



(12)发明专利



(10)授权公告号 CN 105985075 B

(45)授权公告日 2020.08.11

(21)申请号 201510090632.6

(22)申请日 2015.02.28

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105985075 A

(43)申请公布日 2016.10.05

(73)专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 潘智生 占宝剑 玄东兴

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

代理人 吴小璞 张福根

(51)Int.Cl.

C04B 28/00(2006.01)

C04B 40/00(2006.01)

C04B 18/16(2006.01)

(56)对比文件

CN 104045251 A,2014.09.17

CN 101343155 A,2009.01.14

CN 101767960 A,2010.07.07

审查员 李凡

权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种水泥混凝土废弃物的回收再利用方法

(57)摘要

本发明公开了一种利用水泥混凝土废弃物制备再生建筑材料制品的方法,所述方法包括以下步骤:(1)将水泥混凝土搅拌站沉淀池内灰浆的含水率控制低于53.0wt%,并制成浆体;(2)将制成的浆体与水泥混凝土废弃物再生骨料和天然骨料中的至少一种和任选的水泥混合均匀,然后使混合物成型;(3)控制成型品的含水量,使其低于11.0wt%;和(4)进行二氧化碳养护,使步骤(3)得到的成型品与二氧化碳气体接触,得到再生建筑材料制品。本发明的方法中水泥混凝土搅拌站灰浆在成型品中的含量超过30wt%,混凝土废弃物再生骨料的利用率可达100wt%,产品具有混凝土废弃物利用率高、生产速度快、和性能良好等特点,并且再生建筑材料制品具有相当高的环保优势,具有良好的推广应用前景。

1. 一种利用水泥混凝土废弃物制备再生建筑材料制品的方法,所述方法包括以下步骤:

(1) 将水泥混凝土搅拌站沉淀池内灰浆的含水率控制低于53.0wt%,并制成浆体;

(2) 将制成的浆体与水泥混凝土废弃物再生骨料和天然骨料中至少一种和任选的水泥混合均匀,然后使混合物成型;

(3) 控制成型品的含水量,使其低于11.0wt%;和

(4) 进行二氧化碳养护,使步骤(3)得到的成型品与二氧化碳气体接触,得到再生建筑材料制品。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,将步骤(1)中的含水率控制为低于49.0wt%。

3. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,混凝土搅拌站沉淀池内灰浆未硬化,并能够制成浆体均匀分散到步骤(2)中的混合物中。

4. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,步骤(2)的混合物中无需额外添加水。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,步骤(2)的混合物中无需额外添加水。

6. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,在步骤(2)中,使用的水泥混凝土废弃物再生骨料的粒径不超过10mm。

7. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在步骤(2)中,使用的水泥混凝土废弃物再生骨料的粒径不超过10mm。

8. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,在步骤(2)中,使用的水泥混凝土废弃物再生骨料的粒径不超过10mm。

9. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在步骤(2)中,使用的水泥混凝土废弃物再生骨料的粒径不超过10mm。

10. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,在步骤(3)中,将成型品进行预干燥处理,使其散失水分,控制水分含量为7-11.0wt%。

11. 根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,成型品进行二氧化碳养护,二氧化碳为工业尾气或垃圾填埋气体,二氧化碳体积百分比浓度为10-100%。

一种水泥混凝土废弃物的回收再利用方法

技术领域

[0001] 本发明属于建筑材料的领域,具体涉及由水泥混凝土废弃物制备再生建筑材料制品的方法。

背景技术

[0002] 据统计,目前世界商品混凝土的年使用量超过10亿立方。如此大量的混凝土在其生产供应和未来的维修、改建和拆除的过程中,必然产生大量的水泥混凝土废弃物,给环境和能耗带来巨大的影响。

[0003] 在混凝土生产供应过程中,因施工单位存在富于需求用量或因其他原因已供应的混凝土无法进行施工,会产生大量剩余和残余新拌混凝土垃圾。在香港,商品混凝土拌和站剩余和残余新拌混凝土垃圾约总商品混凝土产量的1.5%;在欧洲,这部分新拌混凝土垃圾约1.0-4.0%。当商品混凝土拌和站采用砂石回收分离设备,并对剩余和残余新拌混凝土进行分离时,分离后的砂石可以再回收到混凝土生产中,但分离后的水泥浆需要在沉淀池内进行沉淀处理。以香港为例子,通过砂石回收分离设备清洗剩余和残余新拌混凝土垃圾,会在混凝土搅拌站沉淀池内产生超过商品混凝土使用量0.5%的灰浆。目前如此大量的混凝土搅拌站沉淀池内灰浆由于其性能低,没有很好的环境处理方法,仅仅用作填埋处理。

[0004] 当建筑物进行拆除、维修、建设等过程中,同时也会产生大量的建筑垃圾。利用废旧混凝土以及其他类型建筑固体垃圾,经再生处理作为建筑材料制品的再生骨料的研究在许多国家和地区已经展开。再生骨料生产再生混凝土制品可节省建筑原材料的消耗,保护生态环境,有利于建筑材料行业的可持续发展,因此已被看作是发展绿色建筑材料的主要措施之一。然而,由于再生骨料成分的复杂性,以及其表面附着的大量旧砂浆,导致再生骨料的孔隙率和吸水率较天然骨料要高,强度和弹性模量偏低,使得再生骨料混凝土产品的性能难以合乎实际工程的需求,特别是废旧混凝土再生细集料,这在很大程度上限制了再生骨料的广泛应用。有鉴于此,开发有关技术去改善再生骨料及其制品的性能,对提高再生骨料的使用率,扩大再生骨料混凝土制品的使用范围具有重大的现实意义。

发明内容

[0005] 为了降低水泥混凝土废弃物对环境的污染,本发明提供了一种由水泥混凝土废弃物制备再生建筑材料制品的回收再利用方法。利用水泥混凝土搅拌站沉淀池内浆体的残余胶凝性质和良好的流动性,考虑其作为建筑材料制品一部分水泥基胶凝材料均匀分散于体系中;建筑材料制品中的骨料优选为固体水泥混凝土废弃物的破碎物。并利用水泥混凝土废弃物中丰富的可碳化成分,采用二氧化碳养护,提高和改善再生建筑产品的性能。

[0006] 本申请提供了一种利用水泥混凝土废弃物制备再生建筑材料制品的方法,所述方法包括以下步骤:

[0007] (1) 将水泥混凝土搅拌站沉淀池内灰浆的含水率控制为低于53.0wt%,并制成浆体;

[0008] (2) 将制成的浆体与水泥混凝土废弃物再生骨料和天然骨料中的至少一种和任选的水泥混合均匀,然后使混合物成型;

[0009] (3) 控制成型品的含水量,使其低于11.0wt%;和

[0010] (4) 进行二氧化碳养护,使步骤(3)得到的成型品与二氧化碳气体接触,得到再生建筑材料制品。

[0011] 本申请所述的水泥混凝土废弃物包括未硬化混凝土搅拌站沉淀池内灰浆和固态的水泥混凝土废弃物,其包括但不限于废旧混凝土、废旧水泥砂浆及混凝土搅拌站废弃物。

[0012] 本申请所述的再生建筑材料制品包括,但不限于路面砖、墙体砖和非加筋水泥基制品。

[0013] 本申请所述的水泥混凝土搅拌站沉淀池内灰浆为水泥混凝土生产过程中的副产品,主要氧化物成分为 MgO 、 Al_2O_3 、 SiO_2 、 SO_3 、 K_2O 、 CaO 、 TiO_2 和 Fe_2O_3 。例如,其是在水泥混凝土拌和站,对剩余和残余新拌混凝土进行冲洗分离时,和/或在混凝土搅拌车清洗过程中,冲洗的废水在沉淀池内进行沉淀处理所得的未硬化泥浆。

[0014] 本申请所述的水泥混凝土废弃物再生骨料是固态的水泥混凝土废弃物的破碎产物。该再生骨料的杂质含量优选不超过15wt%,粒径优选小于10mm,例如为5-10mm,或小于5mm。例如,其是香港再生建筑垃圾破碎厂水泥混凝土废弃物的破碎分级产物。

[0015] 本申请所述的天然骨料是采集大自然产生的砂砾石以及自然界中岩石经过分级破碎的产物。例如为破碎后5-10mm的花岗岩和小于5mm的河沙。

[0016] 本申请所述的二氧化碳的浓度为10-100% (v/v),其可以是来自于工业尾气、垃圾填埋气体或收集的二氧化碳,优选为化石燃料燃烧排放的工业尾气或垃圾填埋气体。

[0017] 在步骤(1)中,将未硬化水泥混凝土搅拌站沉淀池内灰浆,利用搅拌设备制备成均质的浆体。根据需要,为确保所得浆体具有很好的流动性,可通过浆体流动测试手段进行测量。例如,利用水泥胶砂流动度测定仪(GB/T 2419-2005),控制流动度在150mm-190mm之间。

[0018] 在步骤(2)中,将所得浆体与水泥混凝土再生骨料和任选的水泥均匀混合。此次搅拌过程无需添加额外的水。流动性良好的浆体通过搅拌均匀分散到混合物中,作为主要的胶凝材料。通过压制成型方式使混合物成型,得到成型品。

[0019] 在步骤(3)中,将成型品置于相对湿度在20%-80%的环境,例如 $50 \pm 10\%$ 的环境中,使其散失水分,直至剩余水分含量在低于11.0wt%。

[0020] 在上述方法中,由于使用的水泥混凝土废弃物含有丰富的二氧化碳固化成分,二氧化碳养护方式用于快速提高早期强度和降低产品的收缩性能。所述固化成分例如为水化硅酸钙凝胶、氢氧化钙或未水化水泥。在步骤(4)中,可利用含二氧化碳的工业尾气或收集的二氧化碳进行成型品的养护。根据一些实施方式,充入二氧化碳气体之前,可使内有成型品的密闭养护容器的空气压力低于-0.6bar;养护室内部的二氧化碳气体压力维持在大于0.1bar;二氧化碳气体的浓度在10-100% (v/v);养护时间不低于2小时。

[0021] 根据一些实施方式,在步骤(2)中的混合之前,将水泥混凝土废弃物再生骨料经破碎,筛分后,使颗粒的粒径小于10mm,其杂质含量不超过15wt%。

[0022] 根据一些实施方式,在步骤(3)中,将成型后脱模的成型品立即转移至相对湿度介于20%-80%之间的环境中,相对湿度优选为50%左右,使其散失水分,控制成型品的剩余含水量为低于11.0wt%。

[0023] 根据一些实施方式,在步骤(4)中,所述的二氧化碳养护气体来自于工业尾气中收集的二氧化碳,优选的浓度为90-100%。

[0024] 根据一些实施方式,在步骤(4)中,所述的二氧化碳养护容器内部,可辅以抽湿设备或干燥剂,及时移除碳化反应释放出的水蒸气,维持养护容器内的相对湿度在45%-80%之间,优选为55%左右。

[0025] 本申请的方法具有但不限于以下特点:

[0026] 水泥混凝土搅拌站灰浆在成型品中的含量超过30wt%;

[0027] 水泥混凝土废弃物再生骨料的利用率可达到100wt%;

[0028] 通过优化二氧化碳养护工艺碳化再生建筑材料制品,快速提高再生建筑材料制品强度,并改善再生建筑材料制品的收缩性能。

[0029] 与现有水泥混凝土废弃物处理相比,本发明的有益效果是利用其为有用资源,降低其对环境污染,通过二氧化碳养护固化更多水泥基建筑固体废弃物。而且采用常温和近似常压进行碳化的工艺,有力地促进了水泥混凝土废弃物及其相关制品的大规模工业化应用。

附图说明

[0030] 图1为二氧化碳养护后墙体砖的强度;

[0031] 图2为二氧化碳养护墙体砖14天后的干燥收缩率;

[0032] 图3为三小时二氧化碳养护的墙体砖强度与含水量的关系。

具体实施方式

[0033] 下面通过具体实施例的描述详细对本发明做示例性说明,但并不用于限制本发明。

[0034] 实施例1:

[0035] (1) 再生建筑墙体砖的制备

[0036] 2014年在不同时期随机回收搅拌站内沉淀池灰浆,灰浆来自香港一个水泥混凝土搅拌站,并利用搅拌机制成浆体,浆体的化学成分XRF分析见表格1。

[0037] 表格1 2014年不同时期回收灰浆的化学成分XRF分析

[0038]

氧化物	化学成分 (wt%)									
	5 月 7 日	5 月 28 日	6 月 25 日	7 月 3 日	7 月 7 日	7 月 14 日	7 月 17 日	7 月 28 日	8 月 4 日	8 月 8 日
MgO	1.22	1.07	1.88	1.69	1.38	1.08	1.43	1.46	1.31	1.25
Al ₂ O ₃	8.34	7.95	8.21	8.66	9.18	9.12	8.98	9.05	8.54	8.30
SiO ₂	32.47	31.24	32.84	33.63	35.20	34.51	33.20	33.68	32.45	32.24
SO ₃	3.12	2.92	2.71	2.99	2.84	2.82	2.43	3.67	2.65	3.41
K ₂ O	1.55	1.53	1.60	1.74	1.80	1.93	1.65	1.64	1.55	1.53
CaO	35.54	35.78	36.92	35.27	32.38	33.70	37.53	32.81	37.38	36.79
TiO ₂	0.52	0.51	0.54	0.52	0.50	0.50	0.54	0.56	0.52	0.55
Fe ₂ O ₃	6.75	6.44	6.72	6.89	6.78	5.96	6.28	6.74	6.66	6.63
质量损失 (%)	10.03	12.15	8.58	8.60	9.93	10.38	7.96	10.38	8.95	9.28

[0039] 按照表格2,混合普通硅酸盐52.5号水泥和粒径小于5mm来自香港再生建筑垃圾破碎厂的水泥混凝土废弃物再生骨料,其表观密度为2625kg/m³,骨料密度为2205kg/m³,吸水率为15.8%,杂质含量3.5wt%。

[0040] 表格2混凝土搅拌站沉淀池灰浆制备建筑墙体砖的材料配合比例

[0041]

比例	取浆日期	灰浆干重	灰浆水分	灰浆含水率	混凝土再生骨料, <5mm	水泥
1	2014 年 5 月 7 日	1	1.03	0.51	4	0.15
2	2014 年 5 月 28 日	1	0.94	0.48	4	0.15
3	2014 年 7 月 3 日	1	0.96	0.49	4	0.15
4	2014 年 6 月 25 日	1	0.85	0.46	4	0.15
5	2014 年 7 月 7 日	1	0.92	0.48	4	0.15

[0042]	6	2014 年 7 月 14 日	1	1.02	0.50	4	0.15
	7	2014 年 7 月 17 日	1	0.76	0.43	4	0.15
	8	2014 年 7 月 28 日	1	1.12	0.53	4	0.15
	9	2014 年 8 月 4 日	1	0.92	0.48	4	0.15
	10	2014 年 8 月 8 日	1	1.09	0.52	4	0.15

[0043] 表格2中各材料的配合量都为重量份;含水率为重量百分比。

[0044] 搅拌均匀后的混合物,以2023Kg/m³的容积密度向直径50mm的圆柱形钢模装填混合料,在30MPa的荷载下压制成型得到直径50mm×高50mm的混凝土砖。

[0045] (2) 预干燥

[0046] 将脱模后的混凝土砖立即转移至相对湿度50%,温度为20℃,空气流通的干燥箱中进行预干燥,通过放置时间的长短控制混凝土砖的剩余含水量。预干燥处理后的墙体砖含水量控制在7.0-11.0wt%,

[0047] (3) 二氧化碳养护

[0048] 将预干燥处理后的混凝土砖放置于二氧化碳养护容器内,抽真空至-0.6bar后充入浓度为99.5%的二氧化碳气体直至容器内部压力为0.1bar,养护过程持续3小时。

[0049] 试验结果见图1,图2和图3,灰浆的含水率影响墙体砖的性能,当含水率低于53.0wt%时,墙体砖具有良好的力学性能,达到墙体砖的要求。

[0050] 实施例2:

[0051] (1) 再生混凝土路面砖的制备

[0052] 根据实施方式1的工艺方法,按照表格3比例进行材料混合搅拌,灰浆取自2014年8月4日,见表格1。在30MPa的荷载下,压制成型得到200mm×100mm×60mm的混凝土路面砖。水泥混凝土废弃物再生骨料来自香港一个再生建筑垃圾破碎厂,表观密度为2634kg/m³(骨料粒径为5-10mm)和2625kg/m³(骨料粒径小于5mm),吸水率为8.80%(骨料粒径为5-10mm)和15.80%(骨料粒径小于5mm),杂质含量为0.2%(骨料粒径为5-10mm)和3.5%(骨料粒径小于5mm)。天然骨料为花岗岩和河砂,表观密度为2790kg/m³(花岗岩粒径为5-10mm)和2657kg/m³(河砂粒径小于5mm),吸水率为0.71%(花岗岩粒径为5-10mm)和0.83%(河砂粒径小于5mm)。水泥为普通硅酸盐52.5号水泥。

[0053] 表格3混凝土搅拌站沉淀池内灰浆制备墙体砖的材料配合比例

[0054]	配合比	灰浆干重	灰浆水分	灰浆含水率	混凝土再生骨料		天然骨料		水泥
					<5mm	5-10mm	<5mm	5-10mm	
	1	1	0.92	0.48	1	1	1	1	0.40
	2	1	0.92		1	1	1	1	0.60

[0055] 表格3中各材料的配合量都为重量份；含水率为重量百分比。

[0056] (2) 预干燥

[0057] 将脱模后的混凝土路面砖立即转移至相对湿度50%，温度为20℃，空气流通的干燥箱中进行预干燥，通过放置时间的长短控制混凝土砖的剩余含水量。预干燥处理后的混凝土路面砖含水量控制在 $8.0 \pm 0.2\%$ ，

[0058] (3) 二氧化碳养护

[0059] 将预干燥处理后的混凝土路面砖放置于二氧化碳养护容器内，抽真空至-0.6bar后充入浓度为99.5%的二氧化碳气体直至容器内部压力为0.1bar，养护过程持续3小时。

[0060] 试验结果显示，3个小时二氧化碳养护后，配合比1混凝土路面砖的抗压强度达到了32.5MPa，配合比2混凝土路面砖的抗压强度达到了40.5MPa，达到了香港混凝土路面砖的基本要求。

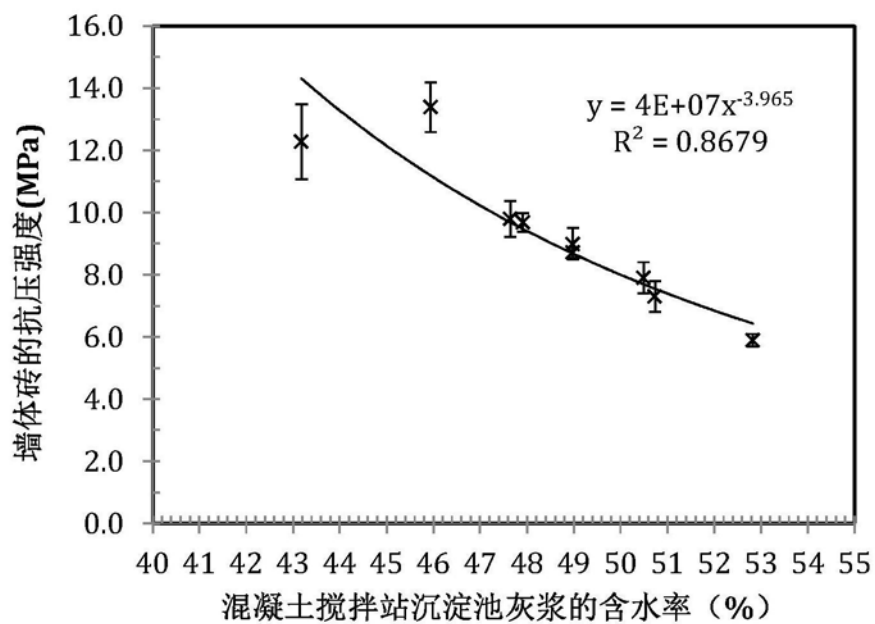


图1

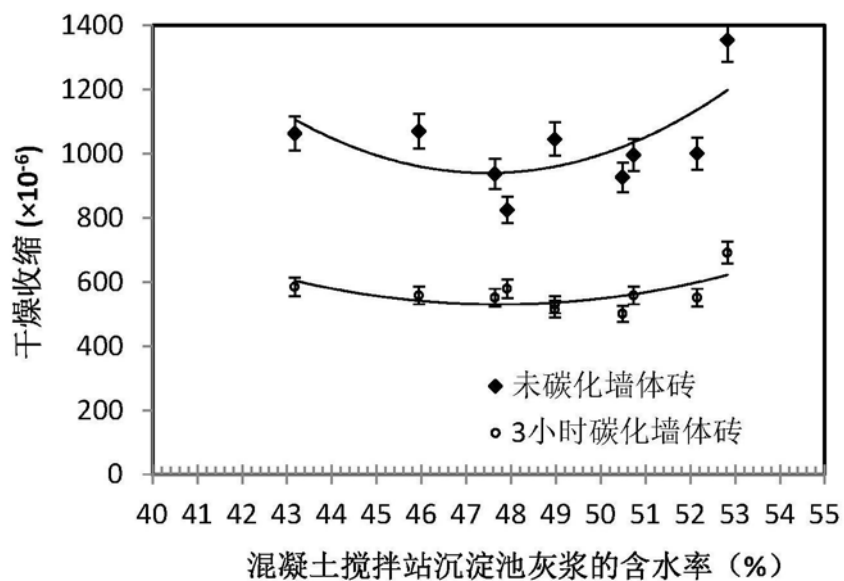


图2

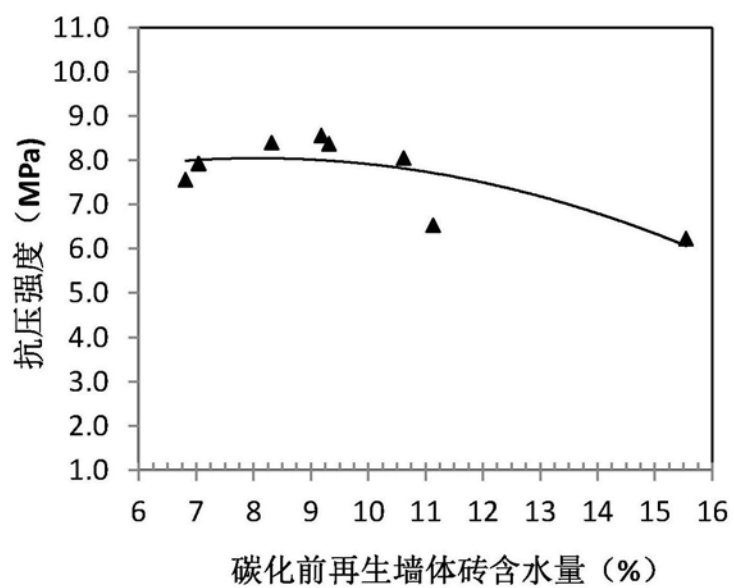


图3