

表面活性剂对聚丙烯纤维增强水泥材料性能的影响*

王德松 罗青枝[✓] 李发堂 李力
(河北科技大学 石家庄 050018)

收 172.71

摘 要:研究了具有两亲性的表面活性剂对聚丙烯纤维增强水泥材料性能的影响,发现向水泥基体中加入少量的表面活性剂和适宜的其它添加剂,有增大聚丙烯纤维和水泥基体间的相互作用,提高聚丙烯纤维的增强增韧效果。

关键词:表面活性剂 聚丙烯纤维 增强增韧 水泥基材料

Abstract: The effect of the surfactants on the performances of polypropylene fiber reinforced cement has been studied. It is found that the adhesive strength between polypropylene fibers and cement matrix is increased and the reinforcing and toughening effect is improved by adding a little of surfactant and the appropriate amount of chemical admixtures.

Key words: Surfactant, Polypropylene Fiber, Reinforcing and Toughening, Cement Based Material

0 前言

聚丙烯(PP)纤维耐酸耐碱,具有较好的力学性能,是增强增韧水泥基材料的理想纤维之一^[1]。但是,聚丙烯纤维不含极性基团,纤维表面表现为化学惰性,与水泥基体的粘结力较小,限制了其增强增韧效果的充分发挥。向聚丙烯纤维增强增韧的水泥基材料中加入少量两亲性的偶联剂,增大了纤维与水泥基体间的粘结力,可以成为改善聚丙烯纤维增强增韧效果的有效手段之一。本文选择常见的表面活性剂作为纤维-水泥基体偶联剂,考察了这些表面活性剂对聚丙烯纤维增强增韧水泥基材料性能的影响。

1 实验

1.1 主要原料

水泥 石家庄水泥厂产 525#普通硅酸盐水泥。

聚丙烯纤维 中国科学院化学研究所提供,直径 15 μm、拉伸强度 400 MPa,弹性模量 12 GPa,长度 30mm。

表面活性剂 十二烷基苯磺酸钠(LAS)、十二烷基硫酸钠(K12)和烷基聚氧乙烯醚(AEO),分析纯试剂。

水 自来水。

1.2 聚丙烯纤维增强水泥及其试件

称取一定量的水泥,加入设计量的自来水或表面活性剂水溶液,搅拌,并在搅拌过程中加入设计量的聚丙烯纤维,充分搅拌后倒入模具中,然后高频率振动 2 分钟,刮平,置于相对湿度大于 90%的环境中,24 小时后脱模,置于室温水养护 14 天,再在室温空气中

养护 14 天,然后进行性能测试。

用于弯曲强度、容重、吸水率和空隙率测定的试件尺寸为 40mm × 40mm × 160mm,用于冲击强度测定的试件尺寸为 20mm × 20mm × 160mm。

1.3 抗弯强度和抗冲击强度的测定

采用 LT-1000 型力学实验机进行抗弯强度测定,形变速率为 4mm/min,每组测试 9 个试件,统计平均值,得到水泥基材料样品的抗弯强度。

采用 Charpy X CJ-50 型简支梁冲击实验仪进行抗冲击强度测定,每组测试 9 个试件,统计平均值,得到水泥基材料样品的抗冲击强度。

1.4 样品容重、吸水率和空隙率的测定

按照 GB7019-86 规定的方法测定样品的容重、吸水率和空隙率。

2 实验结果与讨论

表 1 列出了三种表面活性剂 LAS、AEO 和 K12 对 PP 纤维增强水泥基材料性能影响的实验结果。可以发现:(1)向水泥基体中加入少量的表面活性剂后,三种水泥样品的抗冲击强度有不同程度的提高。(2)当 PP 纤维用量为 0.5% 时,添加表面活性剂的水泥样品的抗弯强度不仅没有增大,反而有所减小;但 PP 纤维用量为 1.0% 时,三种水泥样品的抗弯强度有不同程度的提高。(3)水泥基体中加入表面活性剂后,三种水泥样品的容重减小,吸水率和空隙率增大。

我们认为,向水泥基体中加入两亲性的表面活性剂,对水泥基材料的性能产生了两种影响相反的作用:(1)表面活性剂分子的两亲性,对水泥基体和 PP 纤维产生偶合作用,增大水泥基体和 PP 纤维的粘结力,有

* 国家自然科学基金和河北省自然科学基金资助项目。

王德松 罗青枝 李发堂等 表面活性剂对聚丙烯纤维增强水泥材料性能的影响

表1 表面活性剂对PP纤维增强水泥材料性能的影响

PP纤维含量(%)	表面活性剂种类	极限抗弯强度(MPa)	抗冲击强度(kJ/m ²)	容重(g/cm ³)	吸水率(%)	空隙率(%)
0.5	-	8.0	3.29	1.79	16.5	29.4
	LAS	6.6	3.79	1.68	17.9	30.2
	AEO	6.8	3.48	1.65	19.1	31.4
	K12	7.1	4.81	1.60	19.0	30.5
1.0	-	7.4	4.18	1.70	18.3	31.2
	LAS	7.6	4.59	1.62	19.9	32.2
	AEO	8.6	4.42	1.52	22.7	34.5
	K12	8.4	5.76	1.54	21.2	32.6

注:PP纤维含量为0.5%时,水灰比为0.35;含量1.0%时,水灰比为0.40。表面活性剂用量为水泥重量的0.1%。

利于PP纤维增强水泥材料力学性能的提高。(2)由于表面活性剂的存在,水泥搅拌成型过程中极易产生气泡,形成缺陷,损害了水泥材料的微观结构,从而降低水泥基材料的力学性能。当PP纤维用量较低(例如0.5%)时,由于PP纤维在水泥基体中的分布密度较低,作用(1)较弱,作用(2)占优势,因此添加表面活性剂的水泥样品的抗弯强度降低;当PP纤维用量较多(例如1.0%)时,由于PP纤维在水泥基体中的分布密度增大,作用(1)增强,作用(2)居劣势,因此添加表面活性剂的水泥样品的抗弯强度增大。而PP纤维增强水泥样品的抗冲击强度,主要取决于PP纤维和水泥基体间的相互连结作用,增大两者之间的相互偶合,可以提高纤维水泥样品的抗冲击强度,因此,向水泥基体中加入两亲性的表面活性剂,不同PP纤维用量的水泥样品的抗冲击强度都有不同程度的提高。

为了减弱表面活性剂所造成的引气性,减少水泥基体中的缺陷,我们采用了有机硅消泡剂和磷酸三丁酯(TBP)消泡剂,考察这两种消泡剂对PP纤维增强水

表2 消泡剂对PP纤维水泥基材料性能的影响

表面活性剂种类	消泡剂种类	极限抗弯强度(MPa)	抗冲击强度(kJ/m ²)	容重(g/cm ³)	吸水率(%)	空隙率(%)
LAS	-	6.6	3.79	1.68	17.9	30.2
	有机硅	8.2	3.79	1.76	16.1	28.4
	TBP	8.1	3.67	1.77	16.6	29.4
AEO	-	6.8	3.48	1.65	19.1	31.4
	有机硅	7.7	3.52	1.73	17.2	29.8
	TBP	7.5	3.41	1.79	16.4	29.4

注:PP纤维含量0.5%,水灰比0.35,表面活性剂用量为水泥重量的0.1%。

泥基材料性能的影响,实验结果列于表2。由表2可发现,加入两种消泡剂后,水泥样品的弯曲强度和容重明显提高,吸水率和空隙率明显减小,抗冲击强度基本不变。与表面活性剂AEO相比,LAS更有利于PP纤维增强水泥材料力学性能的提高。这表明:(1)消泡剂的加入,减小了水泥基体的空隙率,减少了水泥基体中的缺陷,改善了水泥基体的微观结构,提高了水泥基材料的弯曲强度;(2)PP纤维增强水泥的抗冲击强度主要取决于PP纤维和水泥基体间的相互连结,而较少受水泥空隙率的影响。

3 结论

提高PP纤维和水泥基体间的相互偶合作用是改善PP纤维增强水泥基材料力学性能的重要手段之一。采用两亲性的表面活性剂和适宜的化学添加剂,可以提高PP纤维和水泥基体间的相互作用,改善PP纤维增强水泥材料的力学性能。

参考文献

- [1] Bentur A and Mindess S. Fibre Reinforced Cementitious Composites. Elsevier Applied Science, 1990

“实用混凝土大全”新书介绍

本书由中国科学出版社出版,冯乃谦主编,并由中国建材院、中国建科院、中国铁道院、北京建科院、南京水科院、中建三局、深圳建筑设计总院、同济大学、东南大学、华南理工大学、长沙铁道学院、深圳大学、株洲工学院以及清华大学等单位的专家、教授组成了十九人的编委会,经历了1年的时间编写而成。全书140万字,共分七篇30章,全面系统地反映了国内国际混凝土技术最前沿状况和最新成果。

第一篇,混凝土原材料,共6章。

第二篇,混凝土性能,共5章。

第三篇,混凝土的生产工艺与设备,共6章。

第四篇,各种混凝土,共7章。

第五篇,混凝土结构的病害及修补加固,共2章。

第六篇,废弃混凝土的再生利用,共2章。

第七篇,混凝土测试分析,共2章。

本书是一部大型水泥混凝土工具书,内容丰富,几乎所有水

泥混凝土技术的有关问题均可从本书查找。本书的另一个特点是“新”,包含国内外大量的新成果、新技术、新工艺、新理论与新标准;这也体现出本书内容的先进性。本书的第三个特点是实用性,全书内容贯穿以实用性为主,同时注意到与基础理论相结合,使读者明白怎么做,也明白为什么这样做。可以说,这是迄今为止,国内在水泥混凝土技术方面的一部优秀作品。

本书也有不足之处,如各篇、章之间的有机连接与贯通尚需进一步提高,文字上还需进一步精炼。

本书为我国从事水泥混凝土研究、开发与应用的工程技术人员、大专院校的老师、学生及研究生献上了一份厚礼,望我国水泥混凝土技术工作者从书中得到更大的教益,迎着新世纪的朝阳,为混凝土水泥制品行业开创光辉灿烂的明天。

中国硅酸盐学会混凝土水泥制品分会
理事长 曹永康