

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104108949 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201410168090. 5

C04B 111/28(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 04. 23

(71) 申请人 中国地质大学(北京)

地址 100083 北京市海淀区学院路 29 号中
国地质大学(北京)

(72) 发明人 李小超 李妍 黄朝晖 房明浩
刘艳改 吴小文

(51) Int. Cl.

C04B 38/10(2006. 01)

C04B 28/04(2006. 01)

C04B 14/18(2006. 01)

C04B 18/08(2006. 01)

C04B 16/06(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种新型隔热保温防火多孔混凝土及其制备
方法

(57) 摘要

本发明涉及一种新型隔热保温防火多孔混凝土及其制备方法，该混凝土具有多孔轻质、导热系数低、强度高、隔热保温效果好、耐高温的特点，属于建筑防火材料技术领域。该混凝土可大量利用工业废渣，符合节能环保要求，深受建筑业的广泛关注。本研究以硅酸盐水泥为结合剂，用粉煤灰和膨胀珍珠岩取代砂和部分水泥，并加入聚丙烯纤维，制备出密度为 450~600Kg/m³、抗压能力达到 10MPa 的多孔混凝土。采用掺加膨胀珍珠岩和聚丙烯纤维技术，制备出密度在 600 ~ 800kg/m³，抗压强度达 20 ~ 30MPa 的高强多孔混凝土。利用水泥、粉煤灰、有机纤维、自制复合发泡剂制备的多孔混凝土具有流态的特征，便于大体积浇注，导热系数低于 0.06J/K·M，吸水率低于 10%，它为高性能多孔混凝土保温墙材的制备提供技术支持。

1. 一种新型隔热保温防火多孔混凝土,其特征在于:它是利用水泥、粉煤灰、膨胀珍珠岩、有机纤维、复合发泡剂制备的多孔混凝土。

2. 根据权利要求 1 生产的多孔混凝土,所述的产物具有流态混凝土的特征,便于现场大体积浇注,其密度 $450 \sim 600 \text{Kg/m}^3$,抗压能力达到 10MPa ,导热系数低于 $0.06 \text{J/K} \cdot \text{M}$,吸水率低于 10% 的多孔混凝土,它为高性能多孔混凝土保温墙材的制备提供技术支持。

3. 膨胀珍珠岩颗粒内部呈蜂窝结构,具有质轻、绝缘、吸声、无毒及耐腐蚀等特点。用其配制的轻骨料混凝土耐磨、隔热保温,与同强度等级普通混凝土相比,可降低自重 20%~25%。

4. 根据权利要求 1 的原材料有机纤维采用的是聚丙烯短纤维,实验中控制不同量的添加。聚丙烯纤维,是专门用于水泥混凝土中塑形防开裂纤维,能防止或减少水泥混凝土的初期塑性裂缝。本实验选用的技术参数:材料:100%聚丙烯;纤维形状:束状单丝;纤维规格选用:3、6、9、12mm;密度: 0.91kg/m^3 ;纤维直径: $18 \sim 45 \mu\text{m}$ 。

5. 根据权利要求 1 的原材料自制复合发泡剂的基本组成:60%的合成表面活性剂十二烷基苯磺酸钠(LAS),36%动物蛋白表面活性剂,3%稳定剂,1%增粘剂。多孔混凝土有较好的保温能力,原因是由于混凝土泡沫结构中包含有大量的空气,而空气的导热系数极低。随着密度的上升其空气含量降低,导热系数自然上升,导热系数和密度几乎成正比。

一种新型隔热保温防火多孔混凝土及其制备方法

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种新型隔热保温防火多孔混凝土及其制备方法，该多孔混凝土具有多孔轻质、导热系数低、强度高、隔热保温效果好的特点，属于建筑防火材料技术领域。

背景技术：

[0002] 随着城镇化的快速发展，高层建筑日益增多，建筑节能的要求和标准也不断提高。这种新形势对我国外墙保温材料的发展也有了新的要求。如何在推动建筑节能目标实现的同时，兼顾解决外墙外保温系统的防火安全，成为建筑保温行业以及全社会关注的热点和焦点。

[0003] 多孔混凝土由于轻质、保温、隔热的功能，其用量越来越大。多孔混凝土的种类很多，但最常用的是水泥多孔混凝土。由于多孔混凝土中含有大量封闭的孔隙，使其具有下列良好的物理力学性能：(1) 轻质，多孔混凝土的密度小，密度等级一般为 $300 \sim 1800 \text{kg/m}^3$ ，近年来，密度为 160kg/m^3 的超轻多孔混凝土也在建筑工程中获得了应用；(2) 保温隔热性能好；(3) 隔音耐火性能好，多孔混凝土是无机材料，不会燃烧，从而具有良好的耐火性，在建筑物上使用，可提高建筑物的防火性能；(4) 整体性能好，可现场浇注施工，与主体工程结合紧密；(5) 低弹减震性好，多孔混凝土的多孔性使其具有低的弹性模量，从而使其对冲击载荷具有良好的吸收和分散作用；(6) 防水性能强，现浇多孔混凝土吸水率较低，相对独立的封闭气泡及良好的整体性，使其具有一定的防水性能；(7) 耐久性能好，与主体工程寿命相同；(8) 生产加工方便，多孔混凝土不但能在厂内生产成各种各样的制品，而且还能现场施工，直接现浇成屋面、地面和墙体；(9) 环保性能好；(10) 施工方便。

[0004] 目前，国内外研究机构及学者针对多孔混凝土防火领域的应用开展了相关研究工作，并取得部分成果。杨久俊、张海涛等从粉煤灰中提取厚壁膨胀珍珠岩并与水泥和自制无机高分子热聚物发泡剂预混合，制成流态多孔混凝土。在常温常压养护下， 600kg 级抗压强度可以达到 $5 \sim 7 \text{MPa}$ ， 700kg 级达到 10MPa 以上，明显高于同级别的铝粉加气混凝土的强度， $800 \sim 1600 \text{kg}$ 级达到承重材料的强度。向超、刘自力以普通硅酸盐水泥为基本原料，辅以 20% 的粉煤灰，10% 的熟石灰，5% 的环氧树脂、适量的乙二胺和三乙醇胺，制备出密度为 $300 \sim 400 \text{kg/m}^3$ ，抗压能力达到 1.2MPa ，导热系数低于 $0.05 \text{J/K} \cdot \text{M}$ ，吸水率低于 10% 的多孔混凝土制品。郭立英、赵芸平自行研制了多孔混凝土的松香皂发泡剂，通过大量试验确定了泡沫混凝土的最佳配合比，配制出密度为 450kg/m^3 ，强度达到 1.3MPa 左右的多孔混凝土。宋斌、龚健研究了纤维和粉煤灰对水泥基多孔混凝土性能的影响，添加 0.5% 聚丙烯纤维后可使多孔混凝土的强度提高 40% 以上；添加 50% 粉煤灰后使强度降低 40%；使用化学激发剂后，使添加 50% 粉煤灰的水泥基多孔混凝土的强度提高 20% 以上，使用化学激发剂的纤维增强粉煤灰多孔混凝土是一种应用前景广阔的保温节能产品。新型多孔混凝土，由于新拌浆体具有极好的流动性，混凝土浇筑时无需机械振动捣实，特别适用于大体积现场浇筑工程和地下不规则空间的混凝土填充浇筑，也可以在工厂预制成砖块、砌块、墙板等建筑构件。

[0005] 多孔混凝土是一种新型的节能环保型建筑材料,虽然国内外学者对其做了大量的研究开发,使其广泛应用于墙体材料中,但其还存在一定的缺陷,如强度偏低、开裂、吸水等,因而要进一步扩大其应用领域还需在发泡剂、掺料配合比、工艺流程、设备等方面做更进一步的研究。

发明内容:

[0006] 本发明的目的是提供一种新型隔热保温防火多孔混凝土及其制备方法。该种混凝土具有保温、隔热和防火的作用,特别适合用于建筑的外保温材料。

[0007] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:以普通硅酸盐水泥为结合剂,添加复合发泡剂和粉煤灰,用膨胀珍珠岩取代砂和部分水泥,并掺加了聚丙烯纤维制备多孔混凝土。探讨了粉煤灰、膨胀珍珠岩、聚丙烯纤维对多孔混凝土抗压强度影响。结果表明:采用掺加膨胀珍珠岩和聚丙烯纤维技术,可以制备出表观密度在 $450 \sim 600\text{kg/m}^3$,抗压强度达到 10MPa 的高强多孔混凝土。膨胀珍珠岩和聚丙烯纤维能显著提高多孔混凝土的抗压强度,且泡沫掺量越大,其增强效果越显著。掺入聚丙烯纤维后,多孔混凝土的劈裂抗拉强度显著提高,干缩率明显下降。

[0008] 原材料选择:

[0009] (1) 水泥:普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥等均可在多孔混凝土中使用。本实验采用 42.5MPa 以上的普通硅酸盐水泥,细度 $350\text{m}^2/\text{kg}$ 。

[0010] (2) 粉煤灰:粉煤灰兼具集料和胶凝材料的双重作用。在多孔混凝土中引入粉煤灰,一方面可以降低水泥用量变形,另一方面可以处理工业废渣。

[0011] (3) 纤维:采用市场上销售的聚丙烯短纤维,掺入聚丙烯纤维以提高其抗裂性能。控制不同量的添加。聚丙烯纤维,是专门用于水泥混凝土中塑形防开裂纤维,能防止或减少水泥混凝土的初期塑性裂缝。本实验选用的技术参数:材料:100%聚丙烯;纤维形状:束状单丝;纤维规格选用:3、6、9、12mm;密度: 0.91kg/m^3 ;纤维直径: $18\text{--}45\mu\text{m}$ 。

[0012] (4) 粉煤灰活性激发剂:采用自配的粉煤灰激发剂,主要由碱性成分、增铝成分、增钙成分等复合而成。

[0013] (5) 发泡剂的选择:发泡剂采用自配复合发泡剂,该复合发泡剂由合成表面活性剂、动物蛋白表面活性剂、稳定剂、增黏剂复合而成,其基本组成:60%的合成表面活性剂十二烷基苯磺酸钠(LAS,白色或淡黄色粉末),36%动物蛋白表面活性剂,3%稳定剂,1%增粘剂。

[0014] (6) 膨胀珍珠岩:颗粒内部呈蜂窝结构,具有质轻、绝缘、吸声、无毒及耐腐蚀等特点。用其配制的轻骨料混凝土耐磨、隔热保温,与同强度等级普通混凝土相比,可降低自重 $20\%\sim 25\%$ 。

[0015] (7) 外加剂:化学激发剂,如掺入粉煤灰等矿物掺合料需加入一些激发剂来加快其强度发展;掺加减水剂以提高其抗压强度;掺入憎水剂以降低其吸水率。

附图说明

附图1是多孔混凝土的制备工艺流程。

具体实施方式:

[0016]

[0017] 下面通过结合具体实施例,更详细地说明本发明,但这些实施例只是用于帮助容易地理解本发明,本发明并不限于这些实施例。多孔混凝土的制备工艺流程见附图1。首先将水泥、掺合料、集料、复合外加剂和水分别计量、搅拌混合,然后加入制得的泡沫搅拌均匀,再注模、预养护、脱模、养护得到成品。具体操作如下:

[0018] 1、泡沫的制备

[0019] (1) 用 60% 的合成表面活性剂十二烷基苯磺酸钠 (LAS), 36% 动物蛋白表面活性剂, 3% 稳定剂, 1% 增粘剂自配呈复合发泡剂。将配制好的发泡剂与水按照 1 : 20、1 : 30、1 : 40、1 : 50 的比例进行配制, 并人工搅拌均匀。

[0020] (2) 将吸料管插入稀释好的发泡剂中, 吸料管端部有 40 目过滤筛网, 用于除去泡沫剂水溶液中少量残渣, 避免堵塞制泡机。

[0021] (3) 开启气泵, 使空气压力达到 1MPa 左右, 然后开启制泡按钮, 将泡沫剂水溶液吸入制泡机, 即可从喷管中将泡沫打出。制泡时发泡机压力约为 0.6 ~ 0.8MPa。正常情况下, 泡沫呈“摩丝”状。

[0022] 2、干混材料浆体的制备

[0023] 先将水泥、粉煤灰、膨胀珍珠岩干拌 1.5min, 然后加水 (扣除泡沫制备用水) 和外加剂, 搅拌 2min 后, 加入有机纤维, 再搅拌 4min (不掺纤维的省去此步)。

[0024] 3、泡沫与干混材料浆体的混合

[0025] 经搅拌均匀的干混材料浆体通过自吸泵输送到混泡管, 泡沫通过发泡机以一定的流速送到混泡管, 然后在混泡管中由螺旋混料机将干混材料浆体和泡沫混合均匀。

[0026] 4、浇注成型

[0027] 制成均匀流态浆后浇注成型。试件尺寸为 100mm×100mm×100mm, 养护室温 26°C ± 2°C, 放置 8h 后拆模。每天给试块喷雾化水一次, 28d 后将试块放入 85°C 干燥箱烘至恒重, 测量其密度与强度。

[0028] 实施例 1: 粉煤灰掺量对泡沫混凝土性能的影响

[0029] 通过在多孔混凝土添掺入不同量粉煤灰, 单纯掺加粉煤灰的多孔混凝土的抗压强度比纯水泥多孔混凝土大大降低, 而添加化学激发剂后, 粉煤灰多孔混凝土的强度则显著增加。通过测试混泥土 28d 后强度, 来确定粉煤灰对其强度的影响。具体过程如下:

[0030] 将 42.5MPa 普通硅酸盐水泥加水 (水灰比为 1 : 0.5), 添加不同比例 0, 10%, 20%, 30%, 40% 掺量的粉煤灰和相应的化学激发剂, 添加 0.6% 有机纤维, 5% 的膨胀珍珠岩搅拌均匀, 即得到水泥基料浆, 添加 2% 发泡剂溶液, 用发泡机把发泡剂溶液制成泡沫。将泡沫与水泥基料浆混合均匀, 得到多孔混凝土料浆, 将该泡沫料浆浇注到 100mm×100mm×100mm 的标准试模中, 养护室温 26°C ± 2°C, 放置 8h 后拆模。每天给试块喷雾化水一次, 28d 后将试块放入 85°C 干燥箱烘至恒重, 测量其密度与强度。每个批次的试件共制作 2 组 6 块, 试块养护 2 ~ 3d 后拆模, 养护 28d 后, 进行绝干密度和抗压强度的测定。每组试件取 3 块进行测定, 其算术平均值作为最终的测定结果。另 1 组 3 块试件保留备用。

[0031] 结论: 在水泥 - 粉煤灰 - 泡沫 - 水原料体系泡沫混凝土中, 粉煤灰占有适当比例, 将有助于提高泡沫混凝土强度。实验测试中, 绝干密度的范围在 350~700Kg/m³、抗压强度范围在 4.0~8.0MPa, 导热系数低于 0.08J/K·M, 吸水率低于 13%。随着泡沫混凝土养护龄期增加, 粉煤灰的火山灰作用和水泥水化反应的促进作用, 以及粉煤灰微集料效应, 掺加适量

粉煤灰的泡沫混凝土抗压强度可以达到和超过纯水泥泡沫混凝土（也称泡沫水泥）。在本研究中，使用化学激发剂，粉煤灰适宜掺量为 20% 多孔混凝土的强度最佳。

[0032] 实施例 2：膨胀珍珠岩颗粒对多孔混凝土的影响

[0033] 将 42.5MPa 普通硅酸盐水泥加水（水灰比为 1 : 0.5），添加 20% 掺量的粉煤灰和相应的化学激发剂，添加 0.6% 有机纤维，添加不同比例 0.5%，10%，15% 掺量的膨胀珍珠岩搅拌均匀，即得到水泥基料浆，添加 2% 和 5% 的两种发泡剂溶液，用发泡机把发泡剂溶液制成泡沫。将泡沫与水泥基料浆混合均匀，得到多孔混凝土料浆，将该泡沫料浆浇注到 100mm×100mm×100mm 的标准试模中，养护室温 26℃ ±2℃，放置 8h 后拆模。每天给试块喷雾化水一次，28d 后将试块放入 85℃ 干燥箱烘至恒重，测量其密度与强度。每个批次的试件共制作 2 组 6 块，试块养护 2 ~ 3d 后拆模，养护 28d 后，进行绝干密度和抗压强度的测定。每组试件取 3 块进行测定，其算术平均值作为最终的测定结果。另 1 组 3 块试件保留备用。

[0034] 结论：膨胀珍珠岩的引入，使多孔混凝土在 600kg 级抗压强度可以达到 6 ~ 8MPa，700kg 级抗压强度下达到 10MPa 以上。对相同泡沫掺量的多孔混凝土，掺加膨胀珍珠岩可显著提高其抗压强度，对于不同泡沫掺量的多孔混凝土而言，增强的效果不一样，当泡沫掺量为 2% 时，其抗压强度提高幅度为 4.5%；而当泡沫掺量为 5% 时，其抗压强度提高幅度可以达到 10%。膨胀珍珠岩颗粒内部呈蜂窝结构，具有质轻特点。用其配制的轻骨料混凝土耐磨、隔热保温，与同强度等级普通混凝土相比，可降低自重 20% ~ 25%。

[0035] 实施例 3：不同含量有机纤维对多孔混凝土的影响

[0036] 将 42.5MPa 普通硅酸盐水泥加水（水灰比为 1 : 0.5），添加 20% 掺量的粉煤灰和相应的化学激发剂，添加 15% 掺量的膨胀珍珠岩，添加不同比例 0.4%，0.6%，0.8%，1.0% 的有机纤维搅拌均匀，即得到水泥基料浆，添加 2% 发泡剂溶液，用发泡机把发泡剂溶液制成泡沫。将泡沫与水泥基料浆混合均匀，得到多孔混凝土料浆，将该泡沫料浆浇注到 100mm×100mm×100mm 的标准试模中，养护室温 26℃ ±2℃，放置 8h 后拆模。每天给试块喷雾化水一次，28d 后将试块放入 85℃ 干燥箱烘至恒重，测量其密度与强度。每个批次的试件共制作 2 组 6 块，试块养护 2 ~ 3d 后拆模，养护 28d 后，进行绝干密度和抗压强度的测定。每组试件取 3 块进行测定，其算术平均值作为最终的测定结果。另 1 组 3 块试件保留备用。

[0037] 结论：采用掺加膨胀珍珠岩和聚丙烯纤维技术，可以制备出表观密度在 600 ~ 800kg/m³，抗压强度达到 20 ~ 30MPa 的高强多孔混凝土，导热系数低于 0.06J/K · M，吸水率低于 10%。膨胀珍珠岩和聚丙烯纤维能显著提高多孔混凝土的抗压强度，且泡沫掺量越大，其增强效果越显著。掺入聚丙烯纤维后，多孔混凝土的劈裂抗拉强度显著提高，干缩率明显下降。

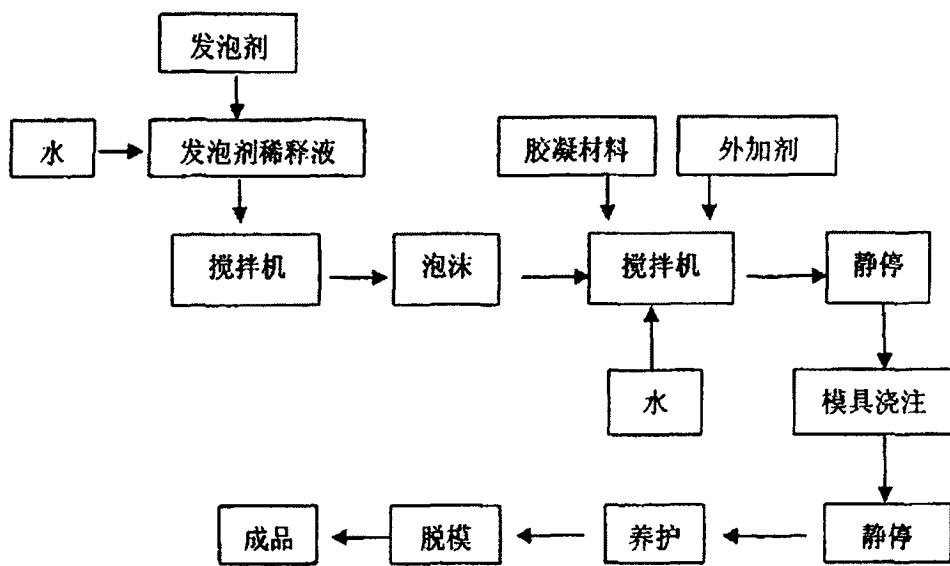


图 1