

文章编号: 1004-8626(2003)03-0024-03

等离子体改性聚丙烯纤维对混凝土抗压性能的影响

陈光良, 张广秋, 葛袁静, 张跃飞

(北京印刷学院 等离子物理及材料实验室, 北京 102600)

摘要: 在混凝土中掺加聚丙烯纤维可改善其性能, 通过用低温等离子体对单丝聚丙烯纤维进行表面改性处理, 发现掺入这种改性的纤维可使混凝土抗压值提高, 效果与掺入网状聚丙烯的混凝土相当, 从而找到了加工优良掺加纤维材料的又一种方法。

关键词: 等离子体; 聚丙烯纤维; 混凝土; 表面改性

中图分类号: O539; TU528.034

文献标识码: A

0 引言

混凝土应用已有一百多年的历史。在应用过程中, 人们不断从原材料及配合比、外加剂、制造工艺等方面, 对混凝土加以研究改进。虽然取得了很大成功, 但仍未能从根本上改变混凝土自身存在的一些弱点。目前, 往混凝土中掺加聚丙烯纤维可大大改善混凝土的性能, 并具有掺加工工艺简单、材料价格低廉、性能优异等特点, 为国内外广泛采用。为了提高纤维与混凝土的结合强度, 当前多选用改性聚丙烯纤维。由于采取化学方法对纤维改性, 不但给环境造成污染, 也增加了制造成本。本实验对聚丙烯纤维则采用物理学方法——低温等离子体改性法。等离子体改性是一种完全不用水的气固相干法加工方式, 具有快速、高效、无污染, 操作简单, 节省能源等优点。由于反应仅涉及纤维100nm内的浅表面, 不仅不会改变纤维基体原有的优良性能, 同时还可赋予纤维新的特性^[1]。

本实验采用等离子体法对普通单丝聚丙烯纤维进行改性处理, 经过改性的聚丙烯纤维亲水性能有明显提高。将此种纤维掺加到混凝土中, 可使混凝土的抗压性能与掺加网状聚丙烯纤维的相当, 从而找到了另一种加工优良掺加纤维材料的方法。这对促进建筑业发展有重要意义。

1 实验原材料

本实验用的单丝聚丙烯纤维系江苏连云港化纤二厂的产品, 纤维长度 $L=15\sim 20\text{mm}$, 平均直径 $D=0.1\text{mm}$, 纤维的其他有关物理性能引自文献[2], 可参见表1; 水泥型号: M275; 沙子为普通建筑用中沙; 碎石直径 $10\sim 20\text{mm}$ 。

表1 聚丙烯纤维的有关物理性能

含湿量	<0.1%
熔点/°C	165
燃点/°C	593
导热	低
$\rho/(\text{kg}/\text{m}^3)$	0.89×10^3
相对密度	0.91
弹性模量/ (kg/cm^2)	$(3.5\sim 3.8) \times 10^4$
抗拉强度/ (kg/cm^2)	5.3~7.7
拉伸极限	15%
安全性	无毒
分散性	良好

2 实验方法及装置

2.1 实验方法

用辉光等离子体对单丝聚丙烯纤维进行表面改性处理,用傅立叶红外光谱法鉴定聚丙烯纤维改性前后的化学结构变化;借助扫描电镜(SEM)照片观察等离子体改性处理前后纤维的表面结构。通过纤维在高锰酸钾溶液中的亲水性实验来展现其表面能的变化,并且依此确定纤维改性最佳的工艺参数。混凝土配比采用文献[3]提供的数据:水泥/水/石子/沙=2.7/1/6/4.3。在混凝土中掺加体积比为0.1%的等离子体改性的单丝聚丙烯纤维,搅拌均匀后模铸为100mm×100mm×100mm的试件,每3块试件为1组。为了更好地了解改性单丝聚丙烯纤维对混凝土抗压性能的影响,又分别做成相同规格的不掺加聚丙烯纤维、掺加未改性单丝聚丙烯纤维、掺加网状聚丙烯纤维等3组试件,以便进行平行比较。试件固化24h脱模,保养7d后在EF200A型抗压机上进行抗压测试,并计算出每组试件的平均值。

2.2 实验装置及步骤

等离子体改性纤维实验装置结构,见图1。将单

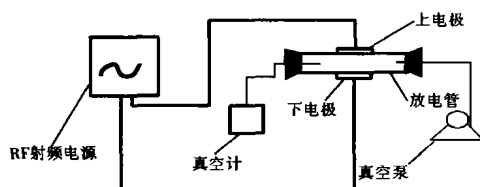


图1 等离子体改性纤维实验装置示意图

丝聚丙烯纤维置入放电管内,抽真空到30Pa,加射频电源放电,利用射频辉光等离子体对纤维进行处理,由于搭建的实验装置最高真空度只能达30Pa,而电流



未经等离子体改性



经等离子体改性

图3 聚丙烯纤维改性前后表面微观结构的扫描电镜照片

过大会导致纤维融化,故经实验确定放电电流为60mA,以改变放电时间来控制对纤维的处理效果。

3 实验结果及讨论

3.1 聚丙烯纤维的红外分析

对未经改性处理的单丝聚丙烯纤维和经过等离子体改性处理的单丝聚丙烯纤维做傅立叶红外光谱分析,结果如图2所示。

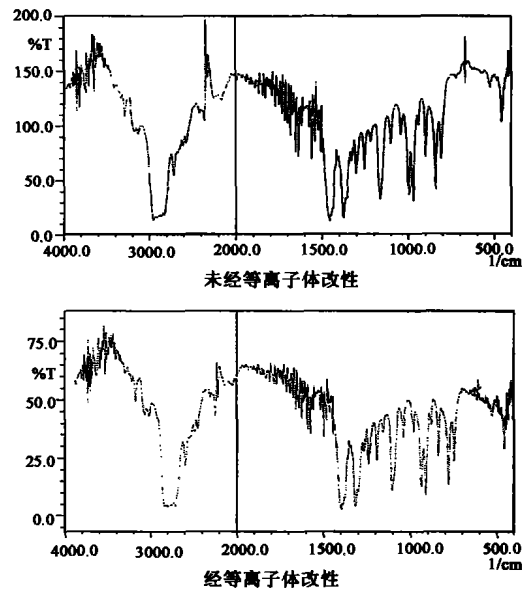


图2 聚丙烯纤维红外谱图

从图2可以看出,聚丙烯纤维经等离子体处理前后的化学结构,除了在 $400\sim 800\text{cm}^{-1}$ 之间稍有差异,在其它处并没有发生明显变化。从等离子体表面改性的机理看,产生这种现象的主要原因,是聚丙烯纤维的表面在等离子体作用下会产生一些活性基团或被毛化^[4],而其主链结构并没有发生改变。

3.2 聚丙烯纤维的表面微观结构

用扫描电镜检测聚丙烯纤维的微观结构变化,如图3所示。

从图 3 可以看出,聚丙烯纤维经等离子体改性后表面明显被毛化。纤维的表面积和表面能增大,提高了其亲水性,从而可增强纤维与混凝土其它成分的结合力,明显降低混凝土中微孔和微纹的出现,有利于改善和提高混凝土的性能。

3.3 聚丙烯纤维的亲水性

对等离子体处理前后的聚丙烯纤维进行亲水性实验,其结果如表 2 所示。

表 2 聚丙烯纤维亲水性实验结果

单丝聚丙烯纤维		亲水性状况
未经等离子体改性		很差(纤维表面未呈现红色)
经等离子体改性 处理时间/s	5	较差(纤维表面少量呈现红色)
	10	较差(纤维表面少量呈现红色)
	15	较好(纤维表面完全呈现红色)
	30	较差(纤维表面少量呈现红色)
	45	较差(纤维表面少量呈现红色)
	60	较差(纤维表面少量呈现红色)
网状聚丙烯纤维		较差(纤维表面未呈现红色)

通过本实验可以确定:单丝聚丙烯纤维经辉光等离子体改性后,亲水性明显增强。

3.4 混凝土抗压性能实验

混凝土抗压性能实验数据,如表 3 所列。

从表 3 可知,国产单丝聚丙烯纤维经等离子体

改性后其掺加的混凝土抗压性能有了明显提高,数

表 3 混凝土抗压检测数据

混凝土试样	抗压值/kN				变化率 /(%)
	试件 1	试件 2	试件 3	平均值	
未掺加聚丙烯纤维	190	192	190	190.7	0
掺加单丝聚丙烯纤维	196	196	—	196	2.8
掺加等离子体改性单丝聚丙烯纤维	212	208	208	209.3	10
掺加进口网状聚丙烯纤维	204	212	218	211.3	10.8

据指标与掺加进口网状聚丙烯纤维的混凝土抗拒压性能相当,因而找到了加工优良掺加纤维材料的又一种方法。

4 结论

聚丙烯纤维经等离子体改性后其表面物理特性发生明显变化,特别是亲水性能的增强使其与混凝土的结合力增大。在混凝土中掺加经等离子体改性的聚丙烯纤维比加未经改性的抗压值提高了 7.2%,并与掺加进口网状聚丙烯纤维的混凝土抗压值相当。其在工业中的运用有待进一步验证。

参考文献:

- [1] 顾彪,陈茹. 辉光放电等离子体对聚丙烯纤维的表面改性[J]. 高分子通报, 2003, (2): 51~58.
- [2] 朱江. 聚丙烯纤维混凝土的防水性能及其应用[J]. 新型建筑材料, 2003, (2): 38~39.
- [3] 戴建国. 聚丙烯纤维混凝土与砂浆材料特性的实验研究[D]. 大连理工大学, 1997.
- [4] Reece Roth. Industrial Plasma Engineering Vol II[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1999. 16.

Study on the Influence of Polypropylene Fiber Treated by Plasma upon Concrete Pressure Resistance

CHEN Guang-liang, ZHANG Guang-qiu, GE Yuan-jing, ZHANG Yue-fei

(Beijing Institute of Graphic Communication, Beijing 102600, China)

Abstract: Adding polypropylene fiber in concrete can adjust its properties. We modified the single-line polypropylene fiber through low-temperature plasma. Experiment results show the modified fiber improved concrete pressure resistance and the resistance values of concrete pressure nearly equal to those which were added in the net-polypropylene fiber, so we find another method to modify fiber materials to be added in concrete.

Key words: plasma, polypropylene fiber, concrete, surface modification