

环氧沥青钢桥面铺装预防性养护技术研究

吕浩, 朱瑶之, 陈李峰

(江苏长路交通工程有限公司, 江苏 南京 211806)

摘要: 环氧沥青钢桥面铺装的结构、材料均不同于传统沥青路面, 其预防性养护技术也不同于传统沥青路面养护方案。文中针对环氧沥青钢桥面铺装早期开裂等问题, 围绕养护时机确定、结构设计、材料性能及关键施工工艺等开展基于高性能树脂材料的纤维增强型树脂抗裂磨耗层(简称抗裂磨耗层)预防性养护技术研究, 分析其技术重点和作用。

关键词: 桥梁; 环氧沥青钢桥面; 预防性养护; 纤维增强型树脂抗裂磨耗层

中图分类号: U445.7

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)05-0136-03

不同于热塑性沥青, 环氧沥青是热固性材料, 裂缝是其最典型病害, 也是最初的原发性病害, 开裂后不具有自愈合特性。一方面, 若裂缝得不到及时修补, 将快速发展为坑槽等结构性破损, 需及时对环氧铺装裂缝进行处治, 抑制其发展。另一方面, 控制住其裂缝病害的发展趋势, 就能把握整体养护策略。在高温、重载、多雨耦合作用下, 环氧铺装在使用不久即出现裂缝等早期病害。早期大多采用日常灌缝措施进行处治, 总体效果不佳, 铺装破损比例较高而影响到铺装整体路用功能时则进行矫正性养护乃至直接铣刨重铺, 尚未形成有效的预防性养护技术。该文针对环氧沥青钢桥面铺装早期开裂问题, 开展纤维增强型树脂抗裂磨耗层预防性养护技术研究。

1 预防性养护时机判定

预防性养护的目标是在适当的时间将适用的养护措施应用在适宜的部位, 提升桥面铺装的使用效益。为保证养护的科学性与合理性, 需从养护时机、养护措施和养护段落三要素进行综合考虑。

科学养护的关键是养护时机的确定, 要基于桥面铺装的使用现状和未来发展趋势确定。随着运行时间的增加, 桥面铺装的使用性能逐步衰减, 参考一般沥青路面的性能衰减规律, 初期衰减速度较慢, 后期衰减速度较快(见图 1)。钢桥面环氧沥青铺装出现以下病害时, 可考虑采用封层类预防性养护技术: 1) 正常使用 2~3 年, 铺装没有明显病害, 技术状况仍较高时, 宜进行预防性养护, 封闭铺装出现的微裂缝。2) 病害以裂纹、裂缝为主, 且裂缝仅开展至铺装表面, 远未及下面层砟或钢板时, 可进行预防性养护。3) 铺装表面局部离析, 压实度不够, 表层混合

料空隙大, 易积水、渗水而造成开裂等, 可进行预防性养护。通过预防性养护愈合铺装裂缝, 改善钢桥面铺装的表面平整性, 提高铺装的防水性能和抗滑性能, 从而保持甚至提高铺装体系的技术状况, 延长铺装的剩余寿命, 推迟昂贵的大中修。

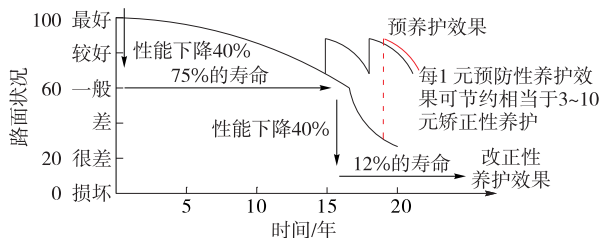


图 1 典型的道路衰减曲线及养护策略选择

2 纤维增强型树脂抗裂磨耗层

根据大跨径桥梁的使用条件和特点, 为保证钢桥面环氧沥青铺装预防性养护适用、有效和耐久, 养护技术应符合如下要求: 1) 封层厚度薄, 质量轻, 不能过大提高钢桥结构恒载; 2) 有一定强度, 与环氧沥青铺装有很好的粘结强度, 施工后能形成整体, 使用后不易起皮; 3) 有一定变形性能, 具有很好的协同钢板变形能力; 4) 施工方便, 养生时间短, 可快速开放交通。

通过大量材料性能试验, 提出基于高性能树脂材料的纤维增强型树脂抗裂磨耗层预防性养护技术(简称抗裂磨耗层), 其由高渗透性树脂封层+纤维增强型树脂磨耗层组成, 厚 3~5 mm(见图 2)。原铺装表面抛丸后形成洁净的表面, 下层采用高渗透性树脂对铺装的空隙、裂纹、裂缝进行封闭修复, 恢复铺装强度, 提高铺装使用性能; 上层纤维增强型树

脂起到封层防水、抗老化作用,表面撒布 3~5 mm 碎石提高抗滑性能,提高行车安全性和舒适性。

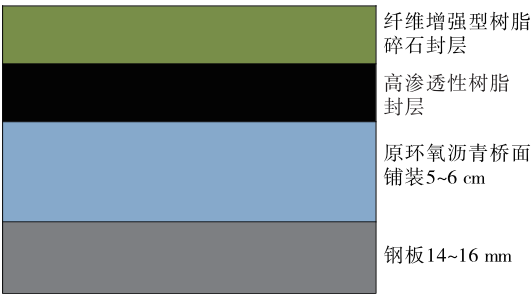


图 2 纤维增强型树脂抗裂磨耗层

3 材料性能研究

抗裂磨耗层的关键材料为高渗透性树脂和纤维增强型树脂胶结料,下面对其渗透性能、粘结性能、变形协调性、施工和易性、抗滑性能进行分析。

3.1 渗透性能

为快捷评价树脂类材料的渗透性,开发一种砂介灌胶法试验方法,以高度为 54 mm 的单粒径砂样作为渗透介质,养护材料在该介质中的渗透深度作为其渗透能力。通过渗透性试验,得到高渗透性树脂的渗透深度达 37 mm,满足 DB32/T 3292—2017《大跨径桥梁钢桥面环氧沥青混凝土铺装养护技术规程》中养护材料渗透深度大于 15 mm 的要求,该材料具有较高的渗透性和强度,能很好地封闭愈合铺装空隙和裂缝,恢复铺装强度。

3.2 粘结性能

抗裂磨耗层与环氧沥青铺装之间应有较高的粘结强度,施工后能与环氧沥青铺装形成整体,使用后不易出现起皮、剥离病害。通过拉拔试验评价下层高渗透性树脂与环氧沥青铺装表面的粘结能力,并与其他几种材料进行对比。试验结果见图 3。

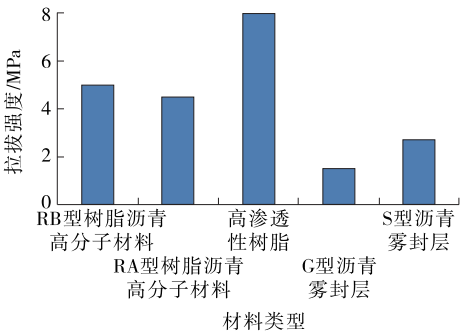


图 3 不同养护材料与环氧沥青砼的粘结强度试验结果

由图 3 可知:高渗透性树脂与环氧沥青砼的拉

拔强度最高,约 8 MPa,且断裂面在环氧沥青砼内部;RB 型、RA 型树脂沥青高分子材料与环氧沥青砼的拉拔强度分别约 5、4.5 MPa;常规路面用雾封层材料如 G 型、S 型沥青雾封层与环氧沥青砼的拉拔强度分别约 1.5、2.7 MPa。渗透性树脂与环氧沥青铺装表面具有较高的粘结强度,在荷载作用下不易起皮、脱落。

3.3 变形协调性

抗裂磨耗层应具有较高的变形能力,能协同钢桥面铺装变形。参照 GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定》对高渗透性树脂和纤维增强型树脂进行常温断裂拉伸试验,结果见表 1。从中可见,高渗透性树脂和纤维增强型树脂在常温 23 ℃下的拉伸强度分别达到 22.20、16.84 MPa,断裂延伸率分别达 68%、85%,均具有较高的抗裂强度和一定的变形能力。

表 1 常温下环氧树脂断裂拉伸试验结果

材料类型	拉伸强度/MPa		断裂延伸率/%	
	试验结果	技术要求	试验结果	技术要求
渗透性树脂	22.20	≥15	68	≥10
纤维增强型树脂	16.84	≥10	85	≥20

考虑到低温状态下树脂类材料模量增大,变形性能减小,会影响其与钢桥面铺装的变形协调性,采用弯曲试验对环氧树脂材料在低温状态(−10 ℃)下的变形协调性进行试验。将长×宽×厚为 100 mm×50 mm×0.3 mm 的薄钢片磨光后按照 1.0 kg/m²涂布环氧树脂并置于室内常温养生,试件完全固化后将其置于−10 ℃低温环境中 4 h 以上,之后进行低温弯曲试验,在 1~2 s 内迅速将试验板弯曲至 180°,观测试验板表面是否产生裂纹。试验结果显示:纤维增强型树脂与高渗透性树脂在低温状态下随同钢片骤然弯曲 180°后没有出现开裂,表明其具有较高的低温抗裂能力。

纤维增强型树脂与渗透性树脂均具有一定的强度和变形性能及协同钢桥面铺装变形的能力,且常温 and 低温状态下均具有较高的抗裂性。

3.4 施工和易性

考虑到大跨径桥梁交通封闭压力较大,要求抗裂磨耗层的施工养生时间较短,能快速开放交通;同时具有较长的施工可操作时间,避免胶结料混合后过早反应,对施工造成困难;还要求树脂材料具有较

低的初始粘度,施工刮涂方便。对树脂材料的施工和易性进行试验研究,结果见表2。

表2 环氧树脂的施工和易性

材料类型	试验温度/℃	初始粘度/(Pa·s)	可操作时间/min	固化时间/h
高渗透性树脂	23	0.6	150	8
纤维增强型树脂	23	1.5	50	4

由表2可知:高渗透性树脂和纤维增强型树脂均具有较低的粘度、较长的可操作时间,固化时间较短,渗透性树脂常温下8h便可固化,纤维增强型树脂常温下4h便可固化,总体施工养生时间只需2d,满足大跨径钢桥快速开放交通的要求。

3.5 抗滑性能

环氧沥青砼属于悬浮密实型混合料,铺装表面的构造深度较小,抗滑性能较差。对环氧树脂进行抗滑性能试验,结果见表3。

表3 环氧树脂抗滑性能试验结果

结构层	构造深度/mm	摩擦系数/BPN
环氧沥青砼	0.35	54
树脂抗裂磨耗层	0.98	84

由表3可知:树脂抗裂磨耗层具有较大的构造深度,达1mm左右,摆式摩擦系数达84BPN,可大幅提高环氧沥青铺装的抗滑性能,缩短行车制动刹车距离,提高交通安全性;同时具有一定的抗冰冻效果,表面裸露、均匀排列的碎石在荷载作用下形成应力集中点,在雨、雪天气下铺装表面不易积雪、积冰,对雨、雪天气下的行车安全具有一定保障作用。

4 关键施工工艺

树脂抗裂磨耗层主要施工工艺包括铺装表面处治、局部病害处治、渗透性树脂封层涂布、纤维增强树脂磨耗层施工。首先对铺装表面进行喷砂处治,暴露干燥、整洁的工作界面,并对暴露出的坑洞、裂缝等局部病害采用环氧砂浆进行填补,保证界面的平整性;然后进行渗透性树脂层施工,对微裂缝进行全面封闭,并通过树脂材料的渗透性提高路面的抗滑性能;最后进行纤维增强树脂磨耗层施工,起到抗裂、恢复铺装整体结构强度的作用,同时同步撒布碎石磨耗层,提高路面抗滑、耐磨耗性能,提高行车安全性、舒适性。

某钢桥面环氧沥青铺装采用树脂抗裂磨耗层进行预防性养护,养护完成后已使用5年,整体使用状况良好(见图4),起到了良好的预防性养护作用。



(a) 养护后

(b) 通车5年

图4 树脂抗裂磨耗层工程应用效果

5 结论

(1) 在环氧沥青铺装表面出现微裂缝,而未出现结构性破损时采用纤维增强型树脂抗裂磨耗层技术对表面微裂缝进行预防性养护,能抑制裂缝的进一步发展。

(2) 纤维增强型树脂抗裂磨耗层预防性养护技术主要设置渗透性树脂封闭层和纤维增强树脂磨耗层,可有效封闭铺装层微裂缝,提高铺装抗裂性能,恢复铺装整体结构强度,同时提高铺装层的表面防水、抗滑性能,提高行车舒适性和安全性。

(3) 纤维增强树脂磨耗层采用冷拌冷铺技术,无需大型施工设备,施工便捷,可满足“当天养护、当天开放交通”的养护需求。

参考文献:

- [1] 何长江,钱振东,王建伟.环氧沥青混凝土钢桥面铺装病害处治技术研究[J].交通科技,2007(5).
- [2] 潘友强,张辉,张健.环氧沥青钢桥面铺装养护技术研究与实践[A].第六届(2012)国际路面养护技术论坛[C].2012.
- [3] 张辉,单岗,潘友强,等.环氧沥青钢桥面铺装冷拌改性树脂薄层罩面技术研究[J].交通科技,2016(2).
- [4] 傅栋梁.钢桥面铺装预防性养护对策分析[J].公路,2010(1).
- [5] 宗海.环氧沥青混凝土钢桥面铺装病害修复技术研究[D].南京:东南大学,2005.
- [6] 潘友强,李娣.环氧沥青钢桥面铺装多维度检测评估体系研究[J].公路,2017(12).
- [7] 赵锋军,鲁国烽,陈修和,等.钢桥面铺装环氧树脂防水粘结层施工质量控制[J].公路与汽运,2015(6).