

文章编号: 0451-0712(2006)11-0135-04

中图分类号: U414.01

文献标识码: A

时温对环氧沥青混合料的影响分析

宗海¹, 王建伟², 吕斌³

(1. 南京长江第四大桥筹建处 南京市 210008; 2. 东南大学交通学院 南京市 210096;
3. 山东省路桥集团有限公司第四分公司 济南市 250000)

摘要: 环氧沥青混合料具有较高的强度, 优越的高、低温性能和卓越的抗疲劳特性。然而, 由于环氧沥青的化学反应复杂, 反应过程受各种因素影响可能性较大。文章从环氧沥青混合料影响因素角度出发, 分析了时间、温度等因素对环氧沥青混合料性能的影响, 为施工提供技术保障。

关键词: 环氧沥青混凝土; 钢桥面铺装; 影响分析

随着我国桥梁建设事业的迅猛发展, 越来越多的大跨径钢箱梁桥开始重视钢桥面铺装问题。目前仍然无法定论哪种铺装材料完全适合正交异性钢桥面板这样高柔性的使用条件, 但是, 经过约5年的极端高、低温使用条件考验的南京长江第二大桥环氧沥青混合料桥面铺装材料, 凭借其优异的路用性能而显示出环氧沥青混凝土在钢桥面铺装领域应用的优越性。

在南京长江第二大桥桥面铺装研究过程中, 我们发现环氧沥青混合料具有强度高、高温时抗塑流和永久变形能力强、低温抗裂性能好、抗疲劳性能高, 以及具有很强的抵抗化学物质侵蚀的能力等。

在研究过程中, 我们同时也发现环氧沥青混合料的配制工艺比较复杂, 施工中对时间和温度要求十分严格, 施工难度较大。过高的混合料温度会导致混合料在没有到达施工场地时就已经部分固化, 从而无法摊铺或摊铺后无法达到最佳压实状态。过低的混合料温度虽然能够获得较长的施工操作时间, 但是不利于混合料初期强度的形成, 容易产生铺装层早期破坏。因此, 必须对环氧沥青混合料的温度和时间进行严格的控制。

为了研究时间和温度对环氧沥青混合料的性能影响, 本文进行了相关的超时、超温的混合料试验研究, 同时还分析了混合料击实次数对其性能的影响。

脂(组分A)和添加了固化剂的环氧沥青(组分B)两组分组成。各组分材料技术指标如表1所示。

表1 环氧沥青组分技术指标

技术指标	技术要求		试验方法
	组分A	组分B	
粘度/Pa·s	10~16(23℃)	≥0.14(100℃)	ASTM D 445
含水量/%	≤0.05	≤0.05	ASTM D 1744
闪点/℃	≥200	≥200	ASTM D 92
相对密度	1.16~1.17	0.98~1.02	ASTM D 1475

组分A和组分B在一定的温度条件下混合, 即开始化合反应, 主要表现为混合物的粘度随时间逐渐增大。混合后固化的环氧沥青材料技术指标如表2所示。

表2 固化后环氧沥青技术指标

技术指标	技术要求	试验方法
抗拉强度(23℃)/MPa	≥1.5168	ASTM D 638
断裂时的延伸率(23℃)/%	≥200	ASTM D 638
热固性(300℃)	不熔化	特殊方法
膨胀比(23℃)	≤3.5	特殊规程
浸耗率(23℃)	≤35%	特殊规程
吸水率(7d, 23℃)/%	≤0.3	ASTM D570
在荷载作用下的热挠曲温度/℃	-18~-25	ASTM D 648
粘度增加至1Pa·s(121℃)/min	≥50	放于容器中搅拌

1 环氧沥青材料

环氧沥青是一种热固性聚合物材料, 由环氧树

2 集料与矿质填料

集料与矿质填料的选择满足《公路工程集料试

验规程》(JTG E42—2005)的相关要求。本次试验选择的集料是钢桥面铺装专用优质玄武岩集料。矿质填料选择的是优质石灰岩材料,主要技术指标如表3和表4所示。

表 3 玄武岩集料技术指标

技术指标	洛杉矶磨耗值/%	磨光值BPN	针片状含量/%	视密度g/cm ³	粘附性
试验结果	≤22	≥44	≤5	≥2.65	≥4级

表 4 矿粉技术指标

技术指标	比表面积m ² /kg	通过50号筛/%	视密度g/cm ³	含水量/%
技术要求	≤133	90~100	≥2.5	≤0.2

3 超温混合料试验

为了研究温度对环氧沥青混合料性能的影响,本文进行了不同温度条件下的马歇尔试验与劈裂试验,测定不同温度条件下环氧沥青混合料的常规指标,以此评价混合料受温度的影响情况。

由于缺少超过120℃条件的高温试验时间资料,因此,首先应该先进行环氧沥青的高温粘度~时间曲线测定。试验采用Brookfield 旋转粘度仪,27号转

子,速度100转/min,主要测试120℃、126℃条件下的粘度曲线,试验结果如图1所示。按照120℃下的时间范围45~60min所对应的粘度上限,即0.6Pa·s,为最佳施工压实的粘度标准,可以推测,126℃条件下混合料的可操作时间不宜大于50min。试验先按照马歇尔方法确定最佳油石比为6.7%,再按照最佳油石比进行其他试验项目。试验参照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)相关内容进行。试验结果如表5和表6所示。

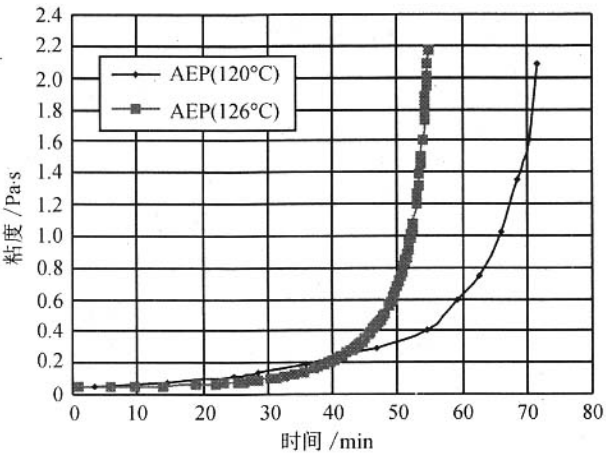


图 1 环氧沥青粘度~时间曲线

表 5 温度影响的马歇尔试验结果

成型温度/℃	成型时间/min	未固化试件(1 d)			固化试件(120℃,4 h)		
		空隙率/%	稳定度/kN	流值/0.1 mm	空隙率/%	稳定度/kN	流值/0.1 mm
120	50	1.2	6.2	38	1.5	56.1	39
126	30	1.1	6.3	36	1.3	56.8	37
	35~40	1.3	5.5	35	1.5	55.2	36
	40~45	2.4	5.1	31	2.1	51.1	33

表 6 温度影响的劈裂试验结果

成型温度/℃	成型时间/min	未固化试件(1 d)			固化试件(120℃,4 h)		
		空隙率/%	劈裂强度/MPa	劲度模量/MPa	空隙率/%	劈裂强度/MPa	劲度模量/MPa
120	50	1.2	0.41	182.2	1.1	6.15	1 110.1
126	30	1.2	0.36	170.5	1.4	6.18	1 115.2
	35~40	1.5	0.31	173.8	1.5	6.01	1 103.5
	40~45	2.2	0.28	163.7	2.4	5.21	1 400.8

由试验结果可知,对于混合温度偏高的混合料而言,缩短混合料的施工时间对于确保混合料的性能有很大的作用。126℃条件下,在满足时间要求的范围内成型的马歇尔试件具有较好的稳定度和劈裂

强度特性,与规定温度要求内(120℃)的试验结果相似,所表现出变化只是混合料试验的马歇尔流值与劈裂应变水平随时间延长而降低,即变形能力有所降低。

4 超时混合料试验

环氧沥青混合料生产过程中,除了拌和温度之外,还有一个重要的影响因素,就是混合料的反应时间。混合料的反应时间是与拌和温度相对应的一个参数。拌和温度高,混合料的反应时间就缩短,反之反应时间就延长。但在实际施工过程中,难免会出现这样的情况,混合料拌和温度满足要求的范围,但是

由于运输车辆等其他无法预估问题的影响,而导致混合料运输时间延长,因此必须分析由于时间造成的对混合料性能的影响。

超时混合料试验也采用马歇尔和劈裂试验来评价,试验温度为121℃,按照规范要求,混合料应该在混合后 60 min 内完成击实,试验对超时时间成型的混合料进行性能检测,试验结果如表 7 和表 8 所示。

表 7 超时马歇尔试验结果

成型温度 ℃	成型时间 min	未固化试件(1 d)			固化试件(120℃,4 h)		
		空隙率/%	稳定度/kN	流值/0.1 mm	空隙率/%	稳定度/kN	流值/0.1 mm
121	50	1.1	6.4	38	1.2	57.2	36
	65	2.6	5.4	36	3.1	48.8	35
	75	4.9	4.6	33	5.2	42.3	32

表 8 超时劈裂试验结果

成型温度/℃	成型时间/min	未固化试件(1 d)			固化试件(120℃,4 h)		
		空隙率/%	劈裂强度/MPa	劲度模量/MPa	空隙率/%	劈裂强度/MPa	劲度模量/MPa
121	50	1.2	0.41	192.2	1.1	6.25	1 107.2
	70	2.6	0.26	152.1	2.3	4.95	1 207.8
	75	4.4	0.22	149.8	5.1	4.11	1 058.2

由相关试验结果可知,超时的混合料试验结果主要是强度降低、混合料空隙率增大和混合料变形能力降低等几方面问题。主要是由于超过最佳压实时间,即是超过最佳的碾压粘度后,混合沥青的粘度将继续增大,必将导致混合料无法达到最佳压实状态,形成较大空隙率的铺装层。

间对混合料的施工操作性能影响较大。根据我们的施工经验可知,如果施工单位不熟练或管理不到位,则混合料超温或超时铺装的现象时有发生,更甚者,出现混合料温度和时间均不能满足条件的情况。本文针对时间和温度复合影响的混合料进行性能评价。试验采用 126℃条件下 55 min 和 60 min 进行击实,试验结果如表 9 和表 10 所示。

5 时间、温度综合影响

在环氧沥青混合料铺装施工过程中,温度和时

由表中的试验结果可知,混合料在温度和时间复合影响下,空隙率和强度以及混合料的变性能

表 9 超温超时对混合料马氏指标的影响

成型温度/℃	成型时间/min	未固化试件(1d)			固化试件(120℃,4h)		
		空隙率/%	稳定度/kN	流值/0.1 mm	空隙率/%	稳定度/kN	流值/0.1 mm
126	55	3.6	4.5	33	3.1	44.8	32
	60	5.2	3.3	31	5.6	40.3	33

表 10 超温超时对混合料劈裂指标的影响

成型温度/℃	成型时间/min	未固化试件(1d)			固化试件(120℃,4h)		
		空隙率/%	劈裂强度/MPa	劲度模量/MPa	空隙率/%	劈裂强度/MPa	劲度模量/MPa
126	55	3.2	0.31	202.3	3.1	4.25	1 300.7
	60	5.6	0.18	172.8	5.3	3.95	1 417.0

力均有较大的变化,空隙率由于混合料沥青粘度增大而增大,混合料强度和变形能力均有所降低。相比单一时间或温度因素影响的混合料试验结果而言,复合因素作用下的混合料性能更差,因此,必须在施工时严格注意控制这种复合情况的出现,确保施工质量。

6 击实次数影响分析

环氧沥青混合料在铺装后必须进行碾压施工,按照规定的碾压工艺,根据不同的层位,采用不同的碾压组合,目的是为了达到最佳的压实状态和表面状况。为了评价碾压对混合料性能的影响,本文进行了不同击实次数的室内试验模拟,通过检测击实后的混合料空隙率和马歇尔强度指标来评价混合料的压实效果。分别测定 6.5%、6.7% 的油石比试件,试验结果如图 2 所示。

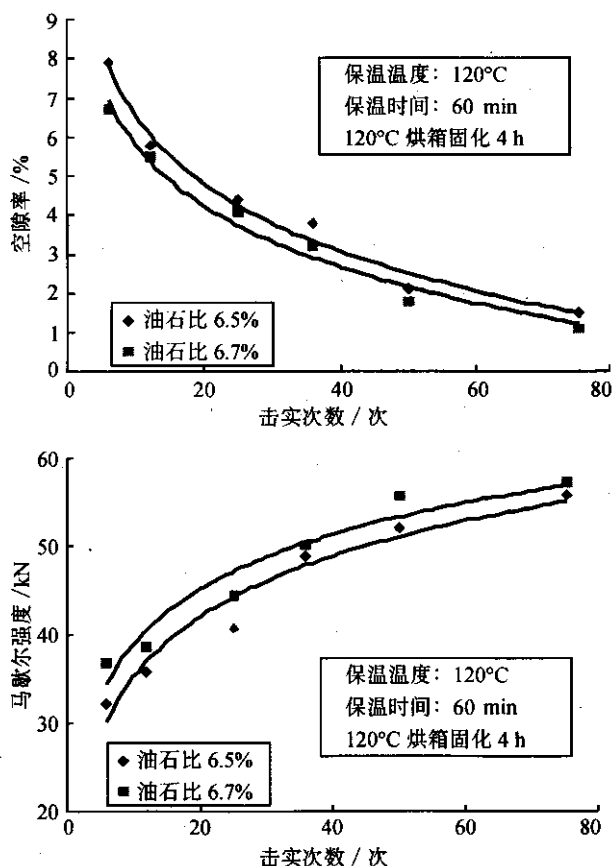


图 2 不同击实次数的马歇尔试验结果

由试验结果可知,随着混合料油石比增加,混合料的压实效果会变好,压实后空隙率较低,强度较

高。由此可见,在确保混合料温度条件的情况下,适当增加压实次数,对确保混合料性能有很重要的作用。

7 结语

环氧沥青混合料是一种性能优越的铺装材料,在国外拥有约 40 年的卓越使用记录。但是如何将设计好的铺装材料成功地铺装在桥面上却是一件非常关键的步骤。

时间对混合料的影响更为明显,超出时间要求的混合料一律予以废弃,不得使用。对于超出温度要求范围的环氧沥青混合料,如果无法在较短时间内铺装完成,应及时作为废料处理,避免影响整体铺装性能。

环氧沥青混合料受拌和温度与混合料运输时间的影响特别明显,因此在工程施工中,应严格按施工实施细则进行温度和控制,以确保铺筑的混合料的性能保持在最佳状态。必要时,应通过事先试验段的铺筑,采取多种措施,如控制集料的设定温度、拌和锅的加热温度、预拌干料测温确定结合料的添加等,将环氧沥青混合料的拌和温度控制在 110~121°C 范围内,以确保环氧沥青混合料铺装完成后的优越路用性能得以充分发挥。

环氧沥青混合料已经先后在国内多座大跨径钢箱梁桥桥面铺装成功应用,关于环氧沥青混合料的施工技术已经越来越成熟,环氧沥青混合料钢桥面铺装材料必将掀起国内钢桥面铺装事业的高潮。

参考文献:

- [1] JTJ 052—2000, 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [2] 黄卫,等. 南京长江第二大桥桥面铺装材料试验研究报告[R]. 东南大学交通学院内部资料,2000.
- [3] 黄卫,李淦泉. 南京长江第二大桥钢桥面铺装技术研究[J]. 公路,2001,(1).
- [4] 黄卫,等. 大跨径钢桥面沥青混合料特性研究[J]. 公路交通科技,2002.
- [5] 王晓,等. 环氧沥青混凝土性能研究[J]. 东南大学学报(自然科学版),2001,(11).
- [6] 宗海. 环氧沥青混凝土桥面铺装病害修复技术研究[D]. 东南大学硕士学位论文,2005.

文章编号: 0451-0712(2006)11-0139-05

中图分类号: U414.180.03

文献标识码: B

高流动性超早强路面修补混凝土的试验研究

陈德鹏¹, 刘纯林², 赵方冉³

(1. 东南大学材料科学与工程学院 南京市 210096; 2. 南京工业大学材料科学与工程学院 南京市 210009;

3. 中国民用航空学院交通工程学院 天津市 300300)

摘 要: 利用快硬硫铝酸盐水泥、氨基苯磺酸系高效减水剂和自配的 RF 早强掺合料配制出了高流动性、5 h 抗折强度大于 3.5 MPa、抗压强度大于 20 MPa 的路面快速修补混凝土。对外加剂与胶凝材料的相容性、混凝土的早期抗压强度、抗折强度、新老混凝土界面粘结性能及抗冻性能进行了试验研究,并在实际破损混凝土路面修补中进行了应用。结果表明,所配制的高流动性超早强修补混凝土便于施工操作、力学性能及耐久性能良好,可以应用于各种混凝土路面的修补并能在 5 h 内恢复交通。

关键词: 快速修补; 高效减水剂; 相容性; 早强掺合料

从水泥混凝土路面的建设、技术性能及使用情况看,水泥混凝土路面除了具有良好的施工性能和优良的耐久性外,还具有路面结构坚固、扩散荷载能力强、摩擦阻力大、抗滑性能好、耐磨性好、温度与水稳定性好、使用寿命长、维护费用低等优点。因此,水泥混凝土路面在各类路面工程中发挥着十分重要的作用,其广阔的发展前景也倍受全社会的重视,已成为我国高等级公路和城市道路工程中的一种重要路面结构形式。

随着路面服务期的延长、车速的不断提高,特别

是道路交通量及轴载的不断增加,鉴于路面设计、材料、施工技术、施工管理和质量控制方面存在的不足以及自然灾害等原因,致使以往的许多混凝土路面出现了不同程度或不同形式的破坏,特别是 20 世纪 80 年代和 90 年代初修筑的水泥混凝土路面,都在薄弱环节、地段形成了不同程度的局部破坏^[1]。尤其是北方寒冷地区冰冻、除冰盐的不利影响致使路面的破坏相当严重。破损一旦出现,若得不到及时修复将会迅速发展而波及周围,从而形成更大面积的破坏。当这些局部破损达到较严重的程度后,不仅影响路

收稿日期: 2006-05-16

Analysis of Time and Temperature Influence on Epoxy Asphalt Mixture

ZONG Hai¹, WANG Jian-wei², LV Bin³(1. Preliminary Construction Department of Nanjing 4th Yangtze River Bridge, Nanjing 210008, China;2. Transportation College, Southeast University, Nanjing 210096, China; 3. 4th Sub-Company of Shandong Luqiao Group Co. Ltd, Ji'nan 250000, China)

Abstract: Epoxy asphalt mixtures own high strength, superior performance of high and low temperature and excellent fatigue peculiarity. However, because of the complicated chemical reaction of epoxy asphalt, the course will be affected by lots of factors. On the basis of these factors, the influence of time and temperature and so on are analyzed to provide a technical support for the construction.

Key words: epoxy asphalt concrete; deck surfacing; influence analysis