

大跨度钢桥面沥青面层铺装研究

杨 进,叶 奋,贾晓阳
(同济大学,上海市 200092)

摘 要:桥面铺装是大跨径钢箱梁桥建设的关键技术之一,国内成功经验较少。该文针对钢桥面铺装的典型破坏形式,结合天津开发区泰达大街京山桥钢桥面铺装,提出适用于冬季寒冷地区的钢桥面铺装沥青面层设计方案。
关键词:桥面铺装;沥青混合料;性能;试验
中图分类号:U443.33 文献标识码:A 文章编号:1009-7716(2007)02-0110-03

0 前言

我国对钢桥面铺装的研究起步较晚,基本上是学习国外的铺装技术。在引进国外技术中,有收获也有教训,纵观国内桥面铺装现状,我国依然处于经验积累阶段。

由于我国缺乏钢箱梁桥面铺装的经验,一些已建桥梁的使用情况都不太好,尤其是近几年开始建设更大跨径的钢箱梁桥后,情况更为严重。例如,1997 年 7 月建成的虎门大桥,通车不到两个月就出现了严重的车辙、推挤等流动变形损坏,第二年便进行了全面翻修。

现在正在建设的部分工程试图借助于国外的技术,甚至由国外承包;还有一些工程正在努力进行这方面的研究。在学习国外先进技术的过程中,不能盲目的照搬照抄,应该根据我国的现实情况,二者有机结合以形成我国自己的桥面铺装技术。

1 沥青铺装方案确定

钢桥面沥青铺装同其他混凝土桥面铺装一样,需要满足强度、稳定性、抗裂性和耐久性的要求。对于钢桥结构来说,其热容能力和结构震动程度更甚于混凝土桥梁。因此,在进行钢桥面沥青铺装结构设计时,应当重视沥青铺装组合与钢桥结构结合成整体的共同受力和变形,其次要求沥青铺装材料高温稳定性好,不易发生永久变形,同时具有较好的低温抗裂性能,有一定的变形能力以适应收缩开裂。

表 1 列出了目前国内外常用的几种大中跨径钢桥的沥青铺装材料,并对其适用性等技术经济指标进行了分析。

从使用效果、维修养护以及工程造价的综合比较来看,采用高粘度改性沥青铺装结构已能满足

表 1 钢桥面沥青铺装适用性比较

| 铺装类型 | 高粘度改性沥青 | | 摊铺式 | 硬性性 | 普通沥 |
|----------|---------|-----|-------|-------|------|
| | SMA | AC | 沥青 GA | 沥青 EA | 青 AC |
| 铺装 结构强度 | 优 | 优 | 优 | 优 | 中 |
| 性能 高温稳定性 | 良 | 优 | 良 | 优 | 中 |
| 及 低温抗裂性 | 优 | 良 | 优 | 良 | 中 |
| 服务 水稳定性 | 优 | 良 | 优 | 优 | 中 |
| 能力 表面构造 | 优 | 良 | 良 | 良 | 中 |
| 变形能力 | 优 | 良 | 优 | 良 | 中 |
| 施工复杂程度 | 稍复杂 | 不复杂 | 复杂 | 复杂 | 不复杂 |
| 使用性能和寿命 | 优 | 良 | 良 | 良 | 中 |
| 养护及维修 | 良 | 优 | 中 | 中 | 优 |
| 工程造价 | 高 | 稍高 | 很高 | 很高 | 中 |

足钢桥面沥青铺装的功能要求和施工机具能力。最终确定,天津京山桥钢桥面沥青铺装层采用 90 mm 双层式高粘度改性沥青铺装方案。下面层采用 50mm 改性沥青 AC-20C,上面层采用 40mm 改性沥青 SMA-13。由于 SMA 的沥青用量较普通沥青混合料大,在 SMA 中掺加 0.3%的木质素纤维,使自由沥青得到控制,再考虑到天津冬季气温较低,在 SMA 中掺加适当比例的晴纶纤维以提高混合料的低温抗裂性能。因此,在进行 SMA 混合料设计时,将晴纶纤维的掺量纳入设计内容。

2 目标配合比设计

2.1 AC-20 目标配合比设计

2.1.1 AC-20 混合料集料级配

按照《公路沥青路面施工技术规范 JTG F40-2004》,并结合工程实际,AC-20 C 混合料集料级配采用的推荐级配和中值,见表 2。

2.1.2 AC-20 的最佳油石比确定

根据已有经验,AC-20 的油石比一般在 3.5%~4.5%左右。本研究中按照 3.2%、3.7%、4.2%、4.7%、5.2% 五种不同的油石比来制作马歇尔试件,并按《公路工程沥青及沥青混合料试验规程 (JTJ 052-2000)》方法进行了马歇尔试验,从而确定最佳油石比。试验结果见表 3。

收稿日期:2006-12-26
作者简介:杨进(1981-),男,湖北武汉人,博士研究生,从事道路、铁道工程研究工作。

| 表 2 AC-20C 混合料集料级配 | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|----|---------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|-------|
| 级配 | | 通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%) | | | | | | | | | | | |
| | | 26.5 | 19 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 |
| 规范 | 上限 | 100 | 100 | 92 | 80 | 72 | 56 | 44 | 33 | 24 | 17 | 13 | 7 |
| | 中值 | 100 | 95 | 85 | 71 | 61 | 41 | 30 | 21.5 | 16 | 11 | 8.5 | 5 |
| | 下限 | 100 | 90 | 78 | 62 | 50 | 26 | 16 | 12 | 8 | 5 | 4 | 3 |
| 推荐 | 中值 | 100 | 95 | 83 | 67 | 58 | 38 | 27 | 20 | 16 | 11 | 8.5 | 5 |
| | 范围 | 100 | 90~100 | 80~88 | 63~75 | 51~65 | 28~50 | 17~38 | 14~31 | 8~23 | 5~16 | 4~12 | 3~7 |

| 表 3 马歇尔试验结果 | | | | | | | | | |
|-------------|---------------------|----------------------|--------------|------------------|----------------|---------------|-------------|---------------|--|
| 油石比 (%) | 理论最大相对 密度(g/cm³) | 实测毛体积 相对密度(g/cm³) | 空隙率 VV(%) | 矿料间隙 率 VMA(%) | 沥青体积百 分率(%) | 饱和度 VFA(%) | 稳定度 (kN) | 流值 (0.1mm) | |
| 3.2 | 2.657 | 2.456 | 7.5 | 14.9 | 7.309 | 49.2 | 14.30 | 31.8 | |
| 3.7 | 2.637 | 2.518 | 4.5 | 13.1 | 8.621 | 65.7 | 18.37 | 33.7 | |
| 4.2 | 2.625 | 2.531 | 3.6 | 12.5 | 9.859 | 79.0 | 17.62 | 31.8 | |
| 4.7 | 2.616 | 2.543 | 2.8 | 12.8 | 11.0 | 86.0 | 21.42 | 39.6 | |
| 5.2 | 2.608 | 2.553 | 2.1 | 13.4 | 12.1 | 89.9 | 18.92 | 39.2 | |

根据目标空隙率，并考虑到天津的地区气候特点,选取 AC-20C 的最佳油石比为 4.3%

2.1.3 AC-20 配合比设计检验

确定了 AC-20 的目标配合比后,对其进行马歇尔试验、车辙试验、水稳定性试验和低温抗裂性能试验。试验结果见表 4。

| 表 4 AC-20 测试结果 | | | | | | |
|----------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|----------------|
| 测试项目 | 稳定度 (kN) | 流值 (0.1mm) | 动稳定 度(次) | 残留稳定 度(%) | 冻融劈裂 残留强度(%) | 低温弯曲试 验破坏应变 |
| 规范要求 | ≥8.0 | 20~40 | ≥2400 | ≥85 | ≥80 | ≥2500 |
| 测试结果 | 17.4 | 32 | 5576 | 97.5 | 93.5 | 8585 |

2.2 SMA-13 目标配合比设计

2.2.1 SMA-13 的集料级配确定

按照我国目前的设计规范,SMA-13 沥青混合料级配组成见表 5。

2.2.2 SMA-13 的最佳油石比及最佳纤维掺量确定

| 表 5 SMA-13 沥青混合料级配表 | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-------|--|
| 通过以下筛孔 | 16 | 13.2 | 9.5 | 4.75 | 2.36 | 1.18 | 0.6 | 0.3 | 0.15 | 0.075 | |
| 下限 | 100 | 90 | 50 | 20 | 15 | 14 | 12 | 10 | 9 | 8 | |
| 中值 | 100 | 95 | 62.5 | 27 | 20.5 | 19 | 16 | 13 | 12 | 10 | |
| 上限 | 100 | 100 | 75 | 34 | 26 | 24 | 20 | 16 | 15 | 12 | |

根据已有经验,SMA-13 的油石比一般在 6.0%左右。本研究中按照 5.8%、6.1%、6.4%制作马歇尔试件。为了增强 SMA 的强度,本研究除了掺加 0.3%的木质素纤维,也添加了晴纶纤维以增加混合料的低温抗裂性能,并根据马歇尔试验和一系列性能试验的结果,确定最佳晴纶纤维掺量。马歇尔试验结果汇总,见表 6。

从表 6 的试验数据可以看出,当添加 0.2%的晴纶纤维时,若按 3.5%的空隙率,油石比为 6.35%;当添加 0.1%的晴纶纤维时,若按 3.5%的空隙率,油石比为 6.18%;当不添加晴纶纤维时,

| 表 6 马歇尔试验结果 | | | | | | | | | |
|-------------|--------------|-------------|----------------------|---------------------|--------------|------------------|---------------|-------------|---------------|
| 油石比 (%) | 木质素纤维 (%) | 晴纶纤维 (%) | 实测毛体积相对 密度(g/cm³) | 理论最大相对 密度(g/cm³) | 空隙率 VV(%) | 矿料间隙 率 VMA(%) | 饱和度 VFA(%) | 稳定度 (kN) | 流值 (0.1mm) |
| 5.8 | 0.3 | 0 | 2.449 | 2.581 | 5.2 | 17.9 | 72.3 | 8.0 | 24 |
| | 0.3 | 0.1 | 2.430 | 2.577 | 5.7 | 18.5 | 69.2 | 9.3 | 30 |
| | 0.3 | 0.2 | 2.410 | 2.573 | 6.3 | 19.0 | 66.7 | 9.2 | 28 |
| 6.1 | 0.3 | 0 | 2.488 | 2.561 | 3.0 | 17.0 | 79.6 | 8.5 | 28 |
| | 0.3 | 0.1 | 2.464 | 2.566 | 4.0 | 17.6 | 77.4 | 9.9 | 34 |
| | 0.3 | 0.2 | 2.438 | 2.562 | 4.9 | 18.3 | 73.5 | 9.9 | 30 |
| 6.4 | 0.3 | 0 | 2.491 | 2.558 | 2.6 | 16.9 | 84.5 | 8.6 | 26 |
| | 0.3 | 0.1 | 2.482 | 2.555 | 2.9 | 17.2 | 83.3 | 10.2 | 29 |
| | 0.3 | 0.2 | 2.472 | 2.552 | 3.1 | 17.4 | 82.0 | 10.3 | 31 |

表 7 路用性能检测结果

| 晴纶纤维 掺量(%) | 稳定度 (kN) | 流值 (0.1mm) | 析漏试验(%) | 飞散试验 | 动稳定度 (次) | 残留稳定度 (%) | 冻融劈裂 残留强度(%) | 低温弯曲试 验破坏应变 |
|---------------|-------------|---------------|---------|------|-------------|--------------|-----------------|----------------|
| 0 | 9.2 | 28.5 | 0.036 | 3.5 | 6021 | 82.2 | 86.4 | 12196 |
| 0.1 | 10.4 | 36.1 | 0.019 | 2.7 | 6828 | 89.0 | 91.6 | 18203 |
| 0.2 | 10.6 | 40.2 | 0.017 | 2.6 | 6853 | 91.5 | 93.2 | 20338 |
| 规范要求 | ≥6.0 | — | ≤0.1 | ≤15 | ≥2400 | ≥80 | ≥80 | ≥2500 |

若按 3.5%的空隙率,油石比为 5.87%。

分别按不同晴纶纤维掺量下的最佳油石比制作三批试件,进行路用性能的比较分析,结果汇总见表 7。

由表 7 可见,掺加晴纶纤维后确实能够显著提高混合料的低温抗裂性能和抗水损坏的能力。综合表 6 的马歇尔试验结果,并考虑到经济造价,最终确定最佳晴纶纤维掺量为 0.1%,在此掺量下的最佳油石比为 6.2%。

3 结论

我国对桥面铺装的研究重视程度不够,研究起步也较晚,单凭依靠借鉴国外的铺装经验并不一定能适合我国的实际情况。本文结合天津开发

区泰达大街京山桥钢桥面铺装的实际工程,提出 AC 和 SMA 双层改性沥青混合料的铺装结构,并初步分析了晴纶纤维对改善 SMA 混合料路用性能的作用,为今后的桥面铺装结构形式及混合料设计提供一些思路。

参考文献

[1]中华人民共和国行业标准. JTJ 052—2000 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].北京:人民交通出版社,2000.

[2]中华人民共和国行业标准. JTG F40—2004 公路沥青路面施工技术规范[S].北京:人民交通出版社,2004.

[3]黄卫.润扬长江公路大桥建设钢桥面铺装[M].北京:人民交通出版社,2006.

[4]陈先华,黄卫,王建伟.大跨径钢箱梁桥面铺装沥青混合料设计方法的思考[J].北京:公路,2004,8.

河南建首条交通智能化管理道路

今年“五一”期间,一条高智能化大道——金水大道将展现在郑州市民的眼前,这将是河南省第一条交通智能化管理道路。

最近,《郑州市金水路缓堵保通工程项目总体设计方案》通过论证。根据这个方案,郑州市将利用目前国内最尖端的科学技术,在金水路全段建起一个交通智能化的管理平台,其主要功能有流量监测、视频监控、智能信号、信息发布、智能卡口等。这个智能平台建成后,能为行驶在金水路的车辆提供路况信息,比如,路口显示屏上会出现红、绿、黄三色提示标志,红色说明前方堵塞、绿色则为畅通、黄色为轻中度拥堵,并显示到达主要路口时间,驾车人可以根据这些信息,随时选择路线行驶。

与此同时,与金水大道相交的所有道路,也都将有灯控显示,各个路口根据车流量的大小,决定放行时间。届时,公安交通管理部门还将把全路段的路况通过互联网及时发布,出行者可上网获知信息,也可以通过电脑视频直观地看到金水路全段的交通情况。

这条高智能的大道仅科技投入就达一千万以上,预计今年“五一”前将投入使用。届时,广大市民群众可以切切实实感受到这样一条处处充满高科技管理的景观大道。