

浅谈公路 SMA 路面质量控制

杨瑞英，李杰

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川都江堰 611830)

摘要:SMA 系由沥青结合料与少量的纤维稳定剂、细集料以及较多量的填料(矿粉)组成的沥青玛蹄脂,填充于间断级配的粗集料骨架的间隙,组成沥青混合料。SMA 路面因其具有良好的抗滑和抗车辙性能被广泛应用于公路的面层。对 SMA 路面施工质量控制做了简要介绍。

关键词:公路;SMA;质量控制

中图分类号:U41;U416.2;U416.217

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)增2-0075-03

1 概述

近年来,公路建设中路面对沥青和集料提出了更高的要求:采用改性沥青和沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA)。因使用普通、既使是最好的沥青混合料,其道路路面在建成通车不久便会发生早期损坏,达不到其 15 年的设计年限。而 SMA 较普通沥青路面的各种性能均有大的改善。笔者结合多年施工经验,谈谈 SMA 路面混合料的施工质量控制要点。

SMA 混合料为间断级配,粗集料多、矿粉用量多、沥青用量多、细集料少;粗集料颗粒互相嵌锁,组成高稳定性的骨架结构,再由沥青、矿粉、木质纤维、玛蹄脂填充其空隙,成为一种密实结构的沥青混合料,SMA 路面与传统的沥青路面相比较还具有以下特性:

- (1) 优良的高温稳定性;
- (2) 良好的耐久性;
- (3) 良好的表面特性;
- (4) 良好的低温抗裂性。

2 SMA 混合料原材料质量控制

为了使 SMA 能够满足要求,应选择洁净、干燥、表面粗糙和抗压能力强的石料作为粗集料。粗集料的磨光值以及磨耗值应满足相关技术标准。细集料的选用可以采用优质的机制砂。在 SMA 质量控制中,主要采用饱和度、软化点以及延度等指标进行观察。通过对原料的质量控制保证 SMA 的施工质量。表 1 显示的是 SMA 沥青混合料的马歇尔试验结果。配合比设计采用目标配

收稿日期:2016-07-26

合比、生产配合比、生产配合比验证三阶段设计方法,并采用我国常用的马歇尔试验方法,此方法基本上是基础性的体积设计方法,在配合比设计时,仅将稳定度和流值指标作为参考,而将体积指标(孔隙率 W、矿料间隙率 VMA、粗集料骨架间隙率 VCA、沥青饱和度 VFA 等四大指标)作为配合比设计接受与否的重要指标。生产配合比以及马歇尔试验的结果见表 1 和表 2。

2.1 SMA 沥青混凝土的拌制

SMA 混合料的拌和温度宜控制在 170 ℃以上。

为保证混合料拌和均匀,必须作好以下几点:

(1) 混合料的出料温度是整个改性沥青 SMA 施工的关键。拌和时,将集料的加热温度控制在 180 ℃ ~ 190 ℃,沥青的加热温度为 170 ℃ ~ 180 ℃,混合料的出厂温度一般为 170 ℃ ~ 180 ℃。

(2) 拌和时间由试拌确定。SMA 的拌和时间及加料次序按表 3 选用。

(3) 纤维必须在混合料中充分分散,拌和均匀。

(4) 拌和时注意目测检查混合料的均匀性,及时分析异常现象。

(5) 严格控制油石比和矿料级配,避免油石比不当而产生泛油和松散现象。

(6) SMA 混合料中沥青用量较大,为防止沥青析漏,不宜在储料仓中储存,且不得储存过夜。

2.2 SMA 的运输

(1) 采用数字显示插入式热电偶温度计检测沥青混合料的出厂温度和运到现场的温度。

表1 SMA沥青混合料马歇尔试验结果表

| 试验项目 | 目标配合比 | | 设计要求 |
|----------|---------|-----------|---------|
| | 双面击实50次 | 5.99%沥青用量 | |
| 击实次数 | | 双面击实50次 | 双面击实50次 |
| 试件毛体积密度 | 2.453 | 2.453 | |
| 试件最大理论密度 | 2.551 | 2.543 | |
| 孔隙率W | 3.8 | 3.5 | 3~4 |
| 矿料间隙率VMA | 17.1 | 17.6 | ≥17% |
| 沥青饱和度VFA | 77.5 | 80.1 | 75~85 |
| 稳定度 | 8.53 | 9.24 | ≥6 |
| 粗集料混合料比例 | 67.6 | | |

表2 SMA目标配合比、生产配合比设计结果表

| 项 目 | 9.5~16 | 4.75~9.5 | 2.36~4.75 | 0~2.36 | 矿粉 | 木质纤维 | 沥青用量 |
|-------|--------|----------|-----------|--------|----|------|------|
| 目标配合比 | 50 | 23 | 6 | 10 | 11 | 0.3 | 5.9 |
| 生产配合比 | 44 | 29 | 7 | 8 | 12 | 0.3 | 5.9 |

(2)放料时,分三堆装料,以减少混合料离析现象。

(3)在运输过程中,要防止结合料表面出现硬结,防止温度离析。

2.3 施工工艺控制

SMA沥青施工的流程主要包括:清扫下承层和洒布粘层沥青——混合料拌和——混合料运输——混合料摊铺——双钢轮振动压路机碾压——指标检测——接缝处理——开放交通。

主要工艺流程以及工艺要求如下:

(1)SMA混合料运输。

运输途中,加盖蓬布保温和防污染,将到达现场的温度控制在165℃~175℃。

(2)摊铺机摊铺组合、摊铺宽度及自动找平方式。

主线摊铺采用两台摊铺机一前一后梯队作业的摊铺工艺,并随时检测松铺厚度是否符合规定。保证熨平温度在100℃以上。

(3)压实工艺。

碾压组合:按照“紧跟、慢压、高频、低幅、小水”的原则进行初压、复压、终压一气呵成。

(4)指标检测。

SMA沥青质量抽检必须在现场沥青样品中随机抽样,进行混合料抽提筛分试验和马歇尔击实试验,检验混合料配合比及马歇尔体积特性与设计的一致性,以保证SMA混合料的质量。

(5)SMA路面接缝处理方法。

①在施工中尽可能避免出现冷接缝。

②对采用两台摊铺机时出现的纵向接缝采用

热接缝。

③横向接缝应先处理原铺沥青路面、形成垂直的接缝面并用热沥青涂抹,然后用压路机进行横向碾压,碾压时压路机应错过新铺层15cm,然后每压一遍、向新铺层移动15~20cm,直至全部在新铺层上,再改为纵向碾压。

2.4 SMA路面施工的质量控制要点

SAM混合料的质量检查:

(1)拌和温度:对沥青的原材料和成品的温度、集料烘干加热温度、出厂温度及时记录。

(2)矿料级配:标准配合比的误差应符合规范要求,木质纤维的质量误差不应超过要求数量的±10%。

(3)沥青用量:根据筛分试验,油石比误差不能超过±3%。

(4)马歇尔试验:马歇尔击实试验的目的是检测混合料的密度和孔隙率W,VMA(矿料间隙率)、VFA(沥青饱和度)、VCA(粗集料骨架间隙率)等四大体积指标,同时检测马歇尔稳定值和流值。

2.5 施工后的路面检测

施工后的路面质量检测主要是综合评价与预测其在通车时的使用性能是否能保证交通需求与设计要求。主要包括路面压实度与空隙率、平整度、渗水系数、抗滑性能等。

2.5.1 路面压实度与空隙率

在路面修筑时对路面压实度与空隙率的质量控制是避免路面损坏的有效措施之一。

2.5.1.1 路面压实度的质量控制

(1) 原材料的合理选择。

SMA路面使用的是改性沥青，改性沥青的性能应根据集料的材质、规格、级配等进行选择。

(2) 混合料级配的合理控制。

在施工过程中，每天从现场取料进行混合料级配检验试验，确保每天混合料的加工质量。

(3) 沥青混合料摊铺与压实工艺的质量控制。

应避免摊铺时出现混合料离析现象。

2.5.1.2 路面压实度检测

沥青路面表面层宜采用无损检测，避免破坏路面的美观。

2.5.2 平整度

平整度是评价路面使用性能的主要指标之一。因此，在路面修筑过程中，应对路面平整度进行严格的控制。

2.5.2.1 路面平整度的质量控制

SMA的特性决定了其施工与普通沥青混凝土路面相比具有很大的特殊性。影响SMA路面平整度的原因主要有：

(1) 原材料及沥青混合料的质量。

(2) 下承层的平整度与高程误差；路基、下承层路面结构密实度和强度不足或路基填筑不均匀。

(3) SMA的施工工艺与机械配置。

(4) 现场施工人员的责任心。

2.5.2.2 路面平整度的检测

SMA路面平整度的检测宜采用连续式平整度仪或整车式颠簸累积仪。

2.5.3 渗水系数

渗水系数是保证路面水稳定性的主要控制指标。因此，路面渗水试验是控制路面水损害的有效检测方法。

路面渗水的质量控制：

沥青混凝土渗水可分为垂直渗透、水平渗透和复合式渗透。造成路面渗水的主要原因有：路面空隙率过大、压实度不足、路面离析。因此，解决路面渗水的主要控制因素要从造成路面渗水的原因着手。

(1) 造成空隙率过大与压实度不足的主要原因有：原材料选择不当、级配不当造成混合料偏粗以及碾压不足。因此，采取加强原材料的控制，合

理选择混合料级配以及最佳沥青用量，同时加强施工碾压工艺的控制等措施可以有效减少路面空隙率过大和压实度不足的问题，从而解决路面渗水问题。

(2) 路面离析是造成渗水的重要原因，同时，路面离析也是造成路面空隙率过大或压实度不足的一个方面。在施工过程中，有效地控制路面离析现象不仅可以控制路面空隙率和压实度，还能有效地避免路面渗水。

2.5.4 路面的抗滑性能

路面的抗滑性能是路面使用性能的一个重要指标，反映路面抗滑性能的主要指标有摩擦系数与构造深度。摩擦系数的检测方法一般有：摆式仪法、单轮式横向力系数法、双轮式横向力系数法和动态旋转式法。通平高速十三标采用的是摆式仪测横向力系数法。构造深度的检测方法主要有：手工铺砂法、电动铺砂仪法和车载式激光构造深度仪法。

3 结语

SMA路面是近二十年来国际与国内非常盛行的高等级沥青路面结构。笔者在查阅国内外大量参考材料及设计、施工案例的基础上，以工程实体为依托，系统论述了SMA的施工程序以及在施工中应注意的问题。

文中论述使我们对SMA沥青路面施工有了更进一步的认识，但该研究尚有一定的局限性。笔者提出了以下展望与建议：

(1) 对多个实体工程进行跟踪研究，增加SMA研究的可信度与准确度。

(2) 对各种上面层结构的施工质量分别进行研究，将更能体现出SMA结构与其它结构相比具有的优缺点。

(3) 对已建成的SMA路面进行跟踪调查，继续研究、总结、完善SMA路面施工过程中的质量控制。

参考文献：

- [1] 沈金安. 改性沥青与SMA[M]. 北京：人民交通出版社，1999.
- [2] 叔藩. SMA路面设计与施工[M]. 北京：人民交通出版社，2002.
- [3] 沈金安, 李福普. SMA路面设计与铺筑[M]. 北京：人民交通出版社，2003.

(下转第95页)

同。若支座安装错误,将对渡槽的伸缩构成严重影响。一般采用现场目测的方法观察支座是否安装错误。

(2) 整改和预防:若槽体未施工时发现支座安装错误,则需要拆除支座重新进行安装。若在槽体混凝土施工完成后才发现支座安装错误,则需要研究支座是否可更换。若支座为可更换支座,则需要将支座更换;若不能更换,目前尚未有其他办法进行整改。为避免该问题的发生,在支座安装过程中,需要严格监督验收,确保支座安装方向正确。

2.10 槽身混凝土渗水

(1) 检查:对渡槽进行充水试验检查,以判断混凝土渗水类型是裂缝渗水、还是施工缝渗水、还是混凝土不密实渗水。

(2) 整改和预防:在充水期间,留存影像资料并做好标记。待水排净后进行整改。对于渗水,采用灌浆+表面密封的方法进行处理。为避免裂缝渗水,在槽身底板施工时设置冷却水管,并加强槽身成型后的养护工作。为避免施工缝渗水,在边墙施工缝中设置一道白铁皮止水并加强施工缝的凿毛处理以及混凝土浇筑结合面的处理。为避

（上接第77页）

- [4] JTG D50 2006,公路沥青路面设计规范[S].
- [5] JTG E20 2011,公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [6] JTG F40 2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [7] JTG E60 2008,公路路基路面现场检测规程[S].
- [8] 赵立松.SMA沥青混凝土路面施工过程的质量控制[D].西安:长安大学,2008.
- [9] 张成全.SMA在浙江高等级公路中的应用研究[D].西安:长安大学,2009.
- [10] 秦莉娅.SMA沥青混合料在河南高等级公路中的应用研究[D].南京:东南大学,2007.

（上接第92页）

压,且必须按照设计图纸安装横斜撑;

(2) 横梁2I50C在支点部位必须设置加劲板,防止局部应力过大;

(3) 贝雷片安装过程中,必须在2I50C上安装限位装置,防止贝雷片侧滑;

(4) 分配梁I16在安装过程中必须与贝雷片采用U形卡固定,确保贝雷片整体受力;

免混凝土不密实渗水,则需加强混凝土振捣,采用以人工振捣为主,辅以附着式振捣。同时,在混凝土成型后,对槽体进行全面检查,当发现有裂缝及混凝土不密实现象时,则需严格按照混凝土缺陷处理的规定进行处理。

3 结语

三向预应力矩形渡槽施工在水利工程中一般较少,因此不会采用工厂化预制,而直接采用现场浇筑。在现场施工过程中,其存在工序繁多、交叉频繁、空间受限等问题,从而使施工人员产生麻痹大意、思想松懈等现象。而一旦出现质量问题,有的十分难以整改,有的甚至不能整改而只能返工,这将直接影响工程进度,造成巨大的经济损失,并造成较为严重的不良影响。笔者提出的大型三向预应力矩形渡槽槽身施工质量问题的预防、检查和整改方法对类似工程具有较好的参考意义。

作者简介:

唐进东(1975-),男,四川广元人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;
刘礼(1977-),女,四川仁寿人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;
郑平(1984-),男,四川广元人,工程师,学士,从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

[11] 杨程.SMA混合料的性能、试验及施工工艺研究[D].天津:河北工业大学,2007.

[12] 严任苗.高速公路SMA沥青混凝土技术的研究与应用[D].合肥:合肥工业大学,2007.

作者简介:

杨瑞英(1979-),女,四川南充人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作;
李杰(1986-),男,湖北仙桃人,助理工程师,从事水电工程及路桥工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

(5) 该支架体系若采用砂桶卸荷,砂桶必须预压且应在砂桶底部设置20 mm厚的垫板,防止钢管柱封顶钢板变形过大,确保结构安全。

作者简介:

沈敏(1984-),女,江苏扬州人,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作。
裴茂才(1983-),男,河南商丘人,项目总工程师,工程师,从事建设工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)