



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110590294 A

(43)申请公布日 2019.12.20

(21)申请号 201911038578.5

(22)申请日 2019.10.29

(71)申请人 福州大学

地址 350108 福建省福州市闽侯县福州大学城乌龙江北大道2号福州大学

(72)发明人 罗素蓉 吴恺云 王雪芳 王德辉

(74)专利代理机构 福州元创专利商标代理有限公司 35100

代理人 林文弘 蔡学俊

(51)Int.Cl.

C04B 28/04(2006.01)

权利要求书1页 说明书8页

(54)发明名称

一种良好耐久性的再生粉体混凝土及制备方法

(57)摘要

本发明具体涉及一种利用再生粉体来提高抗氯离子性能的再生混凝土的制备方法。将废弃的混凝土和废弃的粘土砖破碎过程中的粉料分别研磨制备成再生粉体,用再生粉体部分取代水泥,并采用净浆裹石法拌制成再生混凝土。制备的再生混凝土不仅可以充分利用建筑废弃物、减少了水泥用量,还具有良好的抗氯离子渗透性能。本发明具有显著的经济效益、社会效益和环境效益。

1. 一种良好耐久性的再生粉体混凝土,其特征在于,所述再生粉体混凝土由水泥、再生粉体、矿粉、水、细骨料、天然粗骨料、减水剂按质量比1:0~0.214:0~0.214:0.4~0.571:1.487~2.124:2.424~3.463:0.001~0.002配制而成。

2. 根据权利要求1所述的再生粉体混凝土,其特征在于,所述再生粉体为再生砖粉或再生混凝土粉。

3. 根据权利要求2所述的再生粉体混凝土,其特征在于,再生混凝土粉的制备方法:在废弃的旧混凝土块破碎成再生骨料时,搜集在破碎过程所产生的粉料,筛出粒径0.6mm以下的粉料留用,将其放入球磨机中研磨制备成再生混凝土粉,其比表面积为 $863\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占18.38%、 $5-10\mu\text{m}$ 占11.66%、 $10-20\mu\text{m}$ 占14.51%、 $20-45\mu\text{m}$ 占25.31%、 $45-100\mu\text{m}$ 占17.21%、 $100-160\mu\text{m}$ 占8.21%、 $160-250\mu\text{m}$ 占4.72%,再生混凝土粉的28d活性指数为80%。

4. 根据权利要求2所述的再生粉体混凝土,其特征在于,再生砖粉的制备方法:去除废弃粘土砖表面附着的老砂浆后进行破碎,搜集在破碎过程所产生的粉料,筛出粒径0.6mm以下的粉料留用,将其放入球磨机中研磨制备成再生砖粉,其比表面积为 $989\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占21.19%、 $5-10\mu\text{m}$ 占14.84%、 $10-20\mu\text{m}$ 占17.5%、 $20-45\mu\text{m}$ 占23.97%、 $45-100\mu\text{m}$ 占13.15%、 $100-160\mu\text{m}$ 占5.38%、 $160-250\mu\text{m}$ 占3.97%,再生砖粉的28d活性指数为69%。

5. 根据权利要求1所述的再生粉体混凝土,其特征在于,所述矿粉为S95级矿粉,比表面积为 $493\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占10.57%、 $5-10\mu\text{m}$ 占14.23%、 $10-20\mu\text{m}$ 占25.05%、 $20-45\mu\text{m}$ 占38.73%、 $45-100\mu\text{m}$ 占10.56%、 $100-120\mu\text{m}$ 占0.86%。

6. 根据权利要求1所述的再生粉体混凝土,其特征在于,所述水泥采用P.I 42.5硅酸盐水泥,比表面积为 $341\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占1.66%、 $5-10\mu\text{m}$ 占7.69%、 $10-20\mu\text{m}$ 占19.88%、 $20-45\mu\text{m}$ 占42.31%、 $45-100\mu\text{m}$ 占21.84%、 $100-160\mu\text{m}$ 占5.34%、 $160-250\mu\text{m}$ 以上占1.28%。

7. 根据权利要求1所述的再生粉体混凝土,其特征在于,所述天然粗骨料为粒径5~20mm的连续级配花岗岩碎石,表观密度 $2652\text{kg}/\text{m}^3$,压碎指标4%,24h吸水率1.3%,针片状含量5.6%。

8. 根据权利要求1所述的再生粉体混凝土,其特征在于,所述细骨料为河砂,表观密度为 $2720\text{kg}/\text{m}^3$,细度模数为2.12。

9. 根据权利要求1所述的再生粉体混凝土,其特征在于,所述减水剂为聚羧酸系高效减水剂。

10. 如权利要求1所述的再生粉体混凝土的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 按配比准备再生粉体、天然粗骨料、细骨料、水泥、矿粉、减水剂、水;

(2) 湿润强制式搅拌机的筒体内壁后,将水泥、矿粉、再生粉体、50%水、减水剂搅拌60s,形成水泥浆体;

(3) 将天然粗骨料投入搅拌机搅拌90s,使天然骨料被浆体充分包裹;

(4) 投入剩余的水和细骨料搅拌90s,使混凝土搅拌均匀,得到所述的再生粉体混凝土。

一种良好耐久性的再生粉体混凝土及制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于混凝土制备领域,具体涉及一种良好耐久性的再生粉体混凝土及制备方法。

背景技术

[0002] 废弃混凝土和废弃砖在建筑固体废弃物中的占比可达80%,对废弃混凝土和废弃砖的利用可以大大减轻建筑固体废弃物造成的负面影响。但是废弃混凝土和废弃砖进行破碎、加工等回收利用的过程中,产生了大量的再生混凝土粉和再生砖粉,却未对其有较好的利用方法,容易造成二次污染。再生混凝土粉和再生砖粉的化学组成以 SiO_2 和 Al_2O_3 为主,但 CaO 含量较低,可以看作水泥的混合材来使用。因此,将再生混凝土粉、再生砖粉部分取代水泥,用于混凝土中,不仅可以减小水泥用量,从而减小水泥工业的能耗,还可以将这些再生粉体循环使用到土木工程建设中,增加建筑废弃物的利用率并避免二次污染。另外,目前因建筑垃圾分类仍较为粗糙,废弃混凝土和废弃砖大部分混杂在一起,不容易进行分拣区分开。因此再生混凝土粉和再生砖粉在一定的比例下进行混合使用,也能够考虑到建筑垃圾处理方法的实际需求。

[0003] 钢筋混凝土结构是众多建筑物的主要结构形式,氯离子通过渗透作用进入混凝土内部到达钢筋表面,将引起钢筋锈蚀,进而导致混凝土的结构力学性能和耐久性能下降。因此,再生粉体掺入混凝土中能够改善混凝土的性能,使其具有良好的抗氯离子渗透性能,对其在实际工程中的应用是十分重要的,才能够进一步推动工程建设的可持续发展,实现节能环保。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种良好耐久性的再生粉体混凝土及制备方法,具体涉及一种利用再生粉体来提高抗氯离子性能的再生混凝土的制备方法。将废弃的混凝土和废弃的粘土砖破碎过程中的粉料分别研磨制备成再生粉体,用再生粉体部分取代水泥,并采用净浆裹石法拌制成再生混凝土。制备的再生混凝土不仅可以充分利用建筑废弃物、减少了水泥用量,还具有良好的抗氯离子渗透性能。本发明具有显著的经济效益、社会效益和环境效益。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

一种良好耐久性的再生粉体混凝土,所述再生粉体混凝土由水泥、再生粉体、矿粉、水、细骨料、天然粗骨料、减水剂按质量比 $1:0\sim 0.214:0\sim 0.214:0.4\sim 0.571:1.487\sim 2.124:2.424\sim 3.463:0.001\sim 0.002$ 配制而成。所述再生粉体为再生砖粉或再生混凝土粉。

[0006] 再生混凝土粉的制备方法:在废弃的旧混凝土块破碎成再生骨料时,搜集在破碎过程所产生的粉料,筛出粒径 0.6mm 以下的粉料留用,将其放入球磨机中研磨制备成再生混凝土粉,其比表面积为 $863\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占18.38%、 $5\sim 10\mu\text{m}$ 占11.66%、 $10\sim 20\mu\text{m}$ 占14.51%、 $20\sim 45\mu\text{m}$ 占25.31%、 $45\sim 100\mu\text{m}$ 占17.21%、 $100\sim 160\mu\text{m}$ 占8.21%、 $160\sim 250\mu\text{m}$ 以上占

4.72%,再生混凝土粉的28d活性指数为80%。

[0007] 再生砖粉的制备方法:去除废弃粘土砖表面附着的老砂浆后进行破碎,搜集在破碎过程所产生的粉料,筛出粒径0.6mm以下的粉料留用,将其放入球磨机中研磨制备成再生砖粉,其比表面积为 $989\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占21.19%、 $5-10\mu\text{m}$ 占14.84%、 $10-20\mu\text{m}$ 占17.5%、 $20-45\mu\text{m}$ 占23.97%、 $45-100\mu\text{m}$ 占13.15%、 $100-160\mu\text{m}$ 占5.38%、 $160-250\mu\text{m}$ 占3.97%,再生砖粉的28d活性指数为69%。

[0008] 所述矿粉为S95级矿粉,比表面积为 $493\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占10.57%、 $5-10\mu\text{m}$ 占14.23%、 $10-20\mu\text{m}$ 占25.05%、 $20-45\mu\text{m}$ 占38.73%、 $45-100\mu\text{m}$ 占10.56%、 $100-120\mu\text{m}$ 占0.86%。

[0009] 所述水泥采用P.I 42.5硅酸盐水泥,比表面积为 $341\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占1.66%、 $5-10\mu\text{m}$ 占7.69%、 $10-20\mu\text{m}$ 占19.88%、 $20-45\mu\text{m}$ 占42.31%、 $45-100\mu\text{m}$ 占21.84%、 $100-160\mu\text{m}$ 占5.34%、 $160-250\mu\text{m}$ 占1.28%。

[0010] 所述天然粗骨料为粒径 $5\sim 20\text{mm}$ 的连续级配花岗岩碎石,表观密度 $2652\text{kg}/\text{m}^3$,压碎指标4%,24h吸水率1.3%,针片状含量5.6%。

[0011] 所述细骨料为河砂,表观密度为 $2720\text{kg}/\text{m}^3$,细度模数为2.12。

[0012] 所述减水剂为聚羧酸系高效减水剂。

[0013] 所述再生粉体混凝土的制备方法,包括如下步骤:

- (1) 按配比准备再生粉体、天然粗骨料、细骨料、水泥、矿粉、减水剂、水;
- (2) 湿润强制式搅拌机的筒体内壁后,将水泥、矿粉、再生粉体、50%水、减水剂搅拌60s,形成水泥浆体;
- (3) 将天然粗骨料投入搅拌机搅拌90s,使天然骨料被浆体充分包裹;
- (4) 投入剩余的水和细骨料搅拌90s,使混凝土搅拌均匀,得到所述的再生粉体混凝土。

[0014] 本发明的优点在于:

再生混凝土粉和再生砖粉的比表面积均比基准水泥和矿粉大。从粒径分布比例可知,基准水泥和矿粉的粒度分布呈正态分布较为集中,矿粉粒径稍比水泥略小,而再生砖粉和再生混凝土粉的粒度分布较为相似,分布范围广,并且粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒占比均比矿粉和水泥多。再生混凝土粉、再生砖粉、矿粉和水泥中粒径 $\leq 10\mu\text{m}$ 的颗粒占30.04%、36.03%、24.8%、9.35%,说明两种再生粉体的小颗粒占比均高于水泥和矿渣,这为两种再生粉体填充对混凝土内部水泥颗粒的间隙,从而为提高混凝土的密实度,优化混凝土的内部孔隙结构,在一定掺量范围内对混凝土的抗氯离子渗透性能起到正面效应。但是仅用再生粉体取代水泥的掺量较大时,由于其活性不如水泥,水泥用量减少导致混凝土有效水胶比的减少,而再生粉体的填充效应的有利影响不及水化产物减少的不利影响,从而增大了混凝土的电通量。后续的对比试验表明,随着再生粉体掺量的增加,混凝土的电通量和抗氯离子扩散系数均随之增大,接近或超过对照组。当再生砖粉掺量为20%时,采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为4294.33C,渗透性评价为中等;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为5.33,渗透性评价为中等(II)。当再生混凝土掺量为20%时,采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为4294.33C,渗透性评价为中等;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为5.27,渗透性评价为中等4182.67(II)。因此当再生粉体掺量提高后,对混凝土的抗氯离子渗透性有利影响可能无法体现。

[0015] 矿粉具有火山灰活性,会与水泥水化反应生成的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生二次水化,生成的C-

S-H凝胶填充水泥颗粒内部孔隙,密实浆体内部孔结构,堵塞氯离子传输通道,同时经过水化反应形成的水化铝酸盐等能够与氯离子结合,进一步降低再生微粉混凝土的电通量,因此矿粉的加入可以使再生粉体的掺入量进一步提高。并且由于两种再生粉体粒径小于 $10\mu\text{m}$ 的颗粒占比均比矿粉和水泥多,可以使矿粉、水泥和再生粉体三者之间形成良好级配,互相填充,优化了混凝土抵抗氯离子侵蚀的能力。再生粉体与矿粉复掺后,不仅可以在提高再生粉体的掺量、减少水泥用量的同时,仍使混凝土具有良好的抗氯离子侵蚀性能。

[0016] 当再生混凝土粉和再生砖粉复掺时,比两种再生粉体分别与矿粉复掺时的抗压强度高,抗氯离子渗透性能有一定的降低,但仍优于对照组。因此,两种再生粉体复掺和两种再生粉体分别与矿粉复掺,不仅能够具有良好的抗氯离子渗透性,还能满足不同强度需求。

具体实施方式

[0017] 一种良好耐久性的再生粉体混凝土,所述再生粉体混凝土由水泥、再生粉体、矿粉、水、细骨料、天然粗骨料、减水剂按质量比 $1:0\sim0.214:0\sim0.214:0.4\sim0.571:1.487\sim2.124:2.424\sim3.463:0.001\sim0.002$ 配制而成。所述再生粉体为再生砖粉或再生混凝土粉。

[0018] 再生混凝土粉的制备方法:在废弃的旧混凝土块破碎成再生骨料时,搜集在破碎过程所产生的粉料,筛出粒径 0.6mm 以下的粉料留用,将其放入配有四种不同大小钢球和钢锻的SM-500球磨机中研磨制备成再生混凝土粉,其比表面积为 $863\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占18.38%、 $5\sim10\mu\text{m}$ 占11.66%、 $10\sim20\mu\text{m}$ 占14.51%、 $20\sim45\mu\text{m}$ 占25.31%、 $45\sim100\mu\text{m}$ 占17.21%、 $100\sim160\mu\text{m}$ 占8.21%、 $160\sim250\mu\text{m}$ 占4.72%,再生混凝土粉的28d活性指数为80%。化学成分见表1。

[0019] 再生砖粉的制备方法:去除废弃粘土砖表面附着的老砂浆后进行破碎,搜集在破碎过程所产生的粉料,筛出粒径 0.6mm 以下的粉料留用,将其放入配有四种不同大小钢球和钢锻的SM-500球磨机中研磨制备成再生砖粉,其比表面积为 $989\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占21.19%、 $5\sim10\mu\text{m}$ 占14.84%、 $10\sim20\mu\text{m}$ 占17.5%、 $20\sim45\mu\text{m}$ 占23.97%、 $45\sim100\mu\text{m}$ 占13.15%、 $100\sim160\mu\text{m}$ 占5.38%、 $160\sim250\mu\text{m}$ 占3.97%,再生砖粉的28d活性指数为69%。化学成分见表1。

[0020] 表1 再生粉体的化学成分/%

原材料	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	LOI
RBP	56.75	22.65	11.03	1.55	0.98	0.50	9.9
RCP	57.91	10.11	5.22	20.27	0.50	0.60	1.22

所述矿粉为S95级矿粉,比表面积为 $493\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占10.57%、 $5\sim10\mu\text{m}$ 占14.23%、 $10\sim20\mu\text{m}$ 占25.05%、 $20\sim45\mu\text{m}$ 占38.73%、 $45\sim100\mu\text{m}$ 占10.56%、 $100\sim120\mu\text{m}$ 占0.86%。

[0021] 所述水泥采用P.I 42.5硅酸盐水泥,比表面积为 $341\text{m}^2/\text{kg}$,其粒径小于 $5\mu\text{m}$ 占1.66%、 $5\sim10\mu\text{m}$ 占7.69%、 $10\sim20\mu\text{m}$ 占19.88%、 $20\sim45\mu\text{m}$ 占42.31%、 $45\sim100\mu\text{m}$ 占21.84%、 $100\sim160\mu\text{m}$ 占5.34%、 $160\sim250\mu\text{m}$ 占1.28%。

[0022] 所述天然粗骨料为粒径 $5\sim20\text{mm}$ 的连续级配花岗岩碎石,表观密度 $2652\text{kg}/\text{m}^3$,压碎指标4%,24h吸水率1.3%,针片状含量5.6%。

[0023] 所述细骨料为河砂,表观密度为 $2720\text{kg}/\text{m}^3$,细度模数为2.12。

[0024] 所述减水剂为聚羧酸系高效减水剂。

[0025] 所述再生粉体混凝土的制备方法,包括如下步骤:

- (1) 按配比准备再生粉体、天然粗骨料、细骨料、水泥、矿粉、减水剂、水；
- (2) 湿润强制式搅拌机的筒体内壁后，将水泥、矿粉、再生粉体、50%水、减水剂搅拌60s，形成水泥浆体；
- (3) 将天然粗骨料投入搅拌机搅拌90s，使天然骨料被浆体充分包裹；
- (4) 投入剩余的水和细骨料搅拌90s，使混凝土搅拌均匀，得到所述的再生粉体混凝土。

[0026] (5) 将再生粉体混凝土装入试件模具中，将试件放在振动台上，振捣1次，刮去多余的混凝土并抹平，拆模后放入温度 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ 、湿度95%以上的养护室进行养护。

[0027] 实例1：

一种再生粉体混凝土，由水泥、再生砖粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.111:0.444:1.652:2.694:0.002配制而成。再生砖粉10%等质量取代水泥。

[0028] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为42.92MPa，28d立方体抗压强度为52.96MPa，56d立方体抗压强度为53.30MPa。坍落度为160mm。

[0029] 对本发明再生粉体混凝土，分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为3714.67C，渗透性评价为中等；采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为4.94，渗透性评价为低(III)。

[0030] 实例2：

一种再生粉体混凝土，由水泥、再生混凝土粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.111:0.444:1.652:2.694:0.001配制而成。再生混凝土粉10%等质量取代水泥。

[0031] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为42.96MPa，28d立方体抗压强度为52.44MPa，56d立方体抗压强度为53.23MPa。坍落度为155mm。

[0032] 对本发明再生粉体混凝土，分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为3777C，渗透性评价为中等；采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为4.84，渗透性评价为低(III)。

[0033] 实例3：

一种再生粉体混凝土，由水泥、再生砖粉、矿粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.125:0.125:0.5:1.858:3.031:0.002配制而成。再生砖粉10%等质量取代水泥，矿粉10%等质量取代水泥。

[0034] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为38.36MPa，28d立方体抗压强度为54.61MPa，56d立方体抗压强度为57.08MPa。坍落度为170mm。

[0035] 对本发明再生粉体混凝土，分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为3118.33C，渗透性评价为中等；采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为4.60，渗透性评价为低(III)。

[0036] 实例4：

一种再生粉体混凝土，由水泥、再生混凝土粉、矿粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.125:0.125:0.5:1.858:3.031:0.001配制而成。再生混凝土粉10%等质量取代水泥，矿粉10%等质量取代水泥。

[0037] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为39.23MPa,28d立方体抗压强度为53.03MPa,56d立方体抗压强度为56.80MPa。坍落度为165mm。

[0038] 对本发明再生粉体混凝土,分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为3029C,渗透性评价为中等;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为4.36,渗透性评价为低(III)。

[0039] 实例5:

一种再生粉体混凝土,由水泥、再生砖粉、矿粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.214:0.214:0.571:2.124:3.463:0.002配制而成。再生砖粉15%等质量取代水泥,矿粉15%等质量取代水泥。

[0040] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为37.25MPa,28d立方体抗压强度为54.23MPa,56d立方体抗压强度为56.30MPa。坍落度为180mm。

[0041] 对本发明再生粉体混凝土,分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为2481.67C,渗透性评价为中等;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为3.86,渗透性评价为低(III)。

[0042] 实例6:

一种再生粉体混凝土,由水泥、再生混凝土粉、矿粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.214:0.214:0.571:2.124:3.463:0.002配制而成。再生混凝土粉15%等质量取代水泥,矿粉15%等质量取代水泥。

[0043] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为37.04MPa,28d立方体抗压强度为47.10MPa,56d立方体抗压强度为52.30MPa。坍落度为160mm。

[0044] 对本发明再生粉体混凝土,分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为2544C,渗透性评价为中等;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为3.96,渗透性评价为低(III)。

[0045] 实例7:

一种再生粉体混凝土,由水泥、再生砖粉、再生混凝土粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.037:0.074:0.444:1.652:2.694:0.001配制而成。再生砖粉3.33%等质量取代水泥,再生混凝土粉6.67%等质量取代水泥。

[0046] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为42.57MPa,28d立方体抗压强度为50.83MPa,56d立方体抗压强度为52.12MPa。坍落度为165mm。

[0047] 对本发明再生粉体混凝土,分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为3724.67C,渗透性评价为中等;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为5.22,渗透性评价为中等(II)。

[0048] 实例8:

一种再生粉体混凝土,由水泥、再生砖粉、再生混凝土粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.056:0.056:0.444:1.652:2.694:0.001配制而成。再生砖粉5%等质量取代水泥,再

生混凝土粉5%等质量取代水泥。

[0049] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为42.50MPa,28d立方体抗压强度为51.06MPa,56d立方体抗压强度为52.7MPa。坍落度为155mm。

[0050] 对本发明再生粉体混凝土,分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为3728.33C,渗透性评价为中等;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为5.08,渗透性评价为中等(II)。

[0051] 实例9:

一种再生粉体混凝土,由水泥、再生砖粉、再生混凝土粉、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.074:0.037:0.444:1.652:2.694:0.001配制而成。再生砖粉6.67%等质量取代水泥,再生混凝土粉3.33%等质量取代水泥。

[0052] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为42.50MPa,28d立方体抗压强度为51.06MPa,56d立方体抗压强度为52.7MPa。坍落度为155mm。

[0053] 对本发明再生粉体混凝土,分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为3629.67C,渗透性评价为中等;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为5.07,渗透性评价为中等(II)。

[0054] 对照组:

一种普通混凝土,由水泥、水、砂、天然骨料、减水剂按质量比1:0.4:1.487:2.424:0.001配制而成。

[0055] 按《普通混凝土力学性能试验方法标准》(GB50081-2002)测试本发明再生粉体混凝土7d立方体抗压强度为43.42MPa,28d立方体抗压强度为51.82MPa,56d立方体抗压强度为53.23MPa。坍落度为170mm。

[0056] 对本发明再生粉体混凝土,分别采用ASTMC1202法和NEL法来评价其抗氯离子渗透性能。采用ASTMC1202法测试混凝土的电通量为4064.33C,渗透性评价为高;采用NEL法测定抗氯离子扩散系数为5.56,渗透性评价为中等(II)。

[0057] 本产品的优点及用途

(1) 优点:

① 工作性:再生粉体混凝土拌合物坍落度在150-180mm,拌合物的黏聚性、保水性、和易性良好。

[0058] ② 立方体抗压强度

9组再生粉体混凝土与不掺再生粉体或矿粉的混凝土对照组的立方体抗压强度如表2所示。两种再生粉体单掺、复掺,或者分别与矿粉复掺时,7d抗压强度均有所减小,但28d和56d抗压强度接近或高于对照组。再生混凝土粉和再生砖粉掺入混凝土后会填充微小孔隙,改善颗粒级配。虽然再生粉体的掺入,减少了水泥用量,早期强度有所下降,但是再生混凝土粉中含有的未水化颗粒和潜在活性物质可能发生二次水化,再生砖粉会释放搅拌时吸收的水分并在后期释放出来提高水化程度,均对混凝土的后期强度的提高有所贡献。同时,矿粉在与再生粉体复掺后仍能有效发挥其二次水化作用,能够与再生粉体、水泥复合胶凝材料发挥协同叠加效应,抵消了水泥减少的不利影响,提高了混凝土的强度和密实度。

[0059] 表2 立方体抗压强度测定值

编号	7d 立方体抗压强度 /MPa	28d 立方体抗压强度 /MPa	56d 立方体抗压强度 /MPa
对照组	43.42	51.82	53.23
实例 1	42.92	52.96	54.3
实例 2	42.96	52.44	53.41
实例 3	38.36	54.61	57.08
实例 4	39.23	53.03	56.8
实例 5	37.25	54.23	56.3
实例 6	37.04	47.1	52.3
实例 7	42.57	50.83	52.12
实例 8	42.5	51.06	52.7
实例 9	41.72	52.37	53.27

③ 抗氯离子渗透性能测定

参照《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》(GB/T 50082 - 2009),采用电通量法对再生粉体混凝土抗氯离子渗透性进行评价。为了对比验证,同时也参照《混凝土结构耐久性设计与施工指南》(CCES 01-2004),用NEL法对再生粉体混凝土的氯离子扩散系数进行测试,并对其渗透性进行评价,如表3所示。在再生粉体的掺量控制在一定比例时,能够起到“微填充效应”,与颗粒粒径较大的水化颗粒相互填充混凝土中的孔隙,优化混凝土内部的孔隙结构,对混凝土的抗氯离子渗透性能起到正面效应。同时,再生粉体与矿粉复掺,矿粉依然能较好地发挥其火山灰活性,密实混凝土内部孔结构,减少氯离子对混凝土渗透的可能。

[0060] 表3 ASTM C1202电通量测试结果

编号	再生砖粉 比例	再生混凝土 粉比例	矿粉 比例	电通量法		NEL 法	
				电通量 /C	渗透性 评价	氯离子扩 散系数	渗透性
对照组	-	-	-	4064.33	高	5.56	中等(Ⅱ)
实例 1	10%	-	-	3714.67	中等	4.94	低(Ⅲ)
实例 2	-	10%	-	3777	中等	4.84	低(Ⅲ)
实例 3	10%	-	10%	3118.33	中等	4.6	低(Ⅲ)
实例 4	-	10%	10%	3029	中等	4.36	低(Ⅲ)
实例 5	15%	-	15%	2481.67	中等	3.86	低(Ⅲ)
实例 6	-	15%	15%	2544	中等	3.96	低(Ⅲ)
实例 7	5%	5%	-	3724.67	中等	5.22	中等(Ⅱ)
实例 8	5%	5%	-	3728.33	中等	5.08	中等(Ⅱ)
实例 9	5%	5%	-	3629.67	中等	5.07	中等(Ⅱ)

(2) 用途:

本发明所制备的再生粉体混凝土,能够将生产再生骨料过程中的再生混凝土粉和再生砖粉搜集起来进行资源化利用,减小生产可能造成的粉尘污染,同时再生粉体也减小了水泥的用量,减小生产水泥的工业排放。本发明中再生粉体混凝土,相比普通混凝土能发挥良好的抗氯离子性能,建筑废弃物的加入并未损害其耐久性,甚至略胜于普通的混凝土。因此,该再生粉体混凝土的使用,能够进一步扩大了建筑废弃物中的旧混凝土和旧粘土砖的应用范围,促进建筑废弃物的资源化再利用。

[0061] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,凡依本发明申请专利范围所做的均等变化与修饰,皆应属本发明的涵盖范围。