

# 泡沫陶粒混凝土制备文化石的性能研究

江西省建筑材料工业科学研究设计院

曾亮 陈发兵

**摘要:**由于目前制备文化石结构料的陶粒混凝土密度较大、保温效果差,上墙自重大、易脱落等缺陷。通过引入泡沫制备泡沫陶粒混凝土并应用于文化石结构料工艺中,为获得性能最佳的泡沫陶粒混凝土,试验研究了不同的发泡液浓度、陶粒掺量、泡沫掺加量对泡沫陶粒混凝土强度、干密度、吸水率等性能的影响。实验结果表明:掺泡沫的陶粒混凝土具有干表观密度轻、导热系数小、新拌浆体和易性良好、强度较好等优点,在陶粒掺量 40% 时,使制成的装饰保温文化石性能优异,更利于粘贴上墙,具有很好的应用前景。

**关键词:**泡沫 陶粒混凝土 文化石 保温性能

近年来,随着房地产行业的快速发展,文化石以其仿天然石材古朴美观的装饰效果以及工艺简单受到人们的普遍关注,并得到了一定的推广和应用<sup>[1]</sup>。但现今文化石材行业中生产文化石的结构料大部分都是使用陶粒混凝土,陶粒混凝土具有和易性较差,不易成型、密度较高,粘贴在墙上自重大,易脱落等缺陷。泡沫混凝土是具有质轻、保温、隔热、耐火、抗冻好的新型建筑节能材料<sup>[2]</sup>。泡沫混凝土混合浆体在成型时可自流平、密实,施工和易性好、有利于泵送和整平,与其他建筑材料有良好的相容性,强度可根据需要调整。在陶粒混凝土中掺入适量的泡沫,可以大大改善陶粒混凝土的和易性,改善混凝土的孔结构<sup>[3][4]</sup>,且强度能完全满足文化石材装饰性对强度的要求,而在陶粒泡沫混凝土中掺入一定量的泡沫,不仅使产品质量更轻(可浮于水面),有利于粘贴和干挂,还可以降低成本并起到一定的建筑节能保温效果。因此,将泡沫与陶粒复合混凝土用于文化石材行业具有极大的应用前景。

## 1 原材料及其性能

### 1.1 陶粒

采用河南郑州生产的堆积密度为 560 kg/m<sup>3</sup> 的黏土陶粒。该种陶粒的性能指标见表 1,级配见表 2。

表 1 陶粒基本性能

堆积密度 kg/m <sup>3</sup>	筒压强度 MPa	软化系数 %	吸水率 %	含泥量 %
560	3.7	93.5	16.4	0.6

表 2 陶粒的级配

筛孔尺寸/mm	2.38	4.75	9.5	15
累计筛余/%	85.6	71	9	0

### 1.2 水泥

选用江西分宜海螺水泥厂生产的 42.5 R 普通硅酸盐水泥。它的 3 d 抗压强度为 28.5 MPa,28 d 抗压强度为 53.6 MPa。

### 1.3 发泡剂

采用江苏盐城装饰材料有限公司生产的 FP-180 动物蛋白型发泡剂。

## 2 试验方法

### 2.1 试样制备

首先将发泡剂与 30 倍的水混合并搅拌均匀制成发泡剂溶液,再将发泡剂溶液倒入泡沫混凝土专用发泡机中,用压缩空气法制取泡沫。同时在混凝土搅拌机中加入水泥、陶粒和水等原材料,搅拌均匀后掺入泡沫再继续搅拌到均匀为止。把搅拌好的泡沫陶粒混凝土进行振捣制成各种标准试件。在 50 ℃ 下蒸养条件下养护 1 d 脱模,再放入标准养护室养护到规定龄期进行各项性能测试。

### 2.2 性能测试

干表观密度和吸水率参照 GB/T 5486.3—2001 《无机硬质绝热制品试验方法,密度、含水率及吸水率》测试;

抗折和抗压强度参照 GB/T 17671—1999 《水泥胶砂强度检验方法》试验方法进行;

导热系数测试参照 GB/T 10294—1988 《绝热材料稳态热阻及有关特性》进行。

## 3 结果与讨论

### 3.1 发泡液浓度对泡沫陶粒混凝土性能的影响

首先采用的陶粒混凝土配合比为水泥:陶粒:水 =

1:0.4:0.4,以制备1200容重泡沫混凝土的泡沫掺量(占混凝土体积百分比)为18%,以不同发泡液浓度的泡沫制备的泡沫陶粒混凝土性能如表3所示。

表3 发泡液浓度对泡沫陶粒混凝土性能的影响

发泡液浓度 %	3d抗折强度 MPa	3d抗压强度 MPa	干表观密度 g/cm <sup>3</sup>	吸水率 %
3	3.6	12.6	1.21	17.7
5	3.5	11.7	1.20	18.5
9	3.5	10.8	1.15	19.0
13	3.3	10.4	1.20	18.3
17	3.4	10.0	1.14	18.2

由表3可以看出,发泡液的浓度对所制备的陶粒泡沫混凝土强度影响较大,当发泡液浓度为3%时,3d抗压抗折强度最高,当发泡液浓度逐渐增大后,强度随着发泡液浓度增加而降低,降低幅度不大,但是发泡液浓度对泡沫陶粒混凝土的干表观密度和吸水率影响不大。由表中可以看出,发泡液浓度在3%时所制备的泡沫混凝土性能最好。

### 3.2 陶粒掺量对泡沫陶粒混凝土性能的影响

在泡沫混凝土中保持泡沫掺量不变,掺加陶粒可以增加体系的体积,降低容重,陶粒还可以起到骨架的作用。实验配合比为发泡液浓度3%,水灰比0.4,泡沫掺量18%,陶粒掺量(占水泥比例)分别为0%、20%、40%、60%,测定不同陶粒掺量制备的泡沫混凝土性能如表4所示。

表4 陶粒掺量对泡沫陶粒混凝土性能的影响

陶粒掺量 %	3d抗折强度 MPa	3d抗压强度 MPa	干表观密度 g/cm <sup>3</sup>	吸水率 %
0	2.8	10.0	1.15	16.2
20	3.0	11.2	1.12	14.6
40	3.1	11.9	1.10	12.3
60	3.0	10.0	1.05	12.8

由表4可以看出,泡沫陶粒混凝土的干密度随着陶粒掺量增加而下降,这是由于陶粒本身密度小于于浆体的密度,掺加陶粒多了,整个陶粒泡沫混凝土体系的密度相对下降,所以掺加陶粒相应的会降低泡沫混凝土的密度,但是跟用引入泡沫来降低泡沫混凝土的密度的方式相比来降低密度有限的。当陶粒掺量在40%以内,抗压、抗折强度随着陶粒的掺量增加而提高,吸水率随着陶粒的掺量增加而降低;当陶粒掺量在40%以上,强度随之下降,吸水率也开始增大。因此,可以得出当陶粒掺量为40%时强度最好,吸水率最低,密度也相对较小,性能是最佳的。

### 3.3 泡沫掺量对泡沫陶粒混凝土性能的影响

在上述实验基础上,又开展了引入泡沫来研究泡

沫掺量对陶粒混凝土性能的影响,实验确保密度有一定的下降,保温效果优良,强度和吸水率又能保持较好水平。实验在保持陶粒混凝土的塌落度不变的情况下,掺入不同体积的泡沫的混凝土干密度、强度和吸水率以及导热系数进行测试。实验配比发泡液浓度3%,陶粒掺量40%,水灰比0.4,泡沫体积掺量20%、30%、40%、45%、50%,测定不同泡沫掺量制备的泡沫混凝土性能如表4所示。

表5 不同泡沫掺量下泡沫混凝土的性能

泡沫体积掺量 %	干密度 g/m <sup>3</sup>	吸水率 %	3d抗折强度 MPa	3d抗压强度 MPa
20	1.07	13.7	3.2	12.4
30	0.94	14.8	2.3	8.7
40	0.9	16.1	2.1	6.9
45	0.81	18.0	1.5	3.1
50	0.69	20.7	1.0	1.3

从表5中可以明显的看出随着泡沫体积的掺量增加,泡沫陶粒混凝土的干密度以及抗压抗折强度呈现出线性的下降,吸水率线性的增加。泡沫掺量越多,干密度和强度下降越大,吸水率增加越多。这主要是因为泡沫掺量越多,泡沫在体系中所形成的气孔越多,所以体系的干密度会下降,孔隙率增大,密实度降低,因而吸水率会增加,强度会下降<sup>[9]</sup>。按照不同的泡沫掺量制备出不同密度的泡沫陶粒混凝土,测定出不同密度的泡沫陶粒混凝土与导热系数、抗压抗折强度关系,结果见图1、图2。

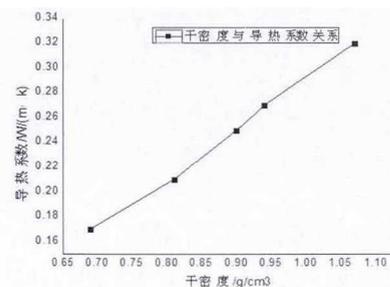


图1 泡沫陶粒混凝土干密度与导热系数关系

由图1中可以看出,泡沫陶粒混凝土的导热系数随着干密度的增加而增大,规律很明显。

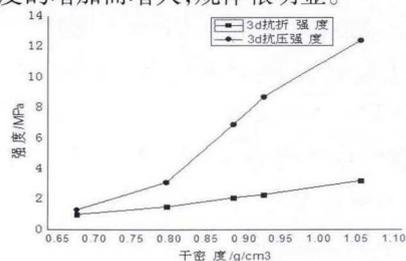


图2 泡沫陶粒混凝土干密度与强度关系

由图2可以看出,随着泡沫掺量增大,强度不断下降,当泡沫掺量40%时,此时干密度为 $0.9\text{ g/cm}^3$ 时,3d抗压强度为6.9 MPa;当掺量在45%时,干密度为 $0.81\text{ g/cm}^3$ ,干密度下降不大,而强度下降明显,3d抗压强度仅为3.1 MPa,抗折强度更低为1.5 MPa,强度下降达60%。而用于文化石的结构料需要承受早期脱模和运输过程中碰撞导致断裂损失以及长久贴挂在墙上的耐久性要求,要求强度不能太低。一般用于文化石的密度在 $0.9\sim 1.2\text{ g/cm}^3$ 较合适,可根据不同的规格和尺寸制备,既能体现其轻质又能达到高强。

#### 4 结论

(1) 发泡液的浓度增大,所制备的泡沫陶粒混凝土强度有所下降,但对干密度和吸水率影响不大,浓度在3%时,各方面性能最好。

(2) 在泡沫混凝土中掺加陶粒,不但会降低体系的密度,在一定掺量范围内还会提高强度。陶粒掺量40%之前,泡沫混凝土的强度随着陶粒掺量增加而增大,40%后则随着陶粒掺量增加而下降。在陶粒掺量为40%时,强度最高,吸水率最好。

(3) 不断增大泡沫的掺量可以很大程度上降低泡沫陶粒混凝土的密度和强度,可以根据不同泡沫掺量

制备不同容重的泡沫陶粒混凝土,当密度低于 $0.9\text{ g/cm}^3$ ,强度下降较大。由于文化石性能的要求,所制备的泡沫混凝土不宜强度过低,所要求密度在 $0.9\sim 1.2\text{ g/cm}^3$ 的强度基本可以保证文化石上墙要求。

(4) 泡沫陶粒混凝土的干密度和导热系数以及强度之间存在一定的线性关系,干密度越小,导热系数越低,强度也相应越低。在密度为 $0.9\sim 1.2\text{ g/cm}^3$ 的泡沫陶粒混凝土制备文化石导热系数低,强度较好,具有较高的保温节能效果。

#### 参考文献

- [1] 金左培. 文化石的基本性能与生产方法[J]. 材料研究, 2002(5): 27-28.
- [2] 群力新. 新型轻质发泡混凝土砌块及节能墙体的性能研究[J]. 砌块与墙板, 2006(10): 132-133.
- [3] 盖广清. 陶粒泡沫混凝土孔结构及其对性能影响的研究[J]. 硅酸盐建筑制品, 1995(5): 13-15.
- [4] 管文. 孔结构对泡沫混凝土性能影响的研究[J]. 墙材革新与建筑节能, 2011(4): 23-26.
- [5] 孙文博, 李家和, 张志春. 陶粒泡沫混凝土强度及其影响因素研究[J]. 哈尔滨建筑大学学报, 2002(6): 79-83.

## 欢迎订阅 2018 年《砖瓦》杂志

### ——烧结砖瓦、砌块、墙板、彩瓦、路砖

《砖瓦》杂志1971年创刊,是国内外公开发行的、面向我国墙体屋面材料行业的核心优秀科技期刊,中国学术期刊综合评价数据库(CAJCED)统计源期刊、中国期刊全文数据库(CJFD)全文收录期刊,“万方数据-数字化期刊群”核心期刊。《砖瓦》杂志权威报道以烧结砖瓦为主的墙体屋面材料行业发展动态、最新科研成果、新产品、新技术、节能环保、废弃物利用、砖瓦文化及绿色节能建筑,以及古建筑、园林设计、砖瓦历史文化、现代建筑应用、节能减排、废弃物综合利用、墙材机械装备及相关配套产品的应用。《砖瓦》杂志是中国砖瓦界与国际交流的重要窗口,是广大读者获取行业最新信息和技术的渠道,也是科技人员进行学术探讨、技术交流的重要平台。每年由《砖瓦》杂志社主办的技术交流行业博览会得到了业内的极大关注。《砖瓦》为月刊,国际刊号:ISSN 1001-6945,国内刊号:CN61-1145/TU,全年12期,每期72页,大16开本,封面和插页均采用铜版纸四色胶印,邮局订阅(邮发代号:52-37)或编辑部邮购订阅均可。全年定价180元(含邮费)。欢迎订阅,欢迎各企业刊登广告,欢迎投稿。

地址:陕西省西安市长安南路6号

邮编:710061

电话:(029) 85221486 85221476

传真:(029)85221476

网址:www.brick-tile.com

邮件地址(E-mail):qiangcai@vip.sina.com