

# 聚丙烯纤维混凝土的试验研究

苏晓薇<sup>1</sup>, 刘丽英<sup>2</sup>

(1. 长春光机学院, 吉林 长春 130022;  
2. 吉林省水利科学研究所, 吉林 长春 130022)

[摘要] 本文根据对聚丙烯纤维混凝土的试验研究, 提出了几种聚丙烯纤维掺入混凝土使其各项技术指标改善的作用机理并采用了有关实验数据。供工程技术人员参考。

[关键词] 聚丙烯纤维; 混凝土; 试验研究

[中图分类号] TU528.572

[文献标识码] B

## 1 概述

水泥混凝土材料是当代应用最广泛的建筑材料, 它具有易成型、能耗低、耐久性好、价格便宜以及与钢筋结合可制成各种承重结构等优点。但其自身尚存在一些缺陷, 如构件的自重大、易于塑性干缩开裂、抗拉强度低、韧性差等, 限制了在工程中的使用范围。聚丙烯 (polypropylene fibre) 纤维 (以下简称 PP 纤维) 在合成纤维中具有密度小、湿度高、延伸率大、耐久性好、价格低以及优良的加工性等特点。除在纺织行业有较广泛的应用前景外, 近年来, 作为建筑材料掺加料在建筑界的应用在国内外引起越来越多学者的关注。本文仅从室内试验的角度来阐述 PP 纤维的可行性。

## 2 室内试验研究

本研究以中国纺织大学化学纤维研究所、张家港第二合成纤维厂两家生产的 PP 纤维在水泥混凝土中应用的实验室研究成果为例, 探讨 PP 纤维在水泥混凝土中的作用机理。

### 2.1 中国纺织大学化学纤维研究所研制的 PP 纤维

根据中国纺织大学纤维研究所研制的合成纤维

在实验室中进行了水泥混凝土中应用性能研究, 针对纤维掺入水泥中的早期干裂性来进一步了解不同纤维在水泥混凝土中的相应特性。

PP 纤维试样由中国纺织大学化学纤维所提供, 共有 1#、2# 和 3# 三种。

试验结果: 在水灰比 0.476 时, 未掺纤维的净浆在成型后 2 小时即产生数条裂缝, 掺有 1#、2#、3# 纤维的净浆经一昼夜风吹均未产生裂缝。

### 2.2 张家港第二合成纤维厂生产的 PP 纤维

#### 2.2.1 改性 PP 纤维耐腐蚀试验报告 (见表 1)

表 1 改性 PP 纤维耐腐蚀试验报告表

检 验 项 目	单 位	检 验 结 果	备 注	
改性聚丙烯长丝纤维束强力	N	22		
耐碱性能	100℃饱和氢氧化钙溶液浸泡 4h; 纤维束强力保留率	%	>97	参照: JC/T572-94
	5%盐酸溶液浸泡 30d, 纤维束强力保留率	%	>97	
常温耐酸性能	5%硝酸溶液浸泡 30d, 纤维束强力保留率	%	>97	
	5%硝酸溶液浸泡 30d, 纤维束强力保留率	%	>97	

注: 检测单位: 国家建筑材料工业局苏州混凝土水泥制品研究院

#### 2.2.2 混凝土长期性能和耐久性试验 (见表 2)

表 2 混凝土长期性能和耐久性试验报告表

检验项目	单 位	基 准 砼	PP 纤维砼	备 注	
抗冻性	%	强度损失率	8.5	0	按 GB85-85 规范进行一慢冻法
		重量损失率	0.33	0	
		单项评定	合格	合格	
抗渗性	cm	渗透高度	13.8	10.6	按 GB82-85 规范进行
		标 号	S14	S14	
干 缩	×10 <sup>-4</sup>	28d	3.12	2.92	
		60d	5.02	4.17	

[作者简介] 苏晓薇 (1964-), 女, 吉林梨树人, 大本, 讲师, 现从事教学研究工。

\* 吉林省科技发展计划资助项目。

(续表2)

检验项目	单位	基准砼	PP纤维砼		备注
耐热性	MPa	抗折强度	4.6	4.6	200℃, 2h
		抗压强度	45.9	44.7	
抗裂性 (初裂前变形)	×10 <sup>-6</sup>	205	0.28%	271	试验按 GBJ81
			0.9%	384	
抗冲击强度	KJ/m <sup>2</sup>	4.98	0.28%	8.52	-85规范进行
			0.9%	9.96	

注: 检测单位: 国家建筑材料工业局苏州混凝土水泥制品研究院

### 2.2.3 混凝土物理力学性能试验

#### 2.2.3.1 混凝土物理力学性能试验报告1

试验用原材料: 水泥: 吉林辽源普硅水泥 PO32.5, 水泥用量为 300kg/m<sup>3</sup>; 砂: 中砂细度模数 2.6; 石子: 5~40mm 连续级配; 水: 饮用水, 水灰比 0.56。纤维: 张家港第二合成纤维厂 PP 短切纤维 (15.dtex×15mm)。检验项目与结果见下表 3。

表 3 混凝土物理力学性能试验报告 1

检验项目	单位	基准砼	PP纤维砼 (kg/m <sup>3</sup> )				
			0.7	1.0	1.3	1.6	2.0
拌合物容重	kg/m <sup>3</sup>	2375	2375	2375	2375	2375	2375
坍落度	cm	2.2	2.0	1.8	1.8	1.6	1.6
立方体抗压强度 (7d)	MPa	15.40	17.50	17.27	16.89	17.24	16.28
劈裂抗拉强度 (7d)	MPa	0.39	0.83	0.76	0.76	0.79	1.01
抗折强度 (7d)	MPa	2.38	3.66	3.01	3.30	3.53	3.25
弹性模量 (7d)	MPa×10 <sup>4</sup>	3.64	3.95	3.86	3.72	3.75	3.72

#### 2.2.3.2 混凝土物理力学性能试验报告 2

试验用原材料: 水泥: 吉林辽源普硅水泥 PO32.5, 水泥用量为 300kg/m<sup>3</sup>; 砂: 中砂细度模数 2.6; 石子: 5~40mm 连续级配; 水: 饮用水; 水灰比 0.50; 纤维: 上海新纺织产业用品有限公司生产的 NT76 混凝土增强 PP 纤维网。试验项目与结果见表 4。

表 4 混凝土物理力学性能试验报告 2

检验项目	单位	基准砼	PP网状纤维砼 (kg/m <sup>3</sup> )					
			0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	
拌合物容重	kg/m <sup>3</sup>	2488	2488	2489	2489	2489	2489	
坍落度	cm	4.2	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	
立方体抗压强度 (7d)	MPa	14.67	14.83	15.4	15.8	17.5	16.8	
劈裂抗拉强度 (7d)	MPa	0.45	0.57	0.65	0.74	0.79	0.59	
抗折强度 (7d)	MPa	2.37	2.37	2.52	2.55	2.59	2.54	
弹性模量 (7d)	MPa×10 <sup>4</sup>	3.13	3.18	3.21	3.26	3.39	3.37	

注: 报告 1、2 检测单位: 吉林省水利水电工程质量检测中心

## 3 试验结果分析

### 3.1 PP 纤维对水泥砂浆抗塑性干缩开裂性能的影响

试验观察可知: PP 纤维具有不同程度的细化和消除裂缝的作用。在纤维品种中, 以中国纺织大学化学纤维研究所研制的拉丝 PP 纤维细化裂缝作用最为显著。当掺量为 0.45kg/m<sup>3</sup> 时, 2~3mm 范围内裂缝就已消失, 1~2mm 范围内裂缝减少 67.5%, 而小于 1mm 的裂缝增加约

7.6%, 当掺量 ≥ 0.9kg/m<sup>3</sup> 时, 所有裂缝完全消失。张家港第二合成纤维厂研制的 PP 短切纤维, 其抗压、抗拉、抗折强度及弹性模量的最佳掺量为 1.6kg/m<sup>3</sup>。选择合适的纤维品种、适宜的掺量可起到较好的抗塑性干缩开裂效果。

### 3.2 PP 纤维对水泥混凝土力学性能的影响

水泥基材料中掺加纤维后, 其抗压强度基本未受影响, 抗折强度和弹性模量略有增加, 劈裂抗拉强度和弯曲韧性指数有明显增加, 劈裂抗拉强度和弯曲韧性指数可比基准混凝土分别提高 1 倍和 1.4 倍。另外, PP 纤维混凝土的抗冲击强度有明显提高, 较之基准混凝土提高 1 倍多, 因此, 在水泥基材料中, 掺加适量的 PP 纤维可达到既不恶化水泥基材的力学性能, 还可使其韧性有所改善。

### 3.3 PP 纤维对水泥混凝土长期性能和耐久性能的影响

由表 3 可知在混凝土中掺加 PP 纤维对抗塑性有一定程度的提高, 这与 PP 纤维具有一定的减少塑性收缩作用有关, 同时其塑性收缩作用和适度的引气作用对混凝土的抗冻性也有一定程度的提高。

## 4 结语

4.1 PP 纤维的品种和掺量对水泥基材料抗塑性、干缩、开裂能力有明显影响, 随着纤维掺量的变化, 各种 PP 纤维的抗塑性、干缩性、开裂能力随之变化。适宜的纤维及掺量通过高分子纤维的应力传递, 可细化或完全阻止水泥砂浆及混凝土的塑性干缩开裂现象的出现。

4.2 PP 纤维可以提高水泥混凝土的抗破裂性能、抗冲击性能、抗挠曲性。据张家港市合纤二厂提供的试验资料: 挠曲强度可提高 200%, 弯曲强度从 190kg/m<sup>2</sup> 提高到 225kg/m<sup>2</sup>。

4.3 PP 纤维可提高水泥混凝土的抗冻性 50% 左右, 可经受 40 次的冻融循环, 故适宜于东北地区的季节性冻融气候。

4.4 气体渗透对水泥混凝土结构耐久性起着非常重要的作用。加入 PP 纤维后可降低空气渗透性, 由此可延缓水泥混凝土中钢筋的抗腐蚀性。

4.5 PP 纤维价格便宜、掺量小、耐久性好, 特别是耐化学品性好。因此适用于水质有化学污染的水池、边坡防护的场地。

4.6 PP 纤维混凝土的拌合、成型与普通混凝土

相同。根据施工的具体要求可适当调整水灰比。掺PP纤维混凝土可泵性好,坍落度小。

PP纤维可代替石棉,而且强度和耐久性都有所提高。□

4.7 因为石棉是致癌物质,世界产量也有限。

## Experimental study of polypropylene fibre concrete

SU Xiao-wei, LIU Li-ying

**Abstract:** The paper puts forward the mechanism of many polypropylene fibres mixed in concrete and adopts the related experimental data for ameliorate its technical target for reference of technicians.

**Key words:** polypropylene fibre; concrete; experimental study

## 二次供水有污染

随着气温的逐渐升高,各种病菌开始大量繁殖,许多城镇采用蓄水池方式二次供水,其水质状况令人担忧。有消息报道,青岛市的20多家二次加压供水点所供的水细菌含量惊人,无一达到国家标准。症结何在?

我国城镇的高楼供水普遍采用二次加压的供水方式,这就需要修建蓄水池。国家规定,蓄水池必须半年一次进行清洗消毒,并经有资质的单位对水质检验合格后方可使用。但因种种原因,多数供水点无法做到。蓄水设备多年不清洗,卫生质量堪忧。专家指出,二次供水除了水质得不到保障,还存在投资大、能源浪费、跑冒滴漏严重等弊病,在发达国家已不提倡这种供水方式。

根据国家供水条例规定,传统的供水设备不允许在自来水管网上直接抽水,以免造成有负压有吸程,即水压忽高忽低不稳定,影响其他用户用水。既然如此,有没有解决之道?

山东三利给水设备有限公司针对二次供水存在的种种弊端研制开发出高科技供水设备,其中

## 三利设备解麻烦

第五代产品WXG无负压(无吸程)管网增压稳流给水设备就可直接与自来水管网串联使用,得到了国家主管部门的认可,并被国家科技部等五部委确定为重点新产品。

据悉,三利公司率先将微机变频技术应用到供水设备中,可根据用户自来水进水量(即自来水管径、压力)、用户实际水量、建筑的高度等数据自动确定流量,使各层用户得到高质量的供水。

该产品具有以下优点:直接与自来水管网对接,不用建水池水箱;节电50%-90%;节水效果显著,无跑冒滴漏现象;不用建泵房,节省投资60%以上;停电不停水;全自动运行,无须人工看护。这种设备的应用范围特别广泛,城乡、住宅、办公、消防、加压泵站、各种循环水系统等均适用,并可以充分利用原有的气压罐、蓄水池等设施进行改造,达到节约投资和节能的目的。

摘自《科技日报》