



改性聚丙烯纤维长度、掺量对混凝土性能影响的试验研究

成美凤¹, 王福荣², 冯树芬¹

(1. 天津城市建设学院 土木工程系, 天津 300384; 2. 天津城市建设学院 基础部, 天津 300384)

摘要:介绍了亲水性聚丙烯纤维的掺量及长度对普通混凝土力学特性的影响情况. 通过试验表明, 掺入聚丙烯纤维可使普通混凝土的抗压强度、劈裂抗拉强度、抗收缩、抗冻融等性能有所改善.

关键词:混凝土; 改性聚丙烯纤维; 纤维长度; 掺量

中图分类号: TU528.572 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6853(2004)02-0129-03

多年来, 混凝土因其抗压强度高、耐久性好、成本低等特点在建筑工程上得到广泛应用. 但是混凝土又是一种脆性材料, 由于本身的孔隙及其它缺陷, 在很大程度上制约着混凝土材料的各项性能和进一步应用. 为适应工程对混凝土性能的要求, 必须从根本上改变混凝土性能上的不足之处, 国内外大量的试验研究证明, 在混凝土中掺入一定量的聚丙烯纤维, 能够提高混凝土的力学性能和耐久性. 但是普通聚丙烯纤维具有柔性大、不吸水、易结团的缺点, 因此与水泥搅拌较为困难, 在混凝土中分散性差. 为此, 聚丙烯纤维生产厂家对此进行了改性处理, 解决了纤维分散问题, 使之具有良好的亲水性, 与水泥结合得更好. 聚丙烯纤维混

土是将改性聚丙烯纤维加入到普通混凝土中进行搅拌而形成的纤维混凝土, 由于在搅拌中受到水泥及砂、石骨料的撞击混合, 使纤维散开, 以三维方式均匀分布在混凝土中, 从而使混凝土的性能得到改善. 笔者对改性聚丙烯纤维混凝土进行了试验研究.

1 试验方案

1.1 试验项目

采用天津市欣晟建筑纤维公司生产的改性聚丙烯纤维进行混凝土材料力学性能及耐久性试验. 试验标准、方法及主要仪器设备见表1.

表1 试验项目、标准、方法及主要仪器设备

试验内容		试验标准	试验方法	主要仪器设备
力学性能	抗压强度	GBJ81-85	每组3个试件, 成型24h后拆模, 编号, 放入标准养护箱养护, 养护温度(20±3)℃, 湿度90%以上. 28d测强度指标.	标准恒温恒湿养护箱, 60L自落式砼搅拌机, 50cm×50cm振动台, 2000kN压力试验机, 1000kN万能试验机.
	抗折强度			
	轴心抗压强度			
	劈裂抗拉强度			
	弹性模量			
耐久性	抗收缩	参照韩国汉城大学试验方法		D4型低温冷冻箱, 养护池自动温度控制器.
	抗冻融	GBJ82-85		

收稿日期: 2003-11-26; 修订日期: 2003-12-26

基金项目: 天津市建委科技项目(2002-37)

作者简介: 成美凤(1959-), 女, 天津人, 天津城市建设学院实验师.

1.2 试验原材料、混凝土配合比、搅拌及振实方法

改性聚丙烯纤维,由天津市欣晟建筑纤维公司提供,共有3种,长度分别为12 mm,19 mm和30 mm,掺量为 0.9 kg/m^3 和 1.2 kg/m^3 ;水泥,山东淄博水泥32.5普通硅酸盐水泥;普通砂,细砂细度模数1.89,表观密度 2.65 g/cm^3 ,堆积密度 1450 kg/m^3 ;石子,粒径5~25 mm连续级配,表观密度 2.70 g/cm^3 ,堆积密度 1520 kg/m^3 ;拌合水,自来水。

混凝土基准配合比各材料用量为:水泥, 360 kg/m^3 ;砂 679 kg/m^3 ;石子 1106 kg/m^3 ;水, 205 kg/m^3 。

搅拌方法:采用两种搅拌方式即干拌法与湿拌法。

干拌法:使用60 L自落式混凝土搅拌机,先投砂、石及纤维干拌1 min,后加水泥、水搅拌3 min。

湿拌法:使用60 L自落式混凝土搅拌机,先投砂、石、水泥搅拌均匀,再加入纤维和水的混合溶液,搅拌时间不能少于3 min。

振实方法:将装满混凝土拌合物的试模放在振动台上振实,振实时间以石子不再下沉,表面出现浮浆为止。

2 试验结果与分析

2.1 搅拌方式的试验研究

混凝土的两种搅拌方式对比性试验研究结果见表2。

表2 两种拌和方式的试验结果

搅拌方式	搅拌时间 /min	坍落度 /cm	劈裂抗拉 强度/MPa	强度提高 百分率/%
湿拌法	4	5	2.62	0
干拌法	4	5	2.79	6.5

确立正确的搅拌制度对改善纤维混凝土的质量有很大作用,它能够在搅拌过程中防止纤维分布不均匀,避免引起纤维起球。从试验结果可以看出,干拌法工艺有利于纤维在混凝土中均匀分散,其混凝土劈裂抗拉强度高于湿拌法的混凝土强度,效果明显。

2.2 纤维长度对混凝土性能的影响

2.2.1 混凝土的力学试验

试验标准为GBJ81-85,在普通混凝土中加入纤维的长度分别为12 mm,19 mm和30 mm,纤维掺量为 0.9 kg/m^3 ,进行混凝土力学性能(抗压强度、抗折强度、轴心抗压强度、劈裂抗拉强度、弹性模量)试验,试验结果见表3。

从表中所列数据进行分析可知:不同纤维长度对混凝土强度均有不同程度的提高,这是由于采用改性聚丙烯纤维能够提高其与基体间的粘接强度。混凝土的抗压强度、抗折强度和轴心抗压强度随着纤维长度的加长而增大,当纤维长度为30 mm时,效果最好。通过对掺入3种纤维长度(12mm、19mm、30mm)混凝土

表3 混凝土力学性能试验结果

纤维长度	抗压强度/MPa	抗折强度/MPa	轴心抗压强度/MPa	劈裂抗拉强度/MPa	弹性模量/MPa
0 mm	27.3	3.6	21.0	2.3	3.26×10^4
12 mm	31.0	3.9	25.4	2.7	3.25×10^4
19 mm	34.5	4.2	27.7	2.6	3.39×10^4
30 mm	36.3	4.3	27.8	2.7	3.38×10^4

与不掺纤维混凝土实验结果对比分析计算得出,抗压强度增长百分率分别为13.6%,26.4%,33.0%,平均增长24.3%。抗折强度增长百分率分别为8.3%,16.7%,19.4%,平均增长14.8%。轴心抗压强度增长百分率分别为21.0%,31.9%,32.4%,平均增长28.4%。纤维长度变化对弹性模量影响不大,由于改性聚丙烯纤维的弹性模量($4.5 \times 10^3 \text{ MPa}$)低于水泥基体的弹性模量($1.75 \times 10^4 \text{ MPa}$),所以纤维混凝土的弹性模量没有明

显提高。

2.2.2 混凝土抗收缩(耐久性)试验

试验参照“韩国汉城大学试验方法^[1]”分5组进行,试件尺寸为:900 mm×600 mm×40 mm,试验评定指标是以24 h后质量损失(缩水率)和24 h出现的裂缝面积进行鉴别。纤维长度分别为19 mm和30 mm,纤维掺量分别为 0.9 kg/m^3 和 1.2 kg/m^3 。试验结果见表4。

表4 纤维混凝土抗收缩试验结果

试件类型	试件初始质量/kg	24 h 质量/kg	缩水率/%	24 h 裂缝形状		裂缝面积总和 /mm ²	裂缝消除率/%
				裂缝宽度/mm	裂缝长度/mm		
0/0(无纤维)	68.7	65	5.4	2.5	600	2 412	/
				1.0	400,300,180		
				0.12	120,150		
19/0.9	67.5	65.8	2.5	0.6	170	218	90.96
				0.2	280,300		
19/1.2	68.6	66.4	3.2	0.1	30,50	8	99.67
30/0.9	70.0	67.6	3.4	0.12	290,380,320	119	95.07
30/1.2	68.0	65.5	3.7	1.0	320	228	90.55
				0.7	280		

试验结果表明,素混凝土在浇筑 24 h 后出现宽度及长度均较大的裂缝,而掺入聚丙烯纤维的混凝土则明显不同,只出现很少的毛细裂缝,其宽度和长度均明显小于素混凝土. 主要是因为无序分布于混凝土中的纤维在起作用,承受因混凝土收缩而产生的拉应力,延缓或阻止裂缝出现. 试验结果还表明,改性聚丙烯纤维有明显的保水作用,与素混凝土相比,水损失明显减少,即提高了混凝土抗收缩能力. 纤维长度为 19 mm,掺量为 1.2 kg/m³ 时效果最佳,可抵消裂缝 99.67%,基本消除了裂缝的产生.

2.2.3 混凝土抗冻性(耐久性能)试验

试验标准 GBJ82 - 85, 试验分 5 组, 试件尺寸为 100 mm × 100 mm × 100 mm. 纤维长度分别为 19 mm 和 30 mm, 纤维掺量分别为 0.9 kg/m³ 和 1.2 kg/m³. 冻融试验采用慢冻法, 试件在冷冻温度(-20 ~ -15) °C 的低温冷冻箱中冻 4 h, 将试件取出放入(15 ~ 20) °C 水槽中解冻(融) 4 h, 为一冻融循环, 试件经 25 次对冻融循环后分别测定质量损失及强度损失. 试验结果见表 5.

表5 抗冻融性能的试验结果

试样类型	冻融前		25 次冻融后		质量损失/%	降低率/%	抗压强度损失/%	降低率/%
	试样质量/kg	抗压强度/MPa	试样质量/kg	抗压强度/MPa				
0/0 无纤维	2.530	33.3	2.502	30.7	1.10	/	7.80	/
19/0.9	2.513	40.1	2.504	39.3	0.37	66.36	1.80	76.92
19/1.2	2.522	40.6	2.512	39.6	0.40	63.36	2.50	67.95
30/0.9	2.491	41.5	2.475	37.7	0.70	36.36	4.40	43.59
30/1.2	2.493	41.2	2.476	40.7	0.70	36.36	1.20	84.62

混凝土受到冻融作用后,一般出现两种破坏形式,即内部开裂与表面剥落. 由于在冰点以下混凝土内部水分的体积膨胀应力导致其质量及强度下降,这种下降幅度取决该混凝土抗冻性能的优劣. 表 5 试验数据说明,掺有改性聚丙烯纤维的混凝土质量损失、抗压强度损失,远远小于无纤维混凝土,特别是 19/0.9 组及 30/1.2 组效果更为明显. 原因是由于聚丙烯的掺入提高了抗拉强度,有效抑制干缩应力所产生的裂缝,减少了水分向混凝土内部的渗透.

3 结 论

(1) 聚丙烯纤维的使用非常方便,设计混凝土的配合比保持不变,只需将改性聚丙烯纤维按规定数量掺入,与水泥、砂石骨料共同搅拌即可.

(2) 改性聚丙烯纤维适合采用干拌法添加到混凝土中,干拌法中纤维在与砂石的干拌中被强烈分散,且易于在混凝土中混合均匀. 经过搅拌后分散成单丝,成

(下转第 135 页)

而使大型加工工件的拖动问题得以解决. 其硬件电路结构简单, 软件编程思路清楚, 且费用较低, 可操作性强. 随着机械工业自动化进程的加快, 单片机在机械加工工业中的应用也会越来越广泛.

参考文献:

[1] 房小翠. 单片微型计算机机电接口技术[M]. 北京: 国防

工业出版社, 2002.

[2] 王贵明. 数控实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.

[3] 丁元杰. 单片微机原理及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999.

Application of single chip computer in machining work-piece displacement control

FAN Wen

(Department of Thermal Engineering, TIUC, Tianjin 300384, China)

Abstract: A method used in controlling the speed of step motor with single chip computer is introduced. Practical example of full-length work-piece's displacement in CNC system is presented. The hardware interface of single chip computer and step motor, and the software program procedure are comprised in the example.

Key words: single chip computer; step motor; step lost; speed up and speed down

(上接第 131 页)

三维无序分布, 掺加改性聚丙烯纤维的混凝土表面光滑、无裂纹, 力学性能及耐久性明显提高.

(3) 与无纤维混凝土相比较, 分别掺入 3 种不同长度纤维后, 混凝土的抗压强度、抗折强度、轴心抗压强度均有提高. 其中掺入长度为 30 mm, 掺入量为 0.9 kg/m³ 的试件强度提高最大.

(4) 聚丙烯纤维可显著改善混凝土材料的抗裂性能, 有效控制混凝土早期干缩裂缝的数量、长度及宽度, 阻裂和细化裂缝的作用与纤维长度和掺量等因素有关. 掺入长度为 19 mm 和 30 mm, 掺入量为 0.9 kg/m³ 效果最好.

(5) 聚丙烯纤维较大幅度提高了混凝土的抗冻融

能力, 掺有改性聚丙烯纤维的混凝土质量损失、抗压强度损失远远小于无纤维混凝土, 特别是 19/0.9 组及 30/1.2 组效果更为明显.

参考文献:

[1] 戴建国, 刘明, 黄承逵. 聚丙烯纤维混凝土和砂浆的塑性收缩试验研究[J]. 沈阳建筑工程学院学报, 2000, 16(3): 195-198.

[2] 龚益, 沈荣熹, 李清海. 杜拉纤维在土建工程中的应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002. 106-110.

[3] 湖南大学, 天津大学, 同济大学, 等. 土木工程材料[M]. 第一版. 中国建筑工业出版社, 2002.

Experimental research on effect of mixed amount and length of hydrophilic polypropylene fiber on concrete property

CHENG Mei-feng¹, WANG Fu-rong², FENG Shu-fen¹

(1. Department of Civil Engineering, TIUC, Tianjin 300384, China;

2. Department of Fundamental Subject, TIUC, Tianjin 300384, China)

Abstract: Effect of mixed hydrophilic polypropylene fiber amount and length on plain concrete mechanics property is introduced. Test shows that the behaviors of compressive strength, split tensile strength, shrinkage and freeze-thaw resistance of plain concrete with polypropylene fiber are improved.

Key words: concrete; hydrophilic polypropylene fiber; fiber length; mixed amount