Advances in Material Chemistry 材料化学前沿, 2024, 12(1), 34-38
Published Online January 2024 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/amc
https://doi.org/10.12677/amc.2024.121006

Hans汉斯

石灰石粉含量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土性能的影响

张秀叶[1*]，江佃功[2]

[1]山东鲁碧建材有限公司，山东 日照
[2]潍坊山水水泥有限公司商品混凝土分公司，山东 潍坊

收稿日期：2023年11月28日；录用日期：2024年1月10日；发布日期：2024年1月16日

摘 要

利用机制砂制备阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土，主要研究石灰石粉含量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土性能(抗压强度和抗渗性能等)的影响。结果表明：在机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土中，随着石灰石粉含量的增加，其高性能混凝土(3 d、7 d、28 d和56 d)抗压强度逐渐增加，其高性能混凝土抗渗性能逐渐提高。

关键词

机制砂，阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土，抗压强度，抗渗性能

Effect of Limestone Powder Content on the Properties of Alit-Barium Sulfite Calcium Sulfate Cementitious High-Performance Concrete

Xiuye Zhang[1*], Diangong Jiang[2]

[1]Shandong Lubi Building Materials Co., Ltd., Rizhao Shandong
[2]Commercial Concrete Branch of Weifang Shanshui Cement Co., Ltd., Weifang Shandong

Received: Nov. 28th, 2023; accepted: Jan. 10th, 2024; published: Jan. 16th, 2024

*第一作者。

文章引用: 张秀叶, 江佃功. 石灰石粉含量对阿利特-硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土性能的影响[J]. 材料化学前沿, 2024, 12(1): 34-38. DOI: 10.12677/amc.2024.121006

Abstract

The use of mechanical sand to prepare Alit-barium sulfite calcium sulfate cementitious high-performance concrete, mainly to study the influence of limestone powder content on the performance of Arlit-barium sulfate calcium barium sulfate cementitious concrete (compressive strength and impermeability, etc.). The results show that in the mechanic sand Alilt-barium sulfite calcium sulfite cementitious high-performance concrete, with the increase of limestone powder content, the compressive strength of the high-performance concrete (3 d, 7 d, 28 d and 56 d) gradually increases, and the impermeability of the high-performance concrete gradually increases.

Keywords

Mechanism Sand, Alitter-Barium Sulfite Calcium Sulfite Cementitious High-Performance Concrete, Compressive Strength, Impermeability Properties

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

以阿利特(C_3S)和贝利特(C_2S)为主要矿物的普通硅酸盐水泥早期强度偏低，后期强度增进速率较高。以硫铝酸钡钙为主要矿物的含钡硫铝酸盐水泥早期强度较高，而后期强度增进速率较低[1] [2]。硫铝酸钡钙是一种快硬早强型水硬性矿物，同时还具有烧成温度低、水化微膨胀等特性[3]。程新、芦令超和常均[4] [5]等人研究认为硫铝酸钡钙和硅酸盐熟料矿物可以在低温(低于 1400℃)煅烧条件下实现复合与共存，研究了煅烧工艺、氟化钙掺量及矿物匹配关系等因素对阿利特－硫铝酸钡钙水泥的合成及性能的影响。阿利特－硫铝酸盐水泥集中硅酸盐水泥和硫铝酸盐水泥的优良矿物与一体，既发挥硫铝酸盐水泥矿物的早强、高强特性，又能发挥阿利特矿物稳定的后期强度性能[6]。

针对机制砂制备阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土，笔者研究石灰石粉含量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土抗压强度和抗渗性能的影响。

2. 试验材料与试验仪器、试验设计方案

2.1. 试验材料

水泥，粉煤灰，矿粉，河砂，机制砂，碎石，外加剂和水的性能指标见表 1 所示，阿利特－硫铝酸钡钙水泥和粉煤灰、矿粉的化学成分见表 2 所示。

Table 1. Performance indexes of various raw materials
表 1. 各种原材料性能指标

原材料	性能指标和描述					
水泥	品种	比表面积	初凝/min	终凝/min	安定性	标准用水量/%
	ALT-SAB 42.5	336 m^2/kg	60	85	合格	28
粉煤灰	品种	细度/%	需水量比/%	烧失量/%	厂家	
	F 类二级灰	18.5	103	3.2	日照电厂产/	

续表

矿粉	比表面 kg/m^3	流动度比%	烧失量%	活性指数%	厂家
	420	102	0.78	98	日照鲁碧新材料科技有限公司产
河砂	品种	细度模数	含泥量/%	泥块含量/%	
	二区中砂	2.5	1.2%	0.5	
机制砂	品种	细度模数	石粉含量/%	亚甲蓝值	
	二区中粗砂	3.1	2.8%	1.5	
碎石	表观密度/kg/m^3	级配	压碎值/%		
	2710	5~16 mm、10~25 mm 两种搭配，级配一般	11.5		
外加剂	缓凝型聚羧酸高性能减水剂	自江苏苏博特股份有限公司	减水率 ＞25%		
水	引用自来水				

Table 2. Chemical composition analysis of alit-calcium barium thioalumate cement and fly ash and mineral powder
表 2. 阿利特－硫铝酸钡钙水泥和粉煤灰和矿粉的化学成分分析

名称	化学成分 *w*/%									
	SiO_2	CaO	Fe_2O_3	Al_20_3	SO_3	K_2O	Na_2O	MgO	P_2O_3	LOI
ALT-SAB 42.5	19.90	59.01	3.54	28.28	9.52	-	-	2.39	-	0.16
粉煤灰	52.17	3.49	5.42	29.65	0.26	1.54	0.43	1.78	-	2.51
矿粉	34.16	35.33	56.97	14.24	0.50	-	-	6.88	0.27	1.15

2.2. 试验仪器

TG60 型强制式混凝土搅拌机，WH5 型全自动混凝土振动台，WY-1000 型万能试验压力机，RB6 型混凝土含气量桶，抗渗仪，抗压强度试模，抗渗试模，坍落度桶和直尺，等等。

2.3. 试验设计方案

笔者就机制砂中石灰石粉含量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土抗压强度和抗渗性能影响进行研究。其高性能混凝土标号为 C40，其高性能混凝土配合比见表 3 所示。

Table 3. C40-Alit-barium calcium sulfoaluminate cement based high performance concrete mix ratio
表 3. C40-阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土配合比

编号	水泥/kg	粉煤灰/kg	河砂/kg	机制砂/kg	石灰石粉掺量/%	石/kg	用水量/kg	水灰比	砂率	减水剂/%
1#	305	131	729	-	-	1050	165	0.38	0.41	1.5
2#	305	131	-	729	0	1050	165	0.38	0.41	1.6
3#	305	131	-	714	2	1050	165	0.38	0.41	1.6
4#	305	131	-	700	4	1050	165	0.38	0.41	1.7
5#	305	131	-	685	6	1050	165	0.38	0.41	1.8
6#	305	131	-	671	8	1050	165	0.38	0.41	1.9
7#	305	131	-	656	10	1050	165	0.38	0.41	2.0
8#	305	131	-	642	12	1050	165	0.38	0.41	2.2
9#	305	131	-	627	14	1050	165	0.38	0.41	2.4

3. 试验结果与分析

3.1. 石灰石粉掺量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土抗压强度的影响

表 4 为石灰石粉掺量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土抗压强度的影响。

从表 4 中试验数据可以看出：针对抗压强度指标而言，利用机制砂制备阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土时，随着石灰石粉掺量的逐渐增加，其高性能混凝土的抗压强度逐渐提高；比如：当石灰石粉掺量为 0%时(2#试样)，其高性能混凝土 3 d、7 d、28 d 和 56 d 抗压强度分别为 28.4 MPa、35.2 MPa、43.8 MPa、45.3 MPa，当石灰石粉掺量为 14%时(9#试样)，其高性能混凝土 3 d、7 d、28 d 和 56 d 抗压强度分别为 37.3 MPa、44.0 MPa、53.3 MPa、55.8 MPa，且石灰石粉掺量越高，其抗压强度提高幅度就越大；从表 4 中试验数据还可以看出：不论是早期强度(3 d 或 7 d)还是后期强度(28 d 或 56 d)，石灰石粉掺量对其高性能混凝土抗压强度的影响规律基本一致；另外，与天然河砂高性能混凝土(1#试样)对比，机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土抗压强度都偏高。主要原因：石粉的加入，改善混凝土浆体的数量，并填充水泥浆体的空隙，增加混凝土的密实性，但对混凝土强度早期和后期发展基本一般；另外，石粉的加入，混凝土浆体得到改善，结构更加致密化，空隙率降低，所以机制砂混凝土的强度较高于相应河砂混凝土的强度。

Table 4. Effect of limestone powder dosage on the compressive strength of high-performance concrete
表 4. 石灰石粉掺量对高性能混凝土抗压强度的影响

编号	河砂/kg	机制砂/kg	石灰石粉掺量/%	抗压强度/MPa			
				3 d	7 d	28 d	56 d
1#	729	-	-	27.6	34.6	42.7	44.2
2#	-	729	0	28.4	35.2	43.8	45.3
3#	-	714	2	29.3	36.4	44.3	46.1
4#	-	700	4	30.4	37.7	45.4	47.9
5#	-	685	6	31.2	39.2	46.3	49.5
6#	-	671	8	32.7	40.8	47.9	50.4
7#	-	656	10	33.6	41.5	49.1	51.6
8#	-	642	12	35.0	42.6	51.8	54.2

3.2. 石灰石粉含量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土抗渗性能的影响

表 5 和图 1 为石灰石粉含量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土抗渗性能的影响。

Table 5. Test results of the influence of stone powder content in iron tailings sand on the impermeability performance of high-performance concrete
表 5. 铁尾矿砂中石粉含量对高性能混凝土抗渗性能影响的试验结果

编号	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#	8#	9#
石灰石粉含量	河砂	0	2	4	6	8	10	12	14
渗水高度 D_m/mm	11.6	65.3	28.4	15.6	11.0	9.2	8.0	5.5	3.2
相对渗透系数/10^{-10} cm/s	0.46	0.71	1.62	0.53	0.29	0.26	0.23	0.16	0.09

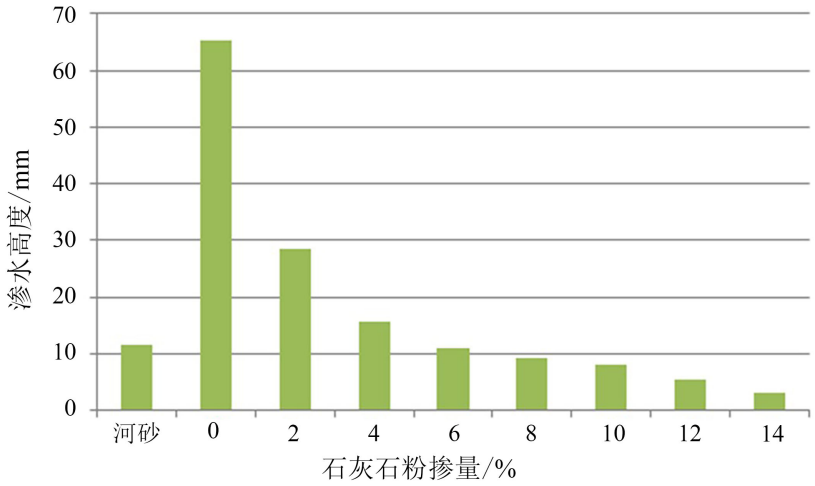

Figure 1. Effect of limestone powder content on the impermeability of alite-calcium high-performance concrete
图 1. 石灰石粉含量对阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土抗渗性能的影响

从表 5 和图 1 中试验数据可以看出：针对抗渗性指标而言，利用机制砂制备阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土时，随着石灰石粉掺量的逐渐增加，其高性能混凝土(24 h)的渗水高度逐渐下降，且石灰石粉掺量越高渗水高度下降越明显；从表 5 和图 1 中还可以看出：与天然河砂高性能混凝土(1#试样)对比，当石灰石粉掺量低于 6%时(2#、3#和 4#试样)，其机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土的渗水高度较高，当石灰石粉含量大于等于 6%时(5#、6#、7#、8#和 9#试样)，其机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土的渗水高度较小，即石灰石粉含量大于等于 6%时，其机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土的抗渗性能优于天然河砂。

4. 结论

(1) 在机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土中，其高性能混凝土(3 d、7 d、28 d 和 56 d)抗压强度随着石灰石粉掺量的增加而逐渐增加。

(2) 在机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土中，其高性能混凝土抗渗性能随着石灰石粉掺量的增加而逐渐提高。

(3) 机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土的抗压强度优于天然河砂；当石灰石粉掺量大于等于 6%，机制砂阿利特－硫铝酸钡钙水泥基高性能混凝土的抗渗性能优于天然河砂。

参考文献

[1] 常钧, 黄世峰, 王传平. 硫铝酸钡钙矿物水化过程的研究[J]. 济南大学学报, 2004(3): 197-199.

[2] 程新, 芦令超, 王来国, 等. 高胶凝性阿利特-硫铝酸钡钙矿相体系的研究[J]. 硅酸盐学报, 2004, 32(3): 321-326.

[3] 李贵强, 芦令超, 王守德, 等. 阿利特-硫铝酸钡钙水泥抗硫酸盐侵蚀性能的研究[J]. 硅酸盐通报, 2009, 28(5): 1038-1043.

[4] 李秋英, 芦令超, 王守德. CaF_2 对阿利特-硫铝酸锶钙水泥性能的影响[J]. 硅酸盐通报, 2011, 30(1): 101-104.

[5] 芦令超, 王守德, 陈诚. 混合材对阿利特-硫铝酸钡钙水泥浆体抗硫酸盐侵蚀性的影响[C]//中国材料研究学会. 中国材料研讨会论文摘要集. 北京: 中国材料研究学会, 2011: 22-26.

[6] 芦令超, 张卫伟, 轩红钟, 等. 贝利特-硫铝酸钡钙水泥的煅烧及其性能[J].硅酸盐学报, 2008, 36(1): 165-169.