

再生旧沥青混合料用做柔性基层研究

张 豪

(广东省长大公路工程有限公司,广东广州 511431)

摘 要:旧沥青混合料的再生利用可以节省建设投资,保护环境,文中介绍了旧沥青混合料残余性能的评价方法,冷拌结合料乳化沥青和稳定剂的选择。通过工程实例探讨了再生料用做柔性基层配合比设计的方法、原则,铺筑的施工工艺及其路用性能的检测跟踪。

关键词:旧沥青混合料;冷拌再生;柔性基层;配合比;施工

中图分类号:U416.217 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2006)03-0099-03

0 前言

2003 年底,我国的高速公路通车里程已达 3 万 km,其中的沥青路面比例达 90%。按沥青路面的设计使用寿命 15~20a 计,上世纪 90 年代初修建的高速公路将陆续进入大、中修阶段。全国每年约有 12% 的沥青路面翻修,旧沥青混合料的总量将达到 220 万 t。由于进口的专用沥青混合料再生设备价格昂贵,国内实用的再生技术不成熟,国内旧沥青混合料大量废弃,客观上加重了我国能源和环境问题。对适合国情、实用的沥青混合料再生利用技术的研究迫在眉睫。

我国高等级路面结构一般采用半刚性基层,其优点是承载力大、刚度大、板体性强、弯沉小且初期投资小。但这种材料温缩、干缩变形大,易开裂。裂缝易反射到面层,造成路面整体结构性损害,国内公路大量的早期破坏现象多与此有关。柔性材料基层如 LSAM、沥青碎石、级配碎石、再生沥青混合料,属粘弹性材料,韧性好,有一定自愈能力,但变形大,路面厚度大,初期投资高。但柔性基层路面的破坏属功能性破坏,易于修复,其使用年限一般 20~30a。从全寿命成本效益角度分析,柔性基层路面更经济。

将再生旧沥青混合料用做柔性基层,沥青旧料得到了重复利用,节省了建设投资,保护了环境。同时,改变了国内沥青路面结构单一的状况,扩大了柔性基层材料的取材范围,该项技术的实用化、标准化研究意义重大。本文结合一工程实例,对旧沥青混合料用做柔性基层的关键技术,如回收旧料的性能评价、结合料的选择,再生料配合比设计、柔性基层的施工和质量检验等环节进行了探讨。

1 旧沥青混合料的性能评价

1.1 旧混合料集料性能评价

目测观察回收旧料,未发现沥青与集料剥离的情况。用三氯乙烯、洗涤剂、清水反复清洗的方法获得试验用集料并检验其相关指标,结果见表 1。从表中可以看出,针片状颗粒含量超标,实质是骨料的细化,即粗骨料转化为细骨料。通过对抽提前后的回收旧料筛分试验结果对比发现,同一筛孔抽提后旧料的通过百分率比抽提前大得多,说明铣刨后旧沥青混合料大部分未完成破碎,粗细集料之间相互粘结完好。因此,在进行级配设计时,应以抽提后的旧沥青混合料的筛分结果为依据进行调整。

收稿日期:2005-04-18

作者简介:张豪(1972-),男,广东揭西人,工程师,从事道路桥梁施工和养护工作。

表 1 回收旧料粗集料检验结果

指标	规范要求 (中下面层)	1~2 碎石	0.5~1 碎石
压碎值(%)	≥28	26	23.4
洛杉矶磨耗(%)	≥30	23.2	24.8
视密度(t/m ³)	≤2.5	2.683	2.598
吸水率(%)	≥2	1.78	1.90
与沥青的粘附性	≤4	5	5
针片状颗粒检验(%)	≥15	18.2	23.2

1.2 回收旧料沥青性能评价

旧料中沥青含量的测定方法用燃烧法进行检测,使用仪器为美国生产的沥青含量测定仪。通过对 3 组旧料的沥青含量测定发现,沥青含量比施工时低 0.2%~0.5%。说明沥青在自然界风、热、光的综合作用下,其轻质油分已部分挥发。对回收的沥青检验其常规指标,结果见表 2。回收沥青的性能与道路的服务年限和环境关系很大,但试验反映了回收沥青的共性,即符合沥青的老化规律:针入度降低、粘度增大、延度减小、软化点提高。

表 2 回收沥青的常规指标检验结果

样品 / 标准	样品 A	样品 B	规范要求 (AH-70)	规范要求 (AH-90)
针入度(0.01mm)	14.6	25.3	60~80	80~100
延度(25℃)(cm)	10.7	16.1		
延度(15℃)(cm)	1.9	3.2	≤100	≤100
软化点(℃)	18.5	66.5	44~54	42~52
软化点(℃)	18.5	66.5	44~54	42~52

2 乳化沥青和稳定剂的选择

旧沥青混合料异地厂拌再生用做柔性基层,施工时从拌和、运输到摊铺完成的时间跨度一般不短于 20min,因此,要求所选用的乳化沥青的破乳过程不少于 30min。同时,为了提高再生柔性基层的早期强度,需要掺加一定数量的水泥或者石灰粉作为稳定剂。乳化剂和稳定剂品种和数量的选定是影响再生料性能的关键因素。另外,乳化剂和沥青还存在配伍性的问题。为了生产出适合冷拌再生的慢裂慢凝拌和性(BC-2)乳化沥青,用某厂生产的 RH-C01 阳离子乳化剂分别与 3 种沥青进行试配,以选择合适的沥青和乳化剂。试验结果见表 3。

表3 RH-C01 乳化剂与不同沥青的配伍试验

项目 / 沥青产地	兰练 AH-90	淄博 AH-90	韩国 AH-90	技术 要求
筛上剩余(%)	0	0	0.1	≥0.3
电荷 / 破乳速度	阳离子 / 慢裂			
标准粘度(s)	15	19	16	12~100
蒸发残留物含量(%)	61.2	62.2	59.6	≤60
储存 1 d	0.3	0.1	0.8	≥1
稳定性(%) 5 d	0.9	0.4	6.5	≥5
矿料粘附性	>2/3	>2/3	>2/3	≤2/3
水泥拌和试验(%)	0.4	10.8	2.7	≥5

从表3可以看出,选用该乳化剂和兰练的AH-90 沥青生产乳化沥青能满足相关的技术要求。为了提高再生沥青混合料的早期强度和稳定性,可掺入1%~2%的水泥或2%~4%的石灰粉,具体的掺量通过试验确定。

3 再生沥青混合料的配合比设计

3.1 配合比设计参数

再生沥青混合料配合比设计的基本思路仍是用马歇尔试验确定最佳新添加粘结料用量,然后用车辙试验检验其高温稳定性,用低温弯曲或冻融劈裂试验检验其低温抗裂性能和水稳定性。但马歇尔试验方法需进行修正,主要考虑以下两个因素:(1)乳化沥青的特性;(2)室内试验能反映施工现场的实际情况,对现场施工有指导意义。主要从混合料的制备、拌和、成型、养生几个方面进行修正。

本次再生旧沥青混合料配合比设计试验参数如表4所示。

表4 配合比设计试验参数

旧料:新料	85:15				
乳化沥青的种类	BC-2 拌和型				
乳化沥青用量(%)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
水泥掺量(%)	2.0				
总用水量(%)	2.4	2.7	3.0	3.2	3.5
养生(试验)龄期(d)	7.14				

通过修正的马歇尔试验确定最佳配合比后,需做一些其它试验对配合比进行验证。验证试验包括(1)7d 饱水无侧限抗压强度试验;(2)车辙试验(常温 25℃,高温 50℃,60℃);(3)弯曲试验;(4)室内抗压回弹模量试验。

3.2 最佳配合比确定和试验验证

14d 马歇尔稳定度试验结果见表5,图1~3。

表5 14d 马歇尔稳定度试验结果

乳化沥青用量(%)	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
表干密度(g/cm³)	2.160	2.177	2.180	2.171	2.163
稳定度(kN)	13.4	14.8	16.8	17.5	19.6
流值(0.01mm)	18.1	19.7	25.8	50.4	69.6

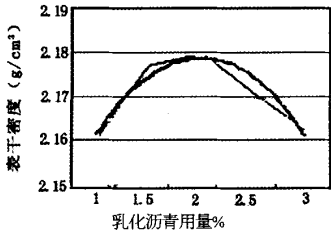


图1 表干密度与乳化沥青的关系

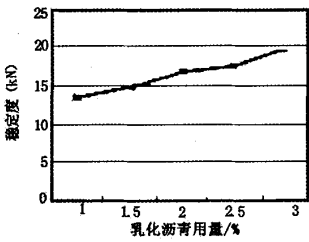


图2 稳定度与乳化沥青用量的关系

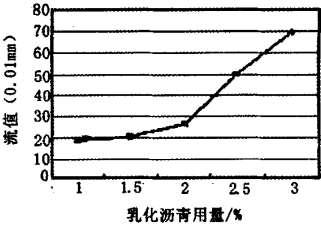


图3 流值与乳化沥青用量的关系

从以上图表分析,乳化沥青用量为1.8%时,混合料的表干密度最大,稳定度和流值随着乳化沥青用量的增加而增加。综合考虑上述3个因素,乳化沥青用量选择2%比较适宜。由此,可确定再生沥青混合料的最佳配合比:乳化沥青:水泥:旧料+新骨料=2.0:2.0:96。其中,旧沥青混合料:新骨料=85:15,其合成级配参考《公路沥青路面设计规范》中AC-20 I 矿料级配的要求,表6为验证试验的测试结果。

表6 验证试验测试结果

7d 饱水无侧限抗压强度试验			
指标	变形量(0.01 mm)	抗压强度(MPa)	吸水量(g)
平均值	180.6	2.6	19
变异系数(%)	11.3	11.5	9.2
车辙试验动稳定度			
温度	25℃	50℃	60℃
均值(次/mm)	26250	7750	6340
变异系数(%)	5.6	7.9	9.3
弯曲试验			
指标	弯拉强度(MPa)	最大应变(μm)	劲度模量(MPa)
15℃	均值 0.978	2400	459.7
	变异系数 14.4%	16.0%	15.5%
-10℃	均值 0.83	1233	761.6
	变异系数 8.3%	19.1%	10.3%
室内抗压回弹模量试验			
回弹模量(MPa)	均值 1039	标准差 82.6	变异系数 8.1%

7d 饱水无侧限抗压试验表明,试件饱水后吸水量小,试压破坏变形量较大,抗压强度达到2.6MPa,说明再生混合料水稳定性好,变形能力强。车辙试验说明再生料抵抗车辙变形能力较强,60℃达到6340次/mm,完全能满足二级甚至更高等级公路基层的强度要求。再生沥青混合料的抗弯拉强度和劲度模量远低于普通沥青混合料或者改性沥青混合料,但其弯曲破坏的极限应变与两者大体相当,充分表明了再生料的柔性特征:即较大的变形能力和较低

的劲度模量,弯拉应变接近于普通沥青混合料,适合做沥青路面的基层。与半刚性材料(如水泥稳定碎石、水泥粉煤灰稳定碎石)相比,再生沥青混合料的抗弯拉变形能力是前者的 2 倍和 10 倍。再生沥青混合料的低温抗弯拉开裂的能力是半刚性材料的 4~6 倍。这很大程度上改善了半刚性基层路面易出现反射裂缝、早期水损坏严重等病害。

4 试验段的施工要点与质量跟踪检测

某乡村公路,连接城区与国道主干线,交通量折算成标准车为 4300(pcu/d)。由于长期有超载车辆通过,路面损坏严重,存在大面积的网裂和坑槽,路表弯沉代表值达到 300 以上。修复方案拟订为底基层:15cm 水泥稳定土+基层:15cm 水泥稳定碎石+面层:5cm 沥青碎石。施工前,铺筑 200m 试验路段,用 15cm 冷拌再生旧沥青混合料代替水泥稳定碎石做为柔性基层,与半刚性基层对比,以甄选修复方案,研究该项技术的适用性。

按照上文选定的配合比异地厂拌再生旧沥青混合料。铺筑的施工要点如下:

- (1)旧沥青混合料必需进行筛分处理。用 2.5cm 的筛子过筛。
- (2)拌和设备采用间歇式强制搅拌机,从加入乳液开始拌和时间不超过 30s。拌和用水量为 2.5%,施工时控制在 2.8%~3.2%之间。
- (3)再生旧沥青混合料可在潮湿的旧路面上采用摊铺机摊铺,摊铺时必须缓慢、均匀、连续,中途不得随意变换速度和停顿。整形完成及时上机碾压,碾压可使用 YZ-16 型振动压路机。
- (4)现场压实度 $\geq 100\%$ 。检测合格后及时覆盖草帘洒水养生,养生期内封闭一切交通,养生期不少于 7d。要使冷再生基层表面始终保持湿润,做到每天及时洒水,个别草帘裸露有专人及时覆盖,确保再生层不因裸露暴晒产生微裂纹。

(5)纵向接缝衔接处采用搭接,既要保证接缝处的平整度,又要保证压实度。

柔性基层施工完毕后,应对其厚度、含水量和厚度进行检测。现场检测 12 个抽样点,压实度、厚度代表值分别为 102.3%、15.4cm。含水量均值 2.84%。

对再生后的沥青混合料现场抽样,进行马歇尔、车辙、弯曲、抗压强度等室内试验,检验其性能。试验结果见表 7。

表 7 再生料现场取样测试结果

马歇尔试验	稳定度(kN)		流值(0.01 mm)	
	7d	18.7	7d	15.37
	14d	19.6	14d	14.87
车辙试验	20℃动稳定度(次/mm)		50℃动稳定度(次/mm)	
	26250		7958	
	温度(℃)	弯拉强度(MPa)	弯拉应变(μm)	弯曲模量
弯曲试验	15	0.467	1700	296.4
	-10	0.815	1900	250.6
	抗压强度(MPa)		抗压模量(MPa)	
抗压试验	2.47(7 d 饱水无侧限抗压强度试验)			1039

从表 7 可以看出,工厂冷拌再生的沥青混合料完全能满足二级公路基层要求。柔性基层试验段铺筑 7d 后,对其强度进行了测试,代表弯沉值为 115,半刚性基层的代表弯沉值为 98,承载能力略低于半刚性基层,但整体承载能力得到了明显的提高。在面层完成后,又进行弯沉测试。试验段代表弯沉 89,半刚性基层路段 67。

经过当年冬天的雨雪冻融考验,在次年春天观察路面状况。柔性基层试验段路面出现裂缝的面积不足 5m²,半刚性基层路段出现大量裂缝,局部网裂、坑槽。

通车一年后,管理部门对半刚性基层路段进行了罩面处理,试验路段整体状况完好,病害基本没有发展。

5 结论

旧沥青混合料添加新骨料,形成合理级配,并选用合适的乳化沥青与回收旧料工厂冷拌再生作为柔性基层,不但使旧沥青混合料得到了循环利用,保护了环境,降低了公路成本;同时,改变了我国路面结构单一的状况,避免了半刚性基层路面固有的早期破坏现象。如果有合适的国产工程机械配套,该项技术推广应用价值很高。

参考文献

[1]王欣,等旧沥青路面混合料检测及其性能评价[J],广东公路交通,2003,(3).

[2]杨修志,等旧路面材料冷拌再生基层施工工艺与质量控制[J],公路交通技术,2004,(1).

[3]杨宇亮,等回收旧沥青混合料冷拌再生技术的研究[J],公路交通科技,2002,(6).

[4]周军,等柔性基层路面的研究[J],浙江交通职业技术学院学报,2004,(2).

