

聚合物纤维对聚苯乙烯颗粒保温砂浆性能的影响

彭家惠, 韩舜, 张建新, 陈明凤, 张桂红

(重庆大学 建材系, 重庆 400045)

摘要: 主要研究纤维种类、掺量和长度对 EPS 保温砂浆抗裂性的影响。结果表明, 掺入纤维对 EPS 保温砂浆有显著的增强作用, 其中以聚丙烯纤维增强效果最佳。聚丙烯纤维使 EPS 保温砂浆收缩率降低, 断裂能增大, 裂缝指数显著降低, 表明 EPS 保温砂浆抗裂性得到显著改善。聚丙烯纤维的适宜掺量为 0.1%, 最佳长度范围为 12~15 mm。

关键词: 聚苯乙烯泡沫塑料; 保温砂浆; 纤维; 抗裂性

中图分类号: TU57+8

文献标志码: A

文章编号: 1006-7329(2008)02-0135-03

Influence of Polypropylene Fiber on the Performance of Thermal Insulating Mortar Made from Expanded Polystyrene Particles

PENG Jia-hui, HAN Shun, ZHANG Jian-xin, CHEN Ming-feng, ZHANG Gui-hong

(Department of Construction Materials, Chongqing University, Chongqing 400045)

Abstract: The influences of the types, dosage and length of fibers on EPS thermal insulating mortar were studied. The results show that the addition of fibers have obvious reinforcing effects on EPS thermal insulating mortar. With the addition of polypropylene fiber, the shrinkage and cracking index of mortar is obviously decreased, and the cracking energy is increased, which shows that the cracking resistance of EPS mortar is markedly improved. The proper dosage of polypropylene fiber is 0.1% and the optimal length range is 12~15 mm.

Key words: expanded polystyrene (EPS); Thermal insulating mortar; fiber; crack resistance

传统保温砂浆是以膨胀珍珠岩为轻骨料, 因其吸水率很高、脆性大、抗裂性差, 只能作内保温, 应用有很大局限性^[1,2]。随着建筑节能在全国范围的全面实施, 保温砂浆的技术提升与升级换代势在必行。利用 EPS 保温隔热性、稳定性、抗裂性好的特点, 将废弃 EPS 加工成 0.25~2.5 mm 颗粒作为轻骨料取代膨胀珍珠岩, 配制高性能外保温砂浆是一种创新。

EPS 保温砂浆的抗裂性、耐候性优良, 能用于外墙外保温, 突破了传统保温砂浆只能作内保温的局限, 是对传统保温砂浆技术性能的重大提升。已有研究表明^[3-5], 掺加聚合物纤维改性是提高聚苯乙烯颗粒保温砂浆抗裂性和抗冲击性的有效措施。本文着重研究纤维种类、掺量、长度对 EPS 保温砂浆综合性能的影响。

1 原材料与实验方法

1.1 主要原材料

EPS 颗粒由废弃聚苯乙烯泡沫经专用破碎机破

碎而成的粒度小于 5 mm 的 EPS 颗粒, 外观为不规则多面体, 容重 18~25 kg/m³。聚丙烯纤维比重 0.91, 直径 40 μm, 杨氏模量 3 790 MPa, 延伸率 18%, 长度 6~19 mm。水泥为 42.5 MPa 普通硅酸盐水泥。偶联剂、粘结剂、保水剂、膨胀剂为市售工业品。

1.2 实验方法

保温材料普通物理力学性能实验参照《建筑砂浆基本性能的试验方法》(JGJ70—90) 进行。

断裂性测定: 利用 Instron-1346 试验机, 采用三点弯曲法测试规格为 40 mm×40 mm×160 mm 砂浆试件的荷载—挠度曲线, 计算其断裂能和极限变形量。

裂缝实验方法参照文献^[6]。拌好的浆料置于 350 mm×500 mm×20 mm 木模中, 距试样 0.5 m 处用风速为 2~3 m/s 电风扇吹拂, 试样上方 1.5 m 处用 1 000 W 碘钨灯烘烤, 3 h 后关闭风扇与碘钨灯, 采用测微显微镜测量裂缝宽度, 根据裂缝宽度分成了 4 个

* 收稿日期: 2007-10-20

基金项目: 重庆市建委资助“高性能保温砂浆成套技术与工程示范”(2004-32)

作者简介: 彭家惠(1962-), 男, 重庆人, 教授, 博士, 主要从事建筑节能与保温材料的研究, (E-mail) Pengjh@cqu.edu.cn。

范围:大($d \geq 3$ mm)、中($3 > d \geq 2$)、小($2 > d \geq 1$)、极细($1 > d$),分别对应的权值是 3、2、1、0.5,计算出砂浆试件的开裂指数(每一权值和相应的长度的乘积之和即为开裂指数)。

2 实验结果与讨论

2.1 纤维种类对 EPS 保温砂浆性能的影响

试验了体积掺量为 0.05% 的聚丙烯纤维、尼龙-6 纤维等四种纤维对 EPS 保温砂浆性能的影响,结果见表 1。

表 1 不同种类纤维对 EPS 保温砂浆性能的影响

纤维种类	体积掺量/%	抗折强度/ 抗压强度	断裂能 /J·m ⁻²	最大变形 量/mm	相对裂分散 缝指数	性
未添加	0	54.2	25.0	0.14	1.00	—
聚丙烯纤维	0.05	68.3	44.5	0.26	0.37	好
尼龙-6 纤维	0.05	64.5	42.4	0.22	0.46	一般
维纶纤维	0.05	65.2	42.7	0.23	0.42	较好
玻璃纤维	0.05	59.8	38.8	0.20	0.51	差

$R_{折}/R_{压}$ 表征材料脆性高低, $R_{折}/R_{压}$ 越大,其脆性越低。表 1 可见,纤维使 $R_{折}/R_{压}$ 增大,表明纤维可降低 EPS 保温砂浆脆性。掺聚丙烯纤维 EPS 保温砂浆的 $R_{折}/R_{压}$ 最大,其改善脆性的效果最好。断裂能和最大变形量表征材料韧性高低,断裂能、最大变形量越大,其韧性越高。纤维使 EPS 保温砂浆断裂能和最大变形量显著提高,表明纤维可显著提高 EPS 保温砂浆韧性,这对材料的抗裂性是非常有利的,其中聚丙烯纤维改善韧性的效果最好。裂缝实验表明,纤维可有效抑制裂缝形式,使裂缝数量大幅减少,聚丙烯纤维的裂缝相对指数为 0.37,即裂缝减少 63%。从纤维在 EPS 保温砂浆中的分散状况看,聚丙烯纤维分散性最好,其次是维纶纤维、尼龙-6 纤维,玻璃纤维分散性较差。综合纤维分散性、对 EPS 保温砂浆增韧降脆、提高抗裂性考虑,聚丙烯纤维效果最佳。

2.2 聚丙烯纤维掺量对 EPS 保温砂浆性能的影响

试验了聚丙烯纤维掺量对 EPS 保温砂浆干缩率、 $R_{折}/R_{压}$ 、断裂韧性,以及抗裂性能的影响,结果见图 1~图 6。

由图可见,聚丙烯纤维使 EPS 保温砂浆干缩率降低, $R_{折}/R_{压}$ 升高,断裂能和变形量增加,裂缝减少,裂缝宽度减小。未掺纤维时,EPS 保温砂浆裂缝宽度主要为 1~2 mm 和 2 mm 以上,纤维掺量为 0.1% 时,未出现大于 2 mm 的裂缝,小于 1 mm 的微裂缝多于 1~2 mm 裂缝,纤维掺量为 0.2% 时,裂缝主要为小于 1 mm 的微裂缝。表明聚丙烯纤维不但使 EPS 保温砂浆裂缝减少,而且使裂缝细化。纤维掺量在 0.1% 以

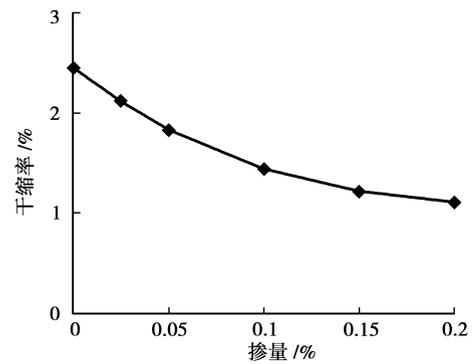


图 1 聚丙烯纤维对 EPS 保温砂浆干缩率的影响

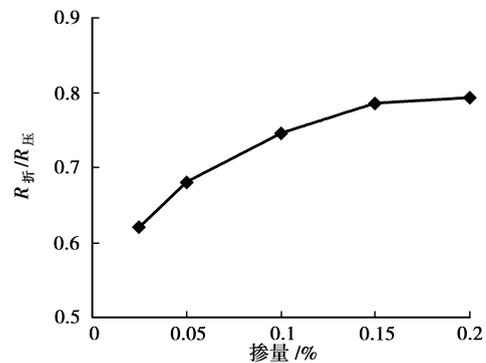


图 2 聚丙烯纤维对 EPS 保温砂浆 $R_{折}/R_{压}$ 的影响

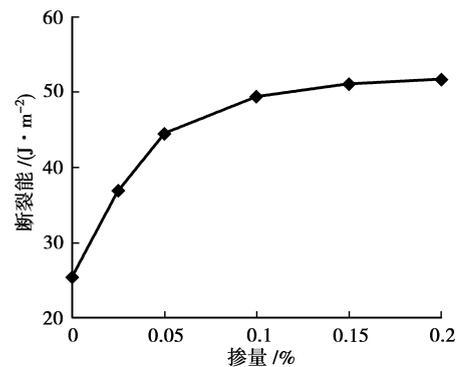


图 3 聚丙烯纤维对 EPS 保温砂浆断裂能的影响

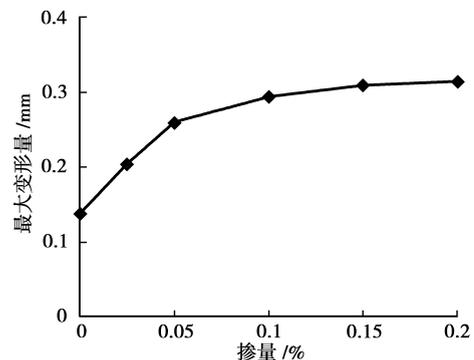
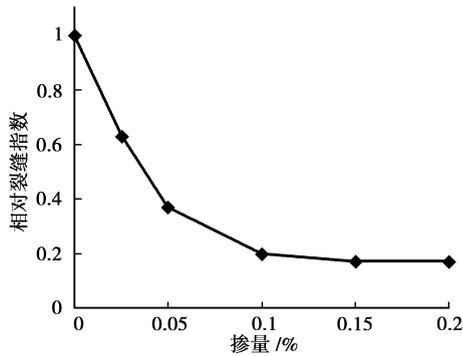


图 4 聚丙烯纤维对 EPS 保温砂浆最大变形量的影响
内,聚丙烯纤维改性效果随掺量增加而不断提高,掺量超过 0.1%,其增强效果不再明显增加。聚丙烯纤维的适宜掺量为 0.1%。



5 聚丙烯纤维对 EPS 保温砂浆相对裂缝指数的影响

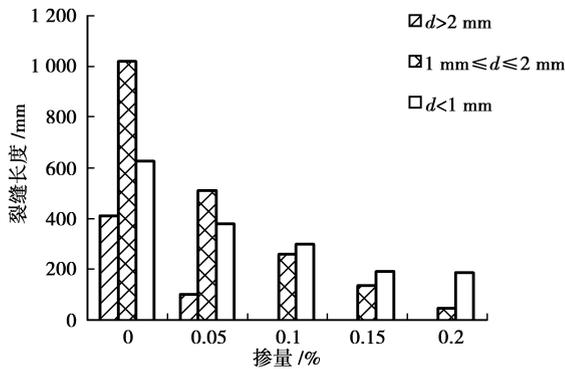


图 6 聚丙烯纤维对 EPS 保温砂浆裂缝长度分布的影响

2.3 聚丙烯纤维长度对 EPS 保温砂浆性能的影响

聚丙烯纤维对 EPS 保温砂浆性能的影响见表 2。

表 2 聚丙烯纤维长度对 EPS 保温砂浆性能的影响

纤维长度/mm	稠度/mm	分层度/mm	干缩率/%	断裂能/(J·m ⁻²)	最大变形量/mm	开裂指数
6	83	14	1.88	46.7	0.29	39
8	80	15	1.83	48.6	0.31	36
12	78	15	1.79	52.1	0.35	32
15	74	17	1.76	54.5	0.39	28
19	70	18	1.80	52.7	0.38	33

EPS 保温砂浆韧性、抗裂性随聚丙烯纤维长度增加而提高,长度在 15 mm 以内,聚丙烯纤维增强效果随长度增加而提高,但超过 15 mm,其增强效果出现倒缩。聚丙烯纤维使砂浆稠度降低,分层度增加,施工和易性变差。聚丙烯纤维分散性随长度增加而逐渐变差,纤维较长时,在 EPS 保温砂浆中分散不佳,易成团,使抗裂性降低。EPS 保温砂浆中聚丙烯纤维的适宜长度为 12~15 mm。

3 结论

纤维能对 EPS 保温砂浆有显著的增强作用,聚丙烯纤维增强效果最佳。聚丙烯纤维使 EPS 保温砂浆收缩率降低,抗折强度/抗压强度提高,最大变形量与断裂能增大,即使 EPS 保温砂浆韧性提高,脆性降低;聚丙烯纤维使 EPS 保温砂浆裂缝宽度和裂缝数量显

著降低,即聚丙烯纤维能显著改善 EPS 保温砂浆抗裂性;聚丙烯纤维的适宜掺量为 0.1%,长度 12~15 mm。

参考文献:

[1] 刘玉珉,石百军. 膨胀珍珠岩抹灰墙体保温性能及施工[J]. 施工技术,1996,25(8):21-22.
LIU Yu-ming, SHI Bai-jun. Properties and construction of thermal insulating mortar made of expanding perlite[J]. Construction Technology,1996,25(8):21-22.

[2] 陈明凤,张彭成,彭家惠,等. EPS 保温砂浆性能的影响因素分析[J]. 新型建筑材料,2001(7):23-26.
CHEN Ming-feng, ZHANG Peng-cheng, PENG Jia-hui, et al. Influencing factors of EPS thermal insulation mortar[J]. New Building Materials, 2001(7):23-26.

[3] 马一平,谈慕华,吴科如. 聚丙烯纤维几何形态对水泥砂浆塑性干缩开裂性能的影响[J]. 混凝土与水泥制品, 2001,2:38-40.
MA Yi-ping, TAN Mu-hua, WU Ke-ru. Influence of geometric shape of polypropylene fibers on the resistance of plastic shrinkage cracking of cement mortar[J]. China Concrete and Cement Products, 2001, 2: 38-40.

[4] 彭家惠,陈明凤,张建新. EPS 表面改性及其保温砂浆的耐候性与抗裂性[J]. 重庆大学学报(自然科学版),2002, 25(1):24-27.
PENG Jia-hui, CHEN Ming-feng, ZHANG Jian-xin. Investigation on EPS surface modification and EPS thermal insulation mortar's weather resistance and cracking resistance[J]. Journal of Chongqing University, 2002, 25(1): 24-27.

[5] 陈明凤,谢厚礼,彭家惠,等. 粘结剂和纤维对 EPS 保温砂浆性能的影响[J]. 房材与应用, 2001, 29(5):22-24.
CHEN Ming-feng, XIE Hou-li, PENG Jia-hui et al. Influence of binding agent and fibre on properties of EPS thermal insulation mortar[J]. Building Materials and Application, 2001, 29(5):22-24.

[6] 马一平,谈慕华. 聚丙烯纤维水泥基复合材料物理力学性能研究(I)—抗塑性干缩开裂性能[J]. 建筑材料学报, 2000,3(1):48-52.
MA Yi-ping, TAN Mu-hua. Effects of polypropylene fibres on the physical and mechanical properties of cement based composites — plastic shrinkage cracking resistance [J]. Journal of Building Materials, 2000, 3(1):48-52.

(编辑 王秀玲)