

# Study on the Properties of Compound Foam Concrete Foaming Agent

XiaoJun Hu

School of civil engineering , Chongqing jiaotong university, Chongqing, 400074, China

**Abstract:** The study on the preparation and properties of mixed light bubble mixed soil has been widely paid attention to, but the foam properties of the foaming agent can not meet the requirements for the preparation of high quality bubble mixed light soil. In this paper, the properties of compound bubble mixed light soil foam are studied. The principle of preparation, acquisition and acquisition of foaming agent, and the mixing of light soil with bubbles are analyzed. On the basis of the properties of the bubble mixed light soil, the foam stability and the pore structure of the bubble mixed light soil are carried out.

**Keywords:** Foamed concrete; Foaming agent; Formulation; Properties of air bubble mixed light soil

## 复配泡沫混凝土发泡剂性能研究

胡小军

重庆交通大学 土木工程学院, 重庆, 中国, 400074

**摘要:** 泡沫混凝土已经运用广泛, 但目前市面上的单一发泡剂的泡沫的性能不能满足制备高品质的泡沫混凝土的要求。本文对通过复配泡沫混凝土用泡沫剂其性能进行了研究, 在分析了发泡剂的制备、获得、获取相关的技术原理, 以及成型泡沫混凝土, 并在泡沫混凝土性能的基础上, 对复配发泡剂的泡沫的稳定性、用其形成的泡沫混凝土的孔状结构进行了分析。

**关键词:** 泡沫混凝土, 发泡剂, 复配, 泡沫混凝土性能

### 1 引言

随着环境质量的不断下滑, 节能减排已经成为我国的国策。一种发泡剂, 它只可能在某一方面, 或者某几个方面比较出色, 而不可能在所有的方面都出色。这就是单一成分的局限性。如果解决这一问题, 用其它成分多元复合是十分科学而有效的。

近年来, 我国非常看重建筑节能材料的开发。由于建筑节能材料的有关政策的实施, 节能环保材料的研发和使用大大的得到人们的认可。泡沫混凝土因为它的性能的特点, 在建筑材料中得到了广泛的应用。

### 2 概述

#### 2.1 泡沫混凝土概述

泡沫混凝土又称为气泡轻质土、轻质混凝土、发泡水泥等, 是一种利废、环保、节能、低廉且具有不燃性的新型建筑节能材料。泡沫混凝土一般情况是采用用机械发泡的方法, 将发泡剂的水溶液机械发泡制备成泡沫。

#### 2.2 发泡剂的概述

发泡剂的实质就是它的表面活性作用。表面活性是发泡的核心, 如果发泡剂没有表面活性的作用, 就不具有发泡的性能。发泡剂本身基本具有较高的表面活性, 能有效降低液体的表面张力, 并在液膜表面双电子层排列而包围空气, 形成气泡, 再由单个气泡组成泡沫。

### 3 发泡剂的复配

#### 3.1 原材料与仪器

##### 3.1.1 原材料

发泡剂 A、B、稳泡剂 C、普通水泥。

##### 3.1.2 仪器

量筒、恒速空气压缩发泡机、电子天平、高速打靶机、搅拌机、烧杯。

##### 3.1.3 水泥

本研究采用 42.5R 普通硅酸盐水泥作为制备泡沫混凝土的主要胶凝材料。

### 3.1.4 调节剂

用于调节浆体粘度和增强泡沫混凝土的强度。

### 3.1.5 水

实验所用水为普通自来水，应用于泡沫混凝土的制备中。自来水的氯离子含量应低于国家标准要求，满足《混凝土拌合用水标准》JGJ63-2006的要求。

## 3.2 实验方法

由于发泡剂的检测没有正式标准，现用稀释倍率、发泡倍数和消泡率。三个参数表征发泡剂的性能。

稀释倍率：将发泡剂稀释，水的质量比上发泡剂的质量就是稀释倍率。

发泡倍数：将发出的泡沫灌满 250ml，直径为 60mm 的玻璃桶内，两端刮平，发泡倍数：

$$M = \frac{V}{(G_2 - G_1) / \rho} \quad \text{式 (3.2)}$$

其中：M —— 发泡倍数

V —— 玻璃桶容积，单位为三次方毫米 ( $\text{mm}^3$ )

$\rho$  —— 发泡剂水溶液密度单位为克每三次方毫米 ( $\text{g}/\text{mm}^3$ )

$G^1$  —— 玻璃桶质量，单位为克 (g)

$G^2$  —— 玻璃桶和泡沫的质量，单位为克 (g)

消泡率：破灭的泡沫体积比上原泡沫体积就是消泡率。

### 3.3 实验操作

将发泡剂 A、B 粉末和稳泡剂 C 膏体按一定质量分数溶解，分别按不同的稀释倍率稀释在 100ml 的量杯。然后倒入在另外统一的杯子中，用高速打泡机发泡 30s，记下发泡高度。然后分别记下 5min，10min，30min，1h 的泡沫高度。并根据发泡效果好的发泡剂进行筛选，选出发泡效果最好的发泡剂的发泡倍率。

通过改变稳泡剂的浓度来和复配发泡剂的稀释倍率对复配发泡剂进行调试，最终以泡沫密度为  $48\sim 52\text{kg}/\text{m}^3$  时为止。

测量气泡沉降距和泌水量。

通过正交试验比对发泡剂 A、发泡剂 B 及稳泡剂 C 的比例为：100g 溶液中 0.91g 稳泡剂 C、1.25g 发泡剂 B、2g 发泡剂 A。

制备泡沫混凝土操作步骤如下：

称取一定量的复配发泡剂 CBA，并按一定的比例稀释。

将稀释的复配发泡剂 CBA 用恒速空气压缩发泡机进行发泡，并调节气泡群密度，应在  $48\text{kg}/\text{m}^3$  ——  $52\text{kg}/\text{m}^3$  为止。将得到的复配发泡剂 CBA 在发泡机发泡得到泡沫。

称取好水泥、水和减水剂，并将其在搅拌机搅拌均匀。

## 4 泡沫混凝土性能

### 4.1 泡沫混凝土的吸水率

吸水率按下式 4.1 计算：

$$W_R = \frac{M_G - M_0}{M_0} \times 100\% \quad \text{式 (4.1)}$$

式中： $W^R$  —— 吸水率，单位：%； $M^0$  —— 试件洗烘干后质量，单位：g； $M^G$  —— 试件吸水后质量，单位：g。

泡沫混凝土吸水前和吸水后的质量如表 1

表 1. 泡沫混凝土吸水前和吸水后的质量

试件序号	1	2	3
吸水前 (g)	330	306	276.4
吸水后 (g)	553.6	523.7	461.9
吸水后 (g)	553.6	523.7	461.9

根据吸水率的计算公式，式 (4.1)

测得 1 号试件的吸水率为：67.8%；测得 2 号试件的吸水率为：71.2% 测得 3 号试件的吸水率为：67.2%。泡沫混凝土的吸水率的平均值为：68.8%。由此可以得出结论，泡沫混凝土的吸水率偏高，有可能是操作不标准所致。另一方面，有可能是气孔过多，浸入的水比较多。

### 4.2 泡沫混凝土的抗压强度

选取试块受压面，测量并计算受压面积（精确至 1mm），采用液压式万能试验机测定抗压强度，抗压强度按下式 3.3 计算：

$$R = \frac{P}{F} \times 10^{-2} \quad \text{式 (4.2)}$$

式中：R —— 试件抗压强度，单位：MPa；

P —— 破坏荷载，单位：N；

F —— 受压面积，单位： $\text{cm}^2$ 。

注：体积密度的计算精确至  $1\text{Kg/m}^3$ ；吸水率的计算精确至 0.1%；抗压强度的计算精确至 0.1MP。

测试的 3 个试件的抗压压力分别如表 2:

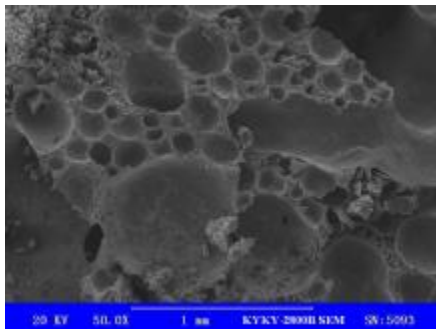
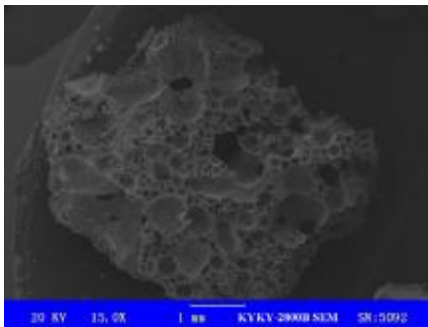
表 2. 3 个试件的抗压压力

序号	1	2	3
压力 (KN)	3.215	2.792	3.031

根据式 (4.2) 可得 1 号试件的抗压强度为: 321.5KPa; 2 号试件的抗压强度为: 279.2KPa; 3 号试件的抗压强度为: 303.1KPa。根据泡沫混凝土的标准抗压强度可知, 复配出来的发泡剂 CBA 在抗压强度方面满足要求。由此可以得出的结论, 复配发泡剂 CBA 基本符合要求。

#### 4.3 泡沫混凝土的孔状结构

泡沫混凝土的孔状结构如图 4.1:



如图 4.1 可知, 气孔的结构良好, 但是其形状不是很均匀, 在大泡中间环绕着许多的小泡。从而导致泡沫混凝土的受力不均, 应力基本集中在小泡上, 从

而导致泡沫混凝土的强度不高, 易被压毁。其中, 出现了一些连通的气孔。这个现象可以说明, 复配发泡剂 CBA 的泡沫在形成孔状结构的时候, 由于泡沫破灭引起的。但是泡沫混凝土的图像显示, 连通孔数并不多, 说明复配发泡剂的稳泡效果非常好, 形成的泡沫壁的韧性十分好, 不易破灭。因此, 复配发泡剂的稳定性满足要求。

如图 4.2 所示, 泡沫混凝土的孔结构饱满圆润。说明该发泡剂的泡沫的形成环境较好, 在水泥浆初凝阶段的保持了良好的形状。但是由于气孔大小不均匀, 在以后的试验中应该从实验操作方面进一步改进。

#### 4.4 小结

通过对它们的复配和成型出来的泡沫混凝土的孔结构及性能分析, 可以得到以下结论:

通过发泡剂 A、发泡剂 B、稳泡剂 C 的之间的复配, 大大的提高了了单一发泡剂的性能, 克服了单一发泡剂发泡倍率不高, 消泡率高的缺陷, 增强了泡沫壁的韧性使消泡率大大降低。在发泡方面, 复配发泡剂 CBA 的发泡效果比单一的发泡剂 A 和发泡剂 B 的发泡效果好很多, 稳泡效果也有明显的提高。

经过大量的实验发现, 稳泡剂占整个复配发泡剂 CBA 的比例极小, 在 3%—4% 这个范围。

通过对泡沫混凝土的孔状结构分析, 泡沫混凝土连通孔较少, 泡沫壁的韧性较好, 泡沫的稳定性较好。

#### References (参考文献)

- [1] 孙成才, 霍冀川, 刘才林, 吴瑞荣, 卢忠远. 混凝土发泡剂的复配研究[J]. 宁夏工程技术, 2007, 02: 127-132.
- [2] 甘戈金, 叶海燕, 陈景. 一种高性能发泡剂的复配研究[J]. 混凝土与水泥制品, 2015, 07: 66-70.
- [3] 王朝强, 谭克锋, 徐秀霞. 我国泡沫混凝土的研究现状[J]. 混凝土. 2013(12): 57-62
- [4] Indu Siva Ranjani, K. Ramamurthy. Relative assessment of density of foam produced with four synthetic surfactant[J]. Materials and Structures, 2010, (43): 1317-1325.
- [5] 官文. 孔结构对泡沫混凝土性能影响的研究[J]. 新型墙材, 2011, (4): 23-26.
- [6] 张鹏华, 泡沫轻质土技术综述[J]. 山西建筑, 2013, 39(32): 95-96.