

文章编号:1004-3918(2002)06-733-03

## 聚丙烯纤维混凝土的力学特性及路面工程应用

马华堂<sup>1</sup>, 管新建<sup>2</sup>, 李洪存<sup>3</sup>, 乐金朝<sup>2</sup>, 王婷<sup>2</sup>

(1.平顶山公路管理局,河南 平顶山 467003; 2.郑州大学环境与水利学院,河南 郑州 450002;

3.河南油田,河南 南阳 473132)

**摘要:**在试验研究的基础上,介绍了聚丙烯纤维混凝土的物理性能和抗压、抗折强度的试验结果,并对其施工工艺进行了研究。将聚丙烯纤维应用于实际工程,铺设了200米长的试验路段,取得了较好的使用效果。**关键词:**聚丙烯纤维混凝土;力学特性;路面应用;施工工艺**中图分类号:**TU528.57 **文献标识码:**A

二十世纪八十年代以来,合成纤维混凝土在国外得到了广泛的研究和应用。我国近年来对聚丙烯纤维混凝土也进行了大量的试验研究,取得了诸多研究成果,并在工程中得到应用。聚丙烯纤维是由聚丙烯合成的一束束交互织成的纤维网,加入混凝土中搅拌受到骨料的冲击,就会张开,成为一根根单独的纤维,均匀的分布于混凝土中使混凝土的整体性能得到改善,较大程度改善混凝土的收缩性能、耐久性、抗冲击及疲劳韧性。本文通过试验,用聚丙烯纤维来改善混凝土的性能,并结合平顶山市的实际情况,将聚丙烯纤维混凝土应用于实际工程,取得了较好的效果。

## 1 聚丙烯纤维的物理及力学性能

**1.1 物理性能** 聚丙烯纤维是一种塑料纤维,材料为白色,半透明状,并呈网状或束状单丝结构,在混凝土中搅拌时分散成单丝状。聚丙烯纤维的主要化学物理特性<sup>[1]</sup>如表1。

**1.2 聚丙烯纤维混凝土的静载力学性能** 聚丙烯纤维不生绣、不起团,单位体积中单丝含量多,因此,聚丙烯纤维的加入有效地抑制了混凝土的塑性收缩龟裂,对路面来说,减少了路面的开裂、断板。其抗压与抗折性能直接关系到路面厚度的大小和使用寿命的高低。本文依据素混凝土配合比的设计理论及方法,制作了一批素混凝土与聚丙烯纤维混凝土试件,配合比见表2,通过人工养护28d,测得素混凝土和聚丙烯纤维混凝土的抗压强度和抗折强度如表2。由表2可以得出聚丙烯纤维混凝土比普通混凝土的抗折强度提高了28.3%,抗压强度提高不大,仅提高了8.2%<sup>[1]</sup>。

表1 聚丙烯纤维的物理性能

Table 1 Physical capability of polypropylene fiber

项目	特征参数
吸水性	无
比重	0.91
纤维长度	12~15mm
熔点	160~170℃
燃点	590℃
热传导能力	低
酸碱阻抗	高
张力强度	560~770MPa
杨氏弹性模量	350MPa

表2 混凝土强度对比表

Table 2 Comparison of concrete intension

混凝土名称	配合比 水泥:砂:石:水	缓凝减水剂	纤维掺量	R28 抗折强度 MPa	R28 抗压强度 MPa
普通混凝土	367:675:1288:165	0.5%	0	5.3	36.4
聚丙烯纤维混凝土	367:675:1288:165	0.5%	0.9kg/m <sup>3</sup>	6.8	39.4

## 2 聚丙烯纤维混凝土的路面工程应用

## 2.1 工程概况

平顶山市平东线姚孟段,路面宽12m,属于厂区和村镇过街路段。原为沥青路面,由于交通量大,超载严

收稿日期:2002-03-01

作者简介:马华堂(1962-),男,河南平顶山人,平顶山公路管理局高级工程师。

重,另外在路面结构设计中没有考虑排水设施,造成路面损坏严重。虽经多次维修,路用效果未能得到根本改善,社会影响较大。为此,平顶山市公路管理局于1998年决定对该路面进行大修,在接近市区的柏楼段试验性铺设了长200米的聚丙烯纤维混凝土路面。试验段宽9m,分两段施工,各长100m,其中一段采用全掺纤维混凝土,路面厚度减薄为18cm;另一段采用素混凝土与纤维混凝土的复合路面,路面总厚24cm,表层8cm掺入聚丙烯纤维。

## 2.2 聚丙烯纤维混凝土所用材料

(1)聚丙烯纤维采用陕西博赛特技术贸易发展公司提供的美国纤维网公司生产的聚丙烯合成纤维,成品袋每袋0.9kg,纤维长1.8cm。

(2)水泥经抽样检验对比,确定采用平顶山水泥厂生产的525#普通硅酸盐水泥。

(3)碎石:采用平顶山市姚孟石灰石机械加工厂生产的碎石。

(4)砂:采用叶县沙河或鲁山沙河中的河砂,其细度模数均为2.73~3.2,属中砂或粗砂。(5)采用无污染源水。硫酸盐含量应小于 $2.7\text{mg}/\text{cm}^3$ ,含盐量不超过 $5\text{mg}/\text{cm}^3$ ,pH值大于4。

## 2.3 路面结构型式

原混凝土路面板厚度为24cm,根据试验分析结果,结合技术经济情况,决定采用两种结构进行施工。

结构型式I:路面板采用单一的纤维混凝土材料,将原来的路面厚度减薄为18cm。按每立方米混凝土内加入聚丙烯纤维0.9kg进行施工。配合比见表2。

结构型式II:路面板采用复合式结构,面板厚度仍保持24cm,其下层仍采用普通水泥混凝土,厚度为16cm,上层采用聚丙烯纤维混凝土,配合比见表2。

## 3 聚丙烯纤维混凝土路面施工工艺

聚丙烯纤维混凝土的路面施工工艺与普通水泥混凝土路面施工基本相同。本文参照混凝土路面的施工工艺和有关的研究,并在工程实践的基础上,对聚丙烯纤维混凝土路面施工的有关工艺流程和技术要点进行总结。

### 3.1 聚丙烯纤维混凝土路面施工的程序

备料和配合比设计→测量放样→基层检验和整修→支立模板→拌和混凝土→运输混凝土→摊铺混凝土→振捣混凝土→表面整修→接缝施工→养生→拆模→填嵌缝料。

### 3.2 施工方案与施工要点

(1)对于全掺纤维混凝土结构型式I的试验路段,现有模板在支护中需对基层稍做处理,即将现有模板嵌入6cm,以便于施工,或将基层抬高6cm也可。

(2)对于复合式路面结构的结构型式II的试验路段,下部16cm应先铺筑振捣,然后紧接着施工上层8cm纤维混凝土,时间安排上应紧凑。

(3)对于拉杆、传力杆及路段假缝长度的设置与其它施工路段相同。

(4)关于路面结构型式I向结构型式II的过渡问题,如果在路面结构型式I的路段中不抬高基层6cm,应对模板上层进行处理,在10m内平缓过渡,以不影响行车为宜。

### 3.3 施工注意事项

(1)混凝土拌和:混凝土拌和与素混凝土相同,应准确称量各种材料,水和水泥误差不超过1%,集料不超过3%;待混凝土拌和好准备出料前,按每立方米混凝土加入0.9kg聚丙烯纤维计量加入。然后强制拌和2~3分钟后与素混凝土一样出料运输。

(2)混凝土表面整修:由于掺入聚丙烯纤维以后,混凝土的坍落度明显降低,振捣后与一般混凝土不同,出浆量相应减少,应及时进行表面整修抹平,在抹平过程中表面可能存在部分纤维影响抹平,这时应人工拍打抹平。

(3)压纹和假缝锯割:在现场施工温度及条件等相同的情况下,压纹和假缝锯割应比一般混凝土滞后约半小时至1小时,这样可以避免因聚丙烯纤维的存在出现缝边的拉毛现象。在施工过程中应根据现场条件、气温、试验及工程经验的基础上进行具体确定。

总之,聚丙烯纤维混凝土路面施工,没有特殊的施工工艺要求,只是在普通混凝土中以每立方混凝土加

入0.9kg成品聚丙烯纤维强制拌和,拌和后每立方米混凝土中将均匀分布长1.8cm、约710万根聚丙烯纤维。施工中应准确计量和控制拌和混凝土的体积,正确计量加入聚丙烯纤维。

#### 4 聚丙烯纤维混凝土路面的试验结果及使用效果

在路面施工过程中进行现场取样试验,得出普通混凝土、聚丙烯纤维混凝土的实际力学性能,见表3,表中数据为两组试验结果的平均值。若素混凝土强度按100%,则由表可以看出聚丙烯纤维混凝土比普通混凝土的抗折强度提高了27.8%,抗压强度提高了8.0%,劈裂强度提高10%。

表3 工地混凝土试验报告

Table 3 Test report of concrete at building site

项目	素混凝土	聚丙烯纤维砼提高强度
抗压	100%	8.0%
抗折	100%	27.8%
芯样劈裂	100%	10%

通过对试验路二年通车试验的调查分析,无明显断板、裂缝、错台等现象。由此可见,采用聚丙烯纤维网混凝土路面,确实收到了良好的使用效果。从技术经济成本上核算,采用纤维混凝土造价比普通混凝土虽有增加,但它相对养生期短,使用寿命长,效果好,养护工作量大为减少,方便行车,其效益不能仅从增加纤维的费用来计算,与钢筋混凝土路面相比,造价每公里节约28万元。综合起来看,使用纤维混凝土可以获得较好的经济效益和社会效益,尤其对平顶山这样一个能源城市来说,交通量日益增大,超载车不断增加的情况下,使用聚丙烯纤维混凝土路面具有一定的推广价值。

#### 5 结语

(1)聚丙烯纤维混凝土是一种新型的合成纤维混凝土,少量纤维的加入,可较大程度的改善混凝土的收缩性能、耐久性、抗冲击性能。同时抗折和抗压能力也明显提高,在路面工程中,能够减薄路面厚度延长路面使用寿命。

(2)合成纤维混凝土在国外已得到广泛的研究和应用,本课题的研究为沥青类旧路改造处治提供了可靠的工程实践依据。

#### 参考文献:

- [1] 马华堂. 纤维混凝土的力学性能及其在路面工程中的应用[D]. 大连理工大学工程硕士学位论文. 2002.
- [2] 钢纤维混凝土结构设计施工规程[JCECS38:92][S]. 北京:中国建筑工业出版社,1992.

## Mechanical properties and pavement application of polypropylene fiber reinforced concrete

MA Hua-tang<sup>1</sup>, GUAN Xin-jian<sup>2</sup>, LI Hong-cun<sup>3</sup>, YUE Jin-chao<sup>2</sup>, WANG Ting<sup>2</sup>

(1. Pingdingshan administrative bureau of highways, China; 2. College of Environmental & Hydraulic, Zhengzhou university, China; 3. Henan Oil field, Nanyang 473132, China)

**Abstract:** It is introduced to properties of polypropylene fiber reinforced concrete in this paper, such as physical capability compressive and resist fracture. These results based on test study are used in actual engineering. Construction technics of polypropylene fiber reinforced concrete are also studied. At the same time, a test road is paved and useful effect is got.

**Key words:** polypropylene fiber reinforced concrete; mechanical properties; pavement application construction technics