

掺纳米 SiO_2 粉煤灰夹芯砌块的抗折强度

宋国芳, 蒋 荣

湖南交通工程职业技术学院, 湖南衡阳 421001

摘要 利用纳米 SiO_2 、水泥、粉煤灰等主要原材料, 加入适量外加剂, 制作空心砌块, 中间填入废弃聚苯乙烯塑料泡沫, 通过自然养护方法研制出一种符合节能要求的自保温墙体材料——掺纳米 SiO_2 粉煤灰夹芯砌块。以普通粉煤灰混凝土空心砌块规格和块型的设计要求和标准作为本研究砌块设计方案的基础, 设计出尺寸、孔洞大小及孔洞分布符合要求的砌块。研究了粉煤灰、纳米 SiO_2 、水泥及水等影响砌块强度的主要因素, 以砌块抗折强度为主要指标, 取 4 因素、3 水平进行正交试验, 优化砌块配合比参数, 最终得出最佳配比为粉煤灰 40%, 水泥 14%, 纳米 SiO_2 0.5%, 水掺量为 22%, 该砌块具有较高的抗折强度及较低的成本。该配合比的因素水平组合与前期研究中取得较高抗压强度的因素水平一致, 并且其抗折强度与抗压强度比值较高; 该配合比砌块不仅抗压强度高, 而且抗折强度大, 应用该砌块砌筑的砌体具有较高承受复杂应力的能力。

关键词 纳米材料; 粉煤灰; 夹芯砌块; 抗折强度

中图分类号 TU522.3⁴

文献标识码 A

文章编号 100-7857(2010)07-0096-04

Bending Strength of the Nano-silica Doped Flyash Sandwich Block

SONG Guofang, JIANG Rong

Hunan Technical College of Communications & Engineering, Hengyang 421001, Hunan Province, China

Abstract In this paper, a new self thermal insulation mural material is proposed. Its major components include nanometer SiO_2 , portland cement and fly ash. It is made by mixing shrinkage-reducing agent, filling waste polystyrene in the hole, and natural curing. It is called the nano-silica doped flyash sandwich block. Based on the design requirements and standards of ordinary fly ash concrete hollow block, the corresponding size of the block, the size and distribution of the holes for this material are determined. The influences of major-factors such as fly ash, nanometer material, portland cement and water on the strength of the block are studied. The bending strength is the most important. Four factors and three levels for the orthogonal experiment are selected to optimize the matching ratio of the block. The result is 40% of fly ash, 14% of the portland cement, 0.5% of nanometer SiO_2 and 22% of the water ash ratio. Such block features high bending strength and low cost. The bending strength and the compressive strength reach the same factor level combination as being reached in previous studies, but with higher ratio of bending strength to compressive strength. The block made by such matching ratio has a higher compressive strength and a higher flexural strength. The masonry made by such block can better withstand complex stresses.

Keywords nano-materials; fly ash; sandwich block; bending strength

0 引言

纳米材料自 20 世纪 80 年代发展至今, 因其奇特的性能和广阔的应用前景, 被誉为跨世纪的新材料^[1], 引起了科学界和企业界的极大关注。纳米材料对水泥、混凝土力学性能影响的研究具有探索性意义, 能够改善粉煤灰混凝土的物理力学性能^[2]。目前, 白色污染日趋严重, 利用工业废料聚苯乙烯

泡沫作为混凝土的轻骨料制成 EPS 轻集料混凝土的应用取得了很大成功^[3-5], 有学者研究在粉煤灰砌块中掺加塑料废弃物, 也取得了很好的环境效益^[6]。

为了提高粉煤灰在建材领域的利用层次, 探索纳米材料在砌块应用的可行性, 前期利用正交实验, 以砌块抗压强度为主要指标, 优化砌块配合比参数, 研制出了具有承重、保温

收稿日期: 2009-12-21

基金项目: 湖南省科技计划项目(2008GK3113); 湖南省教育厅科学研究项目(08D058); 衡阳市科技计划项目(2007KJ05)

作者简介: 宋国芳, 副教授, 研究方向为工程结构与材料, 电子信箱: sgf203@126.com

40%, 水泥 14%, 纳米 SiO_2 0.5%, 水 22%。

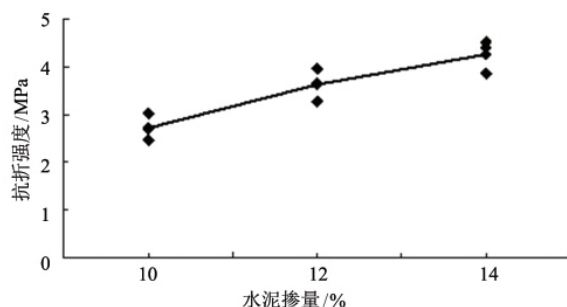


图 4 水泥与抗折强度的关系

Fig. 4 Relationship between the bending strength and the content of cement

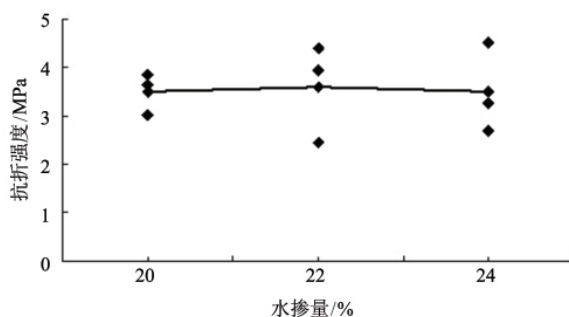


图 5 水掺量与抗折强度的关系

Fig. 5 Relationship between the bending strength and the content of water

6 讨论

前期研究显示,取得较好抗压强度的因素水平组合为表 3 中 6 号试验,即粉煤灰 40%,水泥 14%,纳米 SiO_2 为 0.5%,水 22%。此时粉煤灰含量较高,有利于提高粉煤灰利用率,纳米 SiO_2 含量较低,有利于降低成本,且取得了较高的抗压强度(13.68MPa),达到 MU10 的强度等级^[7]。本研究发现,该配合比砌块的抗折强度为 4.39MPa,是 9 组试验中较高的,与抗压强度的研究结果一致。

从另一个角度,抗折强度反映了砌块在砌体中发挥其抗压强度的能力,也反映了砌块在砌体中承受复杂应力的能力。粉煤灰小型空心砌块的抗折强度为其抗压强度的 20% 左右^[13],纳米 SiO_2 粉煤灰夹芯砌块的抗折强度为其抗压强度的 32.09% (4.39MPa/13.68MPa)。采用因素水平组合为粉煤灰 40%,水泥 14%,纳米 SiO_2 为 0.5%,水 22% 的纳米 SiO_2 粉煤灰夹芯砌块抗折强度较大,故采用该配合比制作的掺纳米二氧化硅粉煤灰夹芯砌块砌筑的砌体将可获得较高的抗压强度和抗剪强度。

7 结论与建议

1) 因素水平组合为粉煤灰 40%, 水泥 14%, 纳米 SiO_2 0.5%, 水 22% 的纳米 SiO_2 粉煤灰夹芯砌块不仅抗压强度较高,而且抗折强度较好,故应该选用该配合比制作纳米 SiO_2

粉煤灰夹芯砌块。

2) 试制的纳米 SiO_2 粉煤灰夹芯砌块不仅抗折强度较高,且其高于抗压强度的 30%,有利于提高采用该砌块砌筑砌体的抗压能力和抗剪能力。

3) 应用纳米材料改性粉煤灰混凝土这一建材领域的新成果,大胆创新,跳出砌块生产的传统思路,对新材料、新技术的具体应用起到了推动作用。

4) 纳米粉煤灰夹芯砌块的抗折强度较高,可能与纳米材料改善砌块的微观结构有关,其机制有待于进一步研究。

参考文献 (References)

- [1] 马登军. 面向 21 世纪的新材料——纳米材料 [J]. 河北建筑工程学院学报, 1997(1): 45-51.
Ma Dengjun. *Journal of Hebei Institute of Architectural Engineering*, 1997(1): 45-51.
- [2] 季韬, 黄与舟, 郑作樵. 纳米混凝土物理力学性能研究初探[J]. 混凝土, 2003(3): 13-14.
Ji Tao, Huang Yuzhou, Zheng Zuoqiao. *Concrete*, 2003(3): 13-14.
- [3] Perry S H, Bischoff P H, Yamura K. Mix details and material behaviour of polystyrene aggregate concrete [J]. *Concrete Research*, 1991, 43(154): 71-76.
- [4] Chen B, Liu J. Properties of lightweight expanded polystyrene concrete reinforced with steel fiber [J]. *Cement and Concrete Research*, 2004, 34 (7): 1259-1263.
- [5] Babu K G, Babu D S. Behaviour of lightweight expanded polystyrene concrete containing silica fume[J]. *Cement and Concrete Research*, 2003, 33(5): 755-762.
- [6] 张照宇. 粉煤灰砌块的研究 [J]. 苏州城建环保学院学报, 2002, 15(2): 56-58.
Zhang Zhaoyu. *Journal of Suzhou Institute of Urban Construction and Environmental Protection*, 2002, 15(2): 56-58.
- [7] 宋国芳, 朱平, 王四清, 等. 纳米粉煤灰夹心砌块的研制[J]. 科技导报, 2009, 27(17): 96-100.
Song Guofang, Zhu Ping, Wang Siqing, et al. *Science & Technology Review*, 2009, 27(17): 96-100.
- [8] 刘苏文. 影响混凝土砌块抗压强度的因素分析[J]. 建筑砌块与砌块建筑, 2007(5): 14-18.
Liu Suwen. *Building Block & Block Building*, 2007(5): 14-18.
- [9] 杨伟军, 田俊杰, 祝晓庆. 硅空心砖性能及其应用研究报告[R]. 长沙市新型墙体材料办公室, 2002.
Yang Weijun, Tian Junjie, Zhu Xiaoping. Research about the properties and applications of the silicon hollow brick[R]. Neotype Walling Office of Changsha, 2002.
- [10] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 混凝土小型空心砌块试验方法(GB/T4111-1997)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Test methods for the small concrete hollow block(GB/T 4111-1997)[S]. Beijing: China Standards Press, 1997.
- [11] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 砌墙砖试验方法(GB/T2542-2003)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2003.
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China. Test methods for wall bricks(GB/T 2542-2003)[S]. Beijing: China Standards Press, 2003.
- [12] 武民, 祁岩. 粉煤灰小型空心砌块性能指标[J]. 砖瓦, 2006(4): 53-54.
Wu Min, Qi Yan. *Block-Brick-Tile*, 2006(4): 53-54.
- [13] 何水清. 粉煤灰空心砌块的生产与应用[J]. 砖瓦世界, 2007(10): 34-37.
He Shuiqing. *Brick & Tile World*, 2007(10): 34-37.

(责任编辑 岳臣)