

破碎卵石在西南地区透水沥青路面的应用

刘春亭

中铁十四局集团第四工程有限公司

摘要：破碎卵石在西南地区属于常见的工程材料，但在沥青混合料中的应用技术较少，在使用条件更苛刻的透水沥青混凝土中的应用更少。为了扩大这一性价比较高的材料在透水性沥青混凝土中应用，本研究从选材、配制及应用多方面进行加纤PAC-10C研究，设计空隙率21.0%，并成功应用于实体工程，取得良好的验证效果，且具有较好的经济性，值得推广应用。

关键词：破碎卵石；透水沥青混凝土；纤维；功能型路面

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.10.032

一、前言

透水沥青路面，也叫排水沥青路面，属于功能型路面的一种，因其多孔特点，具有提升路面的抗滑性能、减少交通噪声，以及雨天的行车安全性和舒适度等优点。因而，在我国的非主干骑游道路、景观道路上，有很大应用。尽管如此，排水沥青路面仍是我国新型的道路类型，许多工程参建单位还缺乏经验，对排水沥青道路结构、设计适应性、属地材料，施工功能等方面仍需开展深入的研究。资阳市临空经济区产业新城路网工程（一期）纵二路为城市主干道，道路两侧设置25m绿带，环境优美，道路标准段宽52m，采用人行道2.5m+骑游道2.5m+慢行隔离带5.5m+路缘带0.5m+车行道10.5m+路缘带0.5m+中央分隔带8.0m+路缘带0.5m+车行道10.5m+路缘带0.5m+慢行隔离带5.5m+骑游道2.5m+人行道2.5m的布置形式。其中骑游道的总厚33cm，结构层自上而下分别为2cm SBS改性PAC-10C透水沥青混凝土（彩色）+4cm高黏改性PAC-10C透水沥青混凝土+12cm透水水泥混凝土+15cm级配碎石垫层。从提高使用性能和便于施工角度考虑，经与设计单位沟通将2cmSBS改性PAC-10C透水沥青混凝土（彩色）+4cm高黏改性PAC-10C透水沥青混凝土调整为6cm高黏改性PAC-10C透水沥青混凝土，采取一次性施工。

二、透水性沥青混凝土材料研究

（一）原材选择

原材主要采用高黏改性沥青、破碎卵石粗集料、有机纤维以及其他添加材料。

1. 高黏改性沥青

为确保铺筑的透水沥青混凝土具有耐久性，避免过早出现脱落损坏，研究中采用了A、B两种黏度的高黏改性沥青，主要指标见表1，对混合料进行肯塔堡飞散试验比较。

表1 高黏改性沥青检测结果

检测项目	单位	技术要求	高黏沥青A	高黏沥青B
针入度 (25℃, 5s, 100g)	0.1mm	≥40	46	55
软化点	℃	≥80	92	90
5℃延度	cm	≥30	37	45
相对密度(25℃)	/	/	1.016	0.993
闪点	℃	≥260	291	268
动力黏度(60℃)	Pa.s	≥20000	30156	51340
TFOT或 RTFOT后	质量变化	%	≤0.6	-0.20
	残留针入度比 (25℃)	%	≥65	70
			80	80

最佳油石比下的飞散试验结果分别为13.5%、11.6%。因此，本研究选用高黏改性沥青B进行后续试验。

2. 集料

采用8cm以上卵石加工破碎卵石，得到破碎面有保障的5-10mm、0-5mm两种规格。

表2 粗集料检测结果

检测项目	单位	技术要求	检测结果
表观相对密度	/	≥2.5	2.744
毛体积相对密度	/	/	2.699
吸水率	%	≤2.0	0.60
洛杉矶磨耗损失	%	≤30	14.5
针片状颗粒含量(混合料)	%	≤15	/
其中粒径大于9.5mm	%	≤12	/
其中粒径小于9.5mm	%	≤18	6.4
水洗法<0.075mm颗粒含量	%	≤1	0.4
软弱颗粒含量	%	≤5	1.6
坚固性	%	≤10	6.3

表3 细集料检测结果

检测项目	单位	技术要求	检测结果
表观相对密度	/	≥2.5	2.734
毛体积相对密度	/	/	2.656
砂当量	%	≥60	65
亚甲蓝值	%	≤2.5	0.8
棱角性	%	≥30	38

表4 矿粉检测结果

检测项目	单位	技术要求	检测结果
表观相对密度	/	≥2.5	2.702
粒度范围			
<0.6mm	%	100	100
<0.15mm	%	90-100	99.0
<0.075mm	%	75-100	98.0
外观	/	无团粒结块	无团粒结块
亲水系数	/	<1	0.65
加热安定性	/	实测记录	无变化
塑性指数	/	≤4	3

3. 有机纤维

为了提高透水沥青混凝土的耐久性，可以添加有机纤维增韧。本研究选用的是聚丙烯腈纤维，掺量按混合料的0.3%。

(二) 矿料级配设计

矿料级配，以2.36mm作为关键筛孔，其对空隙率影响较大，本研究将合成级配的2.36mm通过率控制在中值以下。

表5 矿料级配

级配	通过下列筛孔 (mm) 的质量百分率 (%)								
	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
合成级配	100	97.8	56.2	15.8	10.1	7.6	6.6	6.2	5.8
上限	100	100	70	22	18	15	12	8	6
下限	100	90	50	10	6	4	3	3	2

(三) 设计方法

按照《排水沥青路面设计与施工技术规范》(JTG/T 3350-03-2020)方法进行设计。

(四) 最佳油石比及相关参数

表6 最佳油石比及相关参数

检测项目	单位	技术要求	检测结果
油石比	%	/	4.80
毛体积相对密度	/	/	1.995
理论最大相对密度	/	/	2.527
空隙率	%	18-25	21.0

稳定度	kN	≥5	6.17
流值	mm	2-4	3.02
冻融劈裂强度比	%	≥85	90.1
动稳定度	次/mm	≥3500	5548
析漏损失	%	<0.3	0.07
飞散损失	%	<15	11.6

与普通沥青混合料相比，透水性沥青混凝土的设计空隙率很高，主要是为了提高结构层材料的自身排水性能，同时高温稳定性、水稳定性、耐久性能优异。

三、透水沥青混凝土骑游道施工

(一) 下承层准备

透水水泥混凝土施工后，检查高程是否在允许误差之内，表层是否干净、平整、密实，无翻浆、松散等现象，不符合要求的部位要及时修整。

(二) 混合料拌和

沥青混合料拌和采用DG4000型间歇拌机。首先根据规定的温度，预先确定沥青、集料的加热温度，并设置每盘拌的时间，然后输入混合材料生产的配合比，按配合比反复调整冷料斗的上料，使集材略满足混合比例后进入干筒烘干，经热料提升机进入筛后分仓。计算机按所输的配合比自动计算好高粘改性沥青、集料和矿粉，先后进入搅拌缸，骨料进入搅拌锅内，开始加拌，3秒后矿粉、沥青进入搅拌锅内8~10秒，沥青和矿粉同时加工，开始拌和计时。从加集料到拌和计时开始20~25秒，湿拌40~45秒，生产周期60~65秒。

为保障透水沥青面层施工质量，要求生产过程中，对沥青加热温度、集料加热温度、出厂温度进行严格控制。出厂最高温度为195℃，高于195℃的混合料应作废料处理。

表7 PAC生产温度

施工环节	PAC-10C透水沥青混凝土
沥青加热温度/℃	170~180
集料加热温度/℃	190~220
出料温度/℃	175~185

(三) 运输

沥青混合站出料产量240 t/h，由于骑行道宽度有限，仅满足微卡通行，每车装料4t，每车装料1分钟；车辆在5min左右的情况下完成过磅和覆盖；沥青混合材料的平均交通距离为4.5km，车辆运输速度为每小时30km，则从出场到摊铺现场需耗时9min；摊铺速度按2.5m/min计算，每车料为4t，摊铺时间需要9min左右；再加上等待时间，每辆汽车的循环时间大约是0.5h。因此，需要最少的循环汽车为30min/1min/车=30辆，

我部装备了35辆自卸汽车用于沥青混合材料运输,同时对运输车辆实时进行调整,以满足运输的需要。车辆运输过程中保持匀速,避免启动过快或紧急刹车。对经严格检验过的货运车辆,将所有车厢、轮胎等全部清理干净,并在车厢板涂适量隔离剂,但不能有余液在车厢底部积聚,每次车辆卸料后、装料前均应及时进行整辆车厢板的清理。所有运输车辆均全部采用双层篷布覆盖,冬季施工时在交通车厢的侧面额外增加保温层,保温层为帆布夹心塑料泡沫,顶部采用双层篷布覆盖,再额外覆盖一层棉被,以有效防止温度损失。

为减少粗细集料的离析,在装材、卸材时听从安排,运输车辆在卸材时应前后行动,分三次装材,第一次装料位于卡车车厢的前部,第二次装料位于卡车的后部,第三次装料位于卡车的中间,避免混合料发生离析。运料车在摊机前10~20cm处停下,不得与摊机发生碰撞,以确保铺面的平整性。为保证摊铺连续运输,排在现场交通车辆最少不少于5辆。料车抵达后,不得任意掀开覆盖,应在卸料快到结束的时候,才允许揭盖,做好卸料的准备工作。

(四) 摊铺

采用一台福格勒800型摊铺机全断面作业。摊铺前,应先检查机器的运行情况,调整传感器臂和导向控制线之间的关系,严格控制混合料摊铺厚度和标高,保证横坡满足设计需要。摊铺前0.5~1h预热熨平板,使其温度不低于100℃,摊铺机连续摊铺,摊铺机的速度控制在2.5m/min左右。摊铺机的螺旋布料器匀速转动,以减少摊铺过程中的离析。在摊铺机后面设置专人,消除粗细集料离析现象。为了消除沥青面层隐性裂痕,摊铺时可用熨平板、振捣夯预压。PAC-10C透水沥青混凝土摊铺温度不低于160℃。

(五) 压实

碾压应紧跟在摊铺后面进行,按初压、复压、终压三个阶段进行。压路机以慢而均匀的速度碾压。碾压时将压路机的驱动轮面向摊铺机,从外侧向中心碾压,在超高路段则由低向高碾压,在坡道上将驱动轮从低处向高处碾压,且每次必须超过两段的接缝处。碾压路线及方向不应突然改变;压路机启动、停止必须减速缓行,不准刹车制动。

压路机碾压原则:“高温,紧跟,慢压,高频和低频”。采取交替持续的碾压,采取交替持续的碾压,并配备专人跟踪监测碾压温度。振动压路机在进行碾压振动过程中,振动频率35~50Hz,振幅0.3~1.8mm,相邻碾压带应重叠宽度为10~20cm,振动压路机在进行倒车时先停止碾压振动,然后另一方向运动后再开始振动,

以避免混合料形成鼓包。

碾压工序紧密衔接,以较慢而匀速进行碾压。此外,还需要特别注意下列几点:

(1) 为了确保压实度和平整度符合要求,初压应在混合料不产生推移、裂痕等情况下,尽量在铺后高温下进行,正常初压开始高黏改性PAC-10C透水沥青混凝土内部温度应不低于150℃。

(2) 压路机应从低向高碾压,当采用振动压实时,压路机轮迹的重叠宽度不应超过20cm,当采用静压时,压路机轮迹应重叠1/3~1/4碾压宽度,压完全宽为一遍。

(3) 为了避免碾压时混合料推挤产生拥包,碾压时将驱动轮向着摊铺机,碾压方向不应随意改变,相邻碾压带重叠1/2轮宽。压路机启动、停止必须缓慢进行,应先停振,再停机或倒机碾压。

(4) 双钢轮压路机碾压采用雾状喷水法,喷洒数量以不粘轮为度。

(六) 交通管制

摊铺过程中严禁一切车辆通行,为保障施工后沥青面层不受往来车辆碾压而损坏,施工后即关闭交通,保持清洁、整洁,不得污染,严禁将施工产生的土或杂物堆放在沥青层上。在沥青面层表面温度不超过50℃时,方可开通交通。

四、应用前景

基于破碎卵石的透水沥青路面,在确保符合新行业标准路用性能要求的前提下,实现了在市政工程骑游道的应用,而且具有较低的成本,具有推广价值。

五、结束语

通过对基于破碎卵石的透水性能沥青混凝土的研究及应用,得出以下主要结论:

- (1) 理清了适宜的高黏改性沥青;
- (2) 提出了破碎卵石加工要求;
- (3) 设计出了基于破碎卵石的透水性沥青混凝土;
- (4) 提出了适宜透水性沥青混凝土窄路铺筑的工法。

参考文献

- [1] 马石磊. 市政道路透水沥青混凝土路面工程施工技术的应用与管理[J]. 建材与装饰, 2018, 000(039): 281-282.
- [2] 张颖. 浅谈市政道路沥青路面施工技术[J]. 建筑工程技术与设计, 2017, 000(014): 2830-2830.
- [3] 贾宏波. 透水沥青路面在城市道路中的应用[J]. 科技创新导报, 2015, v. 12; No. 356(32): 35-35.