

增韧复合改性沥青砼 GAC-25C 应用研究

李耿良

(广州市公路工程公司, 广东 广州 510900)

摘要:以广州增城沙庄至花都北兴公路二期工程(荔城至花都北兴段)SG09 标 GAC-25C 型沥青下面层为主要研究对象,对存量结构进行功能性优化,通过显著增强下面层的抗裂功能达到显著延长路面整体寿命的目的。

关键词:公路;增韧复合改性沥青;路面;抗裂

中图分类号:U416.217

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2018)03-0060-03

中国高速公路普遍采用 3 层沥青面层的半刚性基层沥青路面。近 10 年来,为抑制水损坏、严重车辙等早期病害,在上面层普遍采用改性、间断级配、耐磨粗集料等行驶功能增强措施,在中面层也大面积采取各种改性措施进行抗车辙增强。随着路面早期损坏现象被显著遏制,严重威胁半刚性路面寿命的路面裂缝尤其是反射裂缝成为沥青路面结构和材料设计中的首要难点。增加结构层,一方面造成工程成本显著增加;另一方面工序和控制环节的会增加大幅提升沥青路面施工组织、进度和质量控制难度及全员工作强度,而这些是重大项目必须慎重考虑的因素。遗憾的是,作为抗裂关键功能层的下面层,却罕见材料优化和功能性设计的研究和应用报道,仍习惯性采用普通沥青 AC25。

广州增城沙庄至花都北兴公路二期工程(荔城至花都北兴段)施工中,为提高路面寿命,在沥青下面层设计一层抗裂关键功能层——增韧复合改性沥青 GAC-25C,通过显著增强下面层的抗裂功能延长路面整体寿命。

1 GAC-25C 的特点

反射裂缝有弯拉疲劳和剪切疲劳两种发展模式,增加碎石含量(采用开级配)有利于抵抗剪切疲劳模式的反射裂缝。但碎石含量过大会增大空隙率,不利于遏制弯拉疲劳模式的裂缝。因此,级配设计时要考虑两者之间的平衡,一方面采用骨架间断半开级配,另一方面采用抗裂性能增强措施形成厚油膜的胶结料。

GAC-25C 型增韧改性沥青是采用接近热塑性弹性体的复合改性技术路径得到的新型改性沥青,其胶结料内含弹性体比例大幅高于 SBS 改性沥

青,油膜稳定性大幅提高、低温韧性显著增加、抗疲劳和抗裂缝能力显著增强是其主要技术优势,是富油抗裂混合料方案的恰当选项。

GAC-25C 为骨架半开级配,空隙率较大,反射裂缝能力强,同时选用间断半开级配提高混合料结构稳定性。其依据为:1) 间断级配可使混合料形成粗骨料嵌挤结构,具有较高的结构稳定性;2) 间断级配提供的粗骨料间隙结构对沥青胶浆有较大的容纳空间;3) 采用半开级配,更易压实,有利于提高改性剂的添加量;4) 半开级配及间断级配更便于调整细集料用量,提高聚合物改性沥青结合料的用量,增加结合料在集料表面的油膜厚度。

采用油膜厚度较大、低温粘韧性较强的胶结料以提高低温延展能力、常温疲劳韧性。同时,抗车辙能力达到改性沥青混合料的水平。类似的级配,被普遍用于抗反射裂缝应力吸收层。

2 试验段的实施

为了使 GAC-25C 型沥青砼在广州北三环下面层得到顺利应用,2016 年 6 月在国道 G106 从化段路面改造项目中选取近鳌头段的 300 m 实施试验路,铣刨旧沥青砼罩面层后分两幅(12 m 宽)铺筑试验路,路面结构见表 1。

表 1 试验路路面结构方案

位置	类型	厚度/cm
上面层	开放交通,暂不设置	—
下面层	增韧复合改性沥青 GAC-25C	8.0
防水粘结同步	粘结防水碎石封层	0.8
碎石封层	(高稠度改性沥青洒布量 2.5 kg/m ²)	
旧水泥路面	板缝位置全部作抗裂贴处理	25.0

试验路采用增韧复合改性沥青 GAC-25C 铺筑 8 cm 厚下面层,施工过程中现场钻芯取样进行密度测试和 CT 扫描,图 1 为现场钻芯的 CT 断面情况。从中可见:压实后混合料骨架形成非常充分,空隙分布高度分散,在断面位置大的开口空隙很少;细料稳定依附在粗料上,厚度方向未发生集料离析,显现出稳定的混合料骨架结构。

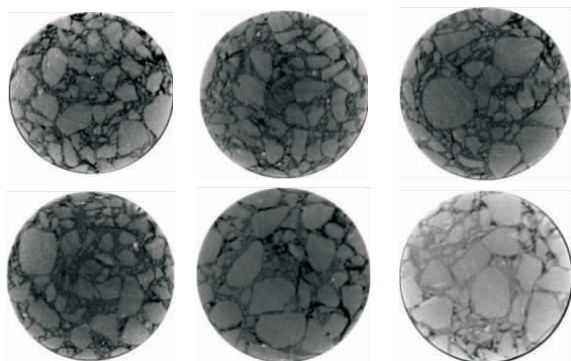


图 1 现场芯样的 CT 断面

试验路实施情况如下:1) 增韧改性沥青采用常规改性沥青设备、物流系统生产和供应,过程顺畅,稳定性和供应效率满足一般工程需要。2) 混合料拌和效率与常规改性沥青相当,高于添加纤维的 SBS 改性沥青,拌和和出料温度亦与 SBS 改性沥青混合料相当。3) 夏季高温时 8 cm 厚沥青层降温速度慢,摊铺机速度可适当提高。胶轮参与复压的碾压效果好于全钢轮碾压组合。增韧复合改性 GAC-25C 的碾压难度不大,密实状况好于预期,试验路局部存在过压。4) 钻芯取样呈现出理想的均匀性,CT 扫描和钻芯断面均呈现很好的骨架结构及级配在厚度和水平方向的稳定性,验证了级配和胶浆稳定性的预期。5) 生产配合比送样性能测试结果验证了前期工作结果,体现出良好疲劳和低温性能。

在未铺筑罩面且结构边缘没有排水通道的不利条件下直接开放重载交通,经过高温雨季持续交通开放,主体试验路未见车辙和水损坏等病害,也未观察到任何水泥板缝位置裂缝反射情况(见图 2)。



图 2 试验路开放交通后状况

3 应用中存在的问题及解决方法

2017 年 9 月初,广州北三环高速公路 9 标段沥青下面层展开试验路施工,结果显示基于室内大型马歇尔击实获得的标准密度(体积法)计算的现场压实度普遍超过 100%,最大达 108%,远远超过常规沥青混合料的范围。分析出现这种现象的原因,主要在于马歇尔标准密度(体积法)的获取方式,马歇尔击实和现场碾压差异的影响为次要因素。原设计中压实度标准密度直接采用大型马歇尔击实试件的实测(体积法)密度(这也是规范和工程实践中的常用方式),对比大型马歇尔试件和现场钻芯试件(见图 3),大型马歇尔试件的外表面开口空隙多且大,而现场钻芯试件的侧立面和底部均进行了切割,切割过程中沥青融化后将外表面的开口空隙基本填满。因开口空隙存在显著差别,造成大型马歇尔试件获得的标准密度比实际偏低,而现场钻芯获得的密度偏高。另外,马歇尔击实是单向冲击,不如现场碾压振动揉搓的压实效果好。为此,对大型马歇尔击实试件的 100 mm 钻芯和底部进行切割,切割前后测试体积法的密度,结果表明切割前后的空隙率差异达 3%~5%,消除这一差异后,估计压实度绝大多数将为 98%~102%。压实度严重超标的解决方法是对大型马歇尔密度进行钻芯修正后作为压实度标准密度。



图 3 大型马歇尔击实试件和钻芯试件

参考《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》中沥青含量试验修正系数试验方法及试验数据变异性更大的动态模量试验和疲劳试验规程和规定,推出大型马歇尔试件空隙率(压实度)修正系数试验方法。要点如下:

(1) 修正系数是直接指导施工的修正方法,务求准确,所有数据的变异系数不得超过 20%。实际上,熟练试验员获得的数据变异系数都在 15% 以

下,若在20%以上,则说明操作手法及取样有问题,全组数据应废弃。同时,在进行必要和合理的数据剔除后,仍需有足够的数量支持,要求有效数据不得小于6个,一般建议同组试件成型10个以上,严于动态模量和疲劳试验要求。

(2) 采用平均值作为修正系数。空隙率和密度数据都有量纲,不宜采用多元回归的方式进行修正。参考沥青含量试验方法的修正方式,采用对大型马歇尔空隙率(密度)直接增减的方式进行修正,以所有对应试件修正值的平均值作为最终修正系数。

(3) 修正系数用于指导日常施工,与沥青含量试验方法一样,不需每天进行修正系数试验。但修正系数不是一成不变、事先可得的,受级配、沥青用量和石料来源的影响,修正系数会发生变化,当现场出现原材料变化时,应重新安排修正系数试验。

4 结论

在日后的大规模生产中,下面层马歇尔试件依旧采用 $\phi 152.4$ mm成型,采用体积法测定大型马歇尔试件空隙率 VV_{15} ,根据试验方法得出的空隙率修正系数计算小型马歇尔试件($\phi 100$ mm)的空隙率 VV_{10} 。按最大理论密度 $\times (1 - VV_{10})$ 计算 $\phi 100$ mm试件的标准密度 ρ_{10} ,以该密度计算体积指标(矿料

间隙率、饱和度),空隙率指标相应调整为6%~10%。路面取芯采用 $\phi 100$ mm钻孔,压实度采用双控指标,要求马歇尔标准密度 ρ_{10} 的压实度不小于97%、最大理论密度的压实度不小于89%。

参考文献:

- [1] 上海同济检测技术有限公司.广州增城沙庄至花都北兴公路二期工程下面层作业指导书[Z].广州:广州市公路工程公司,2017.
- [2] 上海同济检测技术有限公司.广州增城沙庄至花都北兴公路二期工程下面层空隙率、标准密度修正报告[Z].广州:广州市公路工程公司,2017.
- [3] JTGF40-2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [4] JTGE20-2011,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [5] 韩绍宇.增韧复合改性沥青抗裂下面层的设计与应用[J].公路与汽运,2017(5).
- [6] 李耿良,黄文元.增韧改性沥青抗裂增强功能层研究[J].公路与汽运,2018(1).
- [7] 米振宇,张恒靖.改进型级配GAC-13C沥青混凝土的应用研究[J].广东交通职业技术学院学报,2013,12(2).

收稿日期:2018-01-08

(上接第59页)

(3) 木质素纤维、玄武岩纤维均可降低70#基质沥青薄膜加热试验后的质量损失,提高其抗氧化及抗侵蚀能力。

(4) 木质素、玄武岩纤维并不与沥青发生直接化学反应或混融而增减官能团,纤维对沥青主要起表界面的物理作用。

参考文献:

- [1] 马敬坤.国内外沥青路面大中修最新技术[J].中外公路,2004,24(6).
- [2] Lee S Joon, Rust Jon P, Hamouda Heehmi, et al. Fatigue cracking resistance of fiber-reinforced asphalt concrete[J]. Textile Research Journal, 2005, 75(2).
- [3] 沈金安.沥青及沥青混合料的路用性能[M].北京:人民交通出版社,2001.
- [4] 张冬莉,米峻,王和通,等.不同类型SMA-13混合料高温性能的影响分析[J].公路交通科技:应用技术版,2012(3).

- [5] 赵丽华,徐刚.矿物纤维对沥青混合料路用性能影响及机理分析[J].公路工程,2013,38(1).
- [6] 范文孝.玄武岩纤维增强路面材料性能试验研究[D].大连:大连理工大学,2010.
- [7] Fan Wenxiao, Kang Haigui, Zheng Yuanxun. Experimental study of pavement performance of basalt fiber-modified asphalt mixture[J]. Journal of Southeast University: English Edition, 2010, 26(4).
- [8] 徐刚,赵丽华,赵晶.玄武岩矿物纤维改善沥青混合料性能研究[J].公路,2011(6).
- [9] 徐刚.纤维沥青混合料增强机理及性能研究[D].大连:大连交通大学,2012.
- [10] 于斌.纤维沥青胶浆流变特性及纤维沥青混合料路用性能研究[D].西安:长安大学,2009.
- [11] JTGF40-2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [12] 封浪,曾庆奎.玄武岩纤维最佳掺量和对SMA沥青混合料的路用性能的影响[J].公路交通科技:应用技术版,2015(2).

收稿日期:2018-02-15