

碱矿渣-粉煤灰掺量对胶凝材料性能的影响

王福军¹ 张立志² 王飞²

1 吉林建筑大学材料科学与工程学院 2 吉林建筑大学材料科学与工程学院

DOI:10.32629/bd.v2i11.1860

[摘要] 碱矿渣-粉煤灰胶凝材料不但解决了普通硅酸盐生产过程中引发的生态环境资源问题,还在胶凝材料性能上大大优于普通硅酸盐水泥。通过实验数据分析得出,碱矿渣-粉煤灰胶凝材料具有十分优良的性能。当矿渣与粉煤灰的掺量比例合理时,胶凝材料的抗折强度、抗冻性及耐高温性能最为优良;另外先自然养护再快速养护更有利于水化进程的进行,并且快速养护的最佳温度 50℃。

[关键词] 碱矿渣; 粉煤灰; 胶凝材料; 细度; 掺量比例

1 原材料和配方设计

原材料:

矿渣,实验所用矿渣来自于亚泰水泥厂,表观为白色粉末状,初始比表面积为 1.0373m²/g。

粉煤灰,实验所用粉煤灰由亚泰水泥厂提供。

碱性组分,选用水玻璃和 NaOH 两种激发剂复合,水玻璃为市售。

水泥,本实验选用水泥:长春亚泰水泥厂生产的 P. O. 42.5 水泥。安定性合格。

配方:

利用正交试验的方法,通过对实验结果的分析确定碱矿渣-粉煤灰胶凝材料的最佳掺量比例,试验由矿渣、粉煤灰、碱激发剂(NaOH+水玻璃)和水泥熟料组成碱矿渣-粉煤灰胶凝材料,其中水泥熟料主要作为调节凝结时间的外加剂。

2 碱矿渣、粉煤灰掺量比例对胶凝材料的影响

2.1 抗折强度

对正交实验方案的试块硬化成型拆模后进行快速养护 24h(养护温度 50℃)、标养 3d、7d 以及 28d,并测定其抗折强度结果如表 1 所:

表 1 正交实验方案抗折强度结果

序号	龄期	抗折强度			
		快养 24h	标养 3d	标养 7d	标养 28d
1		5.1	3.6	3.3	3.7
2		5.5	4.4	4.4	5.8
3		6.7	5.3	5.7	6.7
4		4.9	5.3	4.9	3.2
5		5.2	3.4	3.4	4.0
6		5.6	4.7	5.3	6.7
7		7.4	6.5	7.4	8.4
8		6.7	5.9	6.7	5.8
9		5.9	5.2	5.8	5.7
10		6.2	4.3	5.1	6.1
11		6.6	5.7	5.8	5.3
12		5.7	4.8	5.0	4.9
13		4.5	3.3	4.4	4.3
14		3.1	4.7	4.1	3.9
15		3.0	4.1	3.5	4.1
16		5.8	3.9	4.5	5.7

对试验结果进行了极差分析和方差分析,确定了影响结果的主要因素和次要因素的顺序和各因素可能的最佳水平,确定了每种材料的最佳掺量比例,试验结果列于表 2:

表 2 正交实验结果极差方差分析

因素	方差				极差
	K ₁ ^A	K ₂ ^A	K ₃ ^A	K ₄ ^A	
A	127.1	161.9	168.7	109.4	58.8
	K ₁ ^B	K ₂ ^B	K ₃ ^B	K ₄ ^B	ΔR _B
B	131.0	132.6	138.1	166.5	36.9
	K ₁ ^C	K ₂ ^C	K ₃ ^C	K ₄ ^C	ΔR _C
C	140.4	124.7	152.2	150.9	27.5
	K ₁ ^D	K ₂ ^D	K ₃ ^D	K ₄ ^D	ΔR _D
D	148.6	149.1	145.4	124	25.6
	K ₁ ^E	K ₂ ^E	K ₃ ^E	K ₄ ^E	ΔR _E
E	133.9	130.5	138.7	162.8	32.4

通过方差分析可以看出 A 因素中 K3A 最佳, B 因素中 K4B 最佳, C 因素中 K3C 最佳, D 因素中 K2D 最佳, E 因素 K4E 最佳。经过分析得出碱激发矿渣-粉煤灰胶凝材料的最佳配比为:矿渣与粉煤灰的掺量比例为 3:1、NaOH 占激发剂总量的 30%、碱激发剂总量占胶凝材料总量的 15%、水泥熟料占胶凝材料的 2%、最佳水胶比为 0.26。

2.2 抗冻性

本实验根据矿渣和粉煤灰的掺量比例的不同共设置四组胶凝材料:1(0:4)、2(1:3)、3(2:2)、4(3:1),将四组胶凝材料放入冻融循环箱中进行 25 次冻融循环,测其强度损失和质量损失。实验结果如表 3 以及表 4 所示:

表 3 矿渣和粉煤灰掺量不同的胶凝材料经冻融循环后强度损失

掺量比例 (矿渣:粉煤灰)	强度损失 (%)
0: 4	15.4
1: 3	8.5
2: 2	5.1
3: 1	1.3

表4 矿渣和粉煤灰掺量不同的胶凝材料经冻融循环后质量损失

掺量比例 (矿渣: 粉煤灰)	质量损失 (%)
0: 4	3.6
1: 3	2.7
2: 2	1.8
3: 1	0.5

通过数据分析可以得出, 随着矿渣粉的掺入量的增加胶凝材料的强度损失和质量损失越来越低, 当矿渣与粉煤灰的掺量比例为3:1时, 经25次冻融循环的强度损失最低为1.3%, 质量损失最低为0.5%, 胶凝材料的抗冻性最优。

2.3 耐高温性

本实验根据矿渣和粉煤灰的掺量比例的不同共设置四组材料: 1(0:4)、2(1:3)、3(2:2)、4(3:1), 将按配合比搅拌均匀后制成 40×40×160mm 的胶凝材料试块, 标准养护至28d 放入 500℃ 的环境中进行抗高温试验, 1h 后取出测定其抗压强度, 实验结果如表5所示。

表5 矿渣和粉煤灰掺量不同的胶凝材料经高温后抗压强度的变化

掺量比例 (矿渣: 粉煤灰)	抗压强度 (MPa)
0: 4	58.1
1: 3	59.8
2: 2	52.4
3: 1	43.3

通过数据分析可以得出, 最初加入矿渣粉时, 经高温实验后的抗压强度提高, 随着矿渣粉掺入量的增多, 经高温实验后

的抗压强度逐渐降低, 当矿渣与粉煤灰的掺量比例为 1: 3 时, 500℃ 下高温实验一小时后的抗压强度最高为 59.8MPa, 耐高温性能最优。

3、结论

(1)矿渣与粉煤灰的掺量比例为 3: 1、NaOH 占激发剂总量的 30%、碱激发剂总量占胶凝材料总量的 15%、水泥熟料占胶凝材料的 2%、水胶比为 0.26 时, 无论是快养还是标养, 抗折强度值最高。

(2)随着矿渣粉的掺入量的增加胶凝材料的强度损失和质量损失越来越低, 当矿渣与粉煤灰的掺量比例为 3: 1 时, 经 25 次冻融循环的强度损失最低为 1.3%, 质量损失最低为 0.5%, 胶凝材料的抗冻性最优。

(3)矿渣与粉煤灰的掺量比例为 1: 3 时, 500℃ 下高温实验一小时后的抗压强度最高为 59.8MPa, 耐高温性能最优。

(4)快速养护更有利于水化进程的进行, 提高强度并且快速养护的最佳温度 50℃。

[参考文献]

- [1]殷志峰,郑青,程蓐,等.碱激发废渣制备道路胶凝材料的力学性能试验研究[J].中国水泥,2009,(3):60-62.
- [2]舒连峰,刘金亮,李忠东,等.碱矿渣-粉煤灰快硬复合胶凝材料[J].低温建筑技术,2012,34(7):11-12.
- [3]魏卫东,王革陈.碱激发矿渣-粉煤灰胶凝材料研究进展[J].粉煤灰综合利用,2008,(3):52-54.
- [4]赵旭光,赵三银,曾小星,等.高性能矿渣基复合掺和料的研究[J].硅酸盐通报,2005,(4):52-57.
- [5]徐亦冬,张利娟,陆云龙.粉煤灰、矿渣及硅灰对水泥胶砂流动性及早期强度的影响[J].混凝土,2005,(09):39-41.