

文章编号:1005-0523(2001)03-0083-04

掺珍珠岩粉高性能混凝土实验研究

喻乐华, 欧辉, 袁玉芬, 李立玲

(华东交通大学土木建筑学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 介绍开发天然珍珠岩用作高强、高性能混凝土掺合料的实验研究, 其结果表明在强度等级为 C50~C80 的高强、高性能混凝土中掺入珍珠岩磨细粉等量替代高标号水泥 10%~20% 不仅提高混凝土拌合物的工作性, 还可使混凝土后期抗压强度增长约 20%, 同时具有可观的经济效益和深远的社会意义^[1]。

关键词: 珍珠岩; 高性能混凝土; 掺合料; 抗压强度; 应用

中图分类号: TU 528

文献标识码: A

0 引言

作者研究天然珍珠岩磨细粉在强度等级为 C50~C80 的高强、高性能混凝土中作掺合料的应用, 系统的实验结果表明: 珍珠岩磨细粉是高强、高性能混凝土的优质掺合料, 它在高性能混凝土中具有较高的火山灰活性, 可在高性能混凝土中适量替代高标号水泥并使混凝土最主要性能——工作度、后期抗压强度和耐久性有所提高^[1]。这为天然珍珠岩(特别是那些膨胀性能较差的珍珠岩)在工业应用开辟了一个新的领域^[1], 同时也为当前日益发展的高性能混凝土提供了一种物美价廉的必备原料组分——掺合料, 其经济意义在于掺合料替代部分水泥降低了混凝土生产成本, 并且有着促进“绿色”建材发展的社会效益^[2]。

1 珍珠岩及其掺合料特征

1.1 珍珠岩特征

产于江西金溪的天然珍珠岩呈红色, 玻璃光泽, 断面参差状或锯齿状, 偶见贝壳状; 其比重较小, 手感较轻, 这与其含气孔有关, 气孔多为微孔状或细孔状^[1]。珍珠岩以玻璃质结构为主, 还有雏晶结构、玻基斑状结构, 其中斑晶含量 5%~20% 不等, 基质部分具有流纹构造^[1]。

1.2 珍珠岩化学成分

珍珠岩化学成分见表 1 所列^[1]。

表 1 珍珠岩化学成分全分析结果 (WT%)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	Na ₂ O	K ₂ O
76.89	10.51	2.48	0.04	0.80	8.25
TiO ₂	CaO	MgO	P ₂ O ₅	H ₂ O	LOSS
0.07	0.12	0.06	0.03	0.31	0.64

1.3 珍珠岩掺合料制作

珍珠岩加工制成高性能混凝土掺合料的工艺方法较简单, 主要有以下二个过程:

1.3.1 珍珠岩破碎研磨成细粉

天然珍珠岩用机械逐级破碎成细粒(粒径 < 5 mm)后进入干式研磨^[1]。珍珠岩含一定量微细气孔有益于研磨成细粉体^[1]。无论何种研磨工艺, 珍珠岩粉体技术指标以细度表示, 即按水泥细度检测方法检验: 80 μm 方孔水筛筛余量 < 5%, 相当于 45 μm 方孔筛筛余量 < 12%, 同时要求颗粒级配连续、合理^[1]。

1.3.2 添加、混匀激发剂

珍珠岩混凝土掺合料由珍珠岩磨细粉添加少量无机化工产品激发剂混合而成, 其功效作用是进一步促进珍珠岩粉中尽可能多的活性 SiO₂ 参与二次水化反应以形成更多的 C-S-H 凝胶, 提高混凝土强度和耐久性^[1]。激发剂可在珍珠岩磨成细粉后添加

收稿日期: 2001-05-10;

作者简介: 喻乐华(1962-), 男, 江西省抚州市人, 华东交通大学副教授, 工学硕士^[1]。

混匀,也可在混凝土配料、搅拌过程中水泥、珍珠岩磨细粉一起共同加入混合均匀¹⁹。

2 掺珍珠岩粉高性能混凝土

2.1 高性能混凝土原材料

水泥:江西水泥厂生产万年青牌 P·O. 525#R 型水泥¹⁹。

砂:中粗河砂, $\mu=2.61$ ¹⁹。石:石灰岩碎石,最大

粒径 25 mm,压碎指标值 $\delta=7.419$ 。

高效减水剂:湛江外加剂厂生产 FDN 粉剂¹⁹。

掺合料:珍珠岩粉掺合料,细度为 80 μm 方孔水筛筛余量 2.2%¹⁹。

2.2 高性能混凝土配合比

表 2 所列配制强度等级为 C50~C80 的高性能混凝土^[3]及其主要性能指标¹⁹。

表 2 砼配合比及性质

号	系 列	掺合料		水 灰 比	材料用量(kg/m ³)						工作度(cm)		抗压强度(mpa)	
		细度 80 μm 筛余 %	掺量 %		水 泥	掺 合 量	砂	碎 石	水	F D N	塌 落 度	扩 散 度	3d	28d
1	第		0	0.30	500	0	560	1 207	150	5	18.5	38.0	51.2	61.6
2	一	0.0	10	"	450	50	"	"	"	"	17.5	37.0	47.3	71.6
3	系	2.2	"	"	"	"	"	"	"	"	19.4	42.5	49.8	70.6
4	列	5.6	"	"	"	"	"	"	"	"	20.3	51.5	47.7	76.3
5		10.2	"	"	"	"	"	"	"	"	18.5	49.0	44.8	71.5
6	第	2.2	15	"	425	75	"	"	"	"	25.5	50.0	50.1	77.4
7	二	"	20	"	400	100	"	"	"	"	19.0	38.4	40.6	61.4
8	系	"	25	"	375	125	"	"	"	"	21.3	49.0	36.4	64.0
9	列	"	30	"	350	150	"	"	"	"	21.5	51.5	39.0	66.0
10		"	40	"	300	200	"	"	"	"	20.3	45.6	32.3	59.9
11			0	0.36	450	0	620	1 208	162	4	18.5	50.5	37.9	59.5
12	第	5.6	10	"	405	45	"	"	"	"	20.2	51.5	41.5	70.5
13			0	0.34	450	0	"	"	153	"	16.7	33.0	45.8	62.0
14	三	5.6	10	"	405	45	"	"	"	"	21.4	43.0	46.5	65.0
15			0	0.32	450	0	630	1 210	144	5	20.5	50.5	42.0	53.6
16	系	5.6	10	"	405	45	"	"	"	"	21.3	49.0	38.1	65.1
17			0	0.30	500	0	"	"	150	"	19.5	41.0	44.2	59.3
18	列	5.6	10	"	450	50	"	"	"	"	20.5	44.6	46.0	61.9
19			0	0.28	500	0	640	1 212	140	6	1.5	30.0	49.8	73.9
20		5.6	10	"	450	50	"	"	"	"	15.4	35.0	58.0	77.6
21			0	0.30	534	0	614	1 074	160	5	21	50	54.5	73.3
22		13.2	10	"	481	53	"	"	"	"	22	52	56.1	75.3
23			0	0.27	565	0	593	1 113	153	6	22	41	60.8	84.5
24		13.2	10	"	508	57	"	"	"	"	22	42	64.3	87.7

注:第一系列为细度——混凝土性能的关系
第二系列为掺量——混凝土性能的关系
第三系列为配合比水灰比——混凝土性能的关系

表 3 珍珠岩掺合料对高性能混凝土性能的影响

编 号	胶凝材料比例 %		工 作 度		抗 压 强 度			强度增长率 %	
	水泥	掺合料	塌落度	扩散度	3 天	28 天	91 天	28 天	91 天
1	100	0	18.5	38.0	51.2	61.6	62.5	0	0
3	90	10	19.4	42.5	49.8	70.6	79.2	15	27
6	85	15	25.5	50.0	50.1	77.4	83.8	26	34
7	80	20	19.0	38.4	40.6	61.4	83.6	0	34
8	75	25	21.3	49.0	36.4	64.0	73.9	4	18
9	70	30	21.5	51.5	39.0	66.0	77.6	7	24
10	60	40	20.3	45.6	32.3	59.9	67.3	-3	8

3 珍珠岩掺合料对高性能混凝土性能的影响

3.1 掺量的影响

表 2 中珍珠岩掺合料各种掺量的混凝土最主要性能指标——工作度和抗压强度测定值列于表 3¹⁹。从中可知：

- 1) 珍珠岩掺合料可在 C50~C80 高性能混凝土中等量替代高标号水泥 10%~40%；
- 2) 珍珠岩掺合料适量替代水泥可使混凝土工作性能不同程度地提高；
- 3) 珍珠岩掺合料适量替代水泥会使混凝土早期(3 天)强度稍降低,大体上是随着掺量增大而降幅变大;但会使混凝土晚期(28 天)的后期(91 天)强度提高,其中掺入 15%珍珠岩掺合料的混凝土强度增幅最大,分别可达 26%和 34%¹⁹。

3.2 细度的影响

表 2 第一系列混凝土反映了其性能与掺合料细度之间的关系,在所讨论范围内以 80 μm 方孔水筛筛余量 5.6%为最佳选择参数,此时混凝土拌合物工作流动性最大且晚期抗压强度最高¹⁹。但总体上而言,掺合料细度对混凝土性能影响的差异性不甚明显¹⁹。

3.3 随配合比砂率变化

表 2 中编号 18、4 反映随着混凝土配合比砂率减小,珍珠岩掺合料对混凝土强度和拌合物工作度的提高有利¹⁹。

3.4 随配合比水灰比变化

从表 2 中编号 12、14、18 可知:混凝土配合比水灰比的减小,使得珍珠岩掺合料混凝土强度逐渐降

低¹⁹。这种结果可能与掺合料二次水化过程中水量相对不足有关^{[4] 19}。

3.5 养护龄期的影响

珍珠岩掺合料混凝土经 3 天、28 天和 91 天养护的强度对比列表 3,该早期参数(3 天)与其晚期(28 天及 91 天)相应参数进行对照可以看出:早期的珍珠岩掺合料混凝土的强度很低,即其早期的火山灰效应未发挥出来^[5],只有在后期这种二次反应的火山灰效应才较充分地发挥作用,致使晚期强度特别是 91 天强度增长率高达 20%~30%¹⁹。总之,养护时间是影响其火山灰效应大小和强度的重要因素¹⁹。

4 结 论

珍珠岩研磨成细粉添加少量无机化工品作激发剂组成高性能混凝土掺合料,其理论依据充分,技术性能优越,生产工艺简单,应用前景广阔,经济效益明显,社会意义深远¹⁹。

参考文献:

[1] 田煦,等¹⁹非金属矿产地质学[M]¹⁹武汉:武汉工业大学出版社,1991¹⁹。
[2] 吴中伟¹⁹绿色高性能混凝土——混凝土的发展方向[J]¹⁹混凝土与水泥制品,1998,(3):3~6
[3] 阎培渝,姚 燕¹⁹水泥基复合材料科学与技术[M]¹⁹北京:中国建材工业出版社,1999¹⁹。
[4] 喻乐华¹⁹混凝土集料界面与强度关系的界面理论分析[J]¹⁹华东交通大学学报,1999,(4):14~19¹⁹。
[5] 喻乐华, 等¹⁹珍珠岩粉在高性能混凝土中火山灰效应的量化评估[J]¹⁹混凝土,2001,(1):39~42。

Experimental Investigation on High Performance Concrete Mixed with Pearlite Powder

YU Le-hua, OU Hui, YUAN Yi-fen, LI Li-ling

(Civil Engineering College, East China Jiaotong University, Nanchang, 330013, China)

Abstract: This paper introduces natural pearlite to a new industrial use-mineral admixture in high strength concrete (HSC) and high performance concrete (HPC) . Based on experimental investigation, authors explained the method of mineral admixture making from pearlite, displayed the better result by using the mineral admixture in HPC, which is increasing fluency of concrete mixture, strength in late period and durability of HPC.

Key words: pearlite; mineral admixture; high performance concrete (HPC) ; compression strength; use

(上接第 76 页)

Estimate the Work Force with Time-coordinate Network

LI Ming-hua

(School of Civil Engineering and Architechure, East China jiaotong university, Nanchang 330013, China)

Abstract: Estimating for requirements such as work force, material and machine is a base work when working organization is planed. Estimating work force is importent because we don't estimate it simply or with experiential. in this paper, one method was introduced to estimate the work force with time-coordinate network.

Key words: time-coordinate network; working organization plan; work force; estimate