

聚丙烯纤维在引气粉煤灰混凝土中的应用研究

刘娟红¹ 李政² 邓裕才²

(1.北京科技大学土木与环境工程学院,100083; 2.北京市政集团瑞博水泥制品有限公司,100039)

摘要:在混凝土内掺聚丙烯纤维可增强基体的抗裂性能,在引气、大掺量粉煤灰共同作用下可减小混凝土的脆性,抗弯性能提高20%左右;SEM形貌图表明,粉煤灰掺量达到140 kg/m³时,聚丙烯纤维高抗冻混凝土的结构密实,纤维与混凝土界面结合紧密;大掺量粉煤灰混凝土的总孔隙率降低,有害孔减少,最可几孔径下降,混凝土的抗冻性能可达到F300。

关键词:聚丙烯纤维;粉煤灰;抗冻混凝土

中图分类号:TU 528

文献标识码:A

文章编号:1000-4726(2005)01-0037-02

RESEARCH ON APPLICATION OF POLYPROPYLENE FIBER IN AERATED FLY ASH CONCRETE

LIU Juanhong LI Zheng DENG Yucai

Abstract: Mixing polypropylene fiber in concrete may increase its crack resistance, and under the co-action of air entrainment and heavily mixed fly ash its brittleness reduces while the bending resistance improves by about 20%. SEM diagram shows that when the mixed fly ash reaches 140 kg/m³, the structure of high frost resistant concrete with polypropylene fiber is densified, and the fiber is tightly combined with boundary concrete. General porosity ratio of the concrete heavily mixed with fly ash declines; harmful holes decrease; the most probable hole-diameter lessens; and frost-resisting performance may reach F300.

Key words: polypropylene fiber; fly ash; frost-resisting concrete

由于高性能混凝土采取低水胶比、低水泥用量、高掺合料,具有良好的长期力学性能、较高的体积稳定性和优异的耐久性,但其配制并不是针对混凝土的抗裂性不足而设计的。为改善混凝土的脆性,提高抗裂能力,减少冻融破坏,北京市五环路桥面铺装中采用了C45F250P6聚丙烯纤维混凝土。本文通过聚丙烯纤维和粉煤灰掺量的变化,来研究聚丙烯纤维混凝土的抗弯强度、抗压强度、抗冻融性能和孔结构。

1 原材料

- (1) 拉法基水泥厂产42.5水泥。
- (2) 中砂,细度模数 $M_f=2.9$ 。
- (3) 碎石,5~25 mm连续级配。
- (4) 三河电厂I级粉煤灰。
- (5) 同科外加剂厂TK-5型混

凝土泵送剂,SJ-2混凝土引气剂。

(6) 辽阳康达特种纤维厂产KDZ-II聚丙烯阻裂纤维,长度为15 mm,密度为0.9 g/cm³,弹性模量3700 MPa,抗拉强度263 MPa。

2 试验配合比

根据不同聚丙烯纤维掺量、粉煤灰掺量以及引气剂来确定配合比(表1)。抗弯强度及抗冻融试件的尺寸为100 mm×100 mm×400 mm,抗压强度试件的尺寸为100 mm×100 mm×

100 mm。

3 结果分析

3.1 聚丙烯纤维混凝土的抗弯强度

(1) 试验结果表明,掺纤维混凝土的抗弯强度比普通混凝土提高20%~40%,并在一定范围内,随着纤维、粉煤灰和引气剂掺量增加,抗弯强度增大;纤维掺量增加至1.1 kg/m³后抗弯强度增加不大。

(2) 与普通混凝土不同,纤维混凝土初裂后仍能继续承担荷载,极限

表1 C45F250P6聚丙烯纤维高抗冻混凝土和C45F250P6混凝土基准配合比

编号	水泥 /kg	粉煤灰 /kg	砂 /kg	石 /kg	纤维 /kg	水 /kg	TK-2 /kg	SJ-2 /kg	水灰比	坍落度 /mm	含气量 /%
1	380	80	710	1110	0	160	11.5	11.5	0.35	150	4.7
2	380	80	710	1110	0.9	160	11.5	11.5	0.35	120	4.5
3	380	80	710	1110	1.0	160	11.5	11.5	0.35	115	4.7
4	380	80	710	1110	1.1	160	11.5	11.5	0.35	100	4.7
5	340	140	900	950	0.9	160	12.0	12.0	0.33	140	4.8
6	340	140	900	950	1.0	160	12.0	12.0	0.33	135	4.7
7	340	140	900	950	1.1	160	12.0	12.0	0.33	130	4.8

刘娟红,女,1966年10月生,江苏吴江人,北京科技大学土木与环境工程学院,副教授,硕士,100083

收稿日期:2004-10-26

荷载有很大提高,提高的幅度与纤维的数量、间距、纤维与基体的粘结力有关,且更大程度上取决于纤维本身的弹性模量与伸长率。随纤维数量增多,纤维间的距离减小,阻裂增强能力提高。当混凝土的裂缝较小时,聚丙烯纤维伸长量小,随着裂缝的数量和宽度增加,伸长量增大,抑制裂缝扩展能力增加,聚丙烯纤维的阻裂作用得到充分发挥,能较大程度地承受从开裂基体转移来的拉应力,明显增大了混凝土的抗弯性能。

(3) 从6号配合比的混凝土SEM照片可以看出,纤维与混凝土的结合非常紧密,且混凝土在受荷载破坏后,纤维是被拔出的。放大1000倍的聚丙烯纤维混凝土的形貌照片表明,由于混凝土的水胶比较低,且掺入大量I级粉煤灰,使混凝土的结构致密。水泥石中未发现六角片状的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 晶体,说明火山灰反应消耗了大量的 CH ,生成了C-S-H凝胶,改善了混凝土的界面,使混凝土具有很好的力学性能。聚丙烯纤维、大掺量粉煤灰、引气剂的综合作用,使6号配合比混凝土的抗弯强度有较大的提高。

3.2 聚丙烯纤维混凝土的抗冻性能

(1) 试验结果表明,混凝土拌合物含气量在5%左右时,混凝土抗冻性能均可达到F250;且粉煤灰的掺量较大时,混凝土的抗压强度、抗弯强度、抗冻性能均有所提高。当粉煤灰的掺量为140kg,300次冻融循环后,混凝土的相对动弹性模量仍为80%左右,强度损失率在1.5%以下。

(2) 根据中心质假说,掺入一定量的I级粉煤灰,在水泥石中引进更多的次中心质,可进一步减少次中心质的间距,改善次中心质和次介质的颗粒级配,所以掺入大量的优质粉煤灰,可以更好地填充水泥石的毛细孔,使混凝土更加密实,抗压强度和抗冻性能均得到改善。

3.3 聚丙烯纤维混凝土的孔结构

根据孔径与孔隙体积的关系,试验结果作直方图(图1),可直观地表示各孔径孔隙体积的变化。

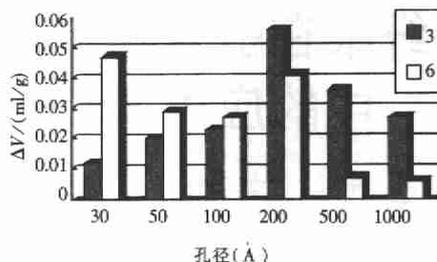


图1 两种聚丙烯纤维混凝土孔结构孔径与孔隙体积的关系

试验结果还表明,大掺量粉煤灰混凝土的总孔隙体积减少,粉煤灰掺量从 80 kg/m^3 增加到 140 kg/m^3 时,总孔隙体积由 0.174 ml/g 降至 0.157 ml/g ,减少10%;由图1可见,6号配合比与3号配合比相比,大于 200 Å 的孔减少,小于 100 Å 的孔增多, 500 Å 以上的孔很少,孔的结构有较好的改变;6号配合比的最可几孔径为 30 Å 、 105 Å ,而3号配合比的最可几孔径为 105 Å 、 1050 Å 左右。一般认为小于 200 Å 的孔属无害孔, $200\sim 500\text{ Å}$ 的孔是少害孔,大于 500 Å 的孔是有害孔,3号配合比中无害孔占总孔隙率的63.7%,而6号配合比中无害孔占总孔隙率的91.6%。正是由于3号配合比总孔隙率降低、有害孔减少、最可几孔径下降等原因,使6号配合比聚丙烯纤维混凝土的结构均化和密实,从而有利于抗冻性能的改善。

4 结论

(1) 聚丙烯纤维在一定程度上弥补了混凝土的脆性,增强了基体的抗裂性能,使混凝土的抗弯性能得到改善。

(2) 增加粉煤灰和引气剂的掺量,有利于聚丙烯纤维混凝土抗弯强度的提高。

(3) 在一定范围内,随纤维增多,抗弯强度增大,当纤维含量增加到 1.1 kg/m^3 时,抗弯强度增加不大。从经济上考虑纤维的最佳掺量为 1.0 kg/m^3 。

(4) 低水胶比和一定的含气量是保证混凝土具有较高抗冻性能的决定因素。

(5) 粉煤灰掺量达到 140 kg/m^3 时,混凝土的总孔隙率降低、有害孔减少、最可几孔径下降,混凝土的抗冻性能能达到F300。

(6) 聚丙烯纤维高抗冻混凝土的结构密实,纤维与混凝土界面结合紧密,在混凝土破坏时,纤维是被拔出的。

(7) 聚丙烯纤维高抗冻混凝土的最佳配合比是6号(表1),水泥用量 340 kg 、I级粉煤灰的掺量 140 kg 、聚丙烯纤维 1.0 kg 时,混凝土的抗压强度为 72.3 MPa 、抗弯强度 12.7 MPa 、300次冻融循环相对动弹性模量88%,重量损失率仅1.02%。

参考文献

- 1 龚益,沈荣熹,李清海. 杜拉纤维在土建工程中的应用. 北京:机械工业出版社,2002
- 2 沈荣熹. 低掺率合成纤维在混凝土中的作用机制. 北京:中国建材工业出版社,1999
- 3 吴中伟,廉慧珍. 高性能混凝土. 北京:中国铁道出版社,1999
- 4 Alhozaimy A M, Soroushian P, Mirza F. Mechanical properties of polypropylene fiber reinforced concrete and the effects of pozzolanic. Materials Cement & Concrete Composites, 1996(18):85-92
- 5 冯乃谦,等. 实用混凝土大全. 北京:科学出版社,2001

·筑龙卡·

筑龙网(原中国建筑资讯网www.sinoaec.com)是中国建筑业协会主办的建设专业网,网站中拥有数量庞大的政策法规、标准、专业文章、工艺工法、施工组织设计、工程常用表以及建筑图纸、CAD图块、模型图和设计素材等。

筑龙网为方便用户下载网上的电子资料,通过发行筑龙卡为用户提供下载服务。

筑龙网为了方便用户购买筑龙卡,在全国比较大的城市设有代销点,您可以从筑龙网或者任何一家代销点购买筑龙卡,详细说明见网站“筑龙卡”栏目介绍。

如果您有什么问题,请随时与筑龙网联系,联系方式:

通信地址:北京市百万庄建设部内筑龙网(100835)

电话:010-88362233, 68394975

传真:010-68394934

网址:www.sinoaec.com

电子邮件:sales@sinoaec.com