

C-70彩铺胶混合料的性能试验与工程应用分析

Performance Test and Application Analysis for C-70 Color Asphalt Mixture

史保华¹, 许 巍¹, 邵 斌¹, 华献君², 黄艳芳²

SHI Bao-hua¹, XU Wei¹, SHAO Bin¹, HUA Xian-jun², HUANG Yan-fang²

1. 空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038

2. 中国石化有限公司茂名分公司, 广东 茂名 525011

1. School of Engineering, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, Shaanxi, China

2. Maoming Branch of SINOPEC, Maoming 525011, Guangdong, China

【摘要】 针对C-70彩铺胶结料及其混合料的路用性能, 对其常温特性和性能指标进行了试验研究和分析, 试验结果表明其高温性能稳定、低温抗裂性及水稳定性等指标均满足使用要求。从而得出结论: C-70彩铺胶结料及其混合料性能优于普通道路沥青, 类似于改性沥青, 可用于铺筑彩色路面。最后基于对彩铺胶结混合料类型及级配组成的分析, 给出了施工配合比设计方法。

【Abstract】 Aiming at performance of color asphalt and its mixture, features under normal temperature and performance index are studied and analyzed via tests. The result indicates that indexes such as high temperature stability, low temperature crack resistance and water stability all meet the requirement of use. The color asphalt is better than common road asphalt and similar to modified asphalt can be used to pave color pavement. Design of mix proportion is given based on the analysis of type and gradation composition of color asphalt in the end.

【关键词】 彩铺胶结料; 集料; 颜料; 混合比

【Key words】 color asphalt; aggregate; paint; mix proportion

中图分类号: U416.03

文献标识码: B

文章编号: 1000-033X(2008)07-0046-04

0 引言

20世纪90年代以来, 中国开始兴起彩色路面胶结料的研究与应用工作。但是在实际应用中也发现有不少工程存在裂缝、松散等早期损坏问题, 因此, 如何提高彩铺胶结料的性能与混合料的铺筑技术, 是保证彩色路面修建质量的关键。

目前, 彩铺胶结料的试验品种数量多, 但从国内外的试验研究、产品开发、实际工程使用情况来看, 由于价格、性能、资源、生产工艺等多种原因, 真正能够实现工业化生产并大规模用于铺筑彩色路面的优良产品却不多。为此, 中国石化茂名分公司通过科技攻关, 研究生产了茂名C-70彩铺胶结料(以下简称C-70胶结料)。它的实质是采用树脂和改性剂等材料的聚合物运用特殊的技术和设备加工生产的,

通常在工厂生产, 用桶装或罐装方法运输到施工场地。

为了评价C-70胶结料的使用性能, 保证彩色路面的铺筑质量和使用寿命, 根据柔性路面的基本要求, 需要从高温稳定性、低温抗裂性、抗疲劳性、水稳定性及抗老化性等方面对彩铺胶结料及其混合料进行试验, 研究分析其使用性能。

1 彩铺胶结料性能试验分析

1.1 常温特性

在常温下, 茂名C-70彩铺胶结料是没有加颜色的原料, 处于粘稠状态, 色泽浅而明亮, 主要呈浅褐色, 属于粘弹性材料, 具有粘弹性的特点。

在处于高温和低温时, 它分别呈粘性液体和弹性固体状态, 主要由温度和承载情况而定。它受力后会产生相应的弹力和缓冲力, 其中弹性或粘性变形随着时间的延长可以恢复, 而塑性变形不能恢复。

1.2 性能指标试验

为了评价茂名C-70彩铺胶结料的路用性能是否满足有关技术要求,需要对其针入度、延度、闪点、软化点和弹性恢复等指标进行检验。由于它类似于改性沥青,因此采用中国现行的《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)对有关指标进行试验,抽样试验结果汇总列入表1。

表1 茂名C-70彩铺胶结料性能试验结果

性能指标	试验结果	技术要求	试验方法
针入度(25℃, 100 g, 5 s)/0.1mm	68	60~80	T0604
软化点/℃	57	≥46	T0606
延度(5 cm/min, 15℃)/cm	>100	≥100	T0605
溶解度/%	99.6	≥99.5	T0607
闪点/℃	>260	≥260	T060
弹性恢复(25℃)/%	78	≥65	T0662
离析试验软化点差/℃	2	<2.5	T060
残留物质量损失/%	0.978	≤1.0	T0610
残留物延度(15 cm/min, 25℃)/cm	90.5	≥15	T0605
残留物针入度比(25℃)/%	79	≥60	T0604

1.3 性能试验分析

由表1的试验结果可知:针入度、延度、闪点、软化点和弹性恢复等指标完全符合中国现行公路规范,说明茂名C-70彩铺胶结料作为铺路材料可以满足柔性路面的技术要求^[1]。由性能试验结果分析可以判定,茂名C-70彩铺胶结料能满足道路石油沥青70号的标准,可以用来铺筑彩色路面。

2 彩铺胶结混合料性能试验

按照前面彩铺胶结混合料配合比设计的要求,选择常用的AC-13-I型混合料进行试验。颜料选择绿色,即三氧化二铝(铬铝),它有F-15A、F-16A、F-17A等多种类型。通过试验可知,这几种铬铝均能满足使用要求,但是F-16A和F-17A这2种颜料价格昂贵,因此不宜选用。而F-15A价格适宜,建议选用。使用前需对F-15A的成分、吸油量、着色力和pH值等指标进行检验,各项指标满足要求后,方可采用。

2.1 马歇尔试验

按照《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)的规定,马歇尔稳定度是施工中需要进行的试验,虽然它并不能很好地反映混合料的性能,但可用来进行配合比设计,并对混合料的拌和质量进行检验。特别是浸水马歇尔试验,可以较好地反映混合料的水稳定性。彩铺胶结混合料的马歇尔和浸水马歇尔试验结果见表2。

表2 彩铺胶结混合料马歇尔试验结果

项目名称	试验条件	流值/mm	稳定度/kN	残留强度比/%	技术要求/%
试验结果	浸水0.5 h	31	9.86	92.49	≥80
	浸水48 h	38	9.12		

2.2 车辙试验

彩铺混合料应用于路面要求具有高温稳定性,即抵抗

永久变形的能力。研究沥青混合料永久变形特性的试验方法很多,有单轴静态、动态及重复试验,还有三轴静态和动态试验、环道试验、车辙试验等。但选用的试验方法应能最真实地反映沥青混合料的高温性能,试验结果与实际路面的永久变形应有较好的相关性,同时要求试验方法尽可能的简单、实用、易于推广。因此选用应用比较广泛的车辙试验来评价彩铺混合料的高温稳定性,试验结果见表3。集料选择的是易采购的石灰岩,混合料类型为AC-13-I。

表3 彩铺混合料车辙试验结果

2.3 低温弯曲试验

从抵抗低温开裂性能要求出发,彩铺胶结混合料在低温时应具有良好的应力松弛性能,以及较低的劲度和较大的变形适应能力。在降温收缩过程中不产生较大的应力积聚,在行车荷载和其他因素的反复作用下不致产生疲劳开裂。评价聚合物混合料低温性能的试验方法多种多样,各有特点。选择既简便又能较好地反映混合料低温性能的评价方法很重要。鉴于中国彩铺路面的实际情况和试验技术水平,认为较适宜的方法是混合料小梁试件的低温弯曲试验,试验结果是极限弯曲应变值为 1.07×10^0 (0℃, 1 MPa, s⁻¹)。

2.4 彩铺胶结混合料性能分析

彩色路面主要是用来美化环境或用于安全管理等特殊用途,路面的交通量不会很大,荷载和高速公路相比要小,因此没有必要用高速公路的标准要求来评价。

分析表2和表3中彩铺胶结混合料的有关性能试验结果可知,其马歇尔试件的稳定度达到了9.12 kN,浸水马歇尔试件的残留稳定度达到了92.49%,远远大于公路工程的技术要求。

由彩铺胶结混合料小梁试件的低温极限弯曲试验数据可以得到极限弯曲应变为 1.07×10^0 (0℃, 1 MPa, s⁻¹),这个指标也比较高,大于 0.80×10^0 (0℃, 1 MPa, s⁻¹)的技术要求。说明茂名C-70彩铺胶结混合料的水稳定性和抵抗低温开裂性等性能良好。

表3中彩铺胶结混合料车辙试验的动稳定度达到了873次/mm,满足公路沥青混合料夏季炎热区1-1和1-2标准的要求,说明该材料具有一定的高温稳定性,抵抗永久变形能力也较好。

3 彩色路面实体工程铺筑

3.1 原材料的选择与质量要求

要保证彩铺路面的色彩和使用质量,在彩铺胶结料满足路用性能的前提下,作为彩色路面应用的各种矿质必须满足有关技术要求。

3.1.1 粗集料

用于铺筑路面集料的天然色彩为矿石的原色,大多数是浅灰和深灰色,而常用的红、绿、黄等色的石料很少,采购很困难,或者价格很高,不利于推广应用。试验可知,在浅灰和深灰色等天然色的集料中,添加胶结后再掺加一定量的颜料就完全可以达到路面色彩的要求。因此,当工程所在地天然彩色集料采购方便或价格不高时,建议采用彩色集料,否则可以选用分布广泛、便于采购、价格便宜的石灰岩、玄武岩或其他岩石等当地材料作为彩铺路面的矿料。

3.1.2 细集料

彩铺路面混合料中使用的细集料和普通沥青路面一样,是指粒径小于4.75 mm的矿料。推荐选用天然砂、机制砂和石屑,这些材料大多都是自然色的,为了节约费用,可不必专门选用价格昂贵的特殊色彩的细集料,选用自然色的细集料也可满足色彩需要。

3.1.3 矿粉

矿粉是彩铺路面混合料必不可少的填料,其作用是吸附彩铺胶结料。胶结料是一种聚合物,它依靠矿粉非常大的表面积与其粘附,形成薄的聚合物膜。粗、细集料通过聚合物矿粉结合料(胶泥)成为一个整体,故矿粉在混合料中将起到重要的作用。彩铺路面混合料中使用的矿粉可采用石灰岩磨制生产,要求干燥、洁净即可,填加的矿粉要适量,并能自由地从拌和楼中的矿粉仓流出。

3.2 混合料配合比设计

彩铺胶结混合料与沥青混合料一样,都是感温性混合料,其用途和施工方法基本相同,包括矿料配合比组成设计和彩铺胶结料最佳用量确定两部分内容。因此,彩铺胶结混合料配合比的设计方法可按《公路沥青路面施工规范》(JTGF40—2004)及《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ052—2000)的有关要求^[2-3]进行。

3.2.1 混合料类型的选择

热拌沥青混合料的类型多种多样,按集料的公称最大粒径、矿料级配和空隙率等指标可划分为粗粒式、中粒式、细粒式等类型,每种类型又可分为密级配、开级配、半开级配等多种,彩铺胶结混合料类型可根据公路等级及使用功能选择。合理地选择混合料类型,既可以保证路面的使用性能,又可避免许多由于设计问题造成的早期破坏。彩铺胶结混合料和热拌沥青混合料一样,应注意选择适宜的混合料类型。

由于彩铺胶结混合料通常作为路面的表面层材料,故混合料类型的选择应以彩色路面的铺筑用途(目的)和费用合理为依据。对于景观类应用(如小区、学校、园林、商业区等地域的道路),其特点是荷载较小、交通量不大,一般不作为路面的承重结构参加受力计算,仅仅起到表面功能的作用,以美化环境为目的,所以混合料的类型建议选用AC-10-I,即细粒式密级配类型,铺筑厚度可为2.5~3.0 cm,这样不但使彩色路面表面的水不容易进入到HMA下层、基层

和路基,而且可以减少彩铺胶结料的用量,节约了经费。

对于警示类应用(即停车场、事故多发点、自行车道等路面),彩铺胶结混合料通常选择AC-13-I型,铺筑厚度可为3~4 cm。它是细粒式密级配类型,具有透水性小、路面平整性好、适于薄层铺筑等特点。而对于特殊类应用(如用于军事目的),可根据军事装备的种类、荷载大小等条件进行特殊分析来选择彩铺混合料的类型。

通常,AC-10-I和AC-13-I 2种类型彩铺胶结混合料应用较多,其级配范围应符合公路沥青路面施工技术规范的规定,详见表4。

表4 AC-10-I和AC-13-I型彩铺胶结混合料级配范围

混合料类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.30	0.15	0.075
AC-13-I	100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
AC-10-I	100	100	90~100	45~75	30~58	20~44	13~32	9~23	6~16	4~8

3.2.2 矿质混合料配合组成设计

矿质混合料配合组成设计的目的是选配一个具有足够密实度并且有较高内摩擦力的矿质混合料。可以根据级配理论计算出需要的矿质混合料的级配范围,但是为了应用已有的研究成果和实践经验,通常是采用规范推荐的矿质混合料级配范围来确定。

常用的彩铺胶结料混合料AC-13-I型的矿质混合料一般由大碎石(10~15 mm)、小碎石(5~10 mm)、石屑、中砂和矿粉等5种原材料组成,而AC-10-I型混合料的矿质混合料一般由碎石(5~10 mm)、中砂和矿粉等3种原材料组成,分别可按试算法设计各种矿料配合比组成。

3.2.3 彩铺胶结料最佳用量确定

彩铺胶结料的最佳用量对于保证工程质量、使用寿命和投资都相当重要,因此,必须高度重视这项工作。一般可通过各种理论计算的方法求得彩铺胶结的最佳用量。但是由于实际材料性质的差异,按理论公式计算得出的最佳用量仍然要经过试验方法修正,因此理论法只能得到一个供试验参考的数据。

中国现行的方法是在马歇尔法和美国沥青学会方法的基础上,结合中国多年研究成果和生产实践总结发展起来的更为完善的方法。该方法通常包括按确定的矿质混合料配合比计算各种矿质材料的用量,根据推荐的(或经验)沥青(彩铺胶结)用量范围,估计适宜的用量,制备彩铺胶结混合料的马歇尔试件,测定视密度、理论密度、空隙率、矿料间隙率、沥青饱和度等物理指标,再根据气候条件和交通特性调整最佳用量,并进行水稳定性检验、抗车辙能力检验,决定矿料级配和沥青用量,再综合以上试验结果,并参考以往工程实践经验,最终决定矿料级配和彩铺胶结料的最佳用量。

3.3 实体工程铺筑

为了验证C-70彩铺胶结料的使用性能,选择在中国石化茂名炼油厂区7号道路铺筑彩色路面进行试验。由于目前尚无彩色路面施工规范,试验路面基本参照现行沥青路面

施工技术规范并结合C-70胶结料的特点及当地气候条件进行铺筑。试验路位于炼油厂区大门口的开阔位置,结构层设计为2层,底层采用茂名AH-70道路石油沥青,混合料为AC-20-I,厚度为6 cm;面层采用C-70胶结料,混合料为AC-13-I,厚度为3.5 cm。面层共铺设了红、黄、绿3种颜色,每种颜色宽4 m,长均为17 m,总面积为204 m²。

在施工过程中从原材料的选择、混合料配合比设计等方面进行了控制,尤其是对施工工艺流程和颜料的添加等工序严格把关。本工程于2004年11月8日完成了施工任务,完工后路面平整,粒料和颜色均匀、色泽绚丽,有一定的粗糙度。目前,该路面已经使用了3年多,经历了不同季节、不同气候条件下的作用,其高温稳定性、抗水损害性及耐久性较好,没有发现车辙、变形、膜脱落、褪色等现象,能满足行驶车辆的需要。

4 结语

中石化茂名分公司运用专门的技术和设备加工生产的

(上接第45页)

段符合规范对于柔性基层沥青路面弯沉的规定。

4 结语

本文通过对柔性基层沥青路面施工技术的研究得到以下结论。

(1) 在施工过程中必须严格控制含水量。若含水量过大,级配砾石基层不宜压实,容易形成所谓的“弹簧路”。

(2) 由于基层无粘结料,相对于半刚性基层来说板体性较差,因此在施工过程中,尽量避免重车在基层上调头和转向以免损坏基层。

(3) 由于级配砾石基层完全是靠级配的嵌挤作用而形成强度的,因此在施工中尽量采用大吨位的压路机,并且必须进行振动碾压数遍才能进行上层的施工。

C-70彩铺胶结料,其针入度、延度、闪点、软化点和弹性恢复等技术指标满足中国现行公路规范的技术要求。它是一种性能较好的聚合物胶结料,其色泽浅而明亮,容易与红、黄、绿等常用颜料配色和着色,可根据用户需要添加不同颜料,制作各种颜色的胶结料作为铺路材料。彩铺胶结混合料中的集料可采用天然色彩的矿石加工生产,如红、黄、绿等自然颜色。而使用浅灰和深灰色等这些天然浅色集料,可在胶结料中掺加一定量的颜料,其混合料也可以达到路面需要色彩的要求。

参考文献:

- [1] 李福普,沈金安.公路沥青路面施工技术规范实施手册[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [2] JTG F40—2004,公路沥青路面施工规范[S].
- [3] JTJ 052—2000,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].

收稿日期:2008-01-22

[责任编辑:杜卫华]

(4) 在施工前,必须要控制好砾石的级配,这是其形成高强度的关键。

参考文献:

- [1] 周富杰,孙立军.防止反射裂缝的措施及其分析[J].华东公路,1996,19(5):25-31.
- [2] 何兆益.高等级柔性基层半刚性沥青路面[M].北京:中国科学文化出版,2002.
- [3] 沈金安.国外沥青路面设计方法总汇[M].北京:人民交通出版社,2004.
- [4] 杨刚,梁乃兴,姚琳宁,夏小兰.沥青路面级配碎石基层的路面结构及施工分析[J].筑路机械与施工机械化,2006,23(12):27-29.
- [5] 俞建霖,莫晓南,江璞.柔性基础下刚性桩复合地基的工作性状[J].中国公路学报,2007,20(4):1-6.

收稿日期:2008-01-27

[责任编辑:杜卫华]

中国公路机械网简介

中国公路机械网(www.roadm-china.com)是我国最早成立的公路行业大型门户网站之一。它依托《筑路机械与施工机械化》、《中国公路学报》、《交通运输工程学报》、《长安大学学报》等公路交通行业知名杂志,借助广泛的信息资源和专业的采编制作,力图为业内提供全面、及时、系统、准确、专业及个性化的信息服务和资料检索。网站开辟了包括最新动态、最新技术动态、热门企业动态、行业设备数据分析、业内展会信息、项目招标公告、最新机械设备等在内的十余个特色栏目,浏览人数与日俱增,已成为公路施工、公路养护、公路科研、筑养路机械生产及工程技术人员的参考资料之重要来源。

中国公路机械网以及时满足用户的需求为最高目标,将在保持自身资源优势和广泛听取广大用户的意见和建议的基础上,不断更新各功能模块,使网站更加贴近用户的实际需求,为促进筑养路机械行业的发展尽最大努力。