

隧道用聚丙烯纤维网混凝土力学性能的试验研究

边亦海¹, 朱永全¹, 华 渊²

(1. 石家庄铁道学院 土木工程分院, 河北 石家庄 050043;

2. 石家庄铁道学院 材料科学与工程系, 河北 石家庄 050043)

摘要:研究了不同掺量聚丙烯纤维网混凝土的抗压、抗弯和初裂性能。试验证明,混凝土中掺入聚丙烯纤维网能显著降低混凝土的脆性,提高混凝土的抗弯、初裂和破坏强度。

关键词:聚丙烯纤维网; 抗压强度; 抗弯强度; 初裂强度

中图分类号:U214.18 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-3226(2003)01-0040-04

1 引言

纤维混凝土是以水泥加颗粒集料为基体,并且用纤维来增强或改善某些性能的混凝土复合材料。纤维在混凝土中可以是乱向的,也可以是不同程度、不同类型的定向性,而且可以包含一种以上的纤维。在混凝土中加入少量短切合成纤维后,即可较大程度改善混凝土的收缩性能、耐久性、抗冲击、疲劳韧性,改变混凝土脆性易开裂的破坏形态,提高混凝土的耐久性能,延长混凝土的使用寿命^[1]。

2 试验材料及配合比

(1)聚丙烯纤维。山东泰安市现代塑料有限公司生产长度为20mm的聚丙烯纤维网纤维,密度,0.91g/cm³;抗拉强度,370MPa;抗拉弹度,3.7GPa;吸水性,无;抗酸碱,强;断裂伸长度,8%;当量直径,100μm;分散性,良好;安全性(对人体),好;

(2)水泥。冀东产“盾石牌”水泥,细度,4.8%;初凝时间,70min;终凝时间,240min;28d抗压强度,60.3MPa;28d抗弯强度,8.56MPa;

(3)粗骨料。辽宁产石灰岩碎石, $D_{max}=10\text{mm}$,5~10mm级配,颗粒浑圆,压碎指标为7.8%,非活性骨料;

(4)细骨料。辽宁绥中沙河水洗沙, $\mu_f=3.1$,洁净,级配良好;

(5)外加剂。上海产(花王)Mighty-100高效减水剂,掺量为水泥用量的0.65%。

配合比: $W/C=0.36$, $C:S:G=1:1.78:2.08$, $m_{cc}=460\text{kg/m}^3$;聚丙烯纤维网的体积掺量 V_f 分别为0.0%、0.1%、0.15%、0.2%和0.25%。

3 试验研究方法

3.1 试件编号及尺寸

收稿日期:2002-06-20

作者简介:边亦海 男 1976年3月出生 硕士研究生

聚丙烯纤维网混凝土试样编号如表 1 所示。

表 1 纤维混凝土力学性能试件材料组成

kg/m³

No	m_{ce}	m_w	m_s	m_g	m_{mty}	m_p
A1	460	166	819	957	2.99	0.00
A2	460	166	819	957	2.99	0.90
A3	460	166	819	957	2.99	1.35
A4	460	166	819	957	2.99	1.80
A5	460	166	819	957	2.99	2.25

表 1 中 m_{ce} 为水泥的质量, m_w 为水的质量, m_s 为细骨料质量, m_g 为粗骨料质量, m_{mty} 表示 Mighty 高效减水剂的质量, m_p 为聚丙烯纤维网的质量。

按上述配合比制作抗压、抗弯、劈裂抗拉试样。试样成型待初凝后,在敞开的一面用潮物覆盖,室温条件下经 24h 后拆模,并在标准养护条件下养护至试验龄期。

试件尺寸:抗压强度、劈裂抗拉强度为 150mm×150mm×150mm;抗弯强度为 150mm×150mm×400mm;每个掺量、每个项目制作试件各三组(每组由 3 个试件组成)。

3.2 试验方法

抗压强度试验在液压式 2 000kN 压力机上进行,加载速度:0.5~0.8MPa/s,劈裂抗拉强度试验在液压式 600kN 压力试验机上进行,加载速度:0.05~0.08MPa/s,抗弯强度试验在 WE-300 型万能材料试验机上进行,四点弯曲加载,支点跨距 300mm,加载分配点距离 100mm,加载速率同抗压强度试验^[2]。

初裂强度、裂纹宽度发展在试验梁上进行,试验梁尺寸如图 1 所示。混凝土保护层厚度为 25mm,梁体混凝土强度等级为 C40,试验梁纤维体积率分别为 0.00%、0.10%、0.15%、0.20% 和 0.25%。所用钢筋主筋为 $\phi 16$ II 级钢筋及 $\phi 14$ I 级筋,架力筋为 $\phi 10$ 级筋,结构筋为 $\phi 6$ I 级筋,平均间距 150mm。

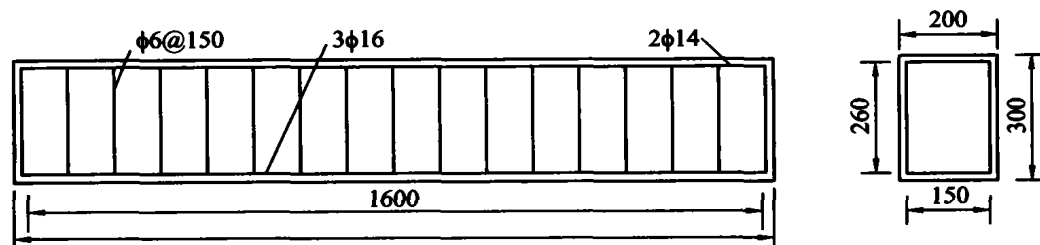


图 1 试验梁截面钢筋示意图(单位:mm)

4 试验研究结果分析

4.1 聚丙烯纤维混凝土的抗压强度

根据试验所得数据,得出了聚丙烯纤维网含量对混凝土抗压强度的影响,如图 2 所示。

由图 2 可以看出,掺入聚丙烯纤维后对抗压强度的提高不是很明显,当 V_f 为 0.2% 时,纤维混凝土抗压强度峰值较素混凝土提高了 8.6%。而随 V_f 继续增加,抗压强度呈下降趋势。这说明少量聚丙烯纤维网加入混凝土后,可改善混凝土的微观结构,限制了混凝土微裂缝的产生和减少混凝土的初始裂纹,从而稍稍提高混凝土的抗压强度;当聚丙烯纤维网体积含量较高时,纤维对混凝土的致密性会产生不利影响,可使混凝土强度出现下降,所以实际工程中使用的体积含量应限制在 0.2% 以下。

4.2 聚丙烯纤维混凝土的抗弯强度和劈裂抗拉强度

根据试验所得,网状聚丙烯纤维混凝土的抗弯强度、劈裂抗拉强度随 V_f 的变化关系如图 3 所示。

图 3 表明,聚丙烯纤维混凝土的抗弯强度随纤维体积含量 V_f 增加而变化的规律和劈裂抗拉强度类似。掺入聚丙烯纤维网后可显著提高混凝土的抗弯和劈裂抗拉强度。当聚丙烯纤维网的体积掺量在

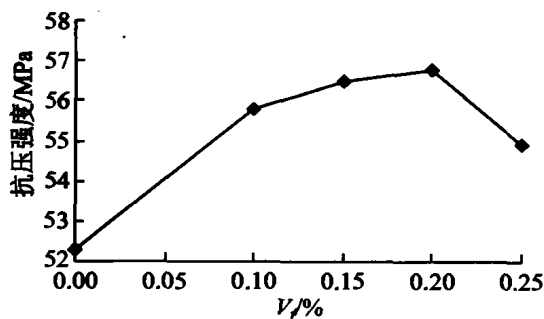


图2 聚丙烯纤维混凝土的抗压强度

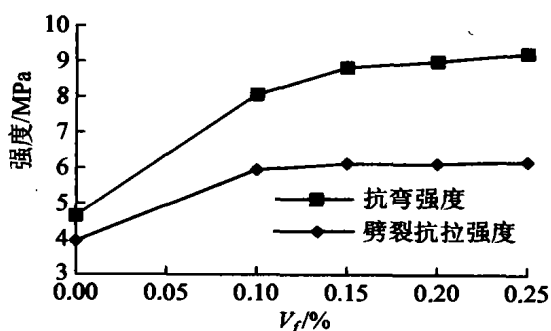


图3 聚丙烯纤维混凝土的抗压强度和劈裂抗拉强度

0.25%以下时,混凝土试件极限承载弯矩随纤维含量升高,这是由于小含量范围的纤维加入导致中性轴上升而提高其承载力^[3]。当聚丙烯纤维网掺量在0.25%时,抗弯强度和劈裂抗拉强度较素混凝土分别提高98%和58%。

4.3 聚丙烯纤维混凝土的初裂强度

根据试验梁所测得的数据,得出了试验梁的初裂荷载和破坏荷载及其跨中弯矩计算值如图4和图5

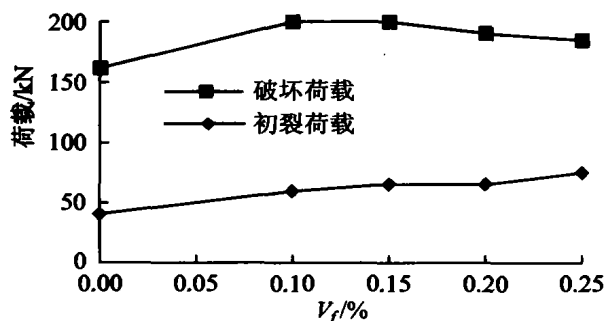


图4 聚丙烯纤维混凝土配筋梁的初裂荷载和破坏荷载

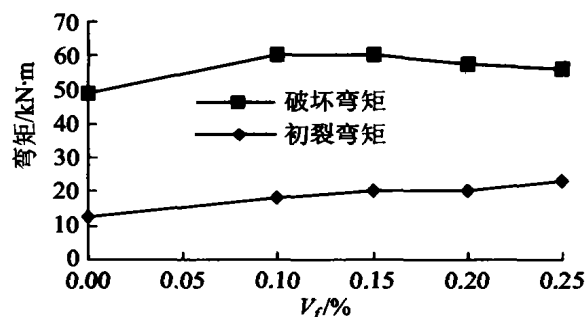


图5 聚丙烯纤维混凝土配筋梁的初裂弯矩和破坏弯矩

所示。图4和图5表明,在承受静态弯曲荷载时,与素混凝土配筋梁相比,聚丙烯纤维混凝土配筋梁的初裂荷载随纤维体积率的增加而增50%以上,破坏荷载增加23%以上。试验过程显示,承受弯曲荷载的素混凝土配筋梁,往往是有一条初裂纹首先出现并逐渐扩展,并成为主裂纹。随荷载的增加,次一条微裂纹在离主裂纹较远处相继出现,破坏时主裂纹迅速发展。而纤维混凝土配筋梁初始裂纹均是多条同时产生,裂缝间距小,裂纹密,呈多点开裂,过程缓慢,主裂纹不明显。

5 结束语

少量聚丙烯纤维网加入混凝土后,对混凝土的抗压强度影响不大且略有提高,但可显著提高混凝土的抗弯和劈裂抗拉强度,混凝土试验梁的初裂强度、破坏强度均有明显提高,呈多点开裂状态,显著改善了混凝土的早期塑性收缩以及提高其抗渗性能,从而提高混凝土的耐久性,延长其使用寿命。

参 考 文 献

- [1] 董建伟,王广宇,裴宇波. 改性聚丙烯纤维混凝土及其应用[J]. 吉林水利,2000(9):7~10
- [2] 华渊. 聚丙烯纤维网纤维增韧混凝土试验研究报告[R]. 石家庄:石家庄铁道学院,2001
- [3] 戴建国,黄承逵. 网状聚丙烯纤维混凝土的试验研究[J]. 混凝土与纤维制品,1999(4):35~38

Experiment Study of Polypropylene Fiber Net Reinforced Concrete Used in Tunnel

Bian Yihai¹, Zhu Yongquan¹, Hua Yuan²

(1. School of Civil Engineering, Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang 050043, China;

2. Department of Material Science & Engineering, Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang 050043, China)

Abstract: In this paper, compressive strength, flexural strength and strength at fracture initiation of polypropylene fiber net reinforced concrete with various mixing proportion are researched. Experiment indicates that brittleness of concrete can be fell and bending strength, strength at fracture initiation, failure strength of concrete can be increased evidently by mixing polypropylene fiber net into concrete.

Key words: polypropylene fiber net; compressive strength; flexural strength; initial fracture strength

(责任编辑 刘宪福)

“铁路繁忙干线桥梁快速换架技术”通过成果鉴定

由石家庄铁道学院国防交通研究所研究的“铁路繁忙干线桥梁快速换架技术”,于2003年1月3日通过河北省科学技术厅组织的科技成果鉴定。

该项目是针对我国铁路既有线特别是繁忙干线桥梁换架这一特种工程而开展的新型技术研究。提出了用跨线龙门吊机进行换架梁作业并取得圆满成功。铁路繁忙干线桥梁快速换架技术克服了过去常用方法的弊端,能够确保安全,减少干扰,适应了我国当前铁路发展的需要,为我国铁路换梁提供了新的手段。该项目技术的核心设备是拼装式龙门吊机。该机用铁路战备制式器材组成门架结构,用桥梁抢修储备机电设备和通用机电设备组成起升机构和行走机构,具有设备的生成速度快,成本低,对作业条件适应性强,可根据具体工程需要灵活变化跨度、高度和起重量,非常适合于既有线桥梁换架这种紧迫工程的需求。结构合理,技术先进,操作方便,安全可靠。

通过秦皇岛西疏解工程换架大里营特大桥道岔梁和目前国内换架工程量最大的京广一线154号桥换架梁工程的实际应用证明,该技术换架梁速度快,对行车干扰小,施工安全,工程造价大大降低。经济效益和社会效益十分显著,具有广阔的推广使用前景。

(科技处)