

偏高岭土制备土聚水泥的试验研究

李明玲 高华敏 高晓宝

(巢湖学院化学与材料科学系,安徽 巢湖 238000)

摘要:土聚水泥是一种极具发展前景的新型化学激发胶凝材料.本文通过实验研究了土聚水泥制备过程中高岭土的活性、碱激活剂的组成与掺量、自由水的掺量等因素的影响.结果表明:700℃煅烧2h的高岭土,具有较高的火山灰活性,经用NaOH(掺量为20wt%)活化的水玻璃液在灰碱比为5:4,水灰比为0.3,自然养护条件下制备出了力学性能最好的新型胶凝材料.

关键词:土聚水泥;高岭土;偏高岭土;碱激活剂

中图分类号:TQ172.79 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-2868(2011)06-0085-03

1 引言

法国 Davidovits 教授在对耐久性的古建筑物研究过程中发现有与构成地壳的一些物质结构相似的网络状的硅铝氧化合物存在,将其命名为土壤聚合物(Geopolymer)并开发出一类新型的碱激活胶凝材料——土聚水泥(Geopolymeric Cement)^[1].土聚水泥是一种不同于普通硅酸盐水泥的新型化学激发胶凝材料,相对硅酸盐水泥而言,其生产能耗小,CO₂排放只有普通硅酸盐水泥的1/5,几乎无污染,而且不消耗石灰石资源,是一种环保型“绿色建筑材料”,并且具有非常优越的性能,如力学性能好,早期强度高;具有较强的耐腐蚀性、良好的耐久性和稳定性;耐高温隔热效果好;耐水热;能有效固定几乎所有有毒金

属离子;水化热低;体积稳定性好^[2-3].因此土聚水泥在国外受到了广泛关注^[4].我国国内近年来也陆续有一些高校的研究人员开展了这方面的研究,但研究不多,也不够深入.

本文由试验确定了活化高岭土的适合温度,研究了激活剂组成、掺量及加水量对土聚水泥强度的影响.

2 试验原材料与方法

2.1 试验原材料

高岭土:为苏州土,其化学成分如表1;

工业水玻璃:来自安徽华飞机械铸锻有限公司,模数2.0;

氢氧化钠:分析纯,无锡市展望化工试剂有限公司.

表1 高岭土的化学组成(wt%)

成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Loss	合计
含量	43.50	39.10	0.32	0.31	0.30	-	-	15.86	99.39

收稿日期:2011-10-29

作者简介:李明玲(1977-),女,湖南衡阳人.副教授,讲师,研究方向:无机非金属材料

1.2 实验方法与过程

将高岭土磨细后放入 XM₂-12-16 型高温箱式电阻炉中在不同温度下煅烧 2h, 所得样品备用. 将氢氧化钠、工业水玻璃与水以不同比例与煅烧过的高岭土混合后, 搅拌均匀, 装入 Φ30×8mm 的模具中, 振动成型, 在自然条件下养护 24h, 脱模后, 继续养护到所需龄期. 用恒应力压力机测试其抗压强度.

采用理学 D/Max2500pc 型转靶 X 射线衍射仪对高岭土及偏高岭土样品进行结构分析 (CuKα, Ni 滤片), 研究高岭土的矿物组成及特征峰消失的情况.

2 实验结果及分析

2.1 煅烧温度对土聚水泥强度的影响

不同温度下煅烧高岭土的 XRD 分析见图 1.

高岭土与不同温度下煅烧所得样品的 X 射线衍射曲线如图 1. 从图中可以看出, 高岭土在 500℃ 时烧结产物的晶态结构还比较明显, 600℃ 烧结产物开始出现玻璃态结构, 700℃ 高岭土分解较完全, 从图谱中仅可见所含杂质石英晶体的衍射峰以及极少量没有分解完全的高岭土的衍射峰, 偏高岭土已基本呈非晶态, 其层面上的 Si、Al 活性较大, 在碱激活剂的作用下较易发生反应.

偏高岭土具有较高的火山灰活性, 经碱激发后表现出较高的抗压强度. 不同温度下煅烧高岭土经相同碱激发剂激发后, 七天抗压强度结果如图 2. 从图中可以看出, 随着煅烧温度的升高, 土聚水泥的 7d 抗压强度逐渐增加, 700℃ 时, 达到最高值, 温度继续升高, 强度有所降低, 这说明当煅烧温度升高时, 高岭土脱水, 结构畸变, 其活性增加, 700℃ 煅烧所得的偏高岭土活性最高, 这与图 1 的 XRD 分析结果是一致的. 另外, 煅烧温度过高, 结构中生成新的晶体物质, 反而不利于高岭土的活化, 所得土聚水泥的强度有所降低.

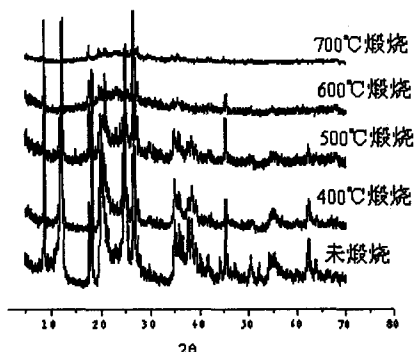


图 1 不同温度下煅烧高岭土的 XRD 图

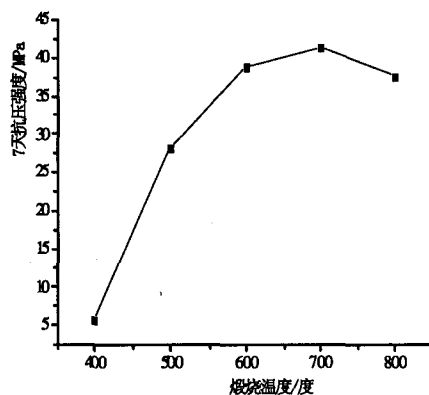


图 2 不同温度煅烧高岭土经碱激发所得土聚水泥的 7d 抗压强度

2.2 碱激活剂组成对土聚水泥强度的影响

在应用水玻璃的过程中, 往往需要通过外加 NaOH 或 KOH 对其进行改性, 使碱-硅液相产物处于高活性的过渡态, 可达到较好的激活效果^[9]. 本实验中选择加入 NaOH 来对水玻璃进行改性. 水玻璃中 NaOH 的掺量分别为 20、25、30、35 wt%. 土聚水泥的强度随水玻璃中 NaOH 含量的变化情况如图 3 所示.

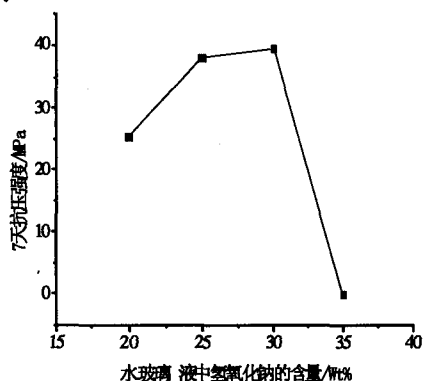


图 3 碱性激活剂组成对土聚水泥强度的影响

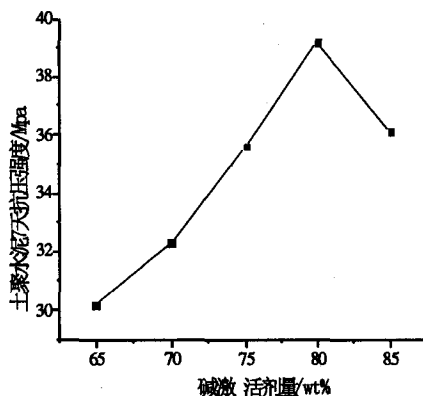


图 4 碱激活剂对土聚水泥强度的影响

从图 3 可以看出, 水玻璃中 NaOH 的掺量对所制备的土聚水泥的抗压强度有较大的影响, 当水玻璃中 NaOH 的掺量为 20% 时, 试块强度较

低,随着 NaOH 掺量增加,样品的强度有了明显的提高.这说明水玻璃中 NaOH 的掺量较少时,激活效果不明显,碱性激活剂总的活性较低,从而使偏高岭土的活性激发不出来,强度得不到发挥.当水玻璃中 NaOH 的掺量增加时,碱性激活剂中的碱-硅液相产物处于高活性状态,对偏高岭土有较好的激发效果,所以其 7d 抗压强度明显提高.但水玻璃中 NaOH 的掺量不能过高,过高时在实验操作过程中,料浆凝结很快,放热量大,而且试块在养护过程中发生碎裂.

综合考虑实验结果及实验操作过程中料浆体的工艺性能,选择水玻璃中 NaOH 的掺量为 25% 较好.

2.3 碱性激活剂的掺量对土聚水泥强度的影响

土聚水泥中偏高岭土与碱性激活剂的比例非常重要.偏高岭土量过少,碱性激活剂量过多,试样难于成型;反之则浆体流动性小,浆体凝结很快,放热量大,同样不利于土聚水泥的制备.实验中选择土聚水泥中碱性激活剂的掺量分别为

65、75、80、85wt%. 碱性激活剂的掺量对土聚水泥强度的影响情况见图 4.

从图 4 中可知,碱激活剂的掺量对土聚水泥的 7d 抗压强度影响较大.随着碱激活剂的掺量从 65% 增加到 80%,土聚水泥的 7d 强度也逐渐增大,其掺量为 80% 时,土聚水泥的 7d 强度达到最大值.但当碱性激活剂掺量再继续增加时,土聚水泥的 7d 强度下降.这是因为当碱性激活剂掺量较少时,土聚反应进行得不够彻底,还有一部分强度没能发挥出来,而随着碱性激活剂掺量的过度增加,抗压强度表现出降低的趋势,说明过量的偏高岭土对土聚水泥的抗压强度产生了负面影响.

2.4 加水量对土聚水泥强度的影响

土聚水泥制备过程中,为了便于成型,需要加入一定量的自由水以调节其流动性能.目前对于水在聚合反应过程中的作用机理还不是很清楚,但研究表明,含水量的高低会影响到土聚水泥的性能.为此,本实验进行了加水量对土聚水泥抗压强度的影响实验.结果如表 2 所示.

表 2 加水量对土聚水泥抗压强度的影响

编号	1	2	3	4	5	6	7
水灰比	0.24	0.26	0.28	0.30	0.32	0.34	0.36
7d 抗压强度/Mpa	27	32.1	38.96	45.2	42.56	39.55	35.23

从表 2 可知,当水灰比为 0.3 时,土聚水泥的抗压强度最高.水量低时,土聚水泥的抗压强度较低,可能是由于水量少,不利于原料中活性成分的解聚与再聚合过程;而水量高,土聚水泥的抗压强度也较低,可能是因为过量的水导致结构中的孔隙率增加,从而使其强度降低.

3 结论

(1) 700℃ 煅烧的高岭土,具有较高的火山灰活性,掺入一定的碱激活剂制得的土聚水泥强度最高.

(2) 可用 NaOH 对水玻璃液进行改性,提高其活性.但 NaOH 的加入量很重要,过低起不到激活效果,过高则会增加成本并使浆体的可操作

性变差,凝结过快,不利于成型,水玻璃中 NaOH 的适宜加入量为 25wt%,该组成的碱性激活剂对偏高岭土的激发效果较好,最后得到的土聚水泥 7d 抗压强度较高.

(3) 碱性激活剂的掺量对土聚水泥的抗压强度有影响.实验表明,碱性激活剂掺量为偏高岭土量的 80wt% 时,所得土聚水泥的 7d 抗压强度达到最大值.

(4) 土聚水泥制备过程中自由水的加入量不但影响到其浆体的工作性能,对土聚水泥的结构及力学性能也有影响.水灰比为 0.3 时土聚水泥的强度最高.

参考文献:

[1] M. L. GRANIZO, M. T. BLANCO-VARELA, A. PALOMO. Influence of the starting kaolin on alkali-activated materials based on metakaolin. Study of the reaction parameters by isothermal conduction calorimetry. JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE. 2000,35:6309-6315.

(下转第 100 页)

参考文献:

- [1] 赵瑞华,商平,季民.活性炭去除油田废水 COD_{Cr} 的研究[J].石化技术与应用,2007,25(6):542-546.
- [2] 胡延成.重铬酸钾紫外光度法快速测定 COD[J].科技风,2010,(2):189.
- [3] 胡立峰,郑海亮,成春奇.粉煤灰去除污水中 COD 的实验研究[J].能源环境保护,2006,20(3):30-32.
- [4] 孙婷,吕永涛,白平,等.海绵铁微电解法去除生活污水中 COD 的研究[J].甘肃科技,2008,24(9):57-58.
- [5] 杨会容.木质素降低酿造厂污水 COD 效果的初步研究[J].西南科技大学学报,2004,19(4):52-53.
- [6] GB11914 - 89,重铬酸盐法测定水质化学需氧量[S].

EXPERIMENT RESEARCH ON COD OF SEWAGE WITH HONEYCOMB RESIDUE

FANG Shu WAN Xin-jun LIU Kang-jun

(Department of Chemistry and Materials Science,ChaoHu College,Chaohu Anhui 238000)

Abstract:The use of honeycomb briquettes burning of honeycomb residue in the COD of domestic sewage was studied.In the course of the studying,we focused on the three factors of adsorption time, honeycomb residue weight and adsorption temperature on treatment effect. Final results showed that: the best adsorption time of honeycomb residue on sewage treatment were 6 hours, the best ratio of honeycomb residue weight (mg)/sewage volume (ml) was 2.5:1, the best adsorption temperature was 50 °C.

Keywords:honeycomb residue; COD; domestic sewage

责任编辑:宏彬

(上接第 87 页)

- [2] 施惠生,吴敏.土聚水泥的聚合反应与研究现状[J].材料导报.2007, 21(8):88-91.
- [3] 施惠生.土聚水泥制备的探索试验与研究[J].水泥技术.2005(4):15-18.
- [4] 张程博,王顺花,石宗利.土聚水泥应用研究的新进展[J].上海建材.2007(5):24-26.
- [5] 金漫彤.土壤聚合物固化重金属技术及终产物研究[D],[硕士学位论文].浙江大学.2004:28.

EXPERIMENTAL RESEARCH ON PREPARING GEOPOLYMERIC CEMENT WITH KAOLIN

LI Ming-ling GAO Hua-min GAO Xiao-bao

(The Chemistry and Material Departmen of Chaohu College,Chaohu Anhui 238000)

Abstract:Geopolymeric cement is a new kind of cementitious material activated by some chemical activator.The factors that affect the preparing of the geopolymeric cement were investigated by laboratory experiments, including calcining temperature of kaolin, the compersition and dosage of alkali activator, and the dosage of water. The results show that the new cementitious material with high strength can be prepared as the kaolinite is calcined at 700°C,and holds about 2h ,and then the amorphous metakaolin is activated by sodium silicate solution (activated by NaOH 20wt%)with a cement/ alkali ratio of 5:4, and water/ cement ratio of 0.3 ,respectively , and cured under autogenous conditions.

Keywords:Geopolymeric cement; Kaolion; Metakaolin; Alkali-activator

责任编辑:张宏彬