

# 聚丙烯纤维混凝土在桥面上的应用

杨 勇 孙兆远

(中隧集团天津轻轨项目经理部 天津 300161)

**摘 要** 依据天津轻轨桥面纤维混凝土复合防水层施工的经验,就纤维混凝土的主要性能和用于桥面防护层的施工工艺作了简要介绍。

**关键词** 聚丙烯纤维混凝土 复合防水层 桥面 应用

## 1 概述

20世纪80年代以来,美国合成材料化学工业生产了一种纤维丝(称 FIBERMESH),并将其应用于混凝土建筑物,通过大量材料性能和工程结构试验,现已得到广泛应用。这种聚丙烯纤维是一种新型的混凝土增强纤维,被称为混凝土的“次要加强筋”,更适用于路面、桥面、衬里护壁、地坪等工程部位,近几年在我国的市政、公路和建筑工程中也有较多应用。掺入聚丙烯纤维可改善混凝土的某些性质,使混凝土的综合使用性能得到提高。

合成材料聚丙烯纤维丝是一种惰性材料,它不影响混凝土的成型特性,能适应多种表面处理工艺;在通常纤维用量下混凝土不因加入聚丙烯纤维而影响其和易性。聚丙烯纤维不对水泥的化学水解产生任何影响,它能改善其工作和力学性能。因此,聚丙烯纤维混凝土的应用,是一种利用混凝土在其硬化过程中对其进行微观补强的新技术。

## 2 聚丙烯纤维混凝土的技术性能

聚丙烯纤维束是专为发展新型混凝土而生产的合成材料。总结其应用实践,聚丙烯纤维混凝土主要有以下特性。

### a. 减少裂缝、降低混凝土渗透性

试验证明无纤维掺加料的混凝土板,2.5h 就开始有微细裂缝,而掺纤维的混凝土板在 25h,甚至 28d 后未见裂缝。加入聚丙烯纤维的混凝土可减小其泌水率和泌水总量,增加塑性混凝土的延伸度,由此可大大减少塑性沉陷裂缝。

对素混凝土和加入不同量纤维的补强混凝土试件的渗透性进行比较,由渗透量表明,在掺加量为  $0.593\text{kg}/\text{m}^3$  时,渗透系数减少 33%~44%,而掺加量为  $1.186\text{kg}/\text{m}^3$  时,渗透系数减少 79%。

### b. 增强抗磨损能力

根据转动切削试验法测定,纤维混凝土增强抗磨损能力 105%。使用纤维后增加的粗糙度,将使

混凝土在同样外露表面磨损试验条件下,抗磨损能力增加 1 倍。

### c. 增加抗破损能力

用压缩试验机测定纤维混凝土和素混凝土抗破损能力。试件尺寸为  $525\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ,高宽比为 3.5:1,以模拟高层建筑的柱子,加载速度为  $0.635\text{mm}/\text{min}$ 。试验结果表明,纤维混凝土试件的压缩变形比素混凝土试件大 10%,且并不碎塌,而素混凝土试件在出现第一个裂缝后,很快就碎裂坍塌。纤维混凝土的这一特性对研究震动荷载对结构破坏的影响是十分重要的。在混凝土劈裂时,纤维显露,整个纤维长度都和水泥浆粘结良好。说明了纤维混凝土抗破损能力较强。

### d. 增加抗冲击能力

纤维混凝土的抗冲击试验,是在天津市质量监督站的冲击试验机上进行的。结果表明,对有钢筋的梁和无钢筋的梁,加入的纤维束对混凝土有明显增加其能量吸收的作用。它能阻止裂缝进一步发展,并在承受应力时,于钢筋周围加强混凝土和钢筋的连结。

## 3 聚丙烯纤维混凝土在桥面的应用

基于聚丙烯纤维混凝土的以上特性,天津轻轨混凝土桥面防水层及保护层中采用了该技术,其施工工艺主要由三部分组成。

### 3.1 砂浆找平层施工

在箱梁表面沿桥梁纵向每隔 5m 做 5 个混凝土垫块,按照找平层设计标高放样,控制找平层标高。

找平层的基层必须平整,无凹凸不平现象。首先将箱梁表面的混凝土进行凿毛、平整,并把凿出的混凝土碎块和杂物清除干净,在浇注砂浆之前洒水湿润。砂浆平摊在梁面上,用平板振动器振平,然后采用长刮尺根据测量标高控制整个找平层的坡度和标高。最后抹平收光,用麻袋覆盖,洒水养护。

### 3.2 施作防水涂料及防水卷材

在砂浆找平层养护7d后,掀去覆盖麻袋,打扫桥面,使桥面在阳光下蒸发水份,并采用一块塑料薄膜覆盖在找平层上,等到薄膜上没有水珠之后,即可以施作防水涂料。

试配防水涂料,把A组涂料和B组涂料按照1:2的比例,加上8%的稀释剂二甲苯,采用机械搅拌,搅拌后的涂料在半小时之内用完,没有用完的作为废料处理。在施工涂料时,采用刮板均匀的左右刮平。从低处往高处施工,不能产生气泡。第一层作为处理基层,等第一层施工完后12h,进行第二层涂料的施工。涂料施作在前,防水卷材施工在后,涂料比卷材施工长5m,卷材和涂料之间要密贴,每一块卷材和卷材之间搭接10cm,中间涂料饱满,卷材施工完时,采用铝合金刮尺在卷材上平刮一遍,保证卷材和涂料之间没有气泡,卷材涂料施工应在温度和湿度相对较低的情况下进行。

### 3.3 聚丙烯纤维混凝土保护层

箱梁桥面防水层上现浇C40聚丙烯纤维混凝土保护层。在挡碴墙之间以及挡碴墙与边墙间满铺,厚度为37.3mm,表面坡度1.0%。

为避免保护层表面出现收缩裂纹,间隔4m设置宽1cm,深2cm~3cm的横向收缩缝,收缩缝用881-I型聚氨酯防水涂料填充,并与保护层面平齐。

#### 3.3.1 施工技术要点

①C40聚丙烯纤维混凝土采用商品混凝土。混凝土按设计用量进场后,采用20t汽吊通过料斗将混凝土吊运至工作面。

②聚丙烯纤维网混凝土必须待防水层施工24h后方可进行。

③混合均匀的纤维网混凝土均匀铺在梁体的防水层上,用平板振捣器捣实,在移动平板振捣器时速度应缓慢。使纤维混凝土的振捣时间为20s左右,一般要求混凝土无可见空洞时为止。

④抹面在混凝土接近初凝时进行,不要使用过于毛糙的抹刀,避免带出混凝土中的纤维。混凝土施工要确保内实外光。

⑤施工时,用具、材料必须轻吊轻放,严禁碰伤已铺设好的防水层。

⑥摊铺找平时,铁锹千万不要触及下部防水层,可采用下铺竹胶板,做简易集料堆。

⑦间隔4m设置宽1cm,深2cm~3cm的横向收

缩缝。收缩缝采用木条设置,待混凝土铺平后,人工将木条嵌入混凝土内。收缩缝位置用红油漆标在挡碴墙及边墙上。要求收缩缝直顺,垂直。

⑧混凝土凝固能承受人体荷载时,将收缩缝木条人工取出,取出时小心操作,不得将混凝土棱角线破坏。

⑨浇注顺序自低处向高处进行。

⑩高度按测量标高挂线控制。纤维网混凝土的厚度应控制在30mm~37.3mm。

⑪纤维网混凝土面层作好后,应采取必要的保水养护措施,避免失水太快。方法为初凝收面时洒水养护,时间不少于7d。

⑫横缝用881-I型聚氨酯防水涂料填充、填满,并与保护层面平齐。施工时不得污染保护层及梁体。操作方法为拌料点下铺双层塑料布,收缩缝两侧用木板或塑料布铺垫。

⑬混凝土到场后实验部门要检查配比单、坍落度,并按施工数量作抗压、抗折、劈拉及抗渗实验试件。

#### 3.3.2 质量控制标准

a. 聚丙烯纤维网混凝土

①压强度 $\geq 28.0\text{MPa}$ ;

②抗折强度 $\geq 5.0\text{MPa}$ ;

③劈拉强度 $\geq 45\text{MPa}$ ;

④抗渗标号 $\geq \text{S8}$ 。

b. 保护层顶面的流水坡度应符合设计要求,其表面应平整,排水通畅。3m直尺检验平整度允许误差2mm,标高允许误差 $\pm 3\text{mm}$ 。

#### 3.4 施工中出现的問題及解决方法

纤维网混凝土保护层厚度较小,且保护层混凝土与梁体混凝土间隔了一层防水涂料及防水卷材。混凝土保护层非常容易产生收缩裂纹,津滨轻轨采用整体道床,绝大部分为无碴桥面,混凝土保护层外露,业主对混凝土外观要求较高,施工时必须采取保障措施,避免裂纹的产生。其技术措施是:

a. 设置伸缩缝

施工时首先在有碴桥面做了一个试验段,混凝土保护层摊铺后用路面锯缝机锯出收缩缝,因保护层较薄,锯缝深度难以掌握,收缩缝难以形成,防裂纹效果不佳,因此施工时改用木条嵌入混凝土中制作收缩缝。

b. 找平层施工

找平层的标高及平整度应严格 (下转53页)

①炮孔直线形布置。一般隧道爆破,拱部炮孔是弧形布置,由于弧形对外力抵抗力大,要使弧形围岩破碎就要多用炸药,所产生的震动速度也随之增大,因此我们采用直线形炮孔布置,这种爆破形式围岩夹制力小,炮孔布置简单,临空面好,上部炮孔只要把围岩爆松岩石就可靠其自重掉下,所以炸药用量较小,有效地降低了爆破振速。

②重视炮孔堵塞。众所周知,炮孔是否堵塞直接影响爆破效果,据统计,炮孔不堵塞和堵塞相比,炮孔的利用率至少降低5%以上,残眼要长10cm~15cm。若达到同样爆破效果要多用25%的炸药。为了减少炸药用量,降低振速,必须强调用炮泥堵塞炮孔。

#### f. 多工序平行作业

鸡冠石隧洞衬砌后净空宽度只有3.6m(且每次必须衬砌24m,布置双层钢筋),因此不能利用衬砌台车进行衬砌,实行多工序平行作业(见图1表1)。

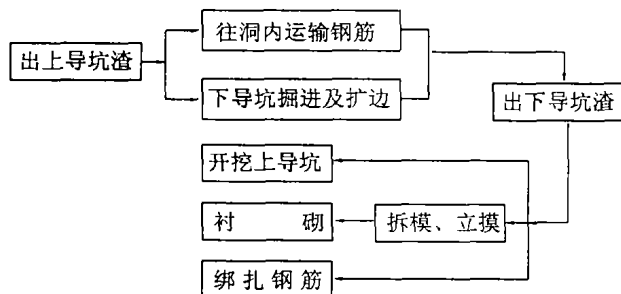


图1 多工序平行作业示意图

为了确保施工进度,我们在衬砌的同时开挖上导坑,台阶长度不超过10m,人工将石渣直接堆于下导坑,待拆除衬砌拱架横撑后将弃渣运出,然后开挖下导

坑和扩边。由于绑扎钢筋和衬砌平行作业,且速度较快,所以此工序不在关键线路上。通过这样平行作业,每一衬砌循环通常只需3d,中间掘进可进尺8m,基本上满足了进度要求。

表1 各工序施工时间表

工序	项目	时间/h	备注
衬砌	立模	12	混凝土灌12h后拆除钢拱架中间横撑,洞内开始出渣。36h后开始拆除模板,停止出渣。
	衬砌	18	
	拆除横撑距衬砌完毕	12	
	拆除模板距拆除横撑	24	
	拆除修整模板	6	
开挖	上导坑钻孔	2.5	下导坑钻孔时往洞内运输钢筋,混凝土衬砌时绑扎钢筋,上导坑每炮进尺2.0m,下导坑每炮进尺4.0m,每循环整洞进尺8.0m。
	通风排烟	0.5	
	上导坑出渣	4.5	
	汽车运上导坑渣	5	
	下导坑钻孔	2	
	通风排烟	0.5	
	下导坑出渣	3	

### 3 结束语

通过采取以上措施和流水作业,每月可衬砌168m~192m,开挖、支护80m~100m,基本解决了小断面、长距离城市排污隧洞施工中所遇到的难题,密切了和周围居民的关系,并节约投资120万元,取得了良好的社会效益和经济效益,值得其他类似工程施工借鉴。

作者简介:谢全红,男,1972年11月生,1995年毕业于石家庄铁道学院隧道专业,本科,工程师,1996年开始从事隧道施工工作,现为中铁第十五工程局第七工程公司巩义项目部总工程师。

收稿日期:2004-07-26

(上接51页)

控制,确保保护层混凝土厚度均匀,可避免混凝土裂纹产生。

#### c. 防水涂料及防水卷材施工

防水卷材铺设应与防水涂料密贴,因为防水涂料与防水卷材之间存在气泡是保护层混凝土产生裂纹的重要原因。根据《铁路桥涵施工规范》(TJ10203-2002)第17.2.11条:“防水卷材的粘贴可在防水涂料涂刷完毕后20min内做完,也可按施工现场具体情况根据试验确定”。可是施工时发现,防水涂料混合涂刷后,A、B两组涂料发生反应,在防水卷材下面产生气泡,所以在实际施工时,待防水涂料涂刷1h后,粘贴防水卷材效果较好。

### 4 结束语

天津轻轨XQd标段3\*、4\*桥桥面的防水层施工已经完成,除个别地方由于现场浇注时受大型机械振动影响产生了贯通裂纹外,其余均效果较好。由于对个别有贯通裂纹部位整块凿除重作,达到了全桥面无裂纹的效果。实践证明,在桥面采用聚丙烯纤维混凝土技术,提高了桥面混凝土的综合性能。该项技术已在实际工程中推广应用,前景很好。

作者简介:杨勇,男,1976年7月生,1996年7月南方工学院毕业,工程造价专业,工程师。

收稿日期:2004-06-07