



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102001846 B

(45) 授权公告日 2013.05.15

(21) 申请号 201010133839.4

CN 101265066 A, 2008.09.17, 说明书第5页
第24行至第7页15行, 表3.

(22) 申请日 2010.03.29

审查员 李晓蕾

(73) 专利权人 中国铁道科学研究院铁道建筑研
究所

地址 100081 北京市海淀区大柳树路2号

(72) 发明人 易忠来 李化建 谭盐宾 谢永江
朱长华 冯仲伟 仲新华

(51) Int. Cl.

C04B 28/00 (2006.01)

C04B 28/08 (2006.01)

B28C 5/40 (2006.01)

B28B 11/24 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101265066 A, 2008.09.17, 说明书第5页
第24行至第7页15行, 表3.

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

一种矿物聚合物基活性粉末混凝土及其制
备方法

(57) 摘要

一种矿物聚合物基活性粉末混凝土及其制
备方法, 由质量比为1 : 0.8-1.3 : 0.01-0.2 : 0.
1-0.3 : 0.005-0.07 : 0.01-0.25的胶凝材料、骨
料、激发剂、水、减水剂、钢纤维制得。其制备方
法是: 称量好的胶凝材料、骨料、钢纤维倒入搅拌机
中搅拌均匀后加入溶有激发剂、减水剂的水, 搅
拌均匀后通过振动成型或压制成型, 成型后的试
件通过蒸压养护或蒸养养护后即制得矿物聚合
材料基活性粉末混凝土。本发明通过引入矿物
聚合材料的制备思想, 成功实现了在活性粉
末混凝土中掺入大量的固体废弃物, 不仅制
得的活性粉末混凝土强度高、耐久性好, 而且
达到了降低成本、保护环境的效果。

1. 一种矿物聚合物基活性粉末混凝土的制备方法,其特征在于:其组分为胶凝材料、骨料、激发剂、水、减水剂、钢纤维;所述胶凝材料为粉煤灰、磨细矿渣粉、偏高岭土、磷渣粉、锂渣粉之中二种以上的混合物;活性粉末混凝土的配合比各组分的质量比如下:

胶凝材料:1

骨料:0.8-1.3

激发剂:0.01-0.2

水:0.1-0.35

减水剂:0.005-0.07

钢纤维:0.01-0.25

所述骨料为河砂、尾砂中的一种或两种的混合物;所述激发剂为硅酸钠或硅酸钾和氢氧化钠或氢氧化钾的混合物,模数为1.0-3.0;所述钢纤维为镀铜高强度圆截面纤维、波浪型、端钩型钢纤维中的一种;制备工艺的步骤是:按配方称量好胶凝材料、骨料、钢纤维加入搅拌机中搅拌均匀,再将溶有激发剂和减水剂的拌合水加入搅拌机继续搅拌,搅拌均匀后,倒出搅拌机,采用振动成型工艺成型,成型后试件采用带模养护;采用带模养护时,试件需静停6h以上;养护工艺采用蒸汽养护或蒸压养护,采用蒸汽养护时,养护温度为60-95℃,养护时间24-96小时;采用蒸压养护时,养护温度100-200℃,养护时间24-96小时。

一种矿物聚合材料基活性粉末混凝土及其制备方法

技术领域：

[0001] 本发明属于建筑材料领域，具体涉及一种低成本、含有大量工业废料的活性粉末混凝土及其制备方法。

背景技术：

[0002] 活性粉末混凝土是二十世纪九十年代初由法国的 BOUYGUES 科学部以 Pierre Richard 为首的研究小组首先研究开发的一种新型超高强水泥基材料，这种材料由于其中粉末组分的活性和细度的增加而取名为活性粉末混凝土。它采用类似 DSP 材料的配制原理，但组成材料进一步合理化，因而它不同于普通钢纤维混凝土 (FRC) 和高性能混凝土 (HPC)，同时，又是 DSP 材料的进一步发展。RPC 由密实填充的细颗粒混合料、超塑化剂和钢纤维在低水胶比下拌合成流态浆体经养护硬化而制成，随组成、成型工艺及养护方法的不同，RPC 可以具有 200 ~ 800MPa 的强度。

[0003] 普通活性粉末混凝土的主要原材料是水泥、硅灰、石英粉、石英砂、钢纤维、高效减水剂等，由于所使用的硅灰、石英粉、石英砂等原材料价格昂贵，导致活性粉末混凝土成本较高，阻碍了活性粉末混凝土的推广的应用。

[0004] Geopolymer 的概念最早是由法国学者 Joseph Davidovits 于 1978 年提出的。后来 Davidovits 又进一步解释说，Geopolymer 可以认为是由地球化学作用或地质合成作用而形成的矿物聚合物 (Mineral polymers)。其英文的同义词还有 Mineral Polymer, Geopolymeric materials, aluminosilicate polymer, inorganic Polymeric materials 等。Geopolymer 在国内翻译为矿物聚合材料或地质聚合物。自 Joseph Davidovits 于 1978 年提出此概念后，国内外对此矿物材料进行了一系列的研究，该材料的主要优点包括：①具有高强度。Palomo 等以煅烧高岭石为主要原料，加入硅砂作为增强组分，制备出了抗压强度达 84.3MPa 的地质聚合物材料，而材料的固化时间仅 24h。由 Foder A. J. 等制备的碳纤维增强矿物聚合材料抗弯强度可达 245MPa，抗拉强度 327MPa，抗剪强度 14MPa。在 800℃ 下，可保持其 63% 的原始抗弯强度。墨尔本大学 Hua Xu 和 J. S. J. Van Deventer 对 16 种天然的硅酸盐矿物制备矿物聚合材料进行了研究，结果表明，架状构造和岛状构造硅酸盐，并且钙含量较高者形成的地质聚合物抗压强度最大。②具有良好的耐久性。与普通水泥相比，地质聚合物在 5% 硫酸和盐酸溶液中的分解率只有普通水泥的 1/5 ~ 1/13。③渗透率与纯硅酸盐水泥净浆相近，但要比粉煤灰水泥低了 1 个数量级。④在硬化过程中的线收缩率要比普通硅酸盐水泥低得多，只有普通硅酸盐水泥的 1/5 ~ 1/8。

发明内容：

[0005] 本发明基于活性粉末混凝土成本高的问题及矿物聚合材料可大量利用固体废弃物的优点，创造性的将矿物聚合材料的思想引入活性粉末混凝土的制备，提出本发明。

[0006] 本发明的技术方案：一种矿物聚合材料基活性粉末混凝土，其特征在于：其组分包括胶凝材料、骨料、激发剂、水、减水剂、钢纤维；活性粉末混凝土的配合比各组分的质量

比如下：

[0007] 胶凝材料 :1；

[0008] 骨料 :0.8-1.3；

[0009] 激发剂 :0.01-0.2；

[0010] 水 :0.1-0.3；

[0011] 减水剂 :0.005-0.07；

[0012] 钢纤维 :0.01-0.25。

[0013] 上述胶凝材料为水泥、粉煤灰、磨细矿渣粉、偏高岭土、硅灰、钢渣粉、磷渣粉、锂渣粉中的一种或二种以上的混合物。

[0014] 上述骨料为石英砂、河砂、尾砂中的一种或河砂与尾砂的混合物。

[0015] 上述激发剂为碱金属硅酸盐硅酸钠或硅酸钾和碱金属氢氧化物氢氧化钠或氢氧化钾的混合物，模数为 1.0-3.0，可以是固体，也可以是液体，当是液体时，折算成固体后考虑用量。

[0016] 上述钢纤维为镀铜高强度圆截面纤维、波浪型、端钩型钢纤维中的一种；

[0017] 上述的矿物聚合材料基活性粉末混凝土的制备方法，其制备工艺的步骤是：按配方称量好胶凝材料、骨料、钢纤维加入搅拌机中搅拌均匀，再将溶有激发剂和减水剂的拌合水加入搅拌机继续搅拌，搅拌均匀后，倒出搅拌机，进行成型和养护后即可制的矿物聚合材料基活性粉末混凝土制品。

[0018] 上述的矿物聚合材料基活性粉末混凝土的制备方法，所用的成型工艺可以采用振动成型或压制成型中的一种。

[0019] 上述的矿物聚合材料基活性粉末混凝土的制备方法，其养护工艺是：振动成型后试件可采用带模养护或脱模后养护，采用带模养护时，试件需静停 6h 以上；养护工艺可采用蒸汽养护或蒸压养护，采用蒸汽养护时，养护温度为 60-95℃，养护时间 24-96 小时；采用蒸压养护时，养护温度 100-200℃，养护时间 24-96 小时。蒸汽养护或蒸压养护完成后再放入混凝土标准养护室养护。

[0020] 本发明的工作机理：本发明的矿物聚合材料基活性粉末混凝土的胶凝材料以固体废弃物为主，而固体废弃物中大量含有硅铝酸盐矿物，这些矿物中的硅氧铝氧四面体骨架网络在强极性激发剂的作用下发生解聚，生成单聚体的硅氧四面体，在养护过程中，单聚体的硅氧四面体又重新聚合，形成具有空间架状网络结构的硅氧铝氧四面体网络。从而使所获得的矿物聚合材料基活性粉末混凝土具有较高的强度和较好的耐久性能。

[0021] 本发明与传统技术相比的有益效果：与传统的活性粉末混凝土相比，本发明通过引入碱金属硅酸盐作为激发剂，大幅度降低甚至不用传统活性粉末混凝土中的硅灰、石英粉等价格昂贵的原材料，大量掺入粉煤灰、磨细矿渣粉、钢渣粉、磷渣粉、锂渣粉等固体废弃物，不仅大幅降低了活性粉末混凝土的成本，而且大量利用了固体废弃物，对于节约资源和能源、保护生态环境、促进可持续发展具有重要的意义和深远的影响。

具体实施方式：

[0022] 下面以实施例说明具体实施方式：

[0023] 实施例 1

[0024] 将各原料按下列比例称量

[0025] 水泥 :0.2

[0026] 磨细矿渣粉 :0.8

[0027] 石英砂 :1.1

[0028] 液体钠水玻璃 (模数 1.5) :0.1

[0029] 减水剂 :0.02

[0030] 水 :0.15

[0031] 钢纤维 (高强度圆截面纤维) :0.1

[0032] 首先将称量好的水泥、磨细矿渣粉、钢纤维、骨料倒入混凝土搅拌机中搅拌 4 分钟,使其搅拌均匀,再将溶解有激发剂、减水剂的水倒入搅拌机中,再搅拌 6 分钟。将搅拌好的活性粉末混凝土装入试模,振动 2 分钟使其中的气泡排出;成型好的试件在室温下静停一天后拆模,拆模后的试件放入混凝土蒸养箱中,以 10℃/h 的速度升温至 80℃,恒温养护 48h 后以 10℃/h 的速度降温至室温,试件移入混凝土标准养护室中养护 4 天。

[0033] 所得活性粉末混凝土试件的性能为:抗压强度 :158MPa ;抗折强度 :20.4MPa。

[0034] 实施例 2

[0035] 将各原料按下列比例称量

[0036] 偏高岭土 :1

[0037] 河砂 :1.2

[0038] 液体钾水玻璃 (模数 1.0) :0.2

[0039] 减水剂 :0.01

[0040] 水 :0.3

[0041] 钢纤维 (波浪型) :0.15

[0042] 首先将称量好的偏高岭土、钢纤维、河砂倒入混凝土搅拌机中搅拌 5 分钟,使其搅拌均匀,再将溶解有激发剂、减水剂的水倒入搅拌机中,再搅拌 4 分钟。将搅拌好的活性粉末混凝土装入试模,采用挤压成型。成型好的试件在室温下静停一天后放入蒸压釜中,140℃蒸压 24h,蒸压完成后放入标养室养护 7 天。

[0043] 所得活性粉末混凝土试件的性能为:抗压强度 :183MPa ;抗折强度 :23.9MPa。

[0044] 实施例 3

[0045] 将各原料按下列比例称量

[0046] 水泥 :0.3

[0047] 硅灰 :0.2

[0048] 钢渣粉 :0.4

[0049] 石英粉 :0.1

[0050] 尾砂 :0.4

[0051] 河砂 :0.7

[0052] 石英砂 :0.2

[0053] 固体钠水玻璃 (模数 3.0) :0.04

[0054] 固体氢氧化钠 :0.02

[0055] 减水剂 :0.04

[0056] 水 :0.12

[0057] 钢纤维（端钩型钢纤维）:0.25

[0058] 首先将称量好的水泥、硅灰、钢渣粉、石英粉、尾矿、河砂、钢纤维倒入混凝土搅拌机中搅拌 5 分钟，使其搅拌均匀，再将溶解有激发剂、减水剂的水倒入搅拌机中，再搅拌 4 分钟。将搅拌好的活性粉末混凝土装入试模，振动 2 分钟使其中的气泡排出；成型好的试件在室温下静停 6h 后放入混凝土蒸养箱中，以 12℃ /h 的速度升温至 70℃，恒温养护 96h 后以 10℃ /h 的速度降温至室温，试件拆模后移入混凝土标准养护室中养护 3 天。

[0059] 所得活性粉末混凝土试件的性能为：抗压强度：178MPa；抗折强度：26.4MPa。

[0060] 实施例 4

[0061] 将各原料按下列比例称量

[0062] 水泥 :0.3

[0063] 粉煤灰 :0.4

[0064] 硅灰 :0.2

[0065] 石英粉 :0.1

[0066] 河砂 :1.0

[0067] 液体钾水玻璃（模数 2.0）:0.01

[0068] 减水剂 :0.005

[0069] 水 :0.13

[0070] 钢纤维（高强度圆截面纤维）:0.2

[0071] 首先将称量好的水泥、粉煤灰、硅灰、石英粉、钢纤维、河砂倒入混凝土搅拌机中搅拌 5 分钟，使其搅拌均匀，再将溶解有激发剂、减水剂的水倒入搅拌机中，再搅拌 5 分钟。将搅拌好的活性粉末混凝土装入试模，振动 3 分钟使其中的气泡排出；成型好的试件在室温下静停一天后拆模，拆模后的试件放入混凝土蒸养箱中，以 10℃ /h 的速度升温至 90℃，恒温养护 60h 后以 10℃ /h 的速度降温至室温，试件移入混凝土标准养护室中养护 4 天。

[0072] 所得活性粉末混凝土试件的性能为：抗压强度：149MPa；抗折强度：18.6MPa。

[0073] 实施例 5

[0074] 将各原料按下列比例称量

[0075] 粉煤灰 :0.2

[0076] 磨细矿渣粉 :0.6

[0077] 锂渣粉 :0.2

[0078] 尾砂 :0.8

[0079] 固体钠水玻璃（模数 2.5）:0.04

[0080] 固体氢氧化钾 :0.03

[0081] 减水剂 :0.05

[0082] 水 :0.14

[0083] 钢纤维（高强度圆截面纤维）:0.08

[0084] 首先将称量好的水泥、磨细矿渣粉、锂渣粉、钢纤维、尾砂倒入混凝土搅拌机中搅拌 4 分钟，使其搅拌均匀，再将溶解有激发剂、减水剂的水倒入搅拌机中，再搅拌 6 分钟。将搅拌好的活性粉末混凝土装入试模，压制成型；成型好的试件在室温下静停一天后放入混

凝土蒸养箱中,以 10℃ /h 的速度升温至 85℃,恒温养护 72h 后以 10℃ /h 的速度降温至室温,试件移入混凝土标准养护室中养护 3 天。

[0085] 所得活性粉末混凝土试件的性能为:抗压强度:152MPa;抗折强度:24.1MPa。

[0086] 实施例 6

[0087] 将各原料按下列比例称量

[0088] 水泥:0.2

[0089] 粉煤灰:0.2

[0090] 偏高岭土:0.6

[0091] 河砂:0.6

[0092] 尾砂:0.6

[0093] 液体钠水玻璃(模数:1.0):0.06

[0094] 减水剂:0.07

[0095] 水:0.1

[0096] 钢纤维(高强度圆截面纤维):0.01

[0097] 首先将称量好的水泥、粉煤灰、偏高岭土、钢纤维、河砂、尾矿倒入混凝土搅拌机中搅拌 6 分钟,使其搅拌均匀,再将溶解有激发剂、减水剂的水倒入搅拌机中,再搅拌 5 分钟。将搅拌好的活性粉末混凝土装入试模,振动 4 分钟使其中的气泡排出;成型好的试件在室温下静停一天后拆模,拆模后的试件放入混凝土蒸养箱中,以 10℃ /h 的速度升温至 80℃,恒温养护 48h 后以 10℃ /h 的速度降温至室温,试件移入混凝土标准养护室中养护 25 天。

[0098] 所得活性粉末混凝土试件的性能为:抗压强度:158MPa;抗折强度:19.8MPa。

[0099] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能够理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于这里的实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,对于本发明做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。