



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112250355 A

(43) 申请公布日 2021.01.22

(21) 申请号 202011035794.7

(22) 申请日 2020.09.27

(71) 申请人 山西省交通科技研发有限公司

地址 030032 山西省太原市小店区示范区  
经济技术开发区武洛街27号

(72) 发明人 边伟 周亚军 刘志胜 张艳聪  
刘鹏飞 郝晋高 李亚龙 荣亚鹏  
周新星 高学凯 陈毅 贺文栋

(74) 专利代理机构 北京太兆天元知识产权代理  
有限责任公司 11108

代理人 易卫

(51) Int. Cl.

C04B 28/00 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页

### (54) 发明名称

一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土及其制备方法

### (57) 摘要

本发明公开了一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土及其制备方法。制备所述的再生混凝土的各原料按质量份的配比为：粉煤灰84-252份、矿渣168-336份、碱激发溶液160-231份、细骨料620-680份、天然粗骨料0-784份、再生粗骨料336-1120份、纤维0.5-1.2份、缓凝剂0.5-1.6份；各原料按特定顺序混合搅拌均匀后得到再生混凝土。本发明制备的再生混凝土充分利用了矿渣、粉煤灰工业固废和建筑垃圾，减少了水泥和天然碎石的消耗，生产过程成本低廉、绿色低碳、节能减排，有效地实现了固废的资源化利用。同时，本发明制备的再生混凝土强度高，工艺简单、操作方便，且克服了再生粗骨料带来的强度不利影响，满足实际工程要求，经济、社会和环境效益显著。

1. 一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,其特征在于,制备所述的再生混凝土的各原料按质量份的配比为:粉煤灰84-252份、矿渣168-336份、碱激发溶液160-231份、细骨料620-680份、天然粗骨料0-784份、再生粗骨料336-1120份、纤维0.5-1.2份、缓凝剂0.5-1.6份。

2. 一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,其特征在于,制备所述的再生混凝土的各原料按质量份的配比为:粉煤灰126-210份、矿渣210-294份、碱激发溶液168-210份、细骨料630-665份、天然粗骨料0-560份、再生粗骨料560-1120份、纤维0.9-1.2份、缓凝剂0.8-1.6份。

3. 根据权利要求1或2所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,其特征在于,所述的碱激发溶液由氢氧化钠溶液和水玻璃以质量比1:2-2:1复配而成,所述氢氧化钠溶液浓度为0.5-3mol/L,所述水玻璃为浓度为0.5-2mol/L的硅酸钠溶液或硅酸钾溶液中的一种。

4. 根据权利要求1或2所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,其特征在于,所述的再生粗骨料为通过破碎废旧混凝土得到的粒径为4.75-26.5mm的再生碎石。

5. 根据权利要求1或2所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,其特征在于,所述的细骨料为天然河砂、天然湖砂的一种或两种。

6. 根据权利要求1或2所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,其特征在于,所述的纤维为聚丙烯单丝纤维、聚丙烯腈纤维、聚丙烯网状纤维中的一种或几种。

7. 根据权利要求1或2所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,其特征在于,所述的缓凝剂为磷酸钠、磷酸二氢钠中的一种或两种。

8. 根据权利要求3所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将氢氧化钠溶液和水玻璃混合均匀制备碱激发溶液;

(2) 将再生粗骨料、天然粗骨料、细骨料和纤维加入到搅拌机中搅拌均匀;

(3) 再向步骤(2)的搅拌机中加入矿渣、粉煤灰、缓凝剂和步骤(1)的碱激发溶液,继续搅拌均匀,形成碱激发矿渣/粉煤灰再生混凝土。

9. 根据权利要求8所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土的制备方法,其特征在于,所述的步骤(2)的搅拌机为强制式搅拌机,搅拌时间为30-150s。

10. 根据权利要求8所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土的制备方法,其特征在于,所述的步骤(3)的搅拌时间为100-300s。

## 一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于绿色建筑材料技术领域,特别涉及一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 随着混凝土用量的急剧增加,建筑物解体产生的废旧混凝土也急剧增加。因此,建筑业对混凝土的需求以及废旧混凝土的大量产生,我们必将面临废旧混凝土处理和天然砂石资源紧张两个非常严峻的问题。再生混凝土能够从根本上解决废旧混凝土的出路问题,同时还能缓解骨料供求矛盾,减少自然资源和能源的消耗,具有显著的社会、经济和环境效益,符合绿色发展理念。目前,现有技术中再生混凝土存在诸多缺点:①胶结材料主要以普通硅酸盐水泥为主,水化热高,容易造成结构开裂;②骨架结构以再生粗骨料为主,骨料内部存在微裂缝,对混凝土强度不利;③原材料水泥的生产会造成能耗和环境问题。传统水泥基再生混凝土存在诸多缺点,因此,亟需制备一种新型的再生混凝土,以增强混凝土性能、减少水泥用量、提高工业固废和建筑固废的利用,实现建筑材料的节能减排及绿色低碳发展。

### 发明内容

[0003] 为了克服上述现有技术的缺点与不足,本发明提供一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土及其制备方法。本发明制备的再生混凝土充分利用了矿渣、粉煤灰工业固废和建筑垃圾,减少了水泥和天然碎石的消耗,生产过程成本低廉、绿色低碳、节能减排,有效地实现了固废的资源化利用。同时,本发明制备的再生混凝土强度高,制备方法工艺简单、操作方便,且克服了再生粗骨料带来的强度不利影响,满足实际工程要求,经济、社会和环境效益显著。

[0004] 本发明所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土的各原料按质量份的配比为:粉煤灰84-252份、矿渣168-336份、碱激发溶液160-231份、细骨料620-680份、天然粗骨料0-784份、再生粗骨料336-1120份、纤维0.5-1.2份、缓凝剂0.5-1.6份。优选质量配比为:粉煤灰126-210份、矿渣210-294份、碱激发溶液168-210份、细骨料630-665份、天然粗骨料0-560份、再生粗骨料560-1120份、纤维0.9-1.2份、缓凝剂0.8-1.6份。

[0005] 所述的碱激发溶液由氢氧化钠溶液和水玻璃以质量比1:2-2:1复配而成,所述氢氧化钠溶液浓度为0.5-3mol/L,所述水玻璃为浓度为0.5-2mol/L的硅酸钠溶液或硅酸钾溶液中的一种。

[0006] 所述的再生粗骨料为通过破碎废旧混凝土得到的粒径为4.75-26.5mm的再生碎石。

[0007] 所述的细骨料为天然河砂、天然湖砂的一种或两种。

[0008] 所述的纤维为聚丙烯单丝纤维、聚丙烯腈纤维、聚丙烯网状纤维中的一种或几种。

- [0009] 所述的缓凝剂为磷酸钠、磷酸二氢钠中的一种或两种。
- [0010] 本发明所述的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土的制备方法,包括以下步骤:
- [0011] (1) 将氢氧化钠溶液和水玻璃混合均匀制备碱激发溶液;
- [0012] (2) 将再生粗骨料、天然粗骨料、细骨料和纤维加入到搅拌机中搅拌均匀;
- [0013] (3) 再向步骤(2)的搅拌机中加入矿渣、粉煤灰、缓凝剂和步骤(1)的碱激发溶液,继续搅拌均匀,形成碱激发矿渣/粉煤灰再生混凝土。
- [0014] 所述的步骤(2)的搅拌机为强制式搅拌机,搅拌时间为30-150s。
- [0015] 所述的步骤(3)的搅拌时间为100-300s。
- [0016] 相对现有技术,本发明的技术方案具有以下有益效果:
- [0017] (1) 本发明的技术方案充分利用矿渣、粉煤灰工业固体废弃物作为试验原材料,既解决了矿渣、粉煤灰工业固体废弃物长期堆积造成的土地资源浪费和污染,又降低了硅酸盐水泥的用量,减少了因生产水泥而产生的能耗和环境问题,符合节能减排、绿色低碳可持续发展的要求。
- [0018] (2) 本发明将再生骨料替代天然骨料,不仅能解决废旧混凝土的出路问题,还能缓解骨料供求矛盾,减少自然资源和能源的消耗。
- [0019] (3) 本发明提供的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土在原材料中掺入缓凝剂,避免了制备过程中的闪凝现象,使再生混凝土易于制备,提升再生混凝土施工质量;原材料中还掺入了纤维,有效提高了再生混凝土的抗折性能,延长了再生混凝土路面服役寿命。

## 具体实施方式

- [0020] 下面结合具体实施例对本发明的技术方案进行详细说明。
- [0021] 实施例1-5中所用原料如下:
- [0022] 粉煤灰为F类粉煤灰。满足《用于水泥和混凝土的粉煤灰》(GB/T 1596-2017)的各项指标,表观密度为2450kg/m<sup>3</sup>。
- [0023] 矿渣为S95级高炉矿渣。满足《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046-2017)的各项指标,表观密度为2870kg/m<sup>3</sup>。
- [0024] 碱激发溶液由1mol/L氢氧化钠溶液和1mol/L硅酸钠水玻璃以质量比1:1复配而成。
- [0025] 细骨料为天然河砂,属于中砂。
- [0026] 天然粗骨料为单级配石灰石碎石,粒径范围为4.75-26.5mm。满足《公路工程骨料试验规程》(JTG E42-2005)的各项指标,表观密度为2700kg/m<sup>3</sup>。
- [0027] 再生粗骨料为采用废旧混凝土破碎而成的再生碎石,粒径范围为4.75-26.5mm,表观密度为2510kg/m<sup>3</sup>。
- [0028] 纤维为单丝型聚丙烯纤维,长15mm。
- [0029] 缓凝剂为武汉无机盐化工有限公司生产的工业磷酸钠。
- [0030] 实施例1
- [0031] 一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,由以下原料制成:粉煤灰126kg、矿渣294kg、碱激发溶液210kg、细骨料630kg、天然粗骨料560kg、再生粗骨料560kg、纤维0.9kg和缓凝剂1.5kg。

[0032] 上述原料配比的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土的制备方法,具体步骤如下:

[0033] (1) 将氢氧化钠溶液和水玻璃混合均匀制备碱激发溶液;

[0034] (2) 将再生粗骨料、天然粗骨料、细骨料和纤维加入到强制式搅拌机中,启动搅拌机搅拌60s,再向搅拌机中加入矿渣、粉煤灰、缓凝剂和步骤(1)的碱激发溶液,继续搅拌150s,形成碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土。

[0035] (3) 将步骤(2)的碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土浇筑成型  $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$  的试件,在温度为  $20 \pm 5^\circ\text{C}$  的环境中静置1d后拆模,拆模后置于温度为  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ,相对湿度为95%以上的标准养护室中养护至规定龄期。

[0036] 实施例2

[0037] 一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,由以下原料制成:粉煤灰168kg、矿渣252kg、碱激发溶液189kg、细骨料648kg、天然粗骨料560kg、再生粗骨料560kg、纤维1.0kg和缓凝剂1.2kg。

[0038] 按照实施例1步骤(1)–步骤(3)相同的制备方法制备得到碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,并成型再生混凝土试件。

[0039] 实施例3

[0040] 一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,由以下原料制成:粉煤灰210kg、矿渣210kg、碱激发溶液168kg、细骨料665kg、天然粗骨料560kg、再生粗骨料560kg、纤维1.0kg和缓凝剂0.9kg。

[0041] 按照实施例1步骤(1)–步骤(3)相同的制备方法制备得到碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,并成型再生混凝土试件。

[0042] 实施例4

[0043] 一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,由以下原料制成:粉煤灰168kg、矿渣252kg、碱激发溶液168kg、细骨料648kg、天然粗骨料336kg、再生粗骨料784kg、纤维1.0kg和缓凝剂1.2kg。

[0044] 按照实施例1步骤(1)–步骤(3)相同的制备方法制备得到碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,并成型再生混凝土试件。

[0045] 实施例5

[0046] 一种碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,由以下原料制成:粉煤灰168kg、矿渣252kg、碱激发溶液168kg、细骨料648kg、再生粗骨料1120kg、纤维1.2kg和缓凝剂1.2kg。

[0047] 按照实施例1步骤(1)–步骤(3)相同的制备方法制备得到碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土,并成型再生混凝土试件。

[0048] 实施例1–5的再生混凝土的原料配料如表1所示。

[0049] 表1实施例1–5的再生混凝土的原料配料汇总表

编号	用量 (kg)							
	粉煤灰	矿渣	碱激发溶液	细骨料	天然粗骨料	再生粗骨料	缓凝剂	纤维
实施例 1	126	294	210	630	560	560	1.5	0.9
实施例 2	168	252	189	648	560	560	1.2	1
实施例 3	210	210	168	665	560	560	0.9	1
实施例 4	168	252	168	648	336	784	1.2	1
实施例 5	168	252	168	648	0	1120	1.2	1.2

[0051] 将上述实施例1-5所得的再生混凝土试件样品,分别进行28d抗压强度和28d 抗折强度试验,试验结果如表2所示。再生混凝土抗压强度试验参照《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB/T 50081-2002)中抗压强度和抗折强度试验测试方法进行。

[0052] 表2实施例1-5的再生混凝土试件的力学及排水性能

编号	液灰比	再生粗骨料取代率/%	28d 抗压强度/MPa	28d 抗折强度/MPa
实施例 1	0.50	50	44.3	4.9
实施例 2	0.45	50	49.9	5.6
实施例 3	0.40	50	54.5	6.3
实施例 4	0.40	70	51.8	5.9
实施例 5	0.40	100	46.5	5.7

[0054] 注:液灰比为碱激发溶液质量与粉煤灰和矿渣总质量的比。

[0055] 由表2可以看出,当再生粗骨料取代率不变时,随着液灰比增大,碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土的抗压强度降低;当液灰比不变时,随着再生粗骨料取代率增大,碱激发粉煤灰/矿渣再生混凝土的抗压强度降低;本发明实施例1-5所得的再生混凝土试件强度均在C40以上。

[0056] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明申请保护的范围。在不脱离本发明的精神和原则的前提下,本发明还会有各种修改、替换以及改进等,这些变化均应包含在本发明的保护范围内。