

文章编号: 0451-0712(2006)11-0044-04

中图分类号: U418.8; U416.217

文献标识码: A

大粒径沥青混合料 柔性基层在高速公路大修中的应用

师 郡¹, 李忠梅¹, 陈志喜²

(1. 山东理工大学 淄博市 255000; 2. 山东省临沂市公路管理局 临沂市 276000)

摘 要: 结合京沪高速公路临沂段路面大修工程, 介绍大粒径沥青混合料柔性基层技术在高等级公路大修中的应用, 以期总结出一种较合理的施工方案, 为大粒径沥青混合料柔性基层在高等级公路中的发展应用做出有益探索。

关键词: 沥青混凝土路面; 大修; 大粒径沥青混合料; 柔性基层

长期以来, “强基薄面”的半刚性基层沥青混凝土路面占据了我国沥青混凝土路面结构的大半江山。鉴于其具有较高的承载能力和抗变形能力、良好的抗冻性及经济实用的特点, 在国内得到了广泛应用, 为我国公路建设的飞速发展做出了重要贡献。然而, 半刚性基层沥青混凝土路面的裂缝、严重的水损坏等, 成了当前公路建设的顽疾, 加之近年重载交通量的增大, 半刚性基层沥青混凝土路面抗变形能力不足的问题凸显了出来。为此, 人们在分析国内公路病害成因及吸收国外有用经验的基础上, 引进发展了柔性基层技术, 即采用大粒径沥青混合料 (Large-Stone Asphalt Mixes, LSM) 作为柔性基层。LSM 有适用于下面层和上基层的嵌挤骨架—密实型结构和适用于基层的嵌挤骨架—空隙型结构。大粒径沥青混合料基层作为一类柔性结构层, 具有很强的柔性和变形能力, 作为应力消散层, 大大延缓了路面反射裂缝的发生; 另一方面, 大粒径沥青混合料基层可以与沥青混凝土面层粘结牢固, 并且由于其模量与面层接近, 路面结构受力更均匀, 因而在国外得到了很大发展。

本文结合京沪高速公路临沂段路面大修工程, 介绍大粒径沥青混合料柔性基层技术在高等级公路大修中的应用, 以期总结出一种较合理的施工方案, 为大粒径沥青混合料柔性基层在高等级公路中的发展应用做出有益探索。

1 工程概况

京沪高速公路临沂段于 2001 年 11 月竣工通车, 通车几年来, 因交通量大、超载严重等原因, 路面出现大面积坑槽、车辙、拥包、推移、唧浆等现象, 严重影响了路面使用功能。为保障道路畅通, 提高通行能力及行车舒适性、安全性, 确保路面质量, 山东省交通厅将该段列入 2005 年大修工程计划。大修路面结构组成如下: 下封层+12 cm 厚 MAC 改性沥青大粒径沥青混合料柔性基层 (LSM-30)+7 cm 厚普通沥青混凝土下面层 (AC-25)+6 cm 厚 SBS 改性沥青混凝土中面层 (AC-20)+5 cm 厚 SBS 改性沥青玛蹄脂碎石上面层 (SMA-13)。

2 LSM 强度理论

大粒径沥青混合料的强度是指在一定的约束条件下, 大粒径沥青混合料具有的抵抗应力应变作用的能力。与其他均质材料和水硬性胶结材料相比, 大粒径沥青混合料的结构比较松散, 并具有明显的颗粒性和粘弹塑性力学特征。因此, 大粒径沥青混合料的强度理论有表面理论和胶浆理论两种, 表面理论侧重于矿质集料间骨架的作用, 而胶浆理论则侧重于沥青胶浆的性能质量。对 LSM 来说, 由于沥青用量和矿粉用量较少, 其强度形成更强调粗集料的骨架作用, 即 LSM 的强度理论采用表面理论。LSM 粗集料能形成良好的石—石接触, 发挥骨架作用, 在汽

车荷载不断作用下,不会产生大的变形,集料间产生相对移动的可能性较小或产生的过程较慢,因此高温累计变形小。LSM 的骨架稳定性是其高温稳定性的关键,LSM 的骨架作用使得集料承受荷载后有较小的变形和较高的承载能力。LSM 承载能力高的另一个原因是由于 LSM 比普通的 AC 粗集料粒径大,而容易产生滑动的细集料接触面减小,且粗集料传动方向明确且易传至基层,从而减少了剪切应力,提高了抗剪强度。

3 混合料配合比确定

3.1 原材料要求

粗集料的质量标准应符合粗集料相关规范的质量技术要求。所有的矿料必须清洁、无塑性,以免引起沥青膜与矿料间的剥离。粗集料必须为破碎集料,具有良好的颗粒形状与表面纹理,与沥青应有良好的粘结力。针对目前沥青混凝土路面水毁严重的现状,在沥青中掺加适量生石灰作为抗剥落剂。

3.2 配合比确定

根据设计单位提供的目标配合比(2~4 cm 碎石:1~3 cm 碎石:1~2 cm 碎石:0.5~1 cm 碎石:石屑:生石灰粉=18:38:17:16:10:1),我们进行了级配调试。级配调试根据目标配合比的合成级配,按照拌和站热料仓的筛分结果调试一个级配,用目标配合比确定的沥青用量和该用量上下浮动 0.3%,共 3 个沥青含量进行拌和,取样做抽提和马歇尔试验。根据所测得的数据确定最佳沥青含量进行试验段铺筑。试验段铺筑过程中,在开始、中间、结束时分 3 次取样做抽提和马歇尔试验,并根据试验结果再做调试,使之更接近目标配合比。根据目标配合比确定各冷料仓的供料比例、进料速度。经反复调整,各冷料仓进料比例达到均衡进料。实验室得出生产配合比为:1 号热料:2 号热料:3 号热料:4 号热料:5 号热料:生石灰粉=6:10:10:29:44:1。级配调试试验结果见表 1。

表 1 级配调试试验结果

沥青含量/%	毛体积密度/(g/cm ³)	理论密度/(g/cm ³)	沥青体积百分率/%	空隙率/%	粒料间空隙率/%	饱和度/%
3	2.082	2.548	6.1	18.3	24.4	24.9
3.3	2.114	2.563	6.8	17.5	24.3	28.0
3.6	2.100	2.563	7.4	18.1	25.4	29.0

注:表中数值除沥青含量外,其他均为 6 组试件的平均值。

结合表 1 数据,综合孔隙率、沥青膜厚度、析漏等指标,确定沥青最佳用量为 3.3%,油石比为 3.4%。同时,LSM-30 空隙率控制在 13%~20%之间,有效减少了层间动水压力的损害。

4 大粒径柔性基层施工工艺

4.1 旧水泥稳定基层的铣刨

根据现场调查,对基层损坏路段决定采用大型铣刨机辅以小型凿面机联合作业。铣出的路面要求底板平整、无夹层,铣刨时注意及时调整铣刨深度,尤其注意桥头位置的铣刨深度,路槽壁要求无松动颗粒且保持相对顺直。开槽后要立即清扫,并用风力灭火器或空压机吹干净,及时进行下一步的工序,尽量在雨前完成防水工序。对未及时填筑的路段,在雨前要用防水材料覆盖,并在路面的坡脚处用铣刨料设置临时挡水墙,尽量避免雨水流到铣刨完的路槽内。如不慎造成路槽积水,可在路边设置虹吸管,及时排除积水,并用风力灭火器或空压机及时吹干。

4.2 下封层洒布

下承层需整洁、干燥、无浮灰、无夹层,并报经监理工程师认可后,方可进行下封层的施工。粘层油施工的气温不得低于 10℃,风速适度,雨天或天气恶劣时不得施工。路面潮湿时不得喷洒施工,用水洗刷后,需待表面干燥后喷洒。

下封层洒布采用进口优质 AH-70 号热沥青,用量为 1.6 kg/m²,然后再撒布一层 0.5 cm 厚经沥青混合料拌和站加热除尘预拌的(掺加 0.4%沥青)石灰岩洁净石屑(粒径为 0.5~1.0 cm)。采用智能沥青洒布车和智能碎石撒布车施工,并用胶轮压路机碾压稳定。

4.3 试验路段铺筑

试验段的长度应根据试验目的确定,宜为 100~200 m,太短了不便施工,得不出稳定的数据。试验段宜在直线上铺筑,分试拌、试铺两个阶段,应包括下列试验内容。

(1)根据沥青混凝土路面各种施工机械相匹配

的原则,确定合理的施工机械、机械数量及机械组合方式。

(2)通过试拌确定拌和站的上料速度、拌和数量、拌和时间、拌和温度等生产工艺,并检验拌和站的生产能力。

(3)通过试铺确定以下各项:摊铺机的摊铺温度、摊铺速度、摊铺宽度、自动找平方式等生产工艺;压路机的压实顺序、碾压温度、碾压速度及碾压遍数等压实工艺;确定松铺系数(松铺系数为 1.26,松铺厚度为 15.1 cm)、接缝处理方法等。

(4)验证大粒径沥青混合料生产配合比结果,提出生产用的矿料配合比和沥青用量。

(5)建立用钻孔法测定密实度的对比关系,确定 MAC 改性沥青大粒径柔性基层压实的标准密度。

(6)确定施工产量及作业段的长度,制定出切合实际的施工进度计划,全面检查材料及施工质量。

(7)确定施工组织,以及管理体系、人员、通讯联络和指挥方式。

铺筑结束后,针对各项试验内容整理出试验总结报告,报监理工程师批准,作为施工依据。

4.4 大粒径沥青混合料的拌和

采用 MARINI3000 型间歇式沥青混合料拌和站拌和。该型沥青拌和站配有精确的自动称量系统。矿料经冷料斗按设计配合比,用转速调配法进行初配。矿料经滚筒加热后进行筛分,储于各热料仓中。由自动控制系统,按生产配合比向拌和锅供给单位重量混合料所用的各种矿料,然后由标量系统及时测出矿料的质量,以确定每锅混合料沥青用量。

拌和前需进行二次筛分,拌和时集料应充分烘干。集料加热温度控制在 190~220℃,沥青加热温度不大于 175℃。拌和应充分,保证生产的大粒径沥青混合料均匀一致,无花白,无结块团,出厂温度控制在 160~185℃之间。当混合料出厂温度超过 195℃时,应予以废弃。杜绝不合格混合料上路。

4.5 混合料的运输

大粒径沥青混合料拌和完成后,采用 19 t 以上自卸汽车运输,运输车的数量必须最大限度地确保摊铺机匀速不间断工作。运输车每次装料前必须清扫干净,车箱底板及周壁要涂一层防止粘结的隔离剂或防粘剂(可用洗衣粉溶液),但不得在底板留存余液。自卸车箱后挡板卡扣保持清洁,使其易于卡紧、开启,以防汽车在行进过程中漏料。运输车前进中要匀速,并对混合料采取保温、防雨措施。混合料

运到施工现场的温度控制在 170℃左右,不低于 160℃,尽量控制在 180~185℃之间。改性沥青混合料在贮存罐内的贮存时间不得超过 24 h。

4.6 摊铺

4.6.1 摊铺机械

根据路面设计宽度,决定投入沥青混凝土摊铺机 2 台。该设备有自动调节摊铺厚度、自动找平和可加热的振动熨平板装置,并配有非接触式平衡梁,性能良好。摊铺采用滑撬式厚度控制法摊铺,由于 MAC 改性沥青大粒径沥青混合料极易产生离析现象,在摊铺时,一定要 2 台摊铺机成梯队前进。

4.6.2 摊铺注意事项

(1)自卸车卸料时车斗不可一次升得过高,摊铺机料斗内混合料存料不宜少于 2/3。在自卸车卸料时,当车内混合料剩余 20%~30%时,宜将车身一次性升到最高位置卸料,使车前部的粗集料融入混合料中,最大限度地减少离析。还需注意摊铺机传送螺旋打料时,应保持匀速,不可忽快忽慢,以减少柔性基层混合料纵向离析,并减少接茬,以确保沥青混凝土面层的平整度。

(2)大粒径沥青混合料的摊铺温度应根据气温变化进行调节,正常施工时一般不低于 160℃。摊铺机开工前,应提前预热熨平板,温度不低于 100℃。

(3)在摊铺过程中,随时检查摊铺质量,出现离析、边角缺料等现象时,采用人工及时补撒料、换补料。在摊铺过程中随时检查摊铺厚度,并及时通知操作手进行调整。摊铺机的螺旋布料器应相应于摊铺速度调整到一个稳定的速度,均衡地转动,还应保持有不少于送料器 2/3 高度的混合料,以减少离析。

4.7 压实

(1)压实温度。大粒径沥青混合料因采用改性沥青,需要高温压实,碾压温度初压时不低于 150℃,终压时不低于 90℃。

(2)压实机械及压实过程。由于柔性基层厚度较大,碾压时遵循高频率大振幅的原则,以产生较大的振动力。压实采用 3 台 13 t 双钢轮振动压路机,紧跟在摊铺机后面碾压。碾压时,宜优先采用振动压路机复压,双振压路机振压 3 遍,若仍有明显轮迹,仍需继续振压。最后再静压 2~3 遍,以达到表面无轮迹。振压时,相邻碾压重叠宽度最大不超过 20 cm。

(3)压实速度。初压速度控制在 2 km/h 左右,复压、终压时速度控制在 3 km/h 左右。

碾压需纵向进行,由路面的外侧向中心碾压。碾

压时需按阶梯形碾压,即每个碾压工作段的终止端点(停车位置)不得在同一横段面上,根据摊铺速度,逐步向前推行,使压实形成流水作业。压路机起步要慢,行走路线呈“人”形。压路机后退距离保持100 m 之外,并不得急转弯,停车时不能急刹车。压路机需

具备间断洒水能力,但压实过程中只要保证不粘轮,应尽可能减少洒水量,压路机洒水箱中可加入少量的洗衣粉类表面活性剂。压实过程中要随时注意骨料有无压碎现象,如出现压碎现象,需立即停止高强度的碾压。压实需要做现场取芯试验,试验结果见表2。

表 2 现场取芯试验数据整理

试件编号	取样桩号	层次	标准密度 g/cm ³	压实度标准 %	试件厚度 cm	试件在空气中 质量/g	试件在水中 质量/g	路面试件密度 g/cm ³	压实度 %
1	K215+800	柔性基层	2.136	98	12.1	2 002.3	950.3	2.107	98.6
2	K215+900	柔性基层	2.136	98	12.3	2 029.6	966.0	2.101	98.4
3	K216+000	柔性基层	2.136	98	12.2	2 013.2	958.2	2.101	98.4
4	K216+100	柔性基层	2.136	98	12.3	2 036.7	966.0	2.108	98.7
5	K216+200	柔性基层	2.136	98	12.2	2 021.5	958.2	2.110	98.8

4.8 养生

路面压实完成后,在路面冷却之前不得开放交通。

5 结语

(1)大粒径沥青混合料柔性基层配合比设计的关键是矿料级配,并采用体积指标确定沥青用量,而不是马歇尔稳定性和流值。

(2)大粒径沥青混合料柔性基层施工过程控制重点是摊铺均匀,严禁出现离析现象。

(3)成品检测的重点是控制空隙率指标,应使其在13%~20%之间。

(4)鉴于大粒径沥青混合料不同于常规混合料,应通过不断实践建立一套大粒径沥青混合料柔性基层的评价指标及验收标准。

通过对试验路检测资料的分析及通车近2年的情况来看,采用大粒径沥青混合料作为柔性基层,从技术上讲是可行的,并且可以起到排水和消能防裂的作用,为以半刚性基层沥青混凝土路面为主的高速公路改造提供了一种新的方法。

参考文献:

[1] 冯俊领,等. 大粒径沥青混合料(LSM)车辙试验研究[J]. 长沙交通学院学报,2005,(3).

[2] 王富玉. 大粒径沥青混合料(LSAM)强度的形成[J]. 东北林业大学学报,2004,(9).

[3] 吴洋. 重/超载交通下大粒径沥青混合料的应用[J]. 交通科技与经济,2004,(6).

[4] 张登良. 沥青路面[M]. 北京:人民交通出版社,1998.

Application of Flexible Base Course with Large Size Asphalt Mixture to Heavy Maintenance of Expressway

SHI Jun¹, LI Zhong-me¹, CHEN Zhi-xi²

(1. Shandong University of Technology, Zibo 255000, China;
2. Linyi Highway Management Bureau of Shandong Province, Linyi 276000, China)

Abstract: Combined with the pavement project along Linyi Section of Jing-Hu Expressway, the application of flexible base course with large size asphalt mixture to the heavy maintenancance of high grade highway is introduced in order to summarize a reasonable construction scheme, and grope for development and application of flexible base course with large size asphalt mixture to the heavy maintenance of high grade highway.

Key words: asphalt concrete pavement; heavy maintenance; large-stone asphalt mixture; flexible base course