

竹纤维混凝土主要力学性能的试验研究

陈瑞麟 曾家民*

(土木工程系)

摘要 本文介绍竹纤维混凝土主要力学性能的试验研究。所研究的竹纤维混凝土,具有较好的延性,是纤维混凝土中值得进一步探讨的问题。

关键词 竹纤维,混凝土,延性

0 前言

当前,国内外学者对纤维混凝土的研究,已经取得一定成果,尤其国外起步较早,发展较快,在研究和应用等领域都远比我国领先。纤维对于提高混凝土的延性和抗弯韧性以及改善框架节点钢筋拥挤等方面的显著作用,已为许多学者的研究成果所证实。现在使用的钢、玻璃、聚丙烯、石棉等纤维中,尤以钢纤维为掺合料的钢纤维混凝土研究较多,其性能较好,应用较广。但是,目前我国的钢纤维生产成本较高,产量较少。因此,钢纤维混凝土在实际工程应用中,受到一定的影响。

我省地处亚热带丘陵地带,毛竹资源丰富。竹纤维的性能,尤其外层纤维具有较高的抗拉强度和韧性。将竹纤维经过一定处理后掺入混凝土中,可起到上述纤维的类似作用。为此,我们对竹纤维混凝土进行一系列试验研究。用425*普通硅酸盐水泥配制的200号竹纤维混凝土试件,对其立方体强度、轴心抗压强度和抗拉强度等主要力学性能,进行了试验研究。

1 竹纤维混凝土试件的研制

1.1 原材料的选配

(1)水泥:选用425*普通硅酸盐水泥;(2)粗骨料:用碎石为骨料,粒径为15—20mm;(3)砂子:细度模数为2.8;(4)竹纤维:竹纤维的强度、韧性是外层最高,里层较差。选用了竹器加工厂刨下的竹丝作为纤维掺合料,其中外层纤维(占10%左右)和内层纤维的厚度约为0.5—1.0mm,宽度约为2—3mm。为了不产生结团现象,竹维长度裁为30—35mm。

本文1988—04—05收到。

*结构实验室杨伟同志参加试验工作。

竹纤维含量以 $P_b(\%) = kg \text{ 竹纤维量} / kg \text{ 水泥量}$ 表示。

1.2 材料用量及基本配合比

竹纤维混凝土试件的材料用量及基本配合比: 425*普通硅酸盐水泥 $300 kg/m^3$; 水灰比 0.62; 砂子(砂率为0.37) $567 kg/m^3$; 碎石 $966 kg/m^3$; 竹纤维($P_b = 0-4.0\%$) 0, 9.0, 10.5, $12.0 kg/m^3$ 。混凝土基体的基本配合比: 水泥: 水: 砂: 石子 = 1: 0.62: 1.89: 3.22。

试件分为立方体强度、轴心抗压强度和抗拉强度三大类, 按竹纤维含量不同, 各分成四组, 共计36个试件(表1)。

表1 试件(块)一览表

试件类别	试件编号	试件尺寸 (cm)	砼配制计划标号	竹纤维含量 $P_b(\%)$	试件数量 (块)
立方体强度 R_b	$P_0-1, 2, 3$	$15 \times 15 \times 15$	200*	0	3
	$P_1-1, 2, 3$	$15 \times 15 \times 15$	200*	3.0	3
	$P_2-1, 2, 3$	$15 \times 15 \times 15$	200*	3.5	3
	$P_3-1, 2, 3$	$15 \times 15 \times 15$	200*	4.0	3
轴心抗压强度 R_a	$T_0-1, 2, 3$	$10 \times 10 \times 30$	200*	0	3
	$T_1-1, 2, 3$	$10 \times 10 \times 30$	200*	3.0	3
	$T_2-1, 2, 3$	$10 \times 10 \times 30$	200*	3.5	3
	$T_3-1, 2, 3$	$10 \times 10 \times 30$	200*	4.0	3
抗拉强度 R_t	$L_0-1, 2, 3$	$15 \times 15 \times 15$	200*	0	3
	$L_1-1, 2, 3$	$15 \times 15 \times 15$	200*	3.0	3
	$L_2-1, 2, 3$	$15 \times 15 \times 15$	200*	3.5	3
	$L_3-1, 2, 3$	$15 \times 15 \times 15$	200*	4.0	3

1.3 试件拌制

竹纤维混凝土试件用手工拌制。先将砂、石、水泥干拌均匀, 然后边拌边加水边用手撒入竹纤维, 直到拌匀为止。用铁铲注入标准钢模, 然后用铁棒手工捣实(分2—3层填捣), 最后在试件侧面用灰匙插捣, 以防侧面或边角不实, 产生蜂窝麻面缺陷。放在水池中室温养护28d后自然风干。由于试验设备所限, 未能及时试验, 时隔60d后才进行试验。

2: 试验结果和资料分析

2.1 立方体强度

2.1.1 试验装置及方法 用200t压力试验机进行抗压试验。在试块两侧各安装一个千分表, 用以测定横向变形, 在压力机上下压板上各装一个千分表, 用以测定纵向变形, 用x—y坐标仪测定荷载与变形的关系曲线, 试验装置如图版 I 1 所示。

2.1.2 试验结果和分析 根据4组12个试块的试验数据,从而得到应力-应变关系曲线,如图1所示。从试验得出的 $\sigma-\varepsilon$ 曲线表明,混凝土中掺入竹纤维,其立方体强度比相应标号的素混凝土有所降低,其降低程度随竹纤维含量而略有变化。但其破坏韧性显著增加(图2)。当混凝土应力达到极限抗压强度时,素混凝土试件迅速开裂成一条纵向主裂缝,随即沿这条主裂缝崩开,突然破坏(属于脆性破坏),如图版I 2中左侧一块所示。而竹纤维混凝土试块却形成几条纵向较小的裂缝,虽有大小之别但不显著,最后经较大的塑性变形才破坏。这说明混凝土中乱向分布穿过裂面的竹纤维与混凝土之间的粘结力起着拉结作用,延缓其破坏的过程,故有较大的塑性变形,具有较大的延性,属于延性破坏。

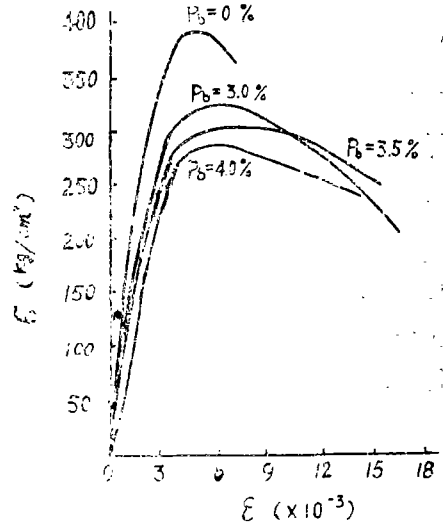


图1 立方体强度 $\sigma-\varepsilon$ 曲线

2.2 轴心抗压强度

本试验的装置和方法基本与立方体强度试验相同(图版I 5)。

根据4组12个试件的试验数据,经过整理,得出应力-应变关系曲线,如图3所示。从

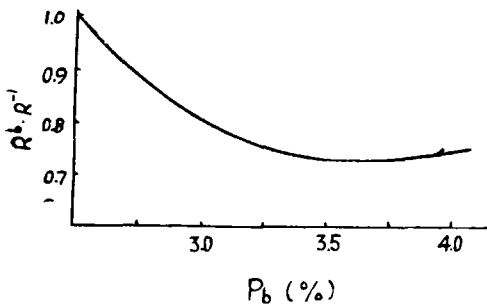


图2 R_b/R 比值与 P_b 关系

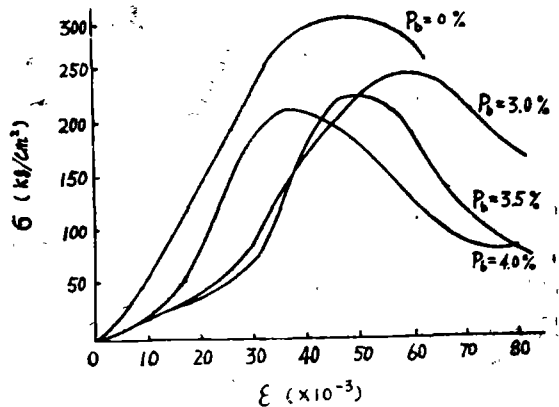


图3 轴心抗压强度 $\sigma-\varepsilon$ 曲线

$\sigma-\varepsilon$ 曲线同样可看出,竹纤维混凝土的轴心抗压强度比相应标号的素混凝土有所降低,也是随着竹纤维含量 P_b 而变化,如图4所示。其裂缝开展、塑性变形和破坏情况:素混凝土裂缝较集中,塑性变形较小,最后局部混凝土被压碎破坏。而竹纤维混凝土裂缝较分散,塑性变形较大,最后是分散数处被压碎破坏,具有较好的延性。

2.3 轴心抗拉强度

2.3.1 试验装置与方法 本试验采用劈裂法进行试验。在与劈裂方向相垂直的两个侧面

各安装一个千分表,用以测定纵向变形,并用x-y坐标仪测定荷载与纵向变形的关系曲线.试验装置如图版 I 3 所示.

2.3.2 试验结果与分析 按4组12个试块的试验数据进行整理,得出劈裂抗拉强度值,将其换算为轴心抗拉强度值,从而得到应力—应变关系曲线,如图5所示.根据试验实测数据,竹纤维混凝土试块的轴心抗拉强度虽比相应标号的素混凝土略有降低,但其降低幅度小得多.且随 p_b 增大而逐渐提高,如图6所示.另外,当应力达到极限强度时,其裂缝发展和

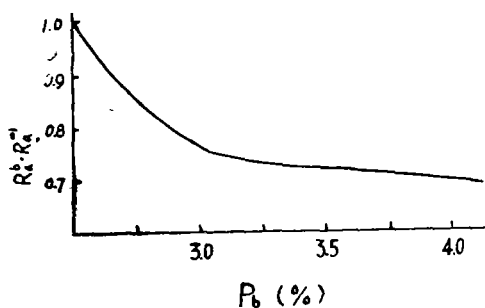


图4 $R_{s,b}/R_s$ 比值与 P_b 关系

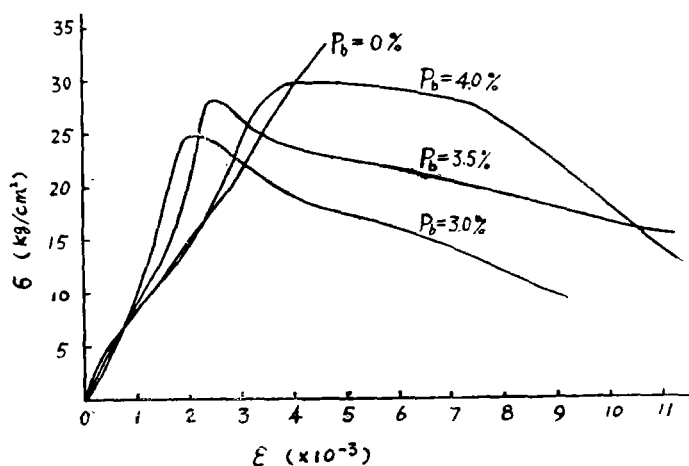


图5 轴心抗拉强度 σ — ϵ 关系曲线

破坏情况就大不相同了.素混凝土一旦开裂(只形成一条唯一的裂缝)就立即劈开断成两半,断面平整如刀切断,无塑性变形,纯属脆性破坏,如图版 I 4 中所示.而竹纤维混凝土试块,开裂后裂缝发展较缓,由于乱向分布的竹纤维起拉结作用和传递应力的作用,裂缝分散为几条,宽度也较小,塑性变形较为显著,延性较好,破坏时也不会突然断裂崩开,仍由纤维连成整体,属于延性破坏.

以上几项试验结果表明,在混凝土中掺入竹纤维后,其延性韧性明显提高,但力学性能有所降低.观察研究其破坏后的断面情况,主要的影响因素有以下三个方面.

(1) 外层竹纤维自身强度很高,与混凝土之间的粘结强度也较高,抗拔力大,也不易被

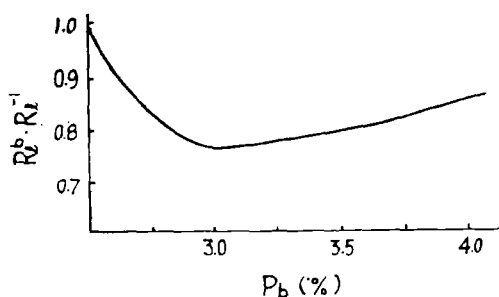


图6 $R_{s,b}/R_s$ 比值与 P_b 关系

拔断。但其含量比例太低,仅占竹丝的10%左右。

(2)内层竹纤维自身强度较低,且有一部分属于薄片刨卷丝,易被拉断。由于纤维质松,混凝土干硬后,竹丝干缩率较大,影响了纤维与混凝土之间粘结,造成混凝土内部微裂,导致强度降低。这种竹丝约占竹丝90%左右,含量比例太高,这可能是影响竹纤维混凝土强度降低的主要因素。若竹纤维经过处理,使其干缩率降低,可克服上述缺陷。这尚需进一步探索研究。

(3)从断裂面观察,竹纤维在混凝土中没有结团现象,横穿断裂面的纤维外露长度一般仅2—3 mm,少数有5—10 mm。这部分多为外层纤维。尽管其中可能有部分内层纤维,由于自身强度低而被拉断。但这也可说明纤维长度3.0—3.5 cm较短,影响了竹纤维充分发挥其抗拔拉结作用,从而直接影响了竹纤维混凝土的强度。

3 几点看法

(1)混凝土中掺入竹纤维,虽强度略有降低,但仍能满足工程使用要求。重要的是其延性和抗弯性明显提高,有助于克服混凝土的脆性弊端,提高其抗震抗冲击性能。并为充分利用地方材料改善混凝土的综合性能探索新的途径。

(2)若全部用外层纤维或其含量比例占绝对优势,纤维长度适当加长,采取适当的取丝方法并经收缩率及防腐处理,预计其强度(尤其抗拉强度)可大幅度提高,满足实际工程应用的要求。本文只是阶段性成果,有待于进一步深入研究。

本试验得到结构试验室负责同志的大力支持,借此表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 章文纲等,钢纤维混凝土的主要力学性能及工艺特性,混凝土及加筋混凝土,4(1984)。
- [2] 陆惠棠等,钢纤维高强混凝土的研制与性能,工业建筑,12(1983)。
- [3] 樊承谋等,钢纤维混凝土应用技术,黑龙江科学技术出版社,(1986)。

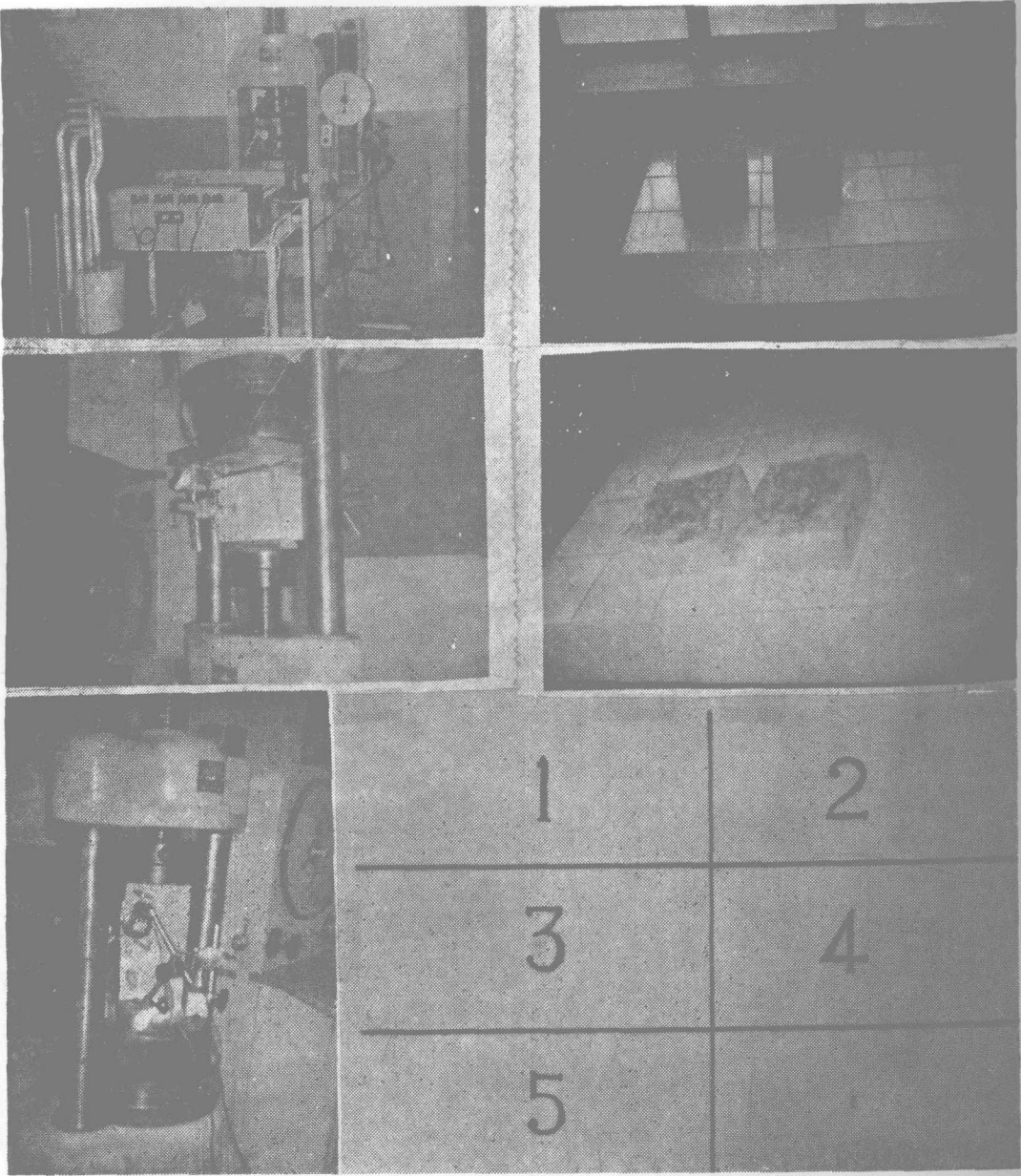
Pilot Study on the Principal Mechanical Properties of Bamboo Concrete

Chen Rujin Zeng Jiamin

(Department of Civil Engineering)

Abstract This paper as a pilot study presents the principal properties of bamboo concrete. Among fibrous concretes, bamboo concrete has proved itself to be worthy of further study owing to its better ductility.

Key words bamboo filament, concrete, ductility



图版 I 说明

- | | |
|--------------|-------------|
| 1、立方体强度试验装置； | 4、试块破坏面情况； |
| 2、试块破坏情况； | 5、轴心抗压试验装置。 |
| 3、劈裂试验装置； | |