃烧的烟气中固体废物,它的使用减少了大气中固体废物的使用,大气环境产生有利保护。两者的使用符合绿色混凝土发展方向。

[0018] (2)本发明的再生超高韧性水泥基复合材料组成组分中粉煤灰以内掺法取代部分水泥,再生砖骨料完全取代石英砂,目前混凝土需求量大,天然骨料的使用量也在不断增

加,生产水泥也会消耗巨大的能耗,本发明减少了对天然骨料使用,粉煤灰的使用也可从侧面减少对能源消耗,符合可持续发展目标。

[0019] (3)本发明的再生超高韧性水泥基复合材料中组成成分中有聚乙烯醇纤维,聚乙烯醇纤维在水泥基材具有桥接、阻裂和增韧效果,水泥基材中均匀分布的聚乙烯醇纤维可以有效的跨过水泥基体中的裂缝和孔隙,减小初始收缩裂缝的数量和宽度,同时抑制裂缝的进一步开展,提升水泥基复合材料性能。可用于震后建筑加固、结构裂缝加固、以及作为路面材料使用。

[0020] (4)本发明的再生超高韧性水泥基复合材料,以再生砖细骨料完全取代石英砂,进行相关力学性能的研究,对于再生砖细骨料超高性能的研究提供一定的参照,有助于相关研究的不断深入,研制性能更优的水泥基复合材料。

[0021] (5)本发明的再生超高韧性水泥基复合材料工作性能良好,坍落扩展度在230~285mm,抗压强度和抗折强度、弯曲以及拉伸性能满足一定技术指标,制备过程简单,易于施工。

[0022] 具体实施

以下结合具体实施例进一步详细描述本发明的技术方案,但本发明的内容并不限于此。

[0023] 本发明组分包括水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;材料中无粗骨料,水的质量考虑到再生骨料的需水性,包含附加水量。粉煤灰取代部分水泥,作为胶凝材料一部分。

[0024] 以下实施例中水泥为GB175-2007的P. 0 42.5级普通硅酸盐水泥;

聚乙烯醇纤维为进口纤维,呈单丝状,长度为12mm,直径为40 μm ,抗拉强度 ≥ 1560 MPa,弹性模量 ≥ 41 GPa,极限延伸率 $\geq 6.5\%$;

再生砖细骨料所需的废弃烧结砖应符合《烧结普通砖》(GB/T5101-2017)中的要求,其抗压强度在MU10~MU25,再生砖细骨料经颚式破碎机放入球磨机内球磨15~20min获得的再生砖细骨料的粒径 $d_1 \leq 0.3\text{mm}$,吸水率为24%~33%;其粒径 d_1 质量分布为: $d_1 \leq 75 \mu\text{m}$ 为4.1%~4.4%; $75 \mu\text{m} < d_1 \leq 125 \mu\text{m}$ 为20.5%~20.8%; $125 \mu\text{m} < d_1 \leq 150 \mu\text{m}$ 为34.5%~35.5%; $150 \mu\text{m} < d_1 \leq 200 \mu\text{m}$ 为39.5%~40.5%; $200 \mu\text{m} < d_1 \leq 300 \mu\text{m}$ 为0.3%~0.45%;

粉煤灰为一级粉煤灰;

减水剂为高效聚羧酸减水剂,减水效果 $\geq 30\%$;

增稠剂为羟丙基甲基纤维素;

以下实施例均按照以下步骤制得试件,各实施例通过控制组分的配比不同测试其强度、弯曲跨中挠度与极限拉应变。包括以下步骤:

(1)将废弃烧结砖进行破碎,将破碎后的得到的再生砖粗骨料,再球磨15~20min,筛分得到再生砖细骨料颗粒,细骨料颗粒小于或等于0.3mm,放入烘箱烘干;研磨充分,得到更多的所需粒径骨料,烘干保证再生砖细骨料保持干燥;

(2)取再生砖细骨料1350g,依据GB/T 25176-2010,测再生胶砂附加含水量;得到再生砖细骨料附加需水量;再生砖骨料自身有吸水性,保证水胶比稳定及基材稳定性,需计算附加水量;

(3)按配合比准备水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;水

质量包含再生砖骨料所需的附加水质量；

(4) 预先润湿搅拌机筒体,然后将水泥、粉煤灰、再生砖细骨料依次投入搅拌机中,搅拌2~3 min,使三种材料拌合均匀;预先湿润减少材料搅拌过程,干拌过程有助于材料混合均匀;

(5) 将水与减水剂先进行混合,搅拌混合均匀后,再加入搅拌机中,搅拌2min;将水与减水剂先混合充分,让减水剂在搅拌过程中分散更加均匀,保证基体材料的稳定;

(6) 开动搅拌机,缓慢均匀加入聚乙烯醇纤维,2min中内加完,搅拌3~4min,直至拌合物混合均匀;使聚乙烯醇纤维伴随着搅拌机转动更好的分散到基体;

(7) 持续搅拌,缓慢均匀加入增稠剂,搅拌4~6min,直至拌合物均匀,增稠剂对纤维分散有促进作用,提升分散效果,增稠剂不能与水提前混合,容易依附在器具内壁,造成材料损失。

实施例

[0025] 实施例1:

(1) 将废弃烧结砖进行破碎,将破碎后的得到的再生砖粗骨料,再球磨15~20min,筛分得到再生砖细骨料颗粒,细骨料颗粒小于或等于0.3mm,放入烘箱烘干;

(2) 取再生砖细骨料1350g,依据GB/T 25176-2010,测再生胶砂附加含水量;得到再生砖细骨料附加需水量;

(3) 按配合比1:1.64:0.89:0.76:0.04:0.002:0.002准备水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;

(4) 预先润湿搅拌机筒体,然后将水泥、粉煤灰、再生砖细骨料依次投入搅拌机中,搅拌2~3 min,使三种材料拌合均匀;

(5) 将水与减水剂先进行混合,搅拌混合均匀后,再加入搅拌机中,搅拌2min;

(6) 开动搅拌机,缓慢均匀加入聚乙烯醇纤维,2min中内加完,搅拌3~4min,直至拌合物混合均匀;

(7) 持续搅拌,缓慢均匀加入增稠剂,搅拌4~6min,直至拌合物均匀,获得均匀流动基体。

[0026] 实施例2:

(1) 将废弃烧结砖进行破碎,将破碎后的得到的再生砖粗骨料,再球磨15~20min,筛分得到再生砖细骨料颗粒,细骨料颗粒小于或等于0.3mm,放入烘箱烘干;

(2) 取再生砖细骨料1350g,依据GB/T 25176-2010,测再生胶砂附加含水量;得到再生砖细骨料附加需水量;

(3) 按配合比1:1.46:0.80:0.76:0.04:0.002:0.002准备水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;

(4) 预先润湿搅拌机筒体,然后将水泥、粉煤灰、再生砖细骨料依次投入搅拌机中,搅拌2~3 min,使三种材料拌合均匀;

(5) 将水与减水剂先进行混合,搅拌混合均匀后,再加入搅拌机中,搅拌2min;

(6) 开动搅拌机,缓慢均匀加入聚乙烯醇纤维,2min中内加完,搅拌3~4min,直至拌合物混合均匀;

(7) 持续搅拌,缓慢均匀加入增稠剂,搅拌4~6min,直至拌合物均匀,获得均匀流动基体。

[0027] 实施例3:

(1) 将废弃烧结砖进行破碎,将破碎后的得到的再生砖粗骨料,再球磨15~20min,筛分得到再生砖细骨料颗粒,细骨料颗粒小于或等于0.3mm,放入烘箱烘干;

(2) 取再生砖细骨料1350g,依据GB/T 25176-2010,测再生胶砂附加含水量;得到再生砖细骨料附加需水量;

(3) 按配合比1:1.41:0.76:0.76:0.04:0.002:0.002准备水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;

(4) 预先润湿搅拌机筒体,然后将水泥、粉煤灰、再生砖细骨料依次投入搅拌机中,搅拌2~3 min,使三种材料拌合均匀;

(5) 将水与减水剂先进行混合,搅拌混合均匀后,再加入搅拌机中,搅拌2min;

(6) 开动搅拌机,缓慢均匀加入聚乙烯醇纤维,2min中内加完,搅拌3~4min,直至拌合物混合均匀;

(7) 持续搅拌,缓慢均匀加入增稠剂,搅拌4~6min,直至拌合物均匀,获得均匀流动基体。

[0028] 实施例4:

(1) 将废弃烧结砖进行破碎,将破碎后的得到的再生砖粗骨料,再球磨15~20min,筛分得到再生砖细骨料颗粒,细骨料颗粒小于0.3mm,放入烘箱烘干;

(2) 取再生砖细骨料1350g,依据GB/T 25176-2010,测再生胶砂附加含水量;得到再生砖细骨料附加需水量;

(3) 按配合比1:1.34:0.72:0.76:0.04:0.002:0.002准备水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;

(4) 预先润湿搅拌机筒体,然后将水泥、粉煤灰、再生砖细骨料依次投入搅拌机中,搅拌2~3 min,使三种材料拌合均匀;

(5) 将水与减水剂先进行混合,搅拌混合均匀后,再加入搅拌机中,搅拌2min;

(6) 开动搅拌机,缓慢均匀加入聚乙烯醇纤维,2min中内加完,搅拌3~4min,直至拌合物混合均匀;

(7) 持续搅拌,缓慢均匀加入增稠剂,搅拌4~6min,直至拌合物均匀,获得均匀流动基体。

[0029] 实施例5:

(1) 将废弃烧结砖进行破碎,将破碎后的得到的再生砖粗骨料,再球磨15~20min,筛分得到再生砖细骨料颗粒,细骨料颗粒小于0.3mm,放入烘箱烘干;

(2) 取再生砖细骨料1350g,依据GB/T 25176-2010,测再生胶砂附加含水量;得到再生砖细骨料附加需水量;

(3) 按配合比1:1.26:0.68:0.76:0.04:0.002:0.002准备水、水泥、粉煤灰、再生砖细骨料、聚乙烯醇纤维、减水剂、增稠剂;

(4) 预先润湿搅拌机筒体,然后将水泥、粉煤灰、再生砖细骨料依次投入搅拌机中,搅拌2~3 min,使三种材料拌合均匀;

(5) 将水与减水剂先进行混合,搅拌混合均匀后,再加入搅拌机中,搅拌2min;

(6) 开动搅拌机,缓慢均匀加入聚乙烯醇纤维,2min中内加完,搅拌3~4min,直至拌合物混合均匀;

(7) 持续搅拌,缓慢均匀加入增稠剂,搅拌4~6min,直至拌合物均匀,增稠剂有对纤维分散有促进作用,提升分散效果,增稠剂不能与水提前混合,容易依附在器具内壁,造成材料损失,获得均匀流动基体。

[0030] 试验例

强度测试

测试步骤:

1. 将本发明实施例1~5所得再生水泥基复合材料拌合物装入准备好的不同试模中,填料过程分两次进行,一次填入量为模具大小的二分之一,填料时用抹刀沿各试模壁插捣,填料完成一次,放振动台振捣一次,两次振捣,振捣完毕,填料时用抹刀沿各试模壁插捣,刮去试模口多余的拌合物,然后用抹刀抹平,用保鲜膜对表面进行覆盖,放入混凝土养护箱内养护24 h,拆模,最后移至标准养护室内进行养护(温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$,湿度 $\geq 95\%$),28天后取出。

[0031] 力学性能测试:抗压、抗折强度测试:参考标准GB/T 17671-1999《水泥胶砂强度检验方法》;弯曲性能测试的试验方法:四点弯曲法;拉伸性能的试验方法:单轴拉伸试验。力学性能测试结果如表1所示。

[0032]

实施例	抗压强度 /MPa	抗折强度/MPa	跨中挠度 /mm	拉伸应变%	坍落扩展度/mm
1	42.2	14.0	45.78	2.80	230
2	38.6	13.5	49.56	3.55	270
3	37.5	15.8	51.6	3.82	276
4	36.3	16.4	51.18	4.13	280
5	32.8	14.9	52.03	3.66	285

表1 本发明实施例1~5所得力学性能测试结果

由上述数据可得,本发明具有良好的工作性能;符合超高韧性水泥基复合材料的需求,具有很好的弯曲、拉伸效果。