

## 应用技术

# 聚丙烯纤维在混凝土中的应用研究与工程实践

## Study of Polypropylene Fiber Used in Concrete and Its Practice in Project

虞孝伟, 杨兰友, 乐大容 (深圳市国全混凝土有限公司 518102)

**摘要:** 在混凝土中掺入适量的聚丙烯(美国杜拉)纤维能有效改善混凝土材料的物理性能,提高混凝土耐久性。通过对混凝土试配和工程实践证明,在混凝土中掺加聚丙烯纤维后,可以减少混凝土的裂缝,而且对混凝土的抗渗和抗冻都有明显提高。

**关键词:** 高性能混凝土;聚丙烯纤维;强度;裂缝;抗渗;抗冻

中图分类号:TQ342;TU528.1 文献标识码:B

### 1 前言

自出现水泥混凝土以来,裂缝问题一直困扰人们,特别是目前工地大都采用商品泵送混凝土,掺粉煤灰、矿粉、膨胀剂等,虽有一定效果,但因施工、养护及人的因素等,往往在混凝土浇筑后,裂缝仍在所难免。使用聚丙烯纤维混凝土的技术已日臻完善,成为改善混凝土性能最为广泛使用手段之一。

### 2 原材料性能

(1)聚丙烯纤维:聚丙烯纤维的物理性能见表1。

(2)水泥:东莞华润 P.042.5R 级水泥及柳州鱼峰 P. II 42.5 级水泥,其物理力学性能列于表2。

(3)粉煤灰:广西来宾 I 级灰。细度 6.4%,烧失量 1.26%,需水量比 92%。

(4)集料:细集料:中砂,  $M_k = 2.6 \sim 2.8$ 。粗集料:5~25mm 碎石。

(5)外加剂:深圳兆深 KFDN-SP. 掺量 1.5%~2%。

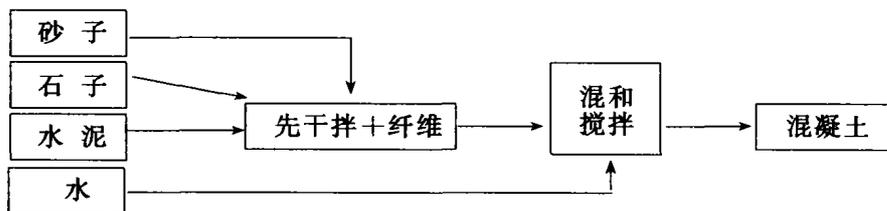
表1 聚丙烯纤维(杜拉纤维)的物理性能

性能	指标值	性能	指标值
纤维类型	束状单丝	耐酸碱性	极高
比重	0.91	安定性	无毒材料
熔点	160℃	拉伸极限	15%
燃点	580℃	弹性模量	3793(MPa)
含湿量	<0.1	导电导热	极低
抗拉强度	276(MPa)	规格(长度)	3/4"(约 19mm)

表2 水泥的物理力学性能

水泥品种	强度等级	细度(%)	标准稠度(%)	安定性	凝结时间(h:min)		抗拉强度(MPa)		抗压强度(MPa)	
					初凝	终凝	3d	28d	3d	28d
东莞华润 P.0	42.5R	3.6	25.8	合格	2:35	3:20	6.5	9.1	35.9	60.3
柳州鱼峰 II	42.5	3.6	23.8	合格	1:28	2:13	6.2	9.0	38.2	58.2

### 3 聚丙烯纤维混凝土制作工艺流程



注:纤维投放很简单,可以整袋直接投放在皮带输送机上,不采用特殊工艺。

### 4 混凝土配合比试验与结果分析

(1)混凝土配合比试验结果见表3。

表 3

混凝土配合比试验结果

编号	强度等级	工程应用部位	水胶塌落度比 (cm)			用量(kg/m <sup>3</sup> )						抗压强度(MPa)		
			C	W	S	G	FDN	UEA	FA	3d	28d	60d		
Ps-90	C30	地下室底板壁墙	0.54	16	283	185	837	1000	5.8	35	47	23.0	42.5	47.0
Ps-91	C30	基础承台	0.53	17	264	175	865	1000	5.9	/	96	21.5	39.4	43.0
Ps-92	C40	消防水池、后浇带	0.41	7	326	165	728	1112	6.2	44	47	33.2	51.4	60.6
Ps-95	C35	二层梁板	0.48	17.5	327	185	739	1030	7.8	/	93	28.0	45.0	47.0
Ps-96	C40	二、三层梁板	0.41	16	372	175	750	1037	7.4	/	66	29.7	51.0	59.0
Ps-97	C40	三层预应力梁板	0.41	18	427	175	755	1043	7.7	/	/	31.0	52.0	61.0

注:Ps-91 试件未掺聚丙烯纤维,其它均掺聚丙烯纤维,其掺量为 0.7kg/m<sup>3</sup>。

### (2) 混凝土抗渗试验

混凝土抗渗性能的高低直接反映出混凝土的耐久性能,按工程应用配合比,按 GB82-85 规定的方法制作试件,经 28d 养护进行检验,其结果见表 4。

表 4 混凝土抗渗试验结果

编号	强度等级	工程部位	设计要求	实测抗渗值	平均渗透高度(mm)
Ps-90	C30	地下室底板壁墙	P6	P11	14.5
Ps-91	C30	基础承台	/	P8	全透水
Ps-92	C40	消防水池、后浇带	P8	P13	14.0
Ps-95	C35	二层梁板	P6	P12	14.2
Ps-96	C40	二、三层梁板	P8	P16	13.5
Ps-97	C40	三层预应力梁板	P8	P16	12.6

注:PS96~PS97 无一试件透水,停止试验后,劈开试件测定平均渗透高度,混凝土抗渗 P>16,说明掺聚丙烯纤维混凝土抗渗性能良好。

### (3) 混凝土抗裂能力

用 GBT81~85 检测方法,对三组样品(即对比组、加入 0.05% 杜拉纤维、加 0.1% 杜拉纤维)进行劈裂抗拉试验,当试件在受到劈裂抗拉纤维荷载时,对比组样品完全断开,而加有纤维的两组样品,在达到破坏强度时,样品仍保持为一体。说明加入杜拉纤维后,混凝土的韧性、抗裂性大大增强了。

### (4) 试验结果分析:

从表 3、表 4 看出:在混凝土掺适量聚丙烯纤维后,混凝土强度和抗渗都能达到设计要求,抗渗混凝土比普通混凝土抗渗能力提高 60%~80%,60d 后期强度比未掺该纤维提高 13%~15%。

可以利用微膨胀混凝土的技术和纤维材料的抗裂、抗收缩性能。试验结果表明,它能满足实际需要,混凝土和易性良好。

## 5 工程应用实例

### (1) 工程概况

深圳市宝安体育馆,工程建筑面积为 4740m<sup>2</sup>,外圆直径为 135m,内圆直径 106m。总高为 31.8m,混凝土总量为 35000m<sup>3</sup>,其中掺聚丙烯纤维混凝土为 17068m<sup>3</sup>,其工程部位及混凝土强度情况见表 5。

表 5 聚丙烯纤维混凝土应用情况

序号	工程部位	混凝土强度等级(MPa)	混凝土量(M <sup>3</sup> )	28d 混凝土强度(MPa)
1	地下室底板	C30	5264	36.2
2	二层梁板	C35	830	45.6
3	三层梁板	C40	160	46.5
4	三层预应力梁板	C40	9288	45.9
5	挡土墙	C40	207	46
6	消防水池	C40	88	49
7	后浇带	C40	231	47

(2) 该工程地下的底板、侧墙、楼板、柱等大量采用聚丙烯纤维混凝土,混凝土搅拌出槽后,纤维分散均匀,没有絮凝成团现象,拌和物表现良好的保水性和粘聚性,混凝土泵送性能优良,在整个浇筑过程中,没有发生过堵塞,特别是在去年 7~8 月份气温高达 38℃ 以上施工及冬季风吹情况下,也未发现裂缝。

### (3) 杜拉纤维的选择

目前市场使用杜拉纤维有两种:一种是价格在近 8 万元/t;另一种是国产杜拉纤维,价格在近 6 万元/t。系列试验结果表明:美制杜拉纤维,虽然单价高于国产纤维,但因勿需复杂工艺,现仍被采用。

### (4) 经济性与适应性

在深圳宝安体育馆采用聚丙烯纤维生产中,每 m<sup>3</sup> 混凝土中掺 0.7kg 杜拉纤维,与不掺该材料混凝土相比,造价增加近 54 元/m<sup>3</sup>,但混凝土质量可以得到保证,耐久性的提高会使结构安全使用期得到保证甚至延长,维修费用也可降低。

## 6 结语

(1) 在混凝土中掺适量的聚丙烯纤维是克服其混凝土开裂的有效途径,能较大幅度提高混凝土的抗裂、抗渗、抗冻性能,增强了混凝土耐久性。

(2) 聚丙烯纤维混凝土掺适量微膨胀剂,外加剂和粉煤灰,对提高混凝土的泵送性能和施工操作时流动性,充分利用纤维材料的阻裂作用有着重要意义,是防止混凝土初始裂缝有效的方法之一。

收稿日期:2002-12-16