

改性聚丙烯纤维水泥基复合材料力学性能研究

黄承亚 龚克成 李红

(华南理工大学材料学院 广州 510641)(广东工业大学)

摘要:研究了不同改性聚丙烯纤维水泥基复合材料的力学性能,结果表明,用二甲苯进行物理表面改性的聚丙烯纤维掺和硅烷偶联剂改性的聚丙烯纤维能有效提高水泥砂浆的抗折强度和抗压强度,有广泛的应用前景。

关键词:聚丙烯纤维 改性剂 水泥基复合材料

0 前言

聚丙烯纤维用于水泥砂浆和混凝土中,能抑制水泥砂浆和混凝土的塑性收缩微裂缝,提高水泥制品的韧性,多方面地改善水泥基复合材料的性能。聚丙烯纤维包括单丝、膜裂纤维、短切纤维、网状纤维^[1-3]等。它们的化学性能稳定、耐酸碱、耐老化,在水泥基复合材料中可长期保持优异的性能^[4]。聚丙烯纤维还具有掺混工艺简单、掺量少、价格低等优点,在公路及桥梁、隧道、机场跑道、工业与民用建筑、港口码头、水利工程等建筑工程中,得到了广泛应用^[5,6]。但是,聚丙烯与水泥的相容性差,水泥不易附在未改性的纤维表面,这就减小了聚丙烯纤维的增强作用,而且纤维在水泥基材料中的分散性也不好。为了提高聚丙烯纤维的效果,改善纤维与水泥基体界面之间的作用非常重要,为了达到这一目的,可以采用表面接枝方法或改变晶型的方法^[7,8],我们用不同表面改性剂对聚丙烯纤维表面进行改性,并研究了不同改性纤维对水泥砂浆的增强与增韧作用,取得了满意的效果。

1 改性实验

1.1 原材料

水泥 425*普通硅酸盐水泥

砂 福建产标准砂

聚丙烯纤维 长丝,直径 24 μ m

化学试剂 二甲苯(化学纯)、无水乙醇(化学纯),高锰酸钾(分析纯)、重铬酸钾(分析纯),氧化铬(分析纯)、95%硫酸(分析纯)

硅烷偶联剂 Si-69

1.2 聚丙烯纤维表面改性

聚丙烯纤维的化学性质不活泼,极性小,对水泥基体的亲和力不够理想。为了增强聚丙烯纤维对水泥的附着力,我们在室温下对纤维进行了表面改性,用

具有强氧化性的溶液与聚丙烯纤维表面进行化学反应,在聚丙烯纤维表面层引入羧基、羟基及羧基等极性基团,从而提高纤维的表面极性,改善纤维与水泥的亲合性。

按高锰酸钾:浓硫酸:水 = 5:100:8(质量比)配制氧化液 A;按重铬酸钾:浓硫酸:水 = 7:150:12(质量比)配制氧化液 B;按氧化铬:浓硫酸:水 = 50:37:80(质量比)配制氧化液 C。

将聚丙烯纤维浸泡在不同的氧化液中进行表面处理,处理时间为 120min,到规定时间后取出,用蒸馏水洗净并晾干,切成 20mm 长备用。

作为对比,我们还用硅烷偶联剂对聚丙烯纤维表面进行处理,硅烷偶联剂一端能与纤维表面结合而另一端能与水泥的表面活性基团反应,将纤维与水泥联结在一起。将 Si-69 用无水乙醇配成 1.0% 的稀释液,将切成 20mm 长的聚丙烯纤维浸泡在 Si-69 稀释液中,30min 后取出晾干直接加入水泥砂浆中使用。

此外,我们还用二甲苯对聚丙烯纤维进行物理改性,将聚丙烯纤维浸泡在二甲苯溶液中,聚丙烯纤维表面的无定形部分将部分溶解在二甲苯中,在纤维表面形成微孔和微裂纹,这些微孔和微裂纹有利于水泥砂浆渗透进纤维内部,最终达到提高纤维与水泥结合强度的目的。

1.3 纤维水泥附着性测试

为了评估各种不同改性方法的效果,我们进行了水泥对聚丙烯纤维附着性大小的测试。将纤维长度为 10cm 的改性纤维浸泡在水灰比为 0.5 的净浆中,搅拌 3 分钟,用镊子在一头取出,滴干水,用滤纸吸掉附在纤维末端的水滴,称重,计算纤维的水泥吸附量。每种改性纤维测 10 个试样,将测试结果去掉最大值和最小值,得出统计平均值(见表 1)。

表1 不同改性剂对纤维的水泥附着性大小的影响

改性试剂	氧化液A	氧化液B	氧化液C	二甲苯	硅烷偶联剂
单根纤维水泥吸附量 (mg)/10cm	321.2	345.8	325.9	420.5	411.8

表2 改性聚丙烯纤维对水泥砂浆抗折及抗压强度的影响

纤维掺量(0.9kg/m ³)	抗折强度(MPa)				抗压强度(MPa)			
	3d	7d	14d	28d	3d	7d	14d	28d
未掺纤维试样	3.42	4.16	6.42	7.09	15.32	20.56	27.01	36.35
掺未改性纤维	3.62	4.54	6.68	7.36	17.39	22.34	28.63	37.25
掺二甲苯改性纤维	4.03	5.04	6.94	7.77	17.34	23.72	29.81	37.42
掺硅烷偶联剂改性纤维	3.87	4.81	6.86	7.54	17.80	23.80	31.67	38.58

表3 二甲苯改性纤维掺入量对水泥砂浆抗折及抗压强度的影响

纤维掺量 (kg/m ³)	抗折强度(MPa)				抗压强度(MPa)			
	3d	7d	14d	28d	3d	7d	14d	28d
0	3.42	4.16	6.42	7.09	15.32	22.56	27.01	36.35
0.6	3.65	4.52	6.39	7.31	15.87	23.55	28.97	36.25
0.9	4.03	5.04	6.94	7.77	17.34	25.92	30.98	37.42
1.2	4.13	5.11	6.91	7.82	16.96	25.51	31.45	37.56
1.8	4.18	5.29	7.04	7.95	17.15	25.24	31.88	37.84

由测试结果可以看出,用氧化液处理的纤维水泥吸附量比二甲苯和硅烷处理的纤维吸附量小,二甲苯和硅烷偶联剂溶液对聚丙烯纤维的表面改性效果较好。因此,本文选用二甲苯和硅烷偶联剂溶液改性的聚丙烯纤维进行水泥砂浆的增强增韧研究。

1.4 纤维水泥基复合材料配比与试样制备

为了研究改性聚丙烯纤维增强增韧的效果,对水泥砂浆、掺未改性的纤维水泥砂浆、掺二甲苯改性的聚丙烯纤维水泥砂浆和掺硅烷偶联剂改性的聚丙烯纤维水泥砂浆进行了对比研究。试验采用的灰砂比为1.50,水灰比为0.45,纤维掺入量为0.6~1.8(kg/m³)。

试样制备:先将砂子与纤维干拌均匀,再加入水泥、水,充分搅拌均匀。将搅拌好的拌合物置入钢模,经振动后刮平顶面,养护24小时脱模,在水中继续养护,并分别测试养护3天、7天、14天和28天试样的抗折与抗压强度。抗折强度采用KZY-500型电动抗折仪进行测试,试件尺寸为4cm×4cm×16cm;抗压强度用NYL-500型压力试验机测试。

2 结果与讨论

2.1 改性聚丙烯纤维对水泥砂浆力学性能的影响

在水泥砂浆中掺入一定量(0.9kg/m³)的聚丙烯纤维后,纤维在砂浆内部形成的均匀乱向分布,可以有效地减少水泥砂浆的收缩裂缝,减少试样的缺陷。由表2可知,在水中养护28天后,掺未改性聚丙烯纤维

可提高水泥砂浆的抗折强度约4%。增韧效果最好的是二甲苯改性聚丙烯纤维,抗折强度比未掺纤维试样提高了10%,与纤维的水泥附着性测试结果一致。说明用二甲苯改性的聚丙烯纤维表面的微孔和微裂纹,有利于水泥砂浆附着,增强了纤维与水泥结合的程度,在试样受力时纤维不被拔出,从而提高了试样的抗折性能。硅烷偶联剂改性的聚丙烯纤维比未改性的纤维有更好的增韧作用,但不如二甲苯改性的纤维,可能是因为聚丙烯纤维表面的化学活性太低,没有与硅烷偶联剂产生足够交联的缘故。在测试过程中还发现,未加纤维的水泥砂浆抗折测试后,试样呈脆性破坏,断裂发生在试件中央,断裂面比较平整;而聚丙烯纤维水泥砂浆断裂后,试件虽有裂缝仍保持完整,说明改性纤维起到受力筋的作用,承受了由

界面传递的力的作用,提高了水泥砂浆的承力作用。

聚丙烯纤维对水泥砂浆的抗压强度有一定程度的提高,而改性纤维比未改性纤维的增强效果略好(见表2)。纤维增强水泥砂浆抗压强度的提高是因为纤维分散在水泥基体中,减少了水泥基复合材料的缺陷与微裂纹数量,且纤维受力后还能将应力分散,提高了试样整体承受外力的能力。

2.2 二甲苯改性聚丙烯纤维的用量对水泥砂浆力学性能的影响

选用有较好增强效果的二甲苯改性聚丙烯纤维进行变量研究,结果见表3。随着改性纤维用量的增加,水泥砂浆的抗折强度和抗压强度都在增加,但用量超过0.9kg/m³后,增加的幅度变小,图1可清楚地看到这

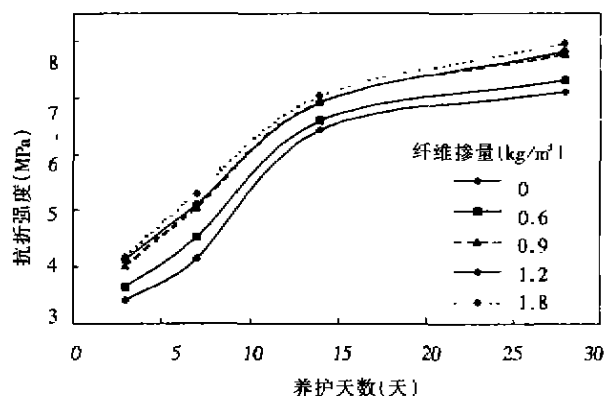


图1 二甲苯改性聚丙烯纤维添加量对水泥砂浆抗折强度的影响

一趋势。随着纤维用量的增加,水泥砂浆的成本也将不断增加,因而,通过增加纤维的掺入量来提高水泥砂浆的性能是不经济的。纤维用量越多,在水泥砂浆中越难拌匀,且砂浆的力学性能增加不多,所以改性纤维的最佳用量为 $0.9\text{kg}/\text{m}^3$ 左右。

3 结论

水泥砂浆中加入少量的聚丙烯纤维可以提高水泥砂浆的抗折和抗压强度。聚丙烯纤维经二甲苯物理改性后,纤维表面会产生大量的微孔和微裂纹,提高了水泥砂浆的附着性,增加了纤维与水泥结合的程度,用二甲苯改性纤维掺入水泥砂浆中,能进一步提高水泥砂浆的抗折性能和抗压性能。硅烷偶联剂也有较好的改性效果,但其抗折强度的提高效果比二甲苯改性后的纤维稍逊。改性纤维在水泥砂浆中的最佳用量为 $0.9\text{kg}/\text{m}^3$ 左右,超过这一用量,纤维对水泥砂浆的增强增韧效果提高将不明显。

参考文献

- [1] 戴建国、黄承造,网状聚丙烯纤维混凝土的试验研究,混凝土与水泥制品,1999年第4期
- [2] 刘华强、曹诚,聚丙烯纤维在混凝土中的阻裂效应研究,公路,2000年第6期
- [3] 谷章昭、倪梦象、樊钧等,合成纤维混凝土的性能及其工程应用,建筑材料学报,1999年第2期
- [4] D.J.Hannant, Durability of polypropylene fibers in portland cement-based composites: eighteen years of data, Cement and Concrete Research, 1998, 28(12)
- [5] 徐家云、玉源,新型墙体——杜拉纤维增强混凝土,中国建材,1998年第11期
- [6] 朱江,聚丙烯纤维与高强高性能混凝土,混凝土,2000年第5期
- [7] 罗青枝、王德松、李发堂,接枝反应对纤维增强水泥材料力学性能的影响——维尼纶纤维接枝丙烯酸,混凝土与水泥制品,2000年第1期
- [8] 赵晶、赵亚丁、张桂敏,改性聚丙烯纤维在混凝土中的应用研究,混凝土,2000年第3期

钢纤维混凝土检查井盖

我院研制的钢纤维混凝土检查井盖,是采用钢纤维混凝土与一定规格的钢筋骨架匹配、浇注成型的薄形混凝土制品,现已取得了国家专利(ZL99 2 18299.9)。它可以取代目前使用的铸铁井盖,以优良的性能,被广泛应用于城市道路及小区雨水、污水、暖气、电力线路、邮电线路等各种地下管道的检查井。是一种有很好发展、应用前景的道路、市政建设新产品。

该产品强度高,耐老化,抗弯、抗震性好,且有制作方便、成本低廉等优点。另外,这种井盖因为再回收的价值不高,被盗的可能性小,能有效地避免目前铸铁井盖居高不下的丢失率,避免了因此而造成的交通事故、人身伤害,以及因此而引起的纠纷、赔偿等,深受建设单位的欢迎。

该产品投资小、用人少、利润率高,建一条年产1万套的生产线,设备及模具投资10万元,只需4~6名工人,年产值在200万元,利润可达到15万元。

该产品技术转让费3万元。提供结构设计图纸、设备清单及钢纤维混凝土配合比、工艺操作规程。

苏州混凝土水泥制品研究院

地址:苏州市三香路162号 邮政编码:215004

联系人:奚飞达(0512-8295388) 汤关祚(13862012210 0512-8270046)

XA-1 彩色路面砖光亮剂

本品系采用密胺、甲醛等为基料的粘稠高分子树脂聚合物液体,是彩色路面砖生产中不可缺少的重要原料,掺量为面料水泥用量的4~5%。本品对彩砖具有增亮、致密、固色、耐磨等优点。同时还能增强彩砖的抗压性和抗折性,增加了砖的使用年限。

产品性能:①无色或微黄色液体;②粘度(mm^2/s)30~45;③固体含量(%) 38 ± 2 ;④比重约为1.2。

欢迎各界朋友来函、来电、来厂参观洽谈,共同发展,互惠互利。该技术可转让。

同时我厂还提供路面砖生产专用塑料模具,氧化铁系高级颜料,生产配方及技术,并为用户解决制砖过程中的泛白、粘模崩角等诸多问题。

供货单位:黑龙江省勃利县太平彩砖光亮剂厂

业务地址:勃利镇太平水磨石加工厂 邮编:154500 电话:0464-8529271 联系人:张波

生产地址:勃利县太平路37号 开户行:建行勃利支行 帐号:265004367