

文章编号: 1673- 9469(2010) 04- 0023- 03

废弃混凝土磨细粉作水泥混合材的试验研究

田芳¹, 叶青², 章天刚¹

(1. 衢州学院, 浙江 衢州 324000; 2. 浙江工业大学 建筑工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘要: 为提高废弃混凝土的利用率, 达到完全循环利用的目的, 本文通过废弃混凝土磨细粉 XRD 图谱分析其作为水泥的混合材的可行性, 试验分别用 10%, 20% 和 30% 的废弃混凝土替代水泥熟料并测试两种激发剂的激发效果。分析结果表明, 用掺量为 10% 废弃混凝土磨细粉可以生产出标号为 42.5 水泥, 掺量 20% 时强度要降低为 32.5 水泥。激发剂 Na_2SiO_3 的合适掺量是 1%, 激发剂 NaOH 的作用效果不明显。

关键词: 废弃混凝土; 水泥混合材; 激发剂

中图分类号: TQ172. 44

文献标识码: A

Research on compound performance of waste concrete pulverized admixture

TIAN Fang¹, YE Qing², ZHANG Tian-gang¹

(1. Quzhou College, Zhejiang Quzhou 324000, China; 2. School of Civil Engineering and Architecture, Zhejiang University of Technology, Zhejiang Hangzhou 310032, China)

Abstract: For increasing utilizable efficiency and reusing concrete completely of waste concrete, the feasibility of using waste concrete for cement addition is studied through XRD patterns. The paper used separately 10%, 20% and 30% wastes concrete to replace cement and tests the effect of two kinds of excitants. The experimental results show that 42.5 ordinary portland cement can be produced when the admixing amount of waste concrete is less than 10% and 32.5 ordinary portland cement can be produced when the admixing amount of waste concrete is less than 20%. Excitant Na_2SiO_3 mixes is 1% appropriately and the excitant NaOH has no obvious effect.

Key words: waste concrete; cement addition; excitant

随着我国城市化进程的加快, 建筑业的快速发展需要大量的混凝土材料, 而每年拆除旧建筑产生了越来越多的废弃混凝土, 给城市带来日益严重的环境负担。废弃混凝土未加处理直接填埋, 不仅仅破坏了人类赖以生存的自然环境, 同时也是资源的巨大浪费。如何将现有的废弃混凝土变成可以利用的材料, 是许多学者关心的问题。现在世界上很多国家已不把废弃混凝土当成是一种垃圾, 废弃混凝土经过处理以后可以当作制备建筑材料的各种原料。废弃混凝土的再生利用技术主要是通过将废弃混凝土清洗、破碎、筛分, 得到一定级配的再生粗骨料, 配制再生混凝土。由于将筛分后得到的大量水泥砂浆、破碎混合物作

为建筑垃圾进行填埋来使用, 造成废弃混凝土的利用率大大降低。当前我国对建筑废弃物的资源利用水平较低, 对建筑垃圾的利用也主要局限于简单处理。本文就是将废弃混凝土经过洗净、破碎、分离后, 除去粗骨料, 运用废弃混凝土中水泥砂浆为主的颗粒磨细成粉制成的水泥混合材, 并对其配制的水泥进行性能研究。

1 原材料及试验方法

1.1 原材料

废弃混凝土: 来源于衢州市质监站, 废料中不含有其他杂质。其化学成分如表 1 所示。

收稿日期: 2010- 08- 13

基金项目: 浙江省衢州市科技局项目(20071029)

作者简介: 田芳(1978-), 女, 河南延津人, 讲师, 硕士, 从事建筑材料方面的教学及研究工作。

表 1 废弃混凝土磨细粉的化学成分(%)

Tab. 1 Chief chemical component of waste concrete

	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃	MgO	K ₂ O	TiO ₂	Na ₂ O
Wt%	67.76	21.15	5.50	1.60	1.41	1.16	0.753	0.194	0.159

水泥熟料:衢州巨化水泥有限公司生产的42.5普通硅酸盐水泥。

标准砂:国产 ISO 水泥胶砂强度检验标准砂。

激发剂:硅酸钠(Na₂SiO₃)、氢氧化钠(NaOH),最佳掺量和品种通过试验确定。

1.2 试验方法

将废弃混凝土样品用小型颚式破碎机进行破碎,取废弃混凝土中以砂浆为主的颗粒,采取四分法分别分选至 50 kg 左右。然后进入干燥箱干燥至含水率 ≤ 2%。移出干燥箱,放置于通风干燥处,自然冷却至环境温度。

将干燥过的砂浆颗粒进行研磨,研磨至比表面积(330 ± 20) m²/kg。

设计三水平三因素正交试验表,三个因素分别为废混凝土掺量;激发剂;用水量。

2 试验结果分析

2.1 废弃混凝土磨细粉的 XRD 分析

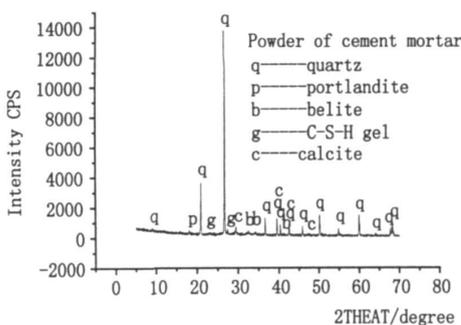


图 1 废弃混凝土磨细粉的 XRD 图谱

Fig. 1 XRD patterns of waste concrete

注:q-α 石英,大量存在;p-氢氧化钙,少量;b-硅酸二钙,少量;g-水化硅酸钙凝胶,由于水化硅酸钙凝胶是非晶体,故衍射峰很小;c-方解石 CaCO₃,少量。

从废弃混凝土磨细粉的 XRD 图谱分析,其主要成分依次为二氧化硅、水化硅酸钙凝胶。因此,可以初步认定废弃混凝土磨细粉具有一定的活性,可以作为水泥的掺合料。

2.2 试验结果分析

试样的设计配比及强度试验结果如表 2 所示。

从表 2 的数据可以看出当废弃混凝土粉掺量在 10% 时,Na₂SiO₃ 激发剂作用下,能达到 42.5 水泥;掺量在 20% 时,在两种激发剂的作用下,均能达到 32.5 水泥,掺量在 30% 时,在激发剂 Na₂SiO₃ 的作用下,适当调整用水量也能达到 32.5 水泥。

随着废弃混凝土粉掺量的增大,试样强度下降较大,尤其是后期抗压强度下降更为明显。所以在大掺量使用废弃混凝土粉时,应采取相应的措施,减少用水量、加入激发剂等。

激发剂作用:当废弃混凝土粉掺量在 10% 时,激发剂 Na₂SiO₃ 的效果比 NaOH 效果好。两种激发剂的早期作用明显,尤其对于抗折强度提高较大。

2.3 影响水泥胶砂强度的因素排列

从图 2 可以看出:对试样的强度影响最大的是废弃混凝土掺量,其次是激发剂的掺量,最后是用水量。

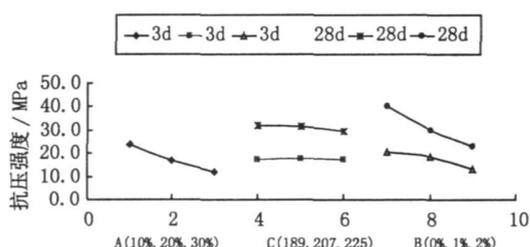
在两种激发剂的作用下,随着废弃混凝土磨细粉掺量的增加,3d 试样的抗折强度和抗压强度下降幅度均小于 28d 试样的强度;28d 的抗压强度下降幅度大于抗折强度下降幅度。这表明激发剂的作用对水泥胶砂的前期强度提高较大,对抗折强度提高较为明显。在两种激发剂的作用下,用水量的变化对试样强度的影响变化不大,若用此水泥配制混凝土时,水灰比还应做进一步的研究。激发剂 Na₂SiO₃ 作用下,试样的后期强度随着用水量的增加而略有增加。

激发剂 NaOH 的掺量的增加对 3d 的强度有提高作用,但对 28d 的强度均有降低的作用。关于这方面的原因还需要进一步研究。激发剂 Na₂SiO₃ 的掺量在 1% 时,试样的强度均达到最大,抗压强度则随着掺量的增加而有明显降低的趋势,抗折强度则略有降低。所以用 Na₂SiO₃ 作激发剂时,比较合理的掺量是 1%。

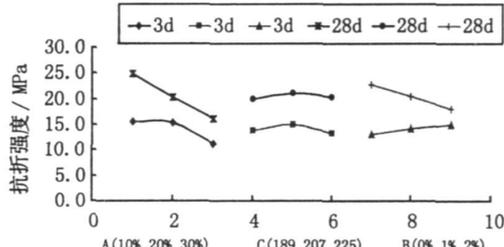
表 2 废弃混凝土磨细粉不同掺量与强度的关系
Tab. 2 The relation between addition of waste concrete and strength of samples

试样编号	试样配比/ %			用水量/ g	抗折强度/MPa		抗压强度/ MPa	
	废砼掺量	水泥熟料	Na ₂ SiO ₃ 掺量		3d	28d	3d	28d
A- 1	10	90	0	189	4.6	7.9	23.2	44.9
A- 2	10	90	1	207	4.9	8.3	22.0	45.1
A- 3	10	90	2	225	3.9	8.4	17.2	42.9
A- 4	20	80	1	189	4.0	7.6	18.1	36.8
A- 5	20	80	2	207	3.1	7.0	13.5	32.6
A- 6	20	80	0	225	3.4	7.1	18.2	38.7
A- 7	30	70	2	189	3.2	5.7	13.0	25.2
A- 8	30	70	0	207	3.2	6.8	16.0	33.5
A- 9	30	70	1	225	2.5	6.2	10.4	24.9

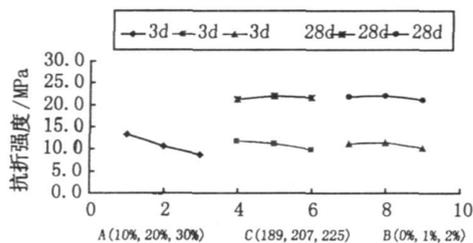
试样编号	试样配比/ %			用水量/ g	3d	28d	3d	28d
	废砼掺量	水泥熟料	NaOH 掺量					
B- 1	10	90	0	189	4.9	8.6	25.7	51.3
B- 2	10	90	1	207	5.5	8.5	25.3	42.5
B- 3	10	90	2	225	5.2	7.8	20.3	31.8
B- 4	20	80	1	189	5.1	7.0	18.4	28.6
B- 5	20	80	2	207	5.8	5.9	11.7	20.8
B- 6	20	80	0	225	4.5	7.5	19.8	37.4
B- 7	30	70	2	189	3.9	4.4	7.2	16.5
B- 8	30	70	0	207	3.7	6.8	16.2	31.4
B- 9	30	70	1	225	3.7	5.1	11.8	19.0



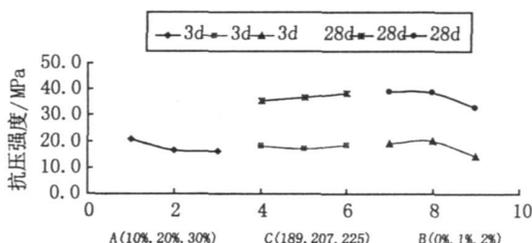
(a) NaOH作用下抗压强度



(b) NaOH作用下抗折强度



(c) Na₂SiO₃作用下抗压强度



(d) Na₂SiO₃作用下抗折强度

图2 不同激发剂作用下影响强度的因素排列

Fig. 2 Comparison of factors that effect strength of excitant

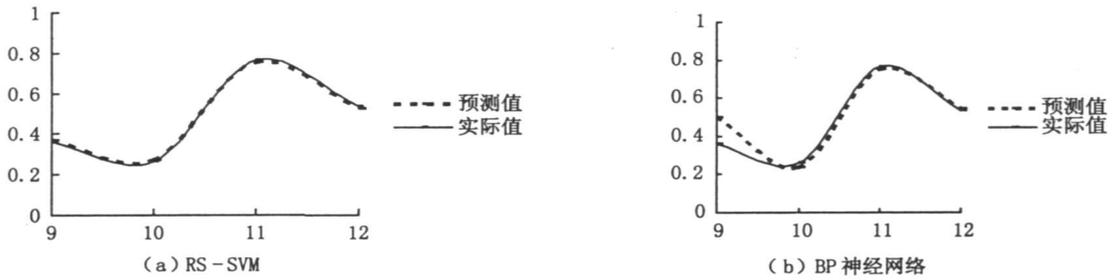


图5 两种模型拟合预测过程对比曲线

Fig. 5 Fitting and forecasting comparison of the two models

4 结论

1) 简化了建筑施工项目安全风险预警模型的信息表达空间, 减小了SVM 构成系统的复杂性, 提高了容错及抗干扰能力。

2) BP 神经网络的均方根误差为 0.070 7, RS-SVM 预测模型的最小均方根误差为 0.011 5, 可见在小样本条件下, RS-SVM 预警模型的预测精度、泛化能力明显优越于 BP 神经网络学习方法。

参考文献:

- [1] 孙华山. 安全生产风险管理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.
- [2] 程杰. 建筑安装工程施工安全风险评价与管理[J]. 现代管理科学, 2002(9): 42- 43.
- [3] 张仕廉, 董勇, 樊承仁. 建筑安全管理[M]. 北京: 中

国建筑工业出版社, 2005.

- [4] 李万庆, 李继萍, 孟文清, 等. 基于粗糙集的载体桩质量核心影响因素分析[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2010, 27(1): 88- 91.
- [5] 李万庆, 李海涛, 孟文清. 工程项目工期风险的支持向量机预测模型[J]. 河北工程大学学报(自然科学版), 2007, 24(4): 1- 4.
- [6] 苏怀智, 温志萍, 吴中如. 基于 SVM 理论的大坝安全预警模型研究[J]. 应用基础与工程科学学报, 2009, 17(1): 41- 47.
- [7] MENG W, LI W, LI J, et al. Risk prediction model for construction projects based on rough sets and artificial neural networks[C]// FIME. 2nd International Conference on Future Information Technology and Management Engineering. US: IEEE Computer Society, 2009.

(责任编辑 马立)

(上接第 25 页)

3 结论

1) 利用废弃混凝土磨细粉作为水泥的掺和料是可行的, 随着废弃混凝土磨细粉掺量的增加, 水泥的胶砂强度越低。用掺量为 10% 废弃混凝土磨细粉可以生产出 42.5# 水泥, 掺量 20% 时强度要降低为 32.5# 水泥。

2) 激发剂 Na_2SiO_3 的合适掺量是 1%, 激发剂 NaOH 的作用效果不明显。说明碱性激发剂对混凝土废弃物的激发效果不好, 硅酸盐类激发剂对废弃混凝土有较好的激发效果。

参考文献:

- [1] CHARLSON A. Recycling and reuse of waste in the construction industry [J]. Structural Engineer, 2008, 86(4): 32- 37.

- [2] POON C S, LAM C S. The effect of aggregate-to-cement ratio and types of aggregates on the properties of pre-cast concrete blocks [J]. 2008, 30(4): 283- 289
- [3] 李九苏, 肖韩宁, 龚建清. 再生骨料水泥混凝土的级配优化试验研究[J]. 建筑材料学报, 2008, 11(1): 105- 110.
- [4] LI JIU SU, XIAO HAN NING, GONG JIAN QING. Granular effect of fly ash repairs damage of recycled coarse aggregate [J]. Journal of Shanghai Jiaotong University: Science, 2008, 13(2): 177- 180.
- [5] 王立久, 郑芳宇, 迟耀辉. 水泥生料组分混凝土设计理论及试验研究[J]. 大连理工大学学报, 2007, 47(2): 222- 227.
- [6] SHUI ZHONG HE, XUAN DONG XING, WAN HUI WEI, et al. Rehydration reactivity of recycled mortar from concrete waste experienced to thermal treatment [J]. Construction and Building Materials, 2008, 22(8): 1723- 1729.
- [7] 方开泰, 马长兴. 正交与均匀试验设计[M]. 北京: 科学出版社, 2001.

(责任编辑 刘存英)