

## 网状聚丙烯纤维对混凝土渗透性影响研究

14  
66-68孙家瑛 (上海市市政工程研究院)  
陆斌 (崇明县建设委员会)  
乘峰 (上海市市政工程研究院)

T66528-572

**【摘要】** 研究了网状聚丙烯纤维对混凝土渗透性变化影响,以及掺加硅灰对纤维混凝土渗透性的变化规律。试验结果表明,在普通混凝土中掺加网状聚丙烯纤维会增加混凝土的渗透率,而在纤维增韧混凝土中掺加硅灰可以明显提高材料的抗渗性和降低  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透性,从而显著改善混凝土的耐久性能。

**【关键词】** 网状聚丙烯纤维 渗透性 耐久性 混凝土 力学性能

## 1 前 言

为了改善普通混凝土抗拉强度低、极限应变小、抗冲击性差、脆性大、易开裂等缺点,满足对混凝土高强度高韧性的要求,近年来,通过在高性能混凝土中掺入短切聚丙烯纤维改善其上述缺点正受到广泛重视<sup>[1]</sup>。聚丙烯纤维是较早进行研究并已用于混凝土的聚合物纤维之一,它通过大量吸收能量,大幅度提高水泥混凝土抗裂能力及改善抗冲击性能,并改进混凝土的整体性,除低弹模高延性特点外,聚丙烯纤维还有与水泥基体相容性好,能经受水泥水化产物的侵蚀而自身不受损,耐久性能好,价格低廉,不吸水等优点。聚丙烯纤维在水泥混凝土中已得到大量应用,在许多工程中取得明显的效益。美国 Fibermesh 网状聚丙烯纤维目前已广泛应用于中国和世界许多国家的主要工程之中。

为了研究聚丙烯纤维混凝土在工程中的耐久性,有必要搞清其抗渗及抗  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透能力。本文选用美国生产的 Fibermesh 网状纤维配制纤维混凝土,研究纤维混凝土的抗渗及  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透系数与纤维掺量的关系,以及掺硅灰对纤维混凝土抗渗及  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透系数的影响。

## 2 实验方法

## 2.1 试验用原材料

水泥:采用三航局小野田水泥有限公司生产的江南牌 525# 普通硅酸盐水泥。活性掺合料:采用华联外加剂厂生产的磨细粉煤灰和硅灰,其化学成分列于表 1。外加剂:SN-II 高效减水剂。上海五四助剂厂生产。集料:砂为中粗砂,细度模数 2.8;石料采用 5~8mm 的石英石。纤维:采用美国生产的 Fibermesh 网状聚丙烯纤维,性能见表 2。

表 1 硅灰的化学成分

化学成分	$\text{SiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\text{SO}_3$	烧失量
重量百分比%	91.0	0.9	1.7	0.4	0.8	0.3	2.1

表 2 聚丙烯纤维的物理性能

吸水率	无
比重	0.91
纤维长度(mm)	12~15
融化温度( $^{\circ}\text{C}$ )	160~170
燃点( $^{\circ}\text{C}$ )	590
导电率	低
热导率	低
耐酸碱性	高
抗拉强度	560~770
弹性模量(MPa)	350

## 2.2 试验方法

纤维增强混凝土成型及抗压、抗折强度按 GBJ80-85 普通混凝土拌和物性能试验方法;GBJ81-85 普通混凝土力学性能试验方法;JCJ56-84 掺减水剂混凝土试验方法进行。分别测定其 3 天、28 天抗折、抗压强度。

另一部分试件制成  $\phi 80\text{mm}$ 、高 32mm 的圆柱状,在标准养护室内养护至 28 天测定其氯离子渗透系数,测试方法采用电导率法。抗冻性按 JTJ270-98 规定进行。抗渗性能参照 GBJ82-85 规定进行,试件为上下底面直径各为 175mm 和 185mm、高度为 150mm 的圆台体,试件养护方法同力学性能测定的立方体试件。

## 3 结果与讨论

各种配合比纤维增韧混凝土的强度见表 3。由表中结果表明,在水泥基聚丙烯纤维复合材料掺加硅灰时,混凝土抗压、抗折强度随硅灰掺量增加而提高。但抗折强度提高幅度大于抗压强度提高幅度。由此可见,在高性能混凝土掺加网状聚丙烯纤维可以降低高性能混凝土的脆度。通过对纤维增韧高性能混凝土的力学性能测定,并结合市政工程混凝土的应用环境及具体要求,我们对各种网状纤维掺量的混凝土进行抗冻试验、抗硫酸盐和  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透系数试验。并以此为基

础,进一步探讨聚丙烯纤维对混凝土抗渗、Cl<sup>-</sup>离子渗透系数影响以及对耐久性的影响。

表 3 高性能水泥基聚丙烯纤维网复合材料强度

样品编号	SF (wt)%	PFM Volume %	抗压强度(MPa)		抗折强度(MPa)	
			R <sub>3</sub>	R <sub>28</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>28</sub>
1	0	0	36.9	63.4	5.31	8.53
2	5	0	43.0	73.9	5.45	9.05
3	10	0	47.5	82.4	6.06	9.82
4	0	0.1	29.3	60.8	5.36	8.59
5	5	0.1	29.9	61.3	5.33	8.72
6	10	0.1	32.4	66.9	5.45	9.25
7	0	0.15	38.4	68.5	6.08	9.35
8	5	0.15	39.9	77.7	6.28	11.02
9	10	0.15	47.4	82.3	7.55	12.52

SF—硅灰;PFM—网状聚丙烯纤维。

### 3.1 聚丙烯纤维对混凝土抗渗影响

各掺量网状纤维混凝土抗渗试验结果见图 1。由图中实验结果可以发现,随着网状聚丙烯纤维掺量增加,混凝土的渗水高度随之增加。这是由于纤维的加入增加混凝土中的界面,从而导致混凝土孔隙率提高的缘故。在纤维增韧混凝土中掺加硅灰可以明显降低混凝土的渗水高度。由图中结果可知,当硅灰掺量从 0%~10%,纤维增韧混凝土的渗水高度从 113mm 降低到 28mm。

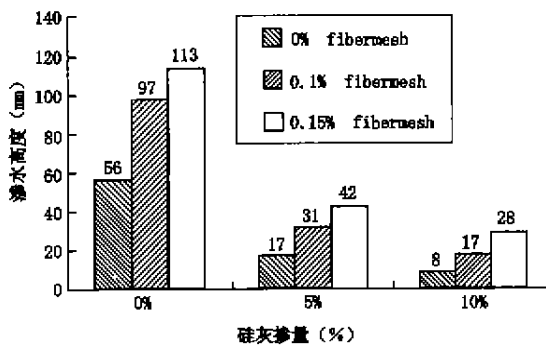


图 1 聚丙烯纤维对混凝土抗渗性能的影响

### 3.2 聚丙烯纤维对混凝土 Cl<sup>-</sup>离子渗透系数影响

图 2 是普通纤维增韧混凝土和掺硅灰纤维增韧混凝土的 Cl<sup>-</sup>离子渗透性试验结果。由图中结果可知:在素混凝土中掺加聚丙烯纤维,混凝土的氯离子渗透系数明显加大,并随聚丙烯纤维掺量增加而增加。在掺硅灰高性能混凝土中掺加聚丙烯纤维可以明显降低混凝土的氯离子渗透系数,并且在含有 10% 硅灰混凝土样品中随聚丙烯纤维掺量增加混凝土氯离子渗透系数减小,这是由于掺硅灰高性能混凝土的浆体对纤维的亲合性所造成。

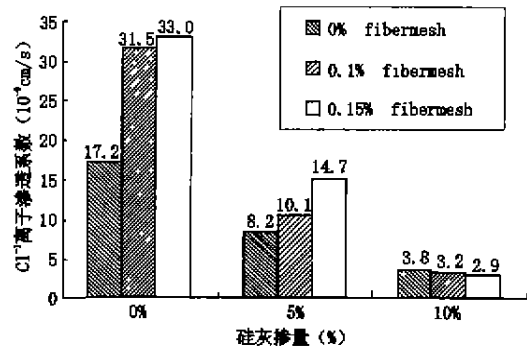


图 2 聚丙烯纤维对混凝土氯离子渗透系数的影响

## 3.3 聚丙烯纤维增韧混凝土渗透性对耐久性影响

### 3.3.1 混凝土抗冻性能

从表 4 的抗冻性能试验结果可知,经过 50 次和 100 次冻融循环,纤维增韧高性能混凝土试样与普通基准混凝土相比其重量损失和强度损失均大为减少。

表 4 混凝土抗冻性实验结果

品种	重量变化				
	初始重量 (kg)	重量(kg)	变化率%	重量(kg)	变化率%
普通混凝土	2.488	2.435	-0.53	2.431	-1.7
纤维增韧高性能混凝土	2.440	2.439	0.04	2.436	-0.4
品种	强度变化率				
	冻融 50 次 (%)		冻融 100 次 (%)		
	抗折	抗压	抗折	抗压	
普通混凝土	-0.63	-2.01	-15.8	-2.7	
纤维增韧高性能混凝土	-0.61	-0.11	-2.48	-0.21	

普通基准混凝土经冻融循环后,抗压强度变化不大,但抗折强度明显下降;双掺硅灰和粉煤灰的纤维混凝土试样均未明显下降,说明纤维增韧高性能混凝土具有很强的抗冻性。

### 3.3.2 抗硫酸盐侵蚀能力

各种混凝土受硫酸盐侵蚀后膨胀测试结果见图 3。

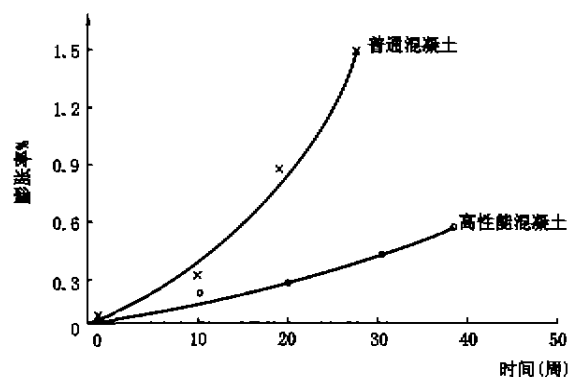


图 3 试件在 5% Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 溶液中的长度变化

由图中结果可知,经 5% (质量分数)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  溶液侵蚀后,纤维增韧高性能混凝土和基准混凝土试件都发生了膨胀。但纤维增韧高性能混凝土试件比普通混凝土抗硫酸盐侵蚀能力有明显改善,这主要是由于双掺硅灰、粉煤灰混凝土结构致密及纤维约束作用的缘故。

### 3.3.3 纤维增韧高性能混凝土渗透性对耐久性能的影响

由以上的实验数据分析可知,在纤维混凝土中双掺粉煤灰和硅灰可以大幅度降低混凝土的  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透系数,从而可以改善纤维混凝土的强度和耐久性能。但  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透系数降低对改善混凝土强度和耐久性能程度是不同的。双掺粉煤灰和硅灰可以使混凝土  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透系数降低一个数量级,从而使其抗冻性能提高 3 倍,抗硫酸盐侵蚀能力提高 4 倍,而强度却仅提高了 14%。从这些实验的结果可以看到,大幅度提高纤维混凝土耐久性能可以通过改善混凝土渗透性能来加以实现,而提高混凝土的抗冲击性能及降低其脆度则由掺加网状聚丙烯纤维来实现。

## 4 结 论

a. 在普通混凝土中掺加网状聚丙烯纤维会提高混凝土的  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透系数和降低其抗渗能力。

b. 在纤维增韧混凝土中双掺粉煤灰和硅灰可以大幅度降低混凝土的  $\text{Cl}^{-1}$  离子渗透系数和提高其抗渗能力。

c. 在纤维增韧混凝土中双掺粉煤灰和硅灰,可以有效地提高混凝土的密实度,降低混凝土的渗透率,这是混凝土耐久性得以改善的主要原因,而掺加网状聚丙烯纤维可以提高混凝土的抗冲击性能以及降低混凝土脆度。

### 参考文献

1. 孙家瑛,混凝土, No 6(1999)
2. H. Toutanji, C. C. R. Vol 28, No 7(1998) P961

收稿日期 2000-01-10

地 址 上海建国西路 609 号(200031)

电 话 021-64370085-322

## Study of Reticulate Polypropylene Fiber Effect on Permeability of Concrete

Sun Jiaying Lu Bin Luan Feng

·书讯·

### 《预制混凝土构件实用质量管理手册》 《普通混凝土常用问答手册》

构件生产用书《预制混凝土构件实用质量管理手册》是构件行业很好的参考书,全书共分九章(一章,混凝土构件生产工艺;二章,混凝土预制构件质量通病防治;三章,原材料检验;四章,混凝土构件强度评定;五章,混凝土构件结构性能检验;六章,混凝土构件生产操作规程,七章,混凝土构件厂质量管理体系;八章,预制构件质保体系及表格形式,九章,预制构件技术的发展)。

该书定价 48.00 元/本,现打折 22.00 元/本(含邮、包装费 2 元)。本书 780 页,大 32 开,精装。特别适合各协会办班使用。另一本《普通混凝土常用问答手册》定价 19.00 元,350 页,现打折 8.00 元/本。

联系电话:0452—2115074

联系人:殷殿有