

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2015.05.011

# 新型橡胶混凝土砖与粉煤灰砖的对比研究

白涛<sup>1</sup>, 宋岩<sup>1</sup>, 王凤池<sup>2</sup>

(1. 沈阳建筑大学 建筑与规划学院, 辽宁 沈阳 110168; 2. 沈阳建筑大学 土木工程学院, 辽宁 沈阳 110168)

**摘要:** 为了提高废弃橡胶的利用率, 提出了将大掺量橡胶混凝土砖用作填充墙砖。对比了橡胶混凝土砖与粉煤灰砖在墙体功能上的优缺点。橡胶粉的掺入提高了砖的抗折强度, 而抗压强度却有所降低, 但符合隔墙强度要求。随着橡胶掺量的增加, 橡胶混凝土砖密度越来越小。橡胶混凝土砖比蒸压粉煤灰砖的吸水率和饱和系数都有所降低, 使得橡胶混凝土砖在作为隔墙砖使用时比蒸压粉煤灰砖更具有优势。

**关键词:** 橡胶混凝土; 抗折强度; 抗压强度; 吸水率

**中图分类号:** TU528.57

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-1144(2015)05-0052-03

## Comparison Research Between Rubber Concrete Bricks and Fly Ash Bricks

BAI Tao<sup>1</sup>, SONG Yan<sup>1</sup>, WANG Fengchi<sup>2</sup>

(1. School of Architecture and Urban Planning, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning 110168, China;

2. School of Civil Engineering, Shenyang Jianzhu University, Shenyang, Liaoning 110168, China)

**Abstract:** In order to improve the utilization of recycled rubber, a new approach of adopting concrete wall-filling bricks that are made with large proportion of recycled rubber was put forward. The advantages and disadvantages of rubber concrete bricks and fly ash bricks were compared and analyzed. The adoption of rubber powder enhances the flexural strength while reduces the compressive strength of the bricks, but not so much as violating the strength requirements for the partition walls. With the increase of rubber content, the density of the rubber concrete bricks decreases. Compared with the fly ash bricks, the water absorption rate and saturation coefficients of the rubber concrete bricks are both decreased at a certain amount, which proves that the rubber bricks are more suited for the partition walls.

**Keywords:** rubber concrete brick; flexural strength; compressive strength; water absorption

墙体材料是建筑材料的主流, 是建筑性能的主要载体。非黏土、节能、利废、改善建筑功能、减少环境污染和原料采掘不破坏生态环境的各类墙体材料称为新型墙体材料<sup>[1-3]</sup>。我国墙体材料工艺技术、产品质量与使用功能等方面, 均大大落后于工业发达国家。发展新型墙体材料, 利废是关键。

目前, 废弃橡胶已经成为主要工业废弃物之一。如何处置废弃橡胶轮胎, 各国根据自己的国情有着不同的处理方法。橡胶粉有“黑色黄金”之称, 是通过物理法或化学法将废旧轮胎粉碎或研磨成不同粒径的颗粒。橡胶粉用量最大的是作为改性沥青的原材料之一, 应用在公路工程 and 公用工程方面。要提

高我国废旧轮胎的回收利用率, 需进一步提高橡胶粉在建筑工程上的应用潜力。将橡胶粉掺加到混凝土中, 制成一种新型的混凝土——橡胶混凝土, 它在动力性能、耐久性能、隔热、隔声性能等方面表现出了明显的优势, 更能适应建筑工程市场的需要。近年来, 橡胶混凝土已逐渐在公路、铁路、民用建筑等应用中取得开拓性进展<sup>[4-12]</sup>。

本文提出了大掺量橡胶混凝土砖的研究构想, 旨在通过大掺量橡胶混凝土砖的性能研究对比, 既能大量使用废弃橡胶, 提高废橡胶的使用率, 又能得出橡胶混凝土砖的优良性能, 满足人们对建筑的更高要求。

收稿日期: 2015-05-10

修稿日期: 2015-06-17

基金项目: “十二五”国家科技支撑计划课题(2012BAJ11B02)

作者简介: 白涛(1973—), 男, 辽宁海城人, 讲师, 硕士, 主要从事建筑规划、建筑构造方面的研究工作。E-mail: 276627847@qq.com

# 1 橡胶混凝土砖的制备

## 1.1 橡胶混凝土砖的材料

大掺量橡胶混凝土砖的原材料包括橡胶、砂子、水泥、外加剂等。试验中所用的胶粉是用汽车废旧轮胎胎面橡胶作原料生产的硫化胶粉(沈阳市宏玉盛橡胶材料厂生产),橡胶粉颗粒目数为 28 目。

试验所用砂子为普通河砂(中砂),密度 2.65 g/cm<sup>3</sup>,细度模数 2.4。水泥为辽宁山水公源水泥有限公司制造的 32.5 级 P.O 硅酸盐水泥。

试验所用外加剂为沈阳市万龙防水材料厂生产的 801 多功能建筑速溶胶粉,以天然高分子制成,是无毒、无味、无刺激的绿色产品,能迅速溶解于冷水,形成乳胶型黏稠胶水。使用时 1 g 胶粉需要兑 100 g 水,直接在桶内加冷水快速搅拌,搅拌 30 s 左右,即可使用。

## 1.2 橡胶粉的取代方法及配合比

试验采用的基准配合比为水泥:石子:砂子:水 = 1:1.35:2.87:0.43。用橡胶等体积替代细骨料、粗骨料。试验中考虑了 3 种橡胶粉替代率,所采用的配合比如下:

- (1) A 砖配合比(文中代号为 A)  
橡胶粉:水泥:水:砂子 = 142:646:278:1852
- (2) B 砖配合比(文中代号为 B)  
橡胶粉:水泥:水:砂子 = 368:646:278:436
- (3) C 砖配合比(文中代号为 C)  
橡胶粉:水泥:水:砂子 = 439:646:278:0

经过试配计算,A、B、C 三种配比的砖在橡胶混凝土拌和过程中都需要掺加 65 g 浓度为 10% 的成型剂,以使得橡胶粉和水泥、砂子更好的粘结成型。

## 1.3 体积密度

本试验对比砖采用普通蒸压粉煤灰砖(文中代号为 D),砖试验按照《粉煤灰砖》<sup>[13]</sup>(JC239 - 2001) 标准执行。四种砖的体积密度如图 1 所示。

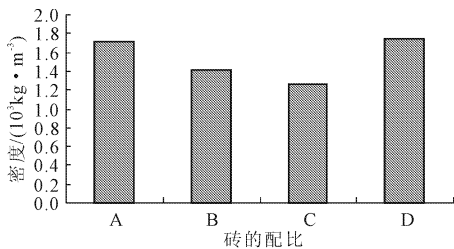


图 1 砖的密度对比图

A、B、C、D 四种砖的密度由大到小排列依次为 D、A、B、C,蒸压粉煤灰砖 D 的密度最大,而橡胶粉

等体积替代部分砂子、石子后的 A、B、C 三种砖的密度都变小,并且随着橡胶掺量的增加,密度越来越小。C 种砖的密度降低达 27%,这是由于相同体积状态下,橡胶粉的质量远远要比砂子、石子轻得多。橡胶粉替换越多,砖的质量就越轻,在强度满足要求的情况下,可以方便施工、搬运,用作隔墙砌体使用有更多的优点。

# 2 强度对比

## 2.1 试验方法

A、B、C、D 四种砖均为非烧结砖,应放在温度为 (20±5)℃ 的水中浸泡 24 h 后取出,拭去表面水分再进行砖试样的抗折强度试验。采用三点加载。

砖试件的抗折强度按式(1)计算:

$$R_c = \frac{3P_1L}{2BH^2} \tag{1}$$

式中:R<sub>c</sub> 为抗折强度;P<sub>1</sub> 为最大破坏荷载;L 为跨距;B 为砖试件宽度;H 为砖试件高度。

由于是非烧结砖试件,可直接进行抗压强度试验。每块砖的抗压强度 R<sub>p</sub> 按式(2) 计算:

$$R_p = \frac{P_2}{LB} \tag{2}$$

式中:R<sub>p</sub> 为抗压强度;P<sub>2</sub> 为最大的破坏荷载;L 为砖受压面(连接面) 的长度;B 为砖受压面(连接面) 的宽度。

## 2.2 对比分析

砖的抗折强度、抗压强度见图 2、图 3。

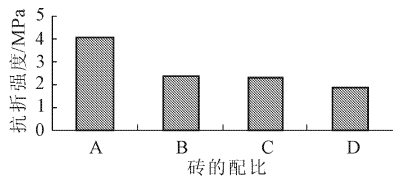


图 2 抗折强度

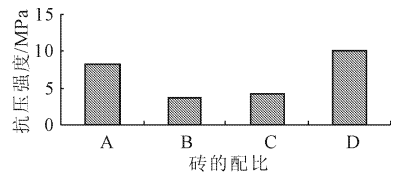


图 3 抗压强度变化图

A、B、C 三种砖的抗折强度都符合 M10 的标准,而 D 种砖符合 M7.5 的标准,本试验研究的三种砖 A、B、C 在抗折强度上都比蒸压粉煤灰砖 D 要好。从图 3 可以看出,A、B、C 三种砖的抗折强度依次从大到小递减,说明橡胶掺量越多的抗折强度越小。

对比说明,橡胶粉的掺入对抗折强度的影响较大,但是新型橡胶混凝土砖高于蒸压粉煤灰 D 种砖。

抗压强度中,橡胶混凝土 A 种砖和蒸压粉煤灰 D 种砖符合 M7.5 中的要求。橡胶替换较多的 B、C 两种砖则基本符合 M5 的要求。试验用砖的要求是用来作隔墙,不承受较大荷载,所以对抗压强度要求较低<sup>[14-15]</sup>。与蒸压粉煤灰 D 种砖相比,试验用 A、B、C 三种砖的抗压强度全部降低,并且依次随着橡胶粉掺量的增加递减,但是有一个量的限制,A 种砖中橡胶粉掺量最少抗压强度最高,而 B、C 砖中掺量依次增多,可是抗压强度 C 砖比 B 砖要高,这说明,橡胶粉的掺入并非无限使抗压强度降低,达到一个量后,抗压强度开始变化不大,甚至略有回升。

通过橡胶混凝土 A 砖、B 砖、C 砖和蒸压粉煤灰 D 砖的对比可知,A、B、C 砖的抗折强度都比蒸压粉煤灰 D 砖有所提高,而抗压强度都不如 D 砖高,但是作为隔墙使用,强度还是可以达到要求的。

### 3 吸水率及饱和系数的试验对比

#### 3.1 试验方法

将试样砖放入 105℃~110℃的鼓风干燥箱中干燥,采用电子称(精确到 0.1 g)每隔 2 h 称一次重量,直至两次重量差在 0.2%之内可以停止干燥,认为试样砖重量已至恒重,记其质量  $G_0$ 。将干燥后的试样砖浸入水温 10℃~30℃的水中 24 h。浸泡 24 h 后,将砖取出,用抹布拭去表面水分,将砖放入干燥的盆中,去皮称重,称量时砖试样毛细孔渗到盆中的水分质量也计入吸水质量中,称重质量即为浸泡 24 h 后的湿质量  $G_{24}$ 。将称重后的湿试样侧立放入加热容器中,然后注入清水,锅内水面高度应高于砖表面 50 mm,将水加热至沸腾,煮沸 3 h 后,将砖试样取出,称重质量即为试件煮沸 3 h 的湿质量  $G_3$ 。将砖试样继续煮沸 2 h 后称重质量即为试件煮沸 5 h 的湿质量  $G_5$ 。

浸泡 1 d(24 h)后砖吸水率  $w_{24}$ 按式(3)计算:

$$w_{24} = \frac{G_{24} - G_0}{G_0} \times 100\% \quad (3)$$

煮沸 3 h 的砖试样吸水率按下式(4)计算:

$$w_3 = \frac{G_3 - G_0}{G_0} \times 100\% \quad (4)$$

每块砖试样的饱和系数  $K$ 按下式(5)计算:

$$K = \frac{G_{24} - G_0}{G_5 - G_0} \quad (5)$$

#### 3.2 对比分析

不同配比砖的吸水率、饱和系数对比如图 4、图 5 所示。试验中 A、B、C 三种橡胶混凝土砖的吸水率均比蒸压粉煤灰 D 砖小很多,A、B、C 三砖吸水率仅为 D 砖的 20%左右。A、B、C 三砖之中,A 和 B 相差不大,C 明显减小很多,减小幅度可达 A 和 B 的 20%左右。橡胶粉掺量越多,吸水率越低。蒸压粉煤灰 D 砖的饱和系数比橡胶混凝土 A、B、C 砖大很多,几乎是 A、C 的两倍,B 的三倍。

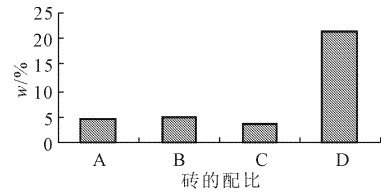


图 4 砖的吸水率对比

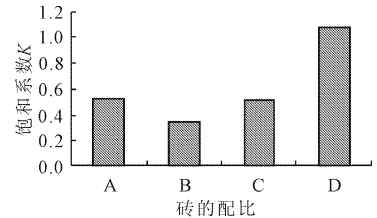


图 5 砖的饱和系数对比

橡胶混凝土 A、B、C 砖比蒸压粉煤灰 D 砖的吸水率和饱和系数都低很多,说明 A、B、C 三砖的吸水性能方面优于 D 砖,使得 A、B、C 三种橡胶混凝土砖在作为隔墙使用时比蒸压粉煤灰 D 砖更加具有优势。

### 4 结论

(1) 橡胶粉的掺入提高了砖的抗折强度,即 A、B、C 三种砖的抗折强度都比 D 种砖有所提升,而抗压强度却都有所降低。橡胶混凝土砖 A、B、C 用作隔墙,强度符合要求。

(2) 随着橡胶掺量的增加,橡胶混凝土砖密度越来越小。

(3) 橡胶混凝土 A、B、C 砖比蒸压粉煤灰 D 砖的吸水率和饱和系数都有所降低,使得 A、B、C 三种橡胶混凝土砖在作为隔墙使用时比蒸压粉煤灰 D 砖更加具有优势。

#### 参考文献:

- [1] 李兴福,徐鹤.中国废旧轮胎利用途径的环境影响评价[J].环境污染与防治,2010(11):167-173.