

# 钢纤维混凝土在旧混凝土路面修补工程中的应用\*

葛光华<sup>1</sup> 孙 军<sup>2</sup>

(1.盐城市盐都区公路管理站,江苏 盐城 224002 2.盐城市交通规划设计院,江苏 盐城 224002)

**摘 要:**介绍了钢纤维混凝土材料在旧混凝土路面修补的情况,并在分析配比试验强度的基础上,通过某工程实例,证实钢纤维混凝土实际应用于旧混凝土路面修补工程的可行性。钢纤维混凝土是一种性能优良的新型复合材料。与普通混凝土相比,其抗拉、抗弯、抗裂及耐磨、耐冲击、耐疲劳、韧性等性能都有显著提高,它不仅可使面层减薄,缩缝间距加大,改善路面的使用性能,延长路面使用寿命,而且还可节省工程造价,缩短施工工期。

**关键词:**钢纤维混凝土;维修;应用

中图分类号:U418.67

文献标识码:A

文章编号:1671-532X(2004)04-0063-03

用钢纤维混凝土修筑路面,就是将钢纤维均匀地分散于基体混凝土中(与混凝土一起搅拌),并通过分散的钢纤维,减小因荷载在基体混凝土引起的细裂缝端部的应力集中,从而控制混凝土裂缝的扩展,提高整个复合材料的抗裂性。同时由于混凝土与钢纤维接触界面之间有很大的界面粘结力,因而可将外力传到抗拉强度大、延伸率高的纤维上面,使钢纤维混凝土作为一个均匀的整体抵抗外力的作用,显著提高了混凝土原有的抗拉、抗弯强度和断裂延伸率。特别是提高了混凝土的韧性和抗冲击性。

## 1 基本要求

### 1.1 钢纤维混凝土材料

钢纤维混凝土就是在一般普通混凝土中掺配一定数量的短而细的钢纤维所组成的一种新型高强复合材料。由于钢纤维阻滞基体混凝土裂缝的产生,不但具有普通混凝土的优良性能,而且具有良好的抗折、抗冲击、抗疲劳以及收缩率小、韧性好、耐磨耗能力强等特性。可使路面厚度减薄 50% 以上,缩缝间距可增至 15 m ~ 30 m,不用设胀缝和纵缝<sup>[1]</sup>。钢纤维混凝土用钢纤维类型有圆直型、熔抽型和剪切型钢纤维。其长度分为各种不同规格,最佳长径比为 40 ~ 70,截面直径在

0.4 mm ~ 0.7 mm 范围内,抗拉强度不低于 380 MPa,在施工时钢纤维在混凝土中的掺入量为 1.0% ~ 2.0%(体积比),但最大掺量不宜超过 2.0%,钢纤维成份分析见表 1。

表 1 钢纤维成份分析

Table 1 composition analysis of steel fiber

成份	Si	Mn	C	S	P	Fe
含量%	22.9	43.0	1.9	1.4	2.1	余量

### 1.2 钢纤维混凝土配合比

钢纤维混凝土混合料配合比的要求首先应使路面厚度减薄,其次是保证钢纤维混凝土有较高的抗弯强度,以满足结构设计对强度等级的要求,即抗压强度与抗折强度,以及施工的和易性。钢纤维混凝土配合比设计基本按以下步骤进行<sup>[2]</sup>。

(1)根据强度设计值以及施工配制强度提高系数,确定试配抗压强度与抗折强度;

(2)根据试配抗压强度计算水灰比;

(3)根据试配抗压强度,确定钢纤维体积率,一般浇筑成型的结构范围在 0.5% ~ 2.0% 之间;

(4)按施工要求的稠度确定单位体积用水量;

(5)确定砂率;

(6)计算混合材料用量,确定试配配合比;

(7)按试配配合比进行拌合物性能试验,调整

\* 收稿日期:2004-10-07

作者简介:葛光华(1968-),男,江苏盐城市人,江苏省盐城市盐都区公路管理站副站长。

单位体积用水量和砂率,确定强度试验用基准配合比;

(8)根据强度试验结果调整水灰比和钢纤维体积率,确定施工配合比。试验结果表明,在经验和计算的基础上确定水泥用量、砂率及水灰比,并根据不同配比时的钢纤维混凝土强度进行试验。

### 1.3 钢纤维混凝土拌和

为防止钢纤维混凝土在搅拌时纤维结团,在施工时每拌一次的搅拌量不宜大于搅拌机额定搅拌量的 80%。采用滚动式搅拌机拌和,在搅拌混凝土过程中必须保证钢纤维均匀分布。为保证混凝土混合料的搅拌质量,采用先干后湿的拌和工艺。投料顺序及搅拌时间为:粗集料→钢纤维(干拌 1 min)→细集料→水泥(干拌 1 min),其中钢纤维在拌和时分三次加入拌和机中,边拌边加入钢纤维,再倒入砂、水泥,待全部料投入后重拌 2 min~3 min,最后加足水湿拌 1 min。总搅拌时间不超过 6 min,超搅拌会引起湿纤维结团<sup>[3]</sup>。

## 2 工程实例

某二级公路水泥混凝土路面修补工程段全长 112 m,宽 6 m,修补前路面板呈破碎、断裂状,原为

一般普通混凝土浇筑,部分板底基层下沉。现用钢纤维混凝土修补路面,基层补强采用 C15 素混凝土浇筑,旧混凝土路面平均凿除深度 25 cm(包括基层松动部分),拟采用 12 cm 厚钢纤维混凝土浇筑路面,混凝土面层设计强度 4.5 MPa。

### 2.1 施工材料

#### 2.1.1 原材料

水 泥 42.5 级普通硅酸盐水泥;  
细集料:用中粗砂,平均粒径 0.35 mm~0.48 mm,含泥量<2%;  
粗集料:碎石 5 mm~20 mm,含泥量<1%,质地坚硬;

钢纤维 选用长度 30 mm、当量直径 0.60 mm 由浙江某厂生产的低碳结构钢剪切扭曲型,型号 DN-30,其强度 380 MPa 以上。该产品性能稳定,使用效果良好。

#### 2.1.2 配合比

钢纤维混凝土配合比设计按照抗折强度和抗压强度双控标准要求及施工的工作度采用以抗折强度为主要指标进行设计。经试验室进行几种配比方案确定:水泥:砂:碎石:钢纤维:水并强度试验,试验情况见表 2。

表 2 水泥混凝土配合比试验结果

Table 2 testing result of cement concrete formulation comparison

水灰比	每方材料用量/kg				坍落度 /mm	抗折强度/MPa	
	水泥	砂	石	水		7d	28d
0.48	378	659	1233	182	3	4.2	5.3
						4.5	5.4

### 2.2 施工工艺

#### 2.2.1 基层处理及路面浇筑

在钢纤维混凝土浇筑前,为提高水泥混凝土面层下基层和垫层的刚度,做好对旧混凝土板及板底基层的处理工作,即在破损板及板底脱空破裂的旧混凝土板块凿除后,对部分板底基层进行补强处理。凿除旧混凝土板时,凿除深度必须满足原路面设计要求,再将原基层松动部分全部清除。被清除后的基坑及深度一律用 C15 贫混凝土进行处理。待混凝土半干状态时即可浇筑路面。按要求先用 C15 普通混凝土浇筑至路面面层厚度 12cm 时,经底面层整平处理后再用钢纤维混凝土浇筑。

万方数据

#### 2.2.2 钢纤维混凝土搅拌

钢纤维混凝土搅拌采用滚筒式搅拌机。为使钢纤维在混凝土中分散均匀,采用二次投料三次搅拌法,即先将石子和钢纤维干拌 1 min,加入砂子、水泥再干拌 1 min,最后注水湿拌 1.5 min 左右,总搅拌时间控制在 6 min 内,搅拌时间过长会形成湿纤维团。且每次的搅拌量宜在搅拌机公称容量的 1/3 以下。

#### 2.2.3 运输与浇筑

混凝土运输采用自卸运输车,运至施工地点进行浇筑时的卸料高度不得超过 1.5 m,以防混凝土离析。钢纤维混凝土采用人工摊铺,用人工将其大致摊铺整平,摊铺后用平板振动器振捣,振捣的持续时间以混凝土停止下沉,不再冒气泡并

泛出水泥浆为准,且不宜过振。振捣时辅以人工找平,混凝土整平采用振动梁振捣拖平,再用钢滚筒依次滚压进一步整平,整平的表面不得裸露钢纤维。在做面时需分两次进行,即先找平抹平,待混凝土表面无泌水时,再做第二次抹平,抹平后沿模板方向拉毛,拉毛深度 $1\text{ mm} \sim 2\text{ mm}$ 。拉毛时避免带出钢纤维,如采用滚式压纹器进行处理则效果更佳。

#### 2.2.4 养护与切缝

钢纤维混凝土设有多种切缝。胀缝与路中心线垂直,缝壁必须垂直,缝隙宽度必须一致,缝中不得有连浆现象,缝隙内应及时浇灌填缝料,当混凝土达到强度 $25\% \sim 30\%$ 时,采用切缝机进行缩缝切割,切缝深度 $3\text{ cm}$ ,缩缝设置 $16\text{ m/道}$ 。施工缝位置宜与胀缝或缩缝设计位置吻合,施工缝与路中心线垂直,不设置传力杆。对胀缝、缩缝均采用 $10\text{ \#}$ 石油沥青,灌式填缝。混凝土做面完毕后,及时采用湿法养护,终凝后及时覆盖草袋,并每天均匀浇水,保持潮湿状态,养护 $10\text{ d} \sim 15\text{ d}$ 。与此同时做好封闭交通,待强度测试达到要求后即可开放交通。

#### 2.3 施工质量控制

钢纤维混凝土的质量除对原材料、配合比以

及施工过程的主要环节进行控制外,还重点对钢纤维混凝土的搅拌、钢纤维的投入以及混凝土振捣的控制,同时按规定对每天所浇筑混凝土的 $28\text{ d}$ 抗折、断块抗压强度进行检验,均达到了设计要求,使平整度、坍落度、主要技术指标得到有效控制。

### 3 结语

钢纤维混凝土自发展以来,已在路面、桥面、机场跑道等工程中得到广泛应用,取得了一定的经济效益和社会效益。它除了具有良好的抗弯强度外,而且还具有优异的抗冲击、抗开裂性能。在对钢纤维混凝土进行的冲击荷载等试验研究中表明,掺以体积率为 $1\% \sim 2\%$ 的钢纤维增强混凝土与基体比较,其抗冲击强度可提高 $10\text{ 倍} \sim 20\text{ 倍}$ ,弯曲韧性可提高 $20\text{ 倍左右}$ ,抗弯强度可提高 $1\text{ 倍} \sim 6\text{ 倍}$ ,抗拉强度可提高 $2\text{ 倍左右}$ ,疲劳强度提高 $50\%$ ,抗裂强度可提高 $2\text{ 倍}$ ,抗压强度可提高 $10\% \sim 30\%$ 。由此可见,钢纤维混凝土的抗裂性与抗冲击是非常优异的。此外,用钢纤维混凝土修筑旧混凝土路面还能达到早期强度高,提前通车的目的。

参考文献:

- [1] JTJ073-96.公路养护技术规范[S].
- [2] JTJ012-94.公路水泥路面设计规范[S].
- [3] 李华,缪昌文,金字强.水泥混凝土路面修补技术[M].北京:人民交通出版社,1995.

## The Application of Steel - Fiber Concrete Material to the Repair of Old Concrete Road Surface

GE Guang - hua ,SUN Jun

( 1. Yandu District Highway Management Station Jiangsu Yancheng 224003 ,China  
2. Yancheng Municipal Institute of Transportation Planning and Designing Jiangsu Yancheng 224003 ,China )

**Abstract** :The article presents an introduction to the application of steel - fiber concrete material to the repair of old concrete road surface and certifies , on the basis of the analyses toward the experimental hardness of different prescriptions , the feasibility of such applications through the example of a certain project . Steel - fiber concrete is a compound material of excellent performance . Compared with ordinary concrete , it has been greatly improved in such aspects as anti - pulling , anti - bending , anti - erosion , anti - impact , anti - exhaustion , toughness and tenacity etc . It thins the road surface but lengthens its life , broadens the seams and elevates its performance , and saves the construction capital and shortens the time .

**Keywords** :steel - fiber concrete ; repair project ; application