

木质素纤维对 SMA 性能的影响分析

李耿良

(广州市公路工程公司, 广东 广州 510075)

摘要: 木质素纤维作为 SMA 混合料的稳定添加剂,起着决定性的作用。但由于木质素纤维仅为添加剂,经常被忽视,通常会随意选用。文中选择颗粒状纤维 VIATOP、国产颗粒状纤维 K、国产絮状纤维 N,对比分析不同类型木质素纤维对油石比、SMA 体积性能指标及实际铺筑效果的影响,为木质素纤维的选用提供参考依据。

关键词: 公路;木质素纤维;SMA 混合料;稳定添加剂

中图分类号:U416.217

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2018)02-0058-04

SMA 的生产、施工是否成功,纤维起着至关重要的作用。在发达国家,木质素纤维的质量甚至上升到了决定 SMA 质量的决定性因素之一的高度。德国沥青路面协会颁布的 SMA 指南中明确规定均匀分散的稳定添加剂是决定 SMA 成败的关键因素之一,指出以源于天然的有机木质素纤维为主的稳定添加剂在混合料生产、运输、摊铺、碾压阶段必须起到有效稳定玛蹄脂的功能并防止沥青从矿料表面析漏,集料表面沥青膜的厚度决定路面的抗疲劳和抗老化性能,而该沥青膜厚度通过均匀分散并有效发挥作用的稳定添加剂来实现。但木质素纤维作为添加剂在中国并未受到高度重视。该文对比分析不同类型木质素纤维对 SMA 性能的影响。

1 木质素纤维的选择

选择目前市场上常用的 3 种最具代表性的木质素纤维进行试验分析,分别为:1) 涂覆沥青层的颗粒状木质素纤维 VIATOP(由德国 JRS 公司生产)。2) 蜡造粒的国产颗粒状木质素纤维 K。3) 国产絮状木质素纤维 N。主要对比分析这 3 种纤维对油石比、SMA 体积性能指标及实际铺筑效果的影响。图 1 为絮状纤维与涂覆沥青的颗粒状纤维在显微镜下的状态。

2 室内试验分析

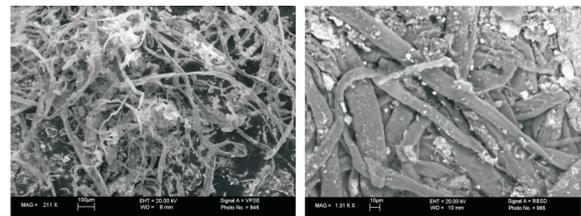
2.1 级配的确定

以 4.75 mm 筛孔通过率为主要控制点,拟定甲、乙、丙三组级配(见表 1)。采用国产颗粒状纤维 K,以 6.2% 油石比成型马歇尔试件进行试验,测定其体积指标,结果见表 2。

由表 2 可知:满足体积指标要求的为级配乙,故以级配乙作为终选级配。

2.2 最佳油石比的确定

分别将涂覆沥青的颗粒状纤维 VIATOP、国产颗粒状纤维 K、国产絮状纤维 N 应用于 SMA,在不同油石比下成型试件进行马歇尔试验,根据其体积指标确定最佳油石比。油石比分别取 5.6%、5.8%、6.0%、6.2%、5.8%、6.0%、6.2%、6.4%、5.9%、6.2%、6.5%、6.8%。试验结果见表 3~5。



(a) 絮状纤维 N

(b) 颗粒状纤维 VIATOP

图 1 絮状纤维与涂覆沥青的颗粒状纤维的微观照片

表 1 初选级配

级配类型	不同筛孔(mm)的通过率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
甲	100	98.7	62.6	23.1	19.1	17.5	15.2	12.8	11.1	9.5
乙	100	98.7	62.6	24.9	20.4	18.5	15.9	13.3	11.6	10.0
丙	100	98.7	62.7	27.6	23.0	20.5	17.3	14.1	12.0	10.2

表 2 体积指标测定结果

级配类型	油石比/ %	最大理论 相对密度	毛体积相 对密度	空隙率/ %	矿料的合成毛 体积相对密度	矿料间隙 率/%	沥青饱和 度/%	粗集料骨架间隙率/%	
								VCA _{mix}	VCA _{DRC}
甲	6.2	2.627	2.516	4.2	2.885	17.9	76.4	39.8	41.8
乙	6.2	2.623	2.531	3.5	2.879	17.2	79.6	39.4	41.8
丙	6.2	2.615	2.552	2.4	2.868	16.2	85.1	38.9	41.8
设计要求				3~5		>17	75~85	VCA _{mix} < VCA _{DRC}	

表 3 使用 VIATOP 颗粒状纤维的 SMA 的马歇尔试验结果

油石比/ %	沥青含 量/%	最大理论 相对密度	毛体积相 对密度	空隙率/ %	矿料合成毛体 积相对密度	矿料间隙 率/%	沥青饱 和度/%	稳定度/ kN	流值/ (0.1 mm)	粗集料骨架间隙率/%	
										VCA _{mix}	VCA _{DRC}
5.6	5.3	2.646	2.523	4.6	2.879	17.0	72.7	12.9	31.2	39.3	41.8
5.8	5.5	2.638	2.542	3.6	2.879	16.5	78.0	13.9	33.8	38.9	41.8
6.0	5.7	2.630	2.544	3.3	2.879	16.6	80.2	13.8	39.1	39.0	41.8
6.2	5.8	2.623	2.541	3.1	2.879	16.9	81.5	13.1	37.4	39.2	41.8

表 4 使用国产颗粒状纤维 K 的 SMA 的马歇尔试验结果

油石比/ %	沥青含 量/%	最大理论 相对密度	毛体积相 对密度	空隙率/ %	矿料合成毛体 积相对密度	矿料间隙 率/%	沥青饱 和度/%	稳定度/ kN	流值/ (0.1 mm)	粗集料骨架间隙率/%	
										VCA _{mix}	VCA _{DRC}
5.8	5.5	2.638	2.525	4.3	2.879	17.1	74.9	13.1	38.4	39.3	41.8
6.0	5.7	2.630	2.532	3.7	2.879	17.0	78.0	13.8	33.7	39.3	41.8
6.2	5.8	2.623	2.534	3.4	2.879	17.1	80.2	13.9	35.1	39.4	41.8
6.4	6.0	2.615	2.531	3.2	2.879	17.4	81.4	12.4	35.9	39.5	41.8

表 5 使用国产絮状纤维 N 的 SMA 的马歇尔试验结果

油石比/ %	沥青含 量/%	最大理论 相对密度	毛体积相 对密度	空隙率/ %	矿料合成毛体 积相对密度	矿料间隙 率/%	沥青饱 和度/%	稳定度/ kN	流值/ (0.1 mm)	粗集料骨架间隙率/%	
										VCA _{mix}	VCA _{DRC}
5.9	5.6	2.634	2.497	5.2	2.879	18.1	71.2	12.9	33.2	40.1	41.8
6.2	5.8	2.623	2.514	4.1	2.879	17.8	76.6	13.4	34.9	39.8	41.8
6.5	6.1	2.612	2.531	3.1	2.879	17.4	82.3	13.7	38.1	39.6	41.8
6.8	6.4	2.600	2.526	2.9	2.879	17.8	83.9	13.1	43.3	39.9	41.8

由表 3~5 可知:从空隙率、间隙率等方面综合考虑,使用颗粒状纤维 VIATOP 的 SMA 的最佳油石比为 5.9%,使用国产颗粒状纤维 K 的 SMA 的最佳油石比为 6.1%,使用国产絮状纤维 N 的 SMA 的最佳油石比为 6.5%。

2.3 车辙试验

使用 3 种纤维的 SMA 的车辙试验结果见表 6。从中可见,使用颗粒状纤维 VIATOP 的 SMA 的动稳定度最高,其次为使用国产絮状纤维 N 的 SMA,使用国产颗粒状纤维 K 的 SMA 的动稳定度最差。

2.4 室内试验过程比对分析

在室内拌和过程中,国产絮状纤维 N 的分散性

表 6 掺加木质素纤维的 SMA 的车辙试验结果

纤维种类	动稳定度/(次·mm ⁻¹)	
	试验结果	均值
VIATOP	11 202	11 137
	11 418	
	10 790	
国产颗粒状纤维 K	9 132	8 730
	7 718	
	9 339	
国产絮状纤维 N	11 578	9 158
	9 010	
	6 886	
设计要求	>5 000	

不佳,且吸油率较高,导致 SMA 混合料的粗骨料间隙较大,只能通过添加较多的改性沥青来保证 SMA 的体积指标。采用 6.5% 的油石比时,混合料的各项体积指标虽然能达标,但颜色较黯淡(见图 2),从宏观上说明沥青已大量被吸收到纤维内部,导致自由沥青不足,将严重影响 SMA 的和易性、耐久性及抗疲劳性能。而使用颗粒状纤维 VIATOP 时,在油石比 5.8% 的情况下,混合料外观比 6.5% 油石比、使用国产絮状纤维 N 的 SMA 更鲜亮(见图 3),说明 VIATOP 在吸附自由沥青于纤维表面形成沥青网络结构的同时,保证了必要的自由沥青膜厚度。欧洲各国考量沥青混合料时认为“富油”要强于“贫油”。因此,从分散性及有效吸附沥青表现上来看,颗粒状纤维 VIATOP 优于国产絮状纤维 N,推荐使用颗粒状纤维 VIATOP。



图 2 油石比 6.5% 的掺国产絮状纤维 SMA 的外观



图 3 油石比 5.8% 的掺进口颗粒状纤维 SMA 的外观

根据室内关于 3 种纤维的比对试验结果,采用颗粒状纤维 VIATOP 的 SMA 的最佳油石比为 5.8%,比采用国产颗粒状纤维 K 及国产絮状纤维 N 的 SMA 的最佳油石比低,从经济角度出发,同样推荐使用颗粒状纤维 VIATOP。

3 掺加纤维的 SMA 的铺筑

以 2015 年完成的西南地区某高速公路路面建设工程为例,对比分别掺加颗粒状纤维 VIATOP、国产絮状纤维 N、国产颗粒状纤维 K 的 SMA 的铺筑情况。

3.1 国产絮状纤维 N

使用掺加国产絮状纤维 N 的 SMA 铺筑的路面

存在泛油现象(见图 4、图 5),在泛油处取样,可明显发现未分散长丝状纤维束,说明该絮状纤维分散性存在缺陷。



图 4 使用国产絮状纤维 N 的 SMA 经碾压后泛油



图 5 使用国产絮状纤维 N 的 SMA 摊铺时出现油斑

3.2 国产颗粒状纤维 K

每一批次进场的 K 纤维存在颗粒外观不均的现象,某些批次为完全硬颗粒形态,某些批次则为半松散状;色泽表现也不均;裹覆纤维颗粒的材料疑似石蜡且有刺激性不明化学添加剂的气味。使用掺加 K 纤维的 SMA 铺筑路面,采用相同的混合料级配、沥青用量及施工工艺,SMA 现场表现差距却较大,效果不稳定(见图 6、图 7)。这与 K 纤维质量不稳定有较大关系。



图 6 使用 K 纤维较好的铺筑效果



图 7 使用 K 纤维较差的铺筑效果

3.3 颗粒状纤维 VIATOP

颗粒状纤维 VIATOP 在实际应用中的优势远比实验室中来得直观和明显,其质量和性能非常稳定,颗粒成型好,松紧度合适,在堆放过程中不易由于堆压造成颗粒破碎,在生产混合料过程中颗粒能及时有效地打开,无需额外的干拌时间。由于其颗粒尺寸较小、颗粒密度较大,在混合料生产过程中能迅速、均匀地分散在混合料中;该颗粒使用沥青造粒,非常容易打开,颗粒均匀分散在石料和混合料中后,颗粒能及时打开释放出纤维;使用沥青作为造粒剂使其与混合料的相容性非常好,生产出的混合料均匀、密实,不同批次的差异极小,为沥青路面的均匀、稳定提供了良好的先决条件。

在施工过程中,使用该颗粒状纤维的混合料沥青不离析,铺筑的路面不易出现油饼、油斑,无泛油



图 8 使用 VIATOP 纤维的铺筑效果

现象,路面均匀一致、色差小,路面性能佳(见图 8)。

4 结语

SMA 采用较高的沥青用量,必须采用比表面积大、表面性能佳的木质素纤维来有效吸附沥青,将自由沥青控制在合理范围;SMA 采用高矿粉用量,矿粉与沥青极易结合成团,必须采用能快速、均匀分散的木质素纤维来有效携带玛蹄脂后均匀分散,同时对粗集料形成良好裹覆,避免施工中产生大量油斑;SMA 粗集料含量高,粗集料骨架间隙必须依靠高品质的充分均匀分散的纤维携带玛蹄脂来填充,使 SMA 在合理沥青用量下满足体积指标要求。通过均匀分散的纤维表面吸附沥青使沥青玛蹄脂得以均匀分散并有效裹覆集料比局部大量吸收沥青来提高沥青用量更有意义,因为沥青发挥作用就是通过集料表面的沥青膜来体现的。当沥青被材料吸收到材料的内部及玛蹄脂未能裹覆在集料表面造成玛蹄脂处于离散状态时,会造成沥青浪费。

参考文献:

[1] German Asphalt Association. Stone mastic asphalt guide [S].
 [2] 沈金安,李福普.SMA 路面设计与铺筑[M].北京:人民交通出版社,2003.
 [3] 许庆祥,刘朝晖,柳力,等.玄武岩纤维与木质素纤维复合 SMA 路用性能试验研究[J].公路与汽运,2017(2).
 [4] 殷魏峰,徐佳骏.成型温度对温拌 SMA 混合料性能的影响[J].公路与汽运,2017(6).
 [5] 向宇,刘朝晖,柳力.偶联改性玄武岩纤维细观特性及性能研究[J].公路与汽运,2016(1)

收稿日期:2017-12-15

(上接第 57 页)

(2) 高粘度彩色沥青热储存后对混合料的路用性能造成不良影响,难以满足实际需要。

(3) 干法工艺制备的沥青混合料的路用性能优于湿法工艺,在条件具备的情况下,应优先选用干法工艺生产透水彩色沥青砼。

参考文献:

[1] 叶玺铭.彩色沥青路面在市政道路上的应用[J].交通标准化,2011(9).

[2] 刘莹,王涵,郭娜,等.干法工艺生产改性沥青混合料的发展现状[J].石油沥青,2017,31(2).
 [3] JTJ E20-2011,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
 [4] JTG F40-2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
 [5] 张大斌,谢成,王鹏.Chemco 环氧粘结剂在彩色路面中的应用研究[J].公路与汽运,2016(1).
 [6] 陈成芹.彩色沥青及其混合料路用性能研究[D].西安:长安大学,2012.

收稿日期:2017-09-23