

深圳南坪快速钢桥浇筑式沥青路面铺装技术研究

伍峻^{1,2}

(1.深圳市启泰建设集团有限公司, 广东 深圳 518000; 2.广东省建筑工程监理有限公司, 广东 广州 510000)

摘要:以深圳南坪快速路中山园钢桥面铺装为研究对象,设计浇筑式沥青混合料配合比,研究浇筑式沥青混合料的贯入度、流动性及低温性能,结果表明,60℃贯入度及其增量随浇筑式沥青混合料油石比的增加而增大、刘埃爾流动性则减小,油石比为7.2%、试验温度为-10℃时弯曲极限应变满足规范要求,60℃下动稳定度优异;在此基础上,制订钢桥面浇筑式沥青路面施工方案,阐述其施工工艺并提出施工质量控制措施。

关键词:桥梁;钢桥;浇筑式沥青路面;铺装技术

中图分类号:U443.33

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2021)04-0150-04

钢结构桥梁的路面铺装不同于一般路面,其对路面柔韧性、排水性、耐热性及抗变形能力等性能的要求更高。浇筑式沥青在施工中不需碾压,可在较短时间内完成摊铺施工,具有施工速度快、耐久性好及适应变形能力强等特点,能极好地适应钢桥面板的结构特性,提升钢桥面的抗疲劳能力、抗变形能力、防渗及排水性能。该文以深圳南坪快速路中山园钢桥面铺装为例,对浇筑式沥青混合料的配合比进行设计,并测试其贯入度和流动性等材料性能,在此基础上分析适用于钢桥面的浇筑式沥青路面施工工艺,为类似工程提供参考。

1 工程概况

深圳市南坪快速路二期工程起于广深沿江高速公路前海立交,终点接南坪一期塘朗立交。其中中山园段(A段:南头立交以东至南山自来水厂)采用高架桥形式,沿平南铁路上方通行。该段高架桥左、右幅各18联,其中左幅第9、12、15、16联与右幅第2~15联为平行平南铁路的全焊钢箱梁。主梁每跨约35 m,每四孔一联,桥宽17~27 m,外侧悬臂长度均为1.85 m,梁高1.8 m,均为单箱多室结构。桥面面积约38 045.94 m²。

钢桥面采用浇筑式沥青混合料GA-10(在深圳为首次采用),施工分两阶段进行,先铺设试验段验证施工工艺的可靠性及可行性,再分段进行大面积施工。其中第15联右幅钢箱梁为试验段(桩号K6+549.846—654.846),长度为105 m,摊铺面积为1 940 m²;其余17联钢桥面待试验段合格后整体连续施工。

2 混合料生产设计及性能测试

2.1 级配设计

根据设计要求,结合该工程特点及气候条件等因素,确定浇筑式沥青混合料GA-10设计级配范围(见图1)。

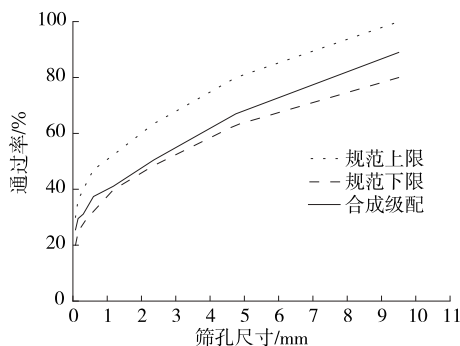


图1 浇筑式沥青混合料的初试配合比

2.2 性能试验

确定级配后,分别测试油石比为6.9%、7.2%及7.5%时混合料的贯入度及流动性,结果见表1。

表1 浇筑式沥青混合料性能试验结果

油石比/%	贯入度(60℃)/mm	贯入度增量(60℃)/mm	刘埃爾流动性(240℃)/s
6.9	1.62	0.11	19.7
7.2	2.54	0.19	16.0
7.5	3.95	0.33	12.4
设计要求	1~4.0	≤0.4	3~20

由表1可知:随着混合料石油比的增大,贯入度增大,刘埃爾流动性减小。油石比为6.9%时,贯入度为1.62 mm,刘埃爾流动性为19.7 s;油石比为

7.5%时,混合料具有较好的流动性,但贯入量为 3.95 mm。综合考虑浇筑式沥青混合料的性能,确定合成级配的最佳油石比为 7.2%,并通过低温弯曲试验(−10 ℃)、车辙试验(60 ℃)测定该油石比下混合料的低温性能和动稳定度,结果见表 2。混合料的生产配合比见表 3。

表 2 浇筑式沥青混合料的低温性能及动稳定度

试验项目	设计要求	试验结果
弯曲极限应变	$\geq 3\ 000$	4 112
动稳定度/(次 $\cdot\text{min}^{-1}$)	≥ 300	619

表 3 浇筑式沥青混合料的生产配合比

材料名称	粒径/mm	质量比/%
辉绿岩碎石	4.75~9.50	36.0
	2.36~4.75	8.0
机制砂	0~2.36	29.0
矿粉		27.0
沥青(油石比)		7.2
降黏剂		0.3

3 施工工艺

3.1 工艺流程(见图 2)

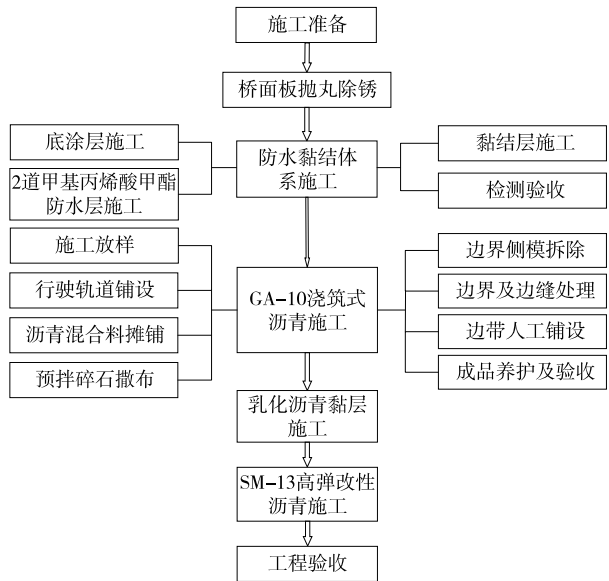


图 2 钢桥面浇筑式沥青混合料施工工艺流程

3.2 钢桥面抛丸除锈、清洁

在浇筑式沥青 GA-10 混合料摊铺前,保证摊铺面干燥、清洁。设计要求钢桥面清洁度为 Sa2.5 级,粗糙度为 50~100 μm 。首先割除钢桥面板的焊瘤、吊件遗留等尖锐菱角并仔细打磨,采用手持式砂轮机对边角及菱角进行磨平、除锈;然后根据钢桥面

板刚度、表面锈蚀程度,采用含有钢丸和钢质棱角砂的抛丸机对钢桥面进行进一步打磨、清洁;最后进行吹扫、冲洗,确保无杂物和灰尘。

3.3 防水黏结体系施工

3.3.1 防腐底涂层施工

钢桥面清洁施工验收合格后,在 3 h 内实施防腐底涂层,喷涂的基面必须干燥、洁净、无油污、无异物、无灰尘。底涂层设计用量为 150 g/ m^2 ,干膜厚度约 50 μm ,干燥时间视现场环境而定,防腐材料在温度 10 ℃下的固化时间约 60 min。

底涂层采用人工滚涂,3 人一组,两纵一横、十字交叉滚涂,一次施工宽度为 3 m,分片区分段进行(见图 3)。施工完毕后记录固化时间,并测试涂层厚度及拉拔强度。



图 3 防腐底涂层施工

3.3.2 甲基丙烯酸甲酯喷涂施工

防腐底涂层固化检测合格后,喷涂甲基丙烯酸甲酯防水材料。分 2 层逐步施工,每层湿膜厚度不小于 1.2 mm,干膜总厚度不小于 2 mm,总用量为 3 000 g/ m^2 。待第一层涂层固化后,喷涂下一层,间隔时间取决于温度。

3.3.3 胶黏剂施工

防水层完全固化且检测合格后,立即喷涂胶黏剂。采用滚涂方法施工,施工时用直尺或其他工具将胶黏剂与短期接头和搭接区分隔。胶黏剂的喷涂用量为 150 g/ m^2 ,固化时间小于 1 h。待其完全固化后,进行下一道工序施工。

3.4 浇筑式沥青 GA-10 铺装

完成钢桥面抛丸除锈、防水黏结体系施工且检测合格后,开始浇筑式沥青 GA-10 结构层施工。

3.4.1 混合料运输

由于运输至现场的浇筑式沥青 GA-10 混合料仍需保持高温,采用专用运输设备 Cooker 车,以免混合料发生离析和温度降低而无法施工。在初次进料之前,将其温度预热至 160 ℃左右。装入 Cooker

运输车的混合料保持匀速搅拌,搅拌时间在 40 min 以上,同时将运输车温度设置在 220~240 ℃,确保混合料运至现场的温度为 220~240 ℃。

3.4.2 施工工作面清洁与布置

浇筑式沥青铺筑工作面上不能有任何灰尘和水渍。施工前对施工工作面进行多次吹扫、冲洗,确保无杂物和灰尘,并布置专门施工过道,防止人员在工作面上穿行造成交叉污染。施工过道位于摊铺机前后 30 m,用耐热的帆布铺设,用于施工工人通行,同时保护黏结层并防止施工时滴漏的混合料黏结到未铺工作面上。

在相邻联进料方向设置 50 m 车辆清洁区,用铁马隔离开后用大功率吹风机吹扫干净地面,近工作面处设置 30 m 长二次清洁区和待卸料区。待卸料区与工作面相连,满足施工条件后运输车辆直接驶到摊铺机前卸料。

3.4.3 混合料摊铺

浇筑式沥青 GA-10 混合料摊铺分为施工放样、履带行驶木板轨道及侧模铺设、沥青混合料摊铺、预拌碎石撒布、边界限制侧模拆除、边界及接缝处理、边带人工摊铺及成品养护 8 个步骤。

(1) 施工放样。施工前仔细计算摊铺机的行走路线及装机宽度,既要最大限度增加机械摊铺面积,减少人工摊铺强度,又要使纵向施工接缝避开轮迹地带,合理设置在行车线位置,减少横向接缝。桥面标准横断面宽 16 m,单幅四车道通行,第二车道中间行车线位于中央 8 m 处,沥青摊铺机中央一侧履带行走走在 8 m 宽度以外,边带留 0.5 m 供摊铺机另一侧履带行走及施工工人通行,实际摊铺宽度为 7.5 m,如此放样施工可使中央施工接缝刚好位于行车线上,且两侧施工接缝刚好位于两侧边实线上(见图 4)。合理设置接缝,避免今后车辆轮迹直接碾压到接缝上,增加工程使用年限。

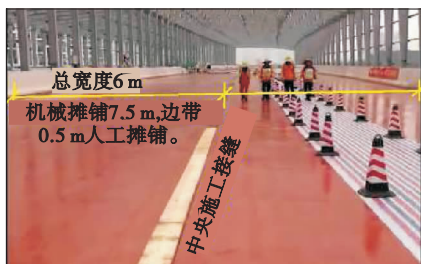


图4 施工接缝设置示意图

(2) 铺设履带行驶木板轨道及侧模。为避免浇筑式沥青摊铺机履带碾压破坏防水层,沿行进方向

铺设 2 条木板轨道供摊铺机行驶,木板宽 0.25 m、厚 0.03 m、长 4 m,随摊铺机同步循环布置。在 2 条木板轨道内侧布置钢制方通侧模,长 6 m,放置在测量员放样标记的中央 8 m 处,也沿摊铺方向循环设置(见图 5)。



图5 木板轨道及边界限制侧模布置

(3) 沥青混合料摊铺。摊铺之前,根据钢板表面情况测量放样,确定一定间隔某一点的摊铺厚度,然后调整导轨高度及边界限制侧模,从而确定摊铺厚度。摊铺机布料器左右均匀布料,边角及轨道边缘由人工仔细补料整平。由于摊铺宽度有 7.5 m,为了加快施工速度,防止温度下降影响混合料流动性,安排 2 台运输车同步卸料,摊铺机行走速度为 1 m/min。

(4) 预拌碎石撒布。预拌碎石料在施工前在沥青搅拌楼拌制,使用 4.95~9.5 mm 碎石预拌 0.5% 沥青,待其冷却后装入编织袋,每袋重量为 25 kg,按 6 kg/m² 的量事先计算好,沿摊铺路线两侧均匀放置备用,以防冷却过快而取料路程太远来不及撒布。对未嵌入浇筑式沥青内的碎石及时用铁滚筒碾压,使之部分嵌入。

(5) 边界限制侧模拆除。摊铺施工完成后,待其自然降温到合适温度(使靠侧模的菱角有一定强度,拆除侧模后不会坍塌),进行侧模拆除。拆模前,对钢制方通侧模涂刷脱模剂。拆模时温度过高则浇筑式沥青的菱角会出现坍塌现象,温度过低则拆模困难,经反复尝试,在浇筑式沥青表面温度为 100~110 ℃ 时拆模最合适。

(6) 边界及接缝处理。靠边界限制的侧模处及接缝处用人工修补,力求完整平顺,形成整体,接缝处连接密实、可靠。所有接缝处使用贴缝条演示贴紧。贴缝条在不同位置的高度有所差异,用于施工接缝时,贴缝条略高于浇筑式沥青表面 5 mm;用于桥梁边缘构造物接触面时,贴缝条下缘与桥面齐平。

(7) 边带人工摊铺。两侧机械摊铺不到的 0.5 m 处采用人工摊铺,浇筑式沥青与桥梁边缘构造及中央施工缝通过贴缝条来密封;对接缝及边缘仔

细找补,确保接口平顺,并及时压入预拌碎石。

(8) 成品养护。施工完成后立即全幅封闭,48 h 内严禁任何车辆通行;在上面层高弹 SMA-13 未施工前严禁交叉作业,以免造成浇筑式沥青路面破坏、工作面污染而影响界面连接。施工完成的浇筑式沥青路面见图 6。



图 6 施工完成的浇筑式沥青路面

3.5 施工质量检测

按设计文件要求严格控制检测程序和检测频率,原材料在有合格证的前提下送检测中心进行检测,实体检测由五方联合进行。检测结果见表 4,各项指标均达到设计要求。

表 4 钢桥面浇筑式沥青施工质量检测结果

项目	检测指标	规范要求	检测结果
喷砂除锈	清洁度级	>Sa2.5	目测对照,满足要求
	粗糙度/ μm	50~100	87.82
防水黏结层	湿膜厚度/mm	≥ 1.2	1.4~1.6
	黏结强度/MPa	≥ 5.0	5.5
	贯入度(60℃)/mm	1.0~4.0	2.89
浇筑式沥青混合料	贯入度增量(60℃)/mm	≤ 0.4	0.3
	刘埃尔流动度(240℃)/s	3~20	13.5
	动稳定度(60℃)/(次·min ⁻¹)	≥ 300	735

4 结语

以深圳南坪快速路中山园钢桥面浇筑式沥青路面为研究对象,根据设计要求确定浇筑式沥青混合料级配,初定 3 组油石比,测试相应贯入度、贯入度增量及流动性等指标,确定混合料最佳油石比为 7.2%。制定钢桥面浇筑式沥青混合料铺装施工工艺,通过对各施工环节的检查与控制,确保路面铺装顺利完成,填补了深圳市在钢桥面浇筑式沥青铺装施工方面的空白,为类似条件下桥面铺装施工积累了经验。

参考文献:

- [1] 聂文,张肖宁,吴志勇.不同工艺对浇筑式沥青混合料疲劳性能的影响[J].交通科学与工程,2013,29(4):8-12.
- [2] 胡忠密,马小艳.浇筑式沥青混凝土在钢桥面铺装中的施工技术研究[J].价值工程,2020(13):191-192.
- [3] 王芳,董武斌,李青芸,等.南溪长江大桥浇筑式沥青砼施工技术[J].公路与汽运,2014(2):191-193.
- [4] 王振江,曹晓东,范晓睿.钢桥面浇筑式沥青混凝土配合比设计实例与施工应用[J].施工技术,2015,44(增刊):344-348.
- [5] 欧阳男.高弹改性沥青应用于浇筑式沥青混合料的性能研究[J].公路工程,2018,43(3):215-219.
- [6] 交通部公路科学研究所.公路沥青路面施工技术规范:JTG F40—2004[S].北京:人民交通出版社,2004.
- [7] 交通部公路科学研究所.公路工程集料试验规程:JTG E42—2005[S].北京:人民交通出版社,2005.
- [8] 交通运输部公路科学研究院.公路工程沥青及沥青混合料试验规程:JTG E20—2011[S].北京:人民交通出版社,2011.

收稿日期:2021-01-29

(上接第 50 页)

- [6] 环境保护部科技标准司.声环境质量标准:GB 3096—2008[S].北京:中国环境科学出版社,2008.
- [7] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司.公路环境保护设计规范:JTG B04—2010[S].北京:人民交通出版社,2010.
- [8] 交通部公路科学研究院.公路建设项目环境影响评价规范:JTG B03—2006[S].北京:人民交通出版社,2006.
- [9] 环境保护部科技标准司.环境影响评价技术导则 声环境:HJ 2.4—2009[S].北京:中国环境科学出版社,2009.

- [10] 国家环境保护总局科技标准司.声屏障声学设计和测量规范:HJ/T 90—2004[S].北京:中国环境科学出版社,2004.
- [11] 全国声学标准化技术委员会.声学 各种户外声屏障插入损失的现场测定:GB/T 19884—2005[S].北京:中国科学院,2005.
- [12] 环境保护部科技标准司.环境噪声监测技术规范 噪声测量值修正:HJ 706—2014[S].北京:中国环境科学出版社,2014.

收稿日期:2020-10-17