

厂拌热再生岩沥青混合料在中面层的应用研究

张守云¹ 游珈骅² 张兆杰³

1 平度市公路事业发展中心 2 中建八局发展建设有限公司 3 山东省交通科学研究院

DOI:10.12238/jpm.v3i5.4883

[摘要] 基于连续型密级配AC-20对采用岩沥青RAP的厂拌热再生沥青混合料路用性能进行研究,对比普通沥青混合料、基质沥青RAP热再生以及岩沥青RAP热再生沥青混合料的高温稳定性、水稳定性、低温弯曲试验和汉堡车辙试验。研究表明,岩沥青RAP热再生AC-20C动稳定度相对于普通AC-20C提高了近3倍,低温弯曲试验也满足相应技术要求,且从汉堡车辙试验和冻融劈裂试验的角度来说,岩再生沥青混合料的综合路用性能最佳,完全满足作为中面层的技术要求。

[关键词] 岩沥青再生沥青混合料; 高温稳定性; 水稳定性; 低温抗裂性能

中图分类号: TG174.465 **文献标识码:** A

Study on Application of plant mixed hot recycled rock asphalt mixture in middle surface course

Shouyun Zhang¹ Jiahua You² Zhaojie Zhang³

1 Pingdu highway development center

2 China Construction Eighth Engineering Bureau Development & Construction Co., Ltd

3 Shandong Academy of Transportation Sciences

[Abstract] Based on the continuous dense gradation AC-20, the pavement performance of plant mixed hot recycled asphalt mixture using rock asphalt rap is studied, and the high temperature stability, water stability, low temperature bending test and Hamburg rut test of common asphalt mixture, matrix asphalt rap hot recycled asphalt mixture and rock asphalt rap hot recycled asphalt mixture are compared. The research shows that the dynamic stability of rock asphalt rap thermal regeneration AC-20C is nearly three times higher than that of ordinary AC-20C, and the low-temperature bending test also meets the corresponding technical requirements. From the perspective of Hamburg rutting test and freeze-thaw splitting test, the comprehensive road performance of rock asphalt recycled mixture is the best, which fully meets the technical requirements as a middle surface course.

[Key words] rock asphalt recycled asphalt mixture; High temperature stability; Water stability; Low temperature crack resistance

引言

我国高速公路发展目前已从建设阶段转为养护阶段,在沥青路面的养护过程中,对沥青路面的翻修和铣刨会产生大量的废旧沥青混合料,这些废旧沥青混合料的堆积不仅会造成空间的浪费,还会对周围的环境形成污染^[1-2]。

我国在沥青混合料再生方面有着很成熟的研究,厂拌热再生沥青混合料已经在国道沥青路面的中下面层进行了大量的工程应用和实践^[3-4],然而对于改性沥青混合料厂拌热再生在混合料中的应用却鲜有研究。

本文以AC-20C沥青混合料为研究对象,分别对普通沥青混合料AC-20C、厂拌热再生沥青混合料AC-20C和厂拌热再生岩沥青混合料AC-20C(以下简称岩沥青再生AC-20C)进行试验,通过对三者进行路用性能试验和汉堡车辙试验,对岩沥青再生

AC-20C的可行性以及性能的评价研究。

1 试验材料

1.1 原材料

表1.1 集料检测结果汇总表

检测项目	技术指标	集料规格	检测结果
表观相对密度,不小于	2.50	5-10mm	2.749
吸水率(%),不大于	3.0	5-10mm	0.47
水洗法<0.075mm含量(%),不大于	1	5-10mm	0.8
表观相对密度,不小于	2.50	10-20mm	2.730
吸水率(%),不大于	3	10-20mm	0.39
水洗法<0.075mm含量(%),不大于	1	10-20mm	0.3
表观相对密度,不小于	2.50	0-5mm	2.675
吸水率(%),不大于	/	0-5mm	0.96

表 1.3 三种沥青混合料配比汇总表

筛孔尺寸(mm)	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
普通 AC-20C 沥青混合料	100.0	97.1	89.2	78.1	60.9	38.2	27.0	20.3	14.0	9.4	7.6	5.8
厂拌热再生 AC-20C	100.0	95.1	88.2	76.4	60.5	39.6	28.8	21.2	16.6	10.0	8.4	5.9
岩沥青再生 AC-20C	100.0	94.3	84.6	76.6	60.8	38.9	28.1	21.0	16.2	10.1	8.3	5.7
AC-20 规范级配下限	100.0	90.0	78.0	62.0	50.0	26.0	16.0	12.0	8.0	5.0	4.0	3.0
AC-20 规范级配上限	100.0	100.0	92.0	80.0	72.0	56.0	44.0	33.0	24.0	17.0	13.0	7.0
AC-20 规范级配中值	100.0	95.0	85.0	71.0	61.0	41.0	30.0	22.5	16.0	11.0	8.5	5.0

本次试验的集料和填料均采用普通石灰岩,集料分为 0-5mm、5-10mm、10-20mm 三档,且集料和填料的技术指标均满足《公路工程集料试验规程 JTG E42-2005》相关技术要求。集料具体技术指标如表 1.1 所示

1.2 沥青

本次试验采用的沥青为 70# 道路石油,技术指标均满足《公路沥青路面施工技术规范 JTG F40-2004》中的相关技术要求。具体指标见表 1.2。

表 1.2 沥青检测结果

检测项目(单位)	技术指标	检测结果
针入度 25℃, 5s, 100g (0.1mm)	60~80	63.8
软化点 (R&B) (°C), 不小于	46	50.0
10℃ 延度 (cm), 不小于	20	24

1.3 配合比设计

对普通沥青混合料进行常规的配合比设计,对厂拌热再生沥青混合料 AC-20C 和岩沥青再生 AC-20C 进行厂拌热再生沥青混合料配合比设计,两种再生沥青混合料旧料的掺量均为 20%,具体通过率见表 1.3。

2 路用性能研究

2.1 高温稳定性

车辙试验主要评价沥青混合料高温抗车辙能力。本次评价试验温度为 60℃,轮压为 0.7MPa,施加总荷载为 780N 左右。具体动稳度实验数据如表 2.1 所示:

表 2.1 不同类型材料动稳度实验结果

材料类型	AC-20 沥青混合料			岩石沥青再生 AC-20C			厂拌热再生 AC-20C		
	1158	1231	1256	3118	3269	3301	2980	2788	2964
车辙试验动稳度(次/mm)									
平均值	1215			3229			2910		
技术要求	≥1000								

从动稳度数据可以看出,掺加岩沥青 RAP 沥青混合料的动稳度优于常规再生沥青混合料,相比于采用 70# 沥青混合料来说提高近 3 倍。通过观察车辙变形深度^[5-6],普通 AC-20 沥青混合料变形较大,掺加铣刨料的热再生沥青混合料抵抗车辙变形能力较强。

2.2 水稳定性

冻融劈裂试验测定混合料试件在受到水损害前后劈裂破坏的强度比,以评价沥青混合料的水稳定性。本文对三种类型沥青混合料分别进行冻融劈裂试验,冻融劈裂试验结果如表 2.2 所示:

表 2.2 不同类型沥青混合料冻融劈裂试验

混合料种类	试件高度, mm		劈裂抗拉强度, Mpa		冻融劈裂强度比, %	技术要求
	冻融循环后	冻融循环前	冻融循环后	冻融循环前		
70# 沥青	63.3	63.5	0.78	0.93	84.2	≥80.0
掺加 25% 岩沥青 RAP	63.5	63.4	0.74	0.87	84.6	
掺加 25% 常规 RAP	63.3	63.4	0.76	0.92	82.0	

通过数据分析,三种不同类型沥青混合料的冻融劈裂均满足规范技术要求,且冻融劈裂强度比无明显的差距,但岩沥青 RAP 热再生沥青混合料冻融循环前后劈裂强度明显低于普通沥青混合料。

2.3 低温弯曲试验

低温弯曲试验,用于测定混合料在低温(-10℃)弯曲破坏时的力学性质,用于评价沥青混合料的低温拉伸性能,试验时采用的温度为-10℃±0.5℃,试验中小梁的跨径为 200mm±0.5mm。低温弯曲试验平均数据如表 2.3 所示:

表 2.3 不同 AC-20 沥青混合料低温弯曲试验

混合料种类	R _b (MPa)	ε _b (μ ε)	S _b (MPa)	技术要求
传统 AC-20 沥青混合料	8.26	0.003071	2689	≥2300
厂拌热再生 AC-20 岩沥青混合料	8.57	0.002878	2978	
厂拌热再生 AC-20 沥青混合料	7.78	0.003242	2399	

通过数据分析,三种不同沥青混合料的低温弯曲数据均满足规范要求,普通热再生 AC-20 沥青混合料低温弯曲数值最低但也达到规范要求,普通 AC-20 沥青混合料和再生岩沥青混合料相差不多,再生岩沥青的最大挠度下的荷载是最大的。普通沥青混合料次之,普通热再生沥青混合料最小。

2.4 汉堡车辙试验

国际上较多使用的混合料车辙试验除了使用车辙仪来评价其抗车辙性能之外,汉堡车辙试验也是一种应用较为广泛的试验方法。该试验方法可以进行干燥或者水浸等情况下的试验,可以对车辙产生的原因进行分析从而评价混合料的高温性能,同时还可以间接评价混合料在水侵蚀条件下的敏感性^[7-8]。

本文采用了 PMW 公司生产的汉堡车辙仪,可以同时 2 组

试件。可进行板状试件或圆柱形试件的车辙试验,圆柱形试件直径为150mm(可以从路面取芯和SGC成型)试件浸泡于控温的水浴中,荷载轮为钢质宽度为4.7mm,荷载轮施加705N的力,碾压次数为52次/min,轮压速度最高可达340mm/s,碾压的轮迹在试件的中部,数据采集系统有温度传感器,LVDT位移传感器(精确度0.01mm),在轮迹位置每组试件上有11个采集点,采集频率可人为设置。

分别成型 $\Phi 150\text{mm} \times 170\text{mm}$ 的70#基质沥青混合料以及岩沥青混合料的圆柱形旋转压实试件后进行切割,试验在50℃恒温水浴条件下进行车辙加载。系统停止条件设置为碾压次数20000次或车辙深度达20mm。汉堡车辙试验结果如图2.4所示。

表2.4 汉堡车辙试验结果

试件编号	变形记录点	5000次变形量(mm)	10000次变形量(mm)	拐点(次)
传统AC-20沥青混合料	第9点	4.5	5.50	7869
岩沥青再生AC-20C	第9点	3.5	4.84	12964
厂拌热再生AC-20沥青混合料	第9点	4.6	5.21	11654

从上述图表可知,传统AC-20沥青混合料在20000次碾压时的变形量为12.29mm,参照美国国家公路与运输协会标准(American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO) T324规定,基质沥青混合料,当10000次碾压时的第9点车辙深度大于12.7mm便可能发生早期破坏,因此,普通AC-20沥青混合料相对于其他两者来说更容易发生水损害,而且再生岩沥青混合料相较于常规热再生沥青混合料,第10000万次变形量更小^[9],更不容易出现早期破坏。

3 结论

(1)再生岩沥青混合料的高温稳定性是普通AC-20沥青混合料的3倍,而路面剪应力最大的点常常出现在路面以下6-8cm,即AC-20中面层的位置,因此再生岩沥青混合料AC-20相较于普通沥青混合料AC-20和再生沥青混合料AC-20来说抗车辙能力更强。

(2)再生岩沥青混合料低温性能达到技术要求,低温弯曲性能主要是以混合料的劲度模量来体现,模拟路面纵向为无限长的试验,测定路面最大挠度时的最大荷载,并计算出应力应变,低温开裂主要是横向裂缝, TOP-DOWN裂缝,体现在面层开裂由上

至下延申至基层,然而,AC-20沥青混合料主要作为国省道的中面层使用,冬季低温情况下,面层温度通常最低,因此就岩沥青作为中面层而言,其低温性能已然满足低温要求。

(3)汉堡车辙试验条件苛刻,更能对混合料的综合性能进行评判,再生岩沥青在汉堡车辙中表现相对最好,出现拐点的碾压次数最晚,且满足可能发生早期损坏的车辙深度,因此再生岩沥青混合料的综合路用性能要更好些。

参考文献

- [1]郭德栋,张圣涛,李晋,等.厂拌热再生过程中旧矿料颗粒的迁移行为[J].山东大学学报(工学版),2018,48(02):46-52.
- [2]黄军瑞,郭德栋,王腾,等.沥青浸渍法在热再生中的应用研究[J].公路,2020,65(09):9-15.
- [3]周思民.厂拌热再生沥青混合料质量控制与应用技术研究[D].长安大学,2021.
- [4]陈安民,任小虎,梁小军.热再生预制构件在高速公路附属工程中的应用研究[J].公路,2021,66(02):358-363.
- [5]夏菲.级配碎石基层沥青路面材料优化研究[D].东南大学,2020.
- [6]陈磊磊,陈道燮,陈超录,等.基于沥青路面结构力学行为的车辙深度控制标准[J].交通运输工程学报,2020,20(06):62-70.
- [7]张争奇,罗要飞,张苛.沥青混合料汉堡车辙试验评价研究综述[J].材料导报,2017,31(03):96-105.
- [8]张宝虎,余天航,韩先瑞,等.铁尾矿砂石骨料沥青混凝土性能研究[J].武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2019,43(03):481-485.
- [9]黄卫东,莫定成,吕泉,等.基于汉堡车辙试验的TB复合改性沥青混合料高温性能评价[J].长安大学学报(自然科学版),2020,40(06):12-21.

作者简介:

张守云(1968--),男,汉族,山东省平度市人,大学本科,高级工程师,平度市公路事业发展中心,研究方向:公路与桥梁。

游珈骅(1988--),男,汉族,山东省胶州市人,本科,项目经理/工程师,中建八局发展建设有限公司;研究方向:土木工程。

张兆杰(1992--),男,汉族,甘肃省兰州市人,本科,工程师,山东省交通科学研究院;研究方向:道路工程。