

文章编号: 0451-0712(2005)03-0076-04

中图分类号: U416.217

文献标识码: B

PR PLAST.S 添加剂在宁杭高速公路路面工程上的应用

郑晨晖¹, 梁龙玲²

(1. 江苏省高速公路建设指挥部 南京市 210004; 2. 江苏省交通规划设计院 南京市 210005)

摘 要: 路面车辙是路用性能的一个重要方面,是衡量行驶质量的重要指标之一。宁杭高速公路常州段沥青混凝土路面中面层采用了 PR PLAST.S 添加剂,以提高沥青混凝土路面抵抗车辙的性能。本文介绍了 PR PLAST.S 添加剂的性能及使用情况。

关键词: 宁杭高速公路; 沥青混凝土路面; PR PLAST.S 添加剂; 车辙

沥青混凝土路面车辙是目前江苏省高速公路早期破坏的主要形式之一,对防止沥青混凝土路面出现车辙的研究和处理方案也是目前沥青混凝土路面研究的一个重点方向,包括从沥青混合料的结构设计以及材料设计都提出了一些新的观点并在工程实践中得到采纳。宁杭高速公路常州段沥青混凝土路面中面层采用了PR PLAST.S 添加剂,以提高沥青混凝土路面抵抗车辙的性能。现对PR PLAST.S 添加剂的性能和使用情况做一总结。

1 PR PLAST.S 添加剂介绍

PR PLAST.S 添加剂是一种大小为 4 mm 的固体颗粒物,是法国 P. R. I 公司专门研制用于改善热拌沥青混合料特性,特别是提高沥青混合料抗车辙性能的聚合物。该材料的主要成份为改性的高密度 PE 以及低密度的PE,属于热塑性树脂类。使用时将 PR PLAST.S 添加剂直接投入搅拌机中的热骨料上,颗粒材料的剪切力将 PR PLAST.S 添加剂均匀分散在沥青混合料中,这种聚合物依靠其在沥青混合料中的嵌挤(施工时微粒临时得到软化,然后这些颗粒在碾压过程中热成型,从而填充级配骨架内的空隙)、钢筋(通过塑料纤维在级配骨架内部搭桥而成)和胶结作用(通过部分聚合物的溶解形成胶结作用,从而达到提高沥青胶浆软化点温度和降低热敏感的作用),显著提高了混合料的高温抗车辙能力。

该材料在沥青混合料加热拌和时通过专门的填加设备提升直接加入热集料中,干拌一定时间后,再加入沥青,搅拌中通过颗粒材料的剪切力分散。掺配工艺简单,易于操作。

2 室内设计

受江苏省高速公路建设指挥部(以下简称省高指)委托,江苏省交通科学研究院对 PR PLAST.S 添加剂的路用性能进行了室内检测试验,分析了拌和时间对混合料的影响,并比较了掺加 PR PLAST.S 添加剂的普通沥青混合料和 SBS 改性沥青混合料室内试验性能。试验中沥青混合料类型选用江苏省高速公路中面层常用的 AC-20I 改进型密级配沥青混合料,选用的原材料为:集料选用宜兴上元石灰岩,沥青选用中海 70 号重交沥青和 SBS 改性沥青(基质沥青为中海重交沥青),PR PLAST.S 添加剂由省高指提供。

2.1 沥青混合料级配

沥青混合料的级配结果见表 1 和图 1,最佳石油比、密度及空隙率见表 2。

2.2 PR PLAST.S 添加剂试验方法

PR PLAST.S 添加剂的试验方法具体步骤如下:
(1)将集料加入实验室拌和器中,加热至 180℃;
(2)加入 0.4%(矿料质量外加)的 PR PLAST.S 添加剂,分别用 0s、15s、30s 进行干拌后,将沥青

表 1 AC-20I 型沥青混合料级配组成

级配类型	通过下列方孔筛(mm)的质量百分率/%											
	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
合成级配	100	94.1	84.5	75.7	58.4	47.3	30.5	23.8	14.9	9.1	7.4	5.7
级配上限	100	100	94.0	85.0	74.0	55.0	39.0	28.0	20.0	15.0	11.0	7.0
级配下限	100	90.0	78.0	65.0	54.0	35.0	23.0	14.0	9.0	6.0	4.0	3.0

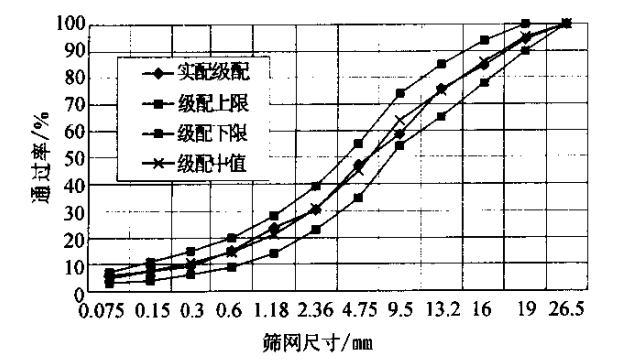


图 1 改进型 AC-20I 设计级配曲线

表 2 最佳油石比、密度及空隙率

混合料类型	油石比/%	毛体积密度 g/cm ³	空隙率/%
AC-20I	4.4	2.437	4.1

在170℃时加入,用肉眼进行观察,并进行抽提试验,确定最佳拌和时间;

(3)在以上确定的最佳拌和时间,按集料外掺 0.2%、0.4%、0.6%的 PRPLAST.S 添加剂进行混合料全套试验 (PR PLAST.S 添加剂外掺量每增加 0.2%, 沥青用量增加 0.1%), 并和未掺加 PR PLAST.S 添加剂的普通沥青和改性沥青混合料进行对比,确定最佳用量。

2.3 马歇尔试验

掺 PR PLAST.S 添加剂的沥青混合料及 SBS 沥青混合料的室内马歇尔试验结果见表 3。

2.4 水损害试验

分别对掺 PR PLAST.S 添加剂的沥青混合料及 SBS 沥青混合料进行了浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验,试验结果见表 4 和表 5。

表 3 沥青混合料马氏试验结果

混合料类型	油石比 %	密度 g/cm ³	理论密度 g/cm ³	空隙率 %	稳定度 kN	流值 0.1 mm	VFA/%	VMA/%
未掺 PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.4	2.435	2.545	4.3	9.79	33.6	69.6	14.2
掺 0.2%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.5	2.435	2.542	4.2	12.52	35.6	70.7	14.4
掺 0.4%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.6	2.427	2.530	4.1	11.52	29.7	71.7	14.4
掺 0.6%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.7	2.435	2.520	3.4	12.10	30.0	75.8	14.0
SBS 改性沥青混合料	4.4	2.417	2.532	4.5	19.66	26.2	68.5	14.4
技术要求	—	—	—	3~6	>7.5	20~50	70~85	≥14

表 4 浸水马歇尔残留稳定度试验结果

混合料类型	油石比 %	马歇尔稳定度 kN	浸水马歇尔稳定度 kN	残留稳定度 %	要求/%
未掺 PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.4	9.79	9.11	93.1	≥85
掺 0.2%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.5	12.52	10.90	87.1	
掺 0.4%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.6	11.52	10.93	94.9	
掺 0.6%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.7	12.10	11.03	91.2	
SBS 改性沥青混合料	4.4	19.66	17.46	88.8	

表 5 冻融劈裂试验结果

混合料类型	油石比 %	冻融后劈裂强度 MPa	未冻融劈裂强度 MPa	劈裂强度比 %	要求/%
未掺PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.4	0.750 2	0.901 0	83.3	≥80
掺0.2%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.5	0.867 5	0.977 6	87.0	
掺0.4%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.6	0.894 7	0.961 3	93.1	
掺0.6%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4.7	0.811 3	0.877 0	92.4	
SBS 改性沥青混合料	4.4	0.802 2	0.953 7	84.1	

2.5 高温稳定性试验

分别对掺 PR PLAST.S 添加剂的沥青混合料及 SBS 沥青混合料进行了车辙试验,结果见表 6。

试验结果表明:当 PR PLAST.S 添加剂的掺加量为 0.2%时,混合料高温性能无明显提高,随着

PRPLAST.S 添加剂掺加量进一步增加,混合料抗车辙性能显著提高,当 PR PLAST.S 添加剂的掺加量增至 0.6%的水平时,混合料抗车辙性能略高于 SBS 改性沥青混合料。

表 6 车辙试验结果

混合料类型	1	2	3	平均	变异系数/%	要求/%
未掺PR PLAST.S 添加剂的混合料	1 575	1 068	1 260	1 301	19.7	≤20
掺0.2%PR PLAST.S 添加剂的混合料	1 125	1 668	1 286	1 360	20.5	
掺0.4%PR PLAST.S 添加剂的混合料	4 219	4 221	4 500	4 300	4.0	
掺0.6%PR PLAST.S 添加剂的混合料	6 300	6 852	6 094	6 415	6.1	
SBS 改性沥青混合料	5 727	7 000	4 846	5 857	18.5	

2.6 低温性能试验

分别对掺 PR PLAST.S 添加剂的沥青混合料

及 SBS 沥青混合料进行了低温小梁弯曲试验,试验结果见表 7。

表 7 低温小梁弯曲试验结果

混合料类型	抗弯拉强度/MPa	劲度模量/MPa	破坏应变/με
未掺PR PLAST.S 添加剂混合料	8.65	2 707.4	3 224.9
掺0.2%PR PLAST.S 添加剂混合料	9.22	3 071.9	3 018.2
掺0.4%PR PLAST.S 添加剂混合料	9.02	2 867.1	3 148.3
掺0.6%PR PLAST.S 添加剂混合料	8.42	2 931.1	2 886.6
SBS 改性沥青混合料	10.07	2 633.5	3 845.3

2.7 结论

对普通沥青混合料添加不同量的PR PLAST.S 添加剂和SBS 改性沥青混合料的路用性能进行室内试验评价,试验包括水损害性能试验、高温性能试验及低温抗裂试验,具体的结论如下。

(1)水损害性能试验:对掺加不同量 PR PLAST.S 添加剂的混合料和SBS 改性沥青混合料进行了浸水马歇尔试验和冻融劈裂试验,试验结果均满足要求,掺加不同量的PR PLAST.S 添加剂对混合料抗水损害性能无明显影响,掺加 PR

PLAST.S 添加剂的混合料抗水损害性能比SBS 改性沥青混合料略高。

(2)高温稳定性试验:随着 PR PLAST.S 添加剂掺加量的增加,混合料抗车辙性能显著提高,当掺加 PR PLAST.S 添加剂增至 0.6%的水平时,混合料抗车辙性能略高于SBS 改性沥青混合料。

(3)低温抗裂性能试验:两种沥青混合料低温抗裂性能比较接近,掺加不同量的PR PLAST.S 添加剂对混合料低温抗裂性能无明显影响,SBS 改性沥青混合料低温抗裂性能略高。

根据以上试验,综合考虑混合料性能及经济性,建议掺加 0.4%PR PLAST.S 添加剂,油石比采用 4.6%。掺加 PR PLAST.S 添加剂后油石比应进行相应调整,一般每掺加 0.2%的 PR PLAST.S 添加剂,油石比应提高 0.1%。

3 现场应用

3.1 结构设置

根据环道试验的相关研究表明,在行车荷载的作用下上面层的变形都很小。沥青混凝土路面的永久变形主要是由中、下面层的变形引起的,因而在沥青混凝土路面设计和施工中一定要重视中、下面层的抗车辙性能。水泥稳定碎石基层变形非常小,对路面车辙几乎没有影响,在土基强度足够的条件下,土基变形对路面车辙的影响可以忽略。

在宁杭高速公路常州 22 标采用了 4 cm 改性沥青 AK13 + 6 cm 重交沥青 PR PLAST.S 添加剂改进 AC20I + 8 cm 重交沥青改进 AC25I,主要在中面层使用 PR PLAST.S 添加剂,目的是希望通过 PR PLAST.S 添加剂的作用提高中面层抗车辙的能力。

3.2 现场工艺

宁杭高速公路 NH—LY22 标采用的拌和楼是两台日本产 NP3000 型间歇式拌和楼。拌和楼全部生产过程由计算机自动控制,PR PLAST.S 添加剂的添加采用 SMA 的粒状纤维自动填加设备,并配有自动打印装置。

根据法国 P. R. I 公司中国办事处提供的资料,PR PLAST.S 添加剂需要在加入沥青前加入高温的集料中,利用集料的干拌剪切力和混合料的拌和分散 PR PLAST.S 添加剂材料,干拌时间宜在 20~30 s,拌和温度应在 170℃ 以上。

在实验室将混合料采用 4.3%的油石比,掺加 0.4%的 PR PLAST.S 添加剂,分别用 0 s、15 s、30 s 进行干拌后,用肉眼进行观察,发现 0 s 除外,15 s 及 30 s PR PLAST.S 添加剂颗粒分布均较为均匀,掺加沥青拌和后外观无明显区别。

抽提结果表明,掺加 PR PLAST.S 添加剂对抽提油石比结果没有明显影响,考虑到干拌对于设备及混合料的潜在影响,建议选用尽可能短的干拌时间,因此采用干拌时间 5 s 及 10 s 重新进行观察,最终确定干拌时间采用 10 s。同时在试验中发现,如果掺加 PR PLAST.S 添加剂没有及时干拌,PR

PLAST.S 添加剂会融化凝结成团,因此,及时拌和非常重要。掺加 PR PLAST.S 添加剂沥青混合料的干拌时间,建议室内拌和机采用 10 s,拌和楼干拌时间应根据拌和楼现场试验确定,试验方法可采用不同干拌时间,分析其对混合料级配及 PR PLAST.S 添加剂是否拌匀等实际情况确定,但不得大于 15 s。

宁杭高速公路 NH—LY22 标的拌和楼生产沥青混合料时,集料加热温度为 180~190℃,沥青加热温度 160~170℃,干拌时间设置为 10 s,湿拌时间设置为 38 s,单机产量约为 130 t/h。各料仓的温度设置满足省高指指导意见的要求,从拌出的沥青混合料外观来看,沥青裹覆均匀、无花白料、无结块和离析现象,出料正常,拌和站无溢料、等料现象。

掺加 PR PLAST.S 添加剂的混合料的拌和及摊铺温度相对于普通沥青混合料要高,因此施工时要注意温度的控制,碾压应在摊铺后立即进行,必须紧凑安排压实,在降至 110℃ 前完成压实,具体施工温度要求见表 8。

表 8 沥青混合料的施工温度 C

	重交沥青	改性沥青	掺加 PR
沥青加热温度	160~170	165~175	160~170
矿料温度	170~185	175~185	175~195
混合料出厂温度	150~165 超过 190℃ 的废弃	170~180 超过 185℃ 的废弃	170~180 超过 190℃ 的废弃
混合料运输到现场温度	≥150	≥160	≥165
摊铺温度(正常施工)	120~140	≥150	150~165
碾压温度(正常施工)	120~140	≥145	150~165 摊铺后 立即进行
碾压终了温度 (钢轮压路机)	≥70	≥100	110~120

由此可以了解掺加 PR PLAST.S 添加剂后对混合料施工温度的要求较 SBS 改性沥青还要高,这个要求在生产过程中是一个控制重点。

4 结论

宁杭高速公路 NH—LY22 标中面层掺加 PR PLAST.S 添加剂后,沥青混合料的室内各项试验指标特别是高温性能提高明显,施工相对比较方便。应对这种材料的长期应用效果进行观察和比较,这也是我们处置车辙的一种方案选择。