

沥青稳定碎石基层性能试验及应用研究

郭伏国

(山西省公路局 大同分局, 山西 大同 037006)

摘要: 设计密集配 ATB-25、开级配 ATPB-25 与半开级配 AM-25 3 种沥青稳定碎石基层, 对其性能进行室内试验研究, 并通过工程实例对其应用效果进行分析。室内试验结果表明, 3 种级配类型中, ATB-25 的空隙率最小, 为 4.4%, 动稳定度达到 1 673 次/mm, 低温破坏应变为 0.85×10^{-3} , 其高温稳定性与低温抗裂性能最好; 相比于 ATPB-25 与 AM-25, ATB-25 沥青稳定碎石的抗压回弹模量最大, 其承重能力与刚度最好, 且其疲劳寿命最大, 抗疲劳性能优异。工程应用结果表明, 沥青路面采用 ATB-25 沥青稳定碎石作为路面基层时具有良好的平整度与构造深度, 且透水性良好、强度较高。

关键词: 公路; 基层; 沥青稳定碎石; 路用性能

中图分类号: 416.2

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)01-0079-03

目前中国公路通常采用半刚性基层, 其中无机稳定材料应用最广泛。但在多雨地区, 半刚性基层往往会发生早期水损坏, 在较恶劣气候下, 随着温度的反复改变, 容易产生反射裂缝。研究发现, 采用沥青稳定碎石的基层具有良好的抗疲劳性能, 可有效抑制反射裂缝产生, 同时其强度满足大部分路用要求。但对于不同级配组成下的沥青稳定碎石基层的优缺点缺乏系统的对比研究, 对其在工程中的应用研究亦需完善。该文设计密集配 ATB-25、开级配 ATPB-25 与半开级配 AM-25 3 种稳定碎石基层, 对其性能进行室内试验研究, 并通过工程实例分析其应用效果。

1 室内试验

1.1 试验材料

(1) 沥青。室内试验所用沥青为重交 AH-70 沥青, 其性能检测结果见表 1。

(2) 集料。选用石灰石碎石作为试验用集料,

表 1 沥青的性能指标检测结果

项目	检测结果	技术要求
针入度(25℃)/(0.01 mm)	71.2	60~80
软化点/℃	48	≥46
含蜡量(蒸馏法)/%	1.62	<2.2
闪点/℃	268	≥260
延度(15℃, 5 cm/min)/cm	>158	≥100
溶解度/%	99.6	≥99.5
密度(15℃)/(g·cm ⁻³)	1.022	实测
残留延度(10℃)/cm	>85	≥6

其性能指标检测结果见表 2。选择干净、不含团状的石灰岩作为矿粉填料。

1.2 最佳油石比

参照相关规范制备试件进行击实与马歇尔试验, 击实温度为 140℃。ATB-25、ATPB-25、AM-25 3 种稳定碎石基层的级配组成设计见表 3, 最佳油石比分别为 3.6%、3.0% 与 3.4%, 最佳油石比下的空隙率分别为 4.4%、18.2% 与 9.3%。

表 2 石灰岩碎石集料的性能指标检测结果

粒径/mm	压碎值/%	洛杉矶磨耗值/%	针片状含量/%	吸水率/%	毛体积相对密度	表观相对密度
0~2.36			—	0.76	2.621	2.723
2.36~4.75			—	0.73	2.677	2.730
4.75~9.5	21.36	16.78	8.3	0.52	2.680	2.721
9.5~16			13.1	0.33	2.697	2.713
16~31.5			12.8	0.20	2.704	2.715
规范要求	≤28	≤30	≤15	≤3.0	—	≥2.5

表 3 沥青稳定碎石基层的设计级配

级配类型	不同孔径(mm)的通过率/%												
	0.075	0.15	0.3	0.6	1.18	2.36	4.75	9.5	13.2	16	19	26.5	31.5
ATB-25	4.1	6.4	9.6	12.9	17.6	23.4	30.1	42.0	52.2	57.8	70.0	95.1	100
ATPB-25	2.6	3.4	4.1	6.0	9.1	11.9	17.6	35.1	47.0	—	57.4	84.2	100
AM-25	1.6	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	42.9	56.1	67.6	80.0	90.3	100

1.3 试验结果分析

在设计配合比下,分别制备 ATB-25、ATPB-25 与 AM-25 3 种沥青稳定碎石试件进行高温车辙试验、小梁弯曲试验、冻融劈裂试验、单轴压缩试验与疲劳性能试验分析其路用性能。

1.3.1 高温稳定性

通过高温车辙试验得到的动稳定度检测沥青稳定碎石的高温稳定性能。采用标准成型方法制备试件,试件尺寸为 300 mm×300 mm×50 mm。试验在温度 60℃下进行,轮压控制在 0.7 MPa。试验结果见图 1。

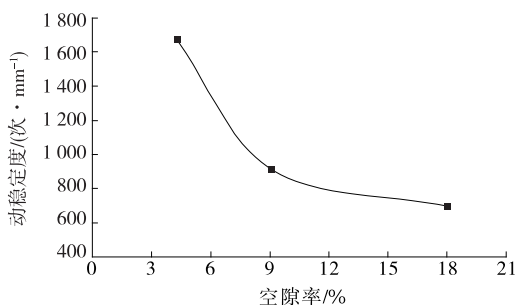


图 1 沥青稳定碎石车辙试验结果

由图 1 可知:ATB-25、ATPB-25 与 AM-25 3 种沥青稳定碎石的动稳定度分别为 1 673、697、910 次/mm。在沥青混合料空隙率增大的过程中,其动稳定度呈降低趋势,3 种级配类型中,密集配 ATB-25 的空隙率最小,为 4.4%,其动稳定度达到 1 673 次/mm,高温稳定性最好。

1.3.2 低温抗裂性

小梁弯曲试验时,以低温破坏应变评价沥青稳定级配碎石的低温抗裂性能。试验设备为 MTS 材料试验机,试件制备同车辙试验,试验在 -10℃温度下进行。试验结果见图 2。

由图 2 可知:ATB-25、ATPB-25 与 AM-25 3 种沥青稳定碎石的低温破坏应变分别 0.85×10^{-3} 、 0.46×10^{-3} 与 0.55×10^{-3} ,密集配 ATB-25 沥青稳定碎石的低温抗裂性能最好。这是因为相比于密级配 ATB-25、ATPB-25 与 AM-25 级配中

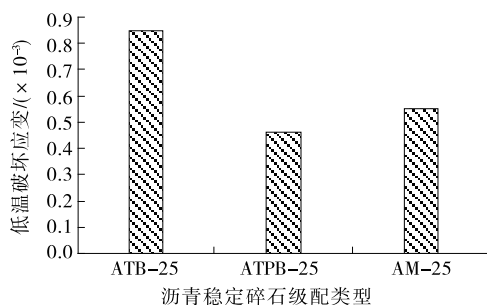


图 2 沥青稳定碎石的小梁弯曲试验结果

所含粗骨料较多,沥青对集料不能充分包裹粘结,导致其整体性不强,低温抗裂性能减弱。

1.3.3 水稳定性

沥青稳定碎石的水稳定性采用冻融劈裂试验进行检测。根据最佳油石比与设计级配制备试件,双面各击实 50 次使之成型,将两组试件分别养护进行冻融劈裂与劈裂试验。试验结果见表 4。

表 4 沥青稳定碎石冻融劈裂试验结果

级配类型	空隙率/%	未冻融劈裂强度/MPa	冻融劈裂强度/MPa	残留强度比/%
ATB-25	4.4	0.72	0.62	86
ATPB-25	18.2	0.42	0.33	79
AM-25	9.3	0.33	0.25	76

由表 4 可知:空隙率最小的密级配 ATB-25 沥青稳定碎石的残留强度比、冻融劈裂强度与未冻融劈裂强度均最大,具有良好的水稳定性能;AM-25 的残留强度比最低,为 76%,水稳定性能较差,工程应用中应根据气候条件与工程状况慎重采用。

1.3.4 抗压回弹模量

抗压回弹模量试验所用试件为直径和高度均为 100 mm 的圆柱体,其制备同冻融劈裂试验,试验温度分别设定为 15 与 25℃。试验结果见图 3。

由图 3 可知:ATB-25、ATPB-25 与 AM-25 3 种沥青稳定碎石的抗压回弹模量分别为 1 328、590 与 635 MPa。相比于 AM-25 与 ATPB-25,

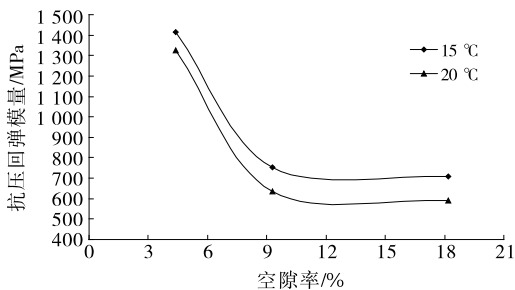


图 3 沥青稳定碎石抗压回弹模量试验结果

空隙率最小的 ATB-25 沥青稳定碎石的抗压回弹模量最大,为 1 328 MPa,其承重能力与刚度最好。因此,在重荷载与交通流量大的公路中应优先选用密集配 ATB-25 沥青稳定碎石基层。

1.3.5 疲劳性能

沥青路面设计采用连续弹性设计理论,路面基层设计主要考虑抗弯拉疲劳开裂性能。沥青稳定碎石的疲劳性能试验采用 MTS 试验机,试验温度与加载频率分别为 15 °C、10 Hz。采用 100 mm×100 mm×300 mm 小梁试件(采用轮压成型方式),应变水平为 200、400 与 600 $\mu\epsilon$ 。试验结果见图 4。

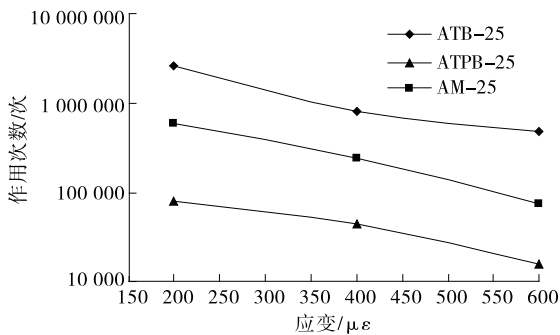


图 4 沥青稳定碎石疲劳性能试验结果

由图 4 可知:应变水平为 200、400 与 600 $\mu\epsilon$ 时,相比于 ATPB-25 与 AM-25,ATB-25 沥青稳定碎石的作用次数最大,其疲劳寿命最大,抗疲劳性能优异。

2 工程应用

2.1 工程概况

某高速公路设计为双向四车道,地处南方湿热多雨地区,要求沥青路面基层具有足够的水稳定性与排水能力。选取 K217+720—K218+720 段采用 ATB-25 沥青稳定碎石铺筑试验路段,所用集料与沥青均同室内试验。经试验,确定现场施工的最佳油石比亦同室内试验,取 3.6%。试验路段的路面结

构为 4 cm SBS 改性沥青 AC-13C 上面层+6 cm SBS 改性沥青 AC-20C 中面层+10 cm 沥青稳定碎石基层+34 cm 水泥稳定碎石基层+20 cm 水泥稳定碎石底基层。该试验路段在秋季铺筑,施工时,全天温度为 7~21 °C,满足沥青路面施工要求。施工过程中对质量与工艺进行严格控制。

2.2 压实度检测

试验路段铺筑完成后的第二天对其进行压实度检测,钻芯取样所测压实度平均值为 99.1%,大于规范要求(大于 98%),压实度良好。

2.3 渗水系数与构造深度检测

路面通车后,对其构造深度、渗水系数与平整度进行钻芯取样检测,结果见表 5。

表 5 试验路段相关性能检测结果

检测项目	测试平均值	规范标准
构造深度/mm	0.68	≥ 0.55
摆值/BPN	65	≥ 45
渗水系数/(mL·min ⁻¹)	82	≤ 300

由表 5 可知:ATB-25 沥青碎石基层路面具有良好的平整度与构造深度,且透水性良好,适应该地区湿热多雨的气候条件。

2.4 弯沉检测

待试验路段铺筑完成并通车后,采用贝克曼梁法进行路面弯沉检测,结果见表 6。

表 6 试验路段沥青稳定碎石基层弯沉检验结果

桩号	弯沉/(0.01 mm)	
	基层底面	基层顶面
K217+720	16	11
K217+820	15	12
K217+920	16	12
K218+020	16	10
K218+120	21	11
K218+220	15	7
K218+320	15	6
K218+420	14	6
K218+520	17	12
K218+620	20	10
K218+720	20	13
均值	16.8	10

(下转第 119 页)

实际在道路一侧或两侧连续或分段设置排水沟;对于未建工程,应在设计阶段考虑排水渠(沟)的布设,有序导流路面上的雨水,避免强降雨径流对路面造成冲刷。同时注意排水渠(沟)基础的处理,防止雨水渗漏对路基造成破坏而导致路基坍塌。

(2) 在坡度较大路段的坡顶设置截水沟或挡水带,引导雨水向一侧排水,减少地面径流对陡坡段路面的冲刷而破坏路面质量甚至导致路基沉降。

3.5 加强后期养护

后期养护是对道路使用过程中因人为或自然因素引起的毁坏进行及时修复的一种防护措施。泥结石道路技术指标较低,只有重视后期养护才能延长其使用寿命。

4 结语

泥结石道路水毁主要有路基沉陷、路基坍塌、雨水冲刷路面三类,以雨水冲刷路面为主,若对雨水冲刷不进行有效防治将导致路面沉陷甚至坍塌。为减少泥结石水毁的发生及演化,应做到预防为主、防治结合,通过提高设计标准、严格施工管理、加强后期养护,提高泥结石道路的设计标准及施工质量,减少

水毁带来的不利影响和损失。

参考文献:

- [1] 凌建明,朱文强,李若灵.浅议水毁防治措施选择[J].西部交通科技,2007(1).
- [2] 徐亮.浅谈山区道路水毁原因及其修复[J].华东公路,2000(4).
- [3] 李翠凤,翟春松,李新德.浅析泥结碎石路面施工技术与质量控制[J].治淮,2007(7).
- [4] 宋和平.浅析泥结碎石路面施工技术与质量控制[J].黑龙江交通科技,2014(3).
- [5] 李国惠,王宜军.浅析泥结石路面施工的预拌和法及质量控制[J].水利科技与经济,2007,13(6).
- [6] 刘丽.土地整治控制性工程下游农田安全指标研究[D].杨凌:西北农林科技大学,2016.
- [7] 陈远川.山区沿河公路水毁评估与减灾方法研究[D].重庆:重庆交通大学,2012.
- [8] 马保成.公路水毁灾害识别技术研究[D].西安:长安大学,2011.
- [9] 凌洁.安徽省土地整治存在的问题及对策研究[D].合肥:安徽农业大学,2011.

收稿日期:2017-05-11

(上接第 81 页)

由表 8 可知:沥青稳定碎石基层底面与顶面弯沉值均在标准范围内,具有良好的强度。

2.5 裂缝检测

通车 2 年内对试验路段进行持续观测与检查,结果表明该沥青稳定碎石基层路面平整度良好,无明显裂缝产生,沥青碎石基层具有良好的抗裂性能。

3 结论

(1) ATB-25、ATPB-25 与 AM-25 3 种级配类型中,密集配 ATB-25 的空隙率最小,动稳定度达到 1 673 次/mm,低温破坏应变为 0.85×10^{-3} ,高温稳定性与低温抗裂性能最好。

(2) 空隙率最小的密级配 ATB-25 沥青稳定碎石的残留强度比、冻融劈裂强度与未冻融劈裂强度均最大,具有良好的水稳定性能。AM-25 的残留强度比最低,其水稳定性能较差,工程应用中应根据气候条件与工程状况慎重采用。

(3) 相比于 ATPB-25 与 AM-25,ATB-25 沥青稳定碎石的抗压回弹模量最大,其承重能力与

刚度最好,且疲劳寿命最大,抗疲劳性能优异。重荷载与交通流量大的公路工程应优先选用密集配 ATB-25 沥青稳定碎石基层。

(4) 沥青路面采用 ATB-25 沥青稳定碎石作为基层时具有良好的平整度与构造深度,且透水性良好、强度较高。

参考文献:

- [1] 郑廷辉.浅谈沥青稳定碎石柔性基层施工质量控制[J].山西交通科技,2008(6).
- [2] 秦仁杰,李本鹏,侯湘泉.沥青稳定碎石基层级配比选及路用性能研究[J].中外公路,2013,33(2).
- [3] 陈勇军.沥青稳定碎石基层对沥青路面力学的特性影响分析[J].公路工程,2012,37(1).
- [4] JTG E42-2005,公路工程集料试验规程[S].
- [5] JTG E51-2009,公路工程无机结合料稳定材料试验规程[S].
- [6] JTG E20-2011,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [7] JTG E40-2007,公路土工试验规程[S].
- [8] JTG E60-2008,公路路基路面现场测试规程[S].

收稿日期:2017-06-16