

路桥用 APP 防水卷材的防水机理分析与应用

朱贤明,雷俊卿

(北京交通大学土建学院桥梁结构研究所,北京市 100044)

摘要:论述了路桥用 APP 防水卷材主要的材料性能,通过对其物理力学性能及防水机理的分析,结合已有路桥工程实践中应用的 APP 防水卷材经验,可知使用 APP 防水卷材,对沥青混凝土桥面防水和白加黑路面改造的反射裂缝治理与防水是十分有利的。

关键词:旧桥病害;桥梁桥面;APP 防水卷材;白加黑路面

文章编号:1009-6477(2004)06-0046-05 中图分类号:U 445 文献标识码:A

Mechanism Analysis and Application of Atactic Polypropylene (APP) Asphalt Waterproof Rolls for Highways and Bridges

ZHU Xian-ming, LEI Jun-qing

Abstract: This paper discusses the main properties of atactic polypropylene (APP) asphalt waterproof rolls for highways and bridges. Through analysis of their physical and mechanical performance and combining the experience of APP waterproof rolls used in the existing highways and bridges, we know that APP waterproof rolls are useful not only for asphalt concrete deck waterproofing but also for reflection crack treatment and waterproofing of white and black pavement reform.

Key words: old bridge disease; bridge deck; APP waterproof roll; white and black pavement

我国自 20 世纪 60 年代以来,公路、铁路、城市交通设施和桥梁建设等都得到迅猛发展,桥龄大于 25 年的旧桥病害比较突出,尤其是在现代化的公路及桥梁的运营中,各种类型的钢筋混凝土桥梁的桥面病害更加突出,由于混凝土耐久性破坏及钢筋锈蚀使旧桥报废的事时有发生。

据不完全统计,截止 2002 年底,全国已建成公路桥梁 29.9 万多座,1 161.2 万延米,40% 以上的桥龄大于 25 年,铁路桥梁 4 万多座,共 13 万多孔。在车辆荷载反复冲击、拉伸、剪切和温度应力等作用下,钢筋混凝土梁的负弯矩处及钢筋混凝土桥面板产生细微裂缝而引起桥面渗水或漏水,致使钢筋锈蚀、混凝土碳化和冻融破坏,严重影响了桥梁的耐久性。据有关研究资料显示,这 3 种耐久性破坏形式都与水有着相当重要的关系。尤其是现浇缝混凝土结合部,虽在设计和施工中采取了多种防裂措施,但总存在薄弱环节会产生裂缝,若不采取防水处理,势必降低桥梁的使用年限。

全国各等级公路水泥混凝土路面(也叫白色路

面)1 万余 km。目前,这些白色路面的病害较多,使其通行能力已大大降低。原因是道路养护单位必须不停地对局部进行挖除修补和更换坏板块的作业,不仅耗费昂贵,而且因水泥混凝土强度的龄期需较长时间地占用道路的有效使用面积,致使交通阻塞行车不畅。同时,大规模地挖除原水泥路面其碎块的堆放和处理不当也容易造成环境问题。若能在不大规模挖除原有水泥路面的情况下,对破损的白色路面进行及时的柔性加盖修复,是有工程实用价值的。为满足各类桥梁的桥面和各等级道路、机场跑道、赛车场跑道、停车场等路面对防水工程的需要,有效避免路桥面长期存在的因渗漏水等缺陷而导致路桥面出现凹坑、塌落、开裂、桥面板钢筋锈蚀等造成的损坏,延长桥梁(路面)的使用寿命,欧美日等发达国家普遍在桥梁及公路的路面层建设阶段或养护维修时,采用耐高温的热塑性 APP 防水卷材作为路桥面防水层材料,从而有效地防止了路基因渗漏水因素导致的路面凹坑、塌落、开裂等现象的发生,保证了各等级道路路面及桥梁的正常使用寿命。

实践证明,在路桥结构中由于防水工程没有引起足够的重视,而导致桥面渗漏水进而造成混凝土结构损坏及钢结构腐蚀严重,对路桥的安全度和耐久性影响巨大,已直接影响到路桥的使用寿命。

因此,公路、铁路、城市交通行业对路桥面结构的防水技术研究及在路桥面结构中设置防水层已形成共识。北京、上海等城市自90年代即开始对城市桥梁结构防水技术进行专题研究(北京从首都机场高速开始,上海从南浦大桥开始),93年颁布了CFF11-93《城市桥梁设计准则》,对钢筋混凝土桥面设防水层作了具体规定。铁道部已有中华人民共和国铁道行业标准(TB/T 2965-1999)《铁路混凝土桥梁桥面 TQF-I 型防水层技术条件》,已于2000年1月1日实施;交通部公路司已于1999年发文要求在设计工作中重视防水层的设计。目前,交通部科教司正主持制订“路桥用防水材料”中的APP卷材及水性沥青基层的柔性防水涂料标准,交通部公路司正主持制订路桥防水设计和施工规程。

1 路桥防水卷材的主要原料及工艺要求

路桥防水卷材配方设计的关键问题,是既要具备防水层材料的防水功能要求,又要具有抗路桥动载等特殊功能要求,如耐沥青混凝土摊铺的高温要求、抗冲击能力、低温柔性、粘结强度、抗剪切能力等,以及规范化的施工工艺要求等。

1.1 主要原材料

以聚酯毡为胎基,采用无规聚丙烯(APP是无规聚丙烯材料的缩写)或其它聚烯烃类聚合物(APAO、APO)做改性剂,两面附以隔离材料所制成的路桥防水卷材(统称路桥用APP防水卷材)。实践证明,沥青被聚烯烃类这种高分子材料进行改性后,不但能够克服它自身存在的热淌、冷裂的缺陷,可以大大改

善沥青的耐高温性和低温柔性,并且聚烯烃类高分子材料具有强度高、韧性大、耐疲劳性能好等特点。考虑到作为路桥用防水卷材其功能的特殊性,在改性剂的选用上,采用多种聚烯烃类材料进行复合配制。在填充料组合中,采用具有特殊功能的无机矿物料进行复配。

1.2 APP防水卷材生产的工艺流程

APP路桥卷材根据型号、规格的不同,对工艺流程的要求也略有区别。基本生产工艺流程如下:聚酯胎体开卷→胎体停留,调偏→干燥辊→浸渍池→轧干吸收→涂盖池→撒布料,覆膜→冷却辊→卷材停留→商标→卷毡→包装→检验→入库。

2 路桥用APP防水卷材的工作机理和物理力学性能

2.1 工作机理

从宏观的角度分析,柔性防水材料是依靠防水材料粘贴到桥面板上形成具有良好弹性的防水薄膜,隔断水与混凝土的接触,起到防水作用。同时防水材料良好的渗透能力使其从混凝土表面孔隙中进入混凝土内部,堵塞混凝土内孔隙,强化混凝土表面的自防水能力。这样,通过双重屏蔽作用使防水材料的防水功能得到有效的实现。在形成防水膜和铺面层的过程中,防水层与基层和面层的协调接触是至关重要的,关系到桥面铺装的稳定性和耐久性,有必要深入研究。

2.2 APP卷材的物理力学性能

近年来,为满足国家路桥建设的需要,北京、徐州、重庆、青岛等地区的一些厂家均已陆续研究并正式生产路桥专用的高耐热塑性体沥青(APP)防水卷材,各项指标均已达到国际水平,其性能指标比较如表1。

表1 各国路桥用防水卷材的性能指标标准比较

项 目 \ 各国标准		德国 DIN 标准	比利时市政工程 专用 APP 改性	日本市政专用 APAO 改性	国内桥梁 专用产品
厚 度 (mm)		4~5	4	2~3.5	3~4
抗拉强度 (N/5 cm)	纵 向	≥800	≥900	≥500	≥800
	横 向	≥800	≥900	>500	≥800
延 伸 率 (%)	纵 向	40	40	40	40
	横 向	40	40	40	40
耐热性或沥青软化点(℃)		130	软化点≥140	≥120	≥150
低 温 柔 性(℃)		-15	-13	-15	-15
耐 碱 (20℃)		Ca(OH) ₂ 中浸泡 15 d 无异样			
耐 盐 水 (20℃)		3% 盐水中浸泡 15 d 无异样			

表2 路桥用APP防水卷材的物理力学性能

序号	胎基		聚酯胎	
	产品等级		合格品	优等品
1	可溶物含量 (g/m ²)	3 mm	≥ 2 100	
		4 mm	≥ 2 900	
		5 mm	≥ 3 700	
2	不透水性	压力 (MPa)	≥ 0.4	
		保持时间 (min)	≥ 30	
3	耐热度 (°C)	保持 2 h	130	150
			无滑动、流淌、滴落	
4	拉力 (N/50 mm≥)	纵/横向	600/550	800/750
5	最大拉力时延伸率 (%≥)	纵/横向	25/30	35/40
6	低温柔度 (°C)	3 s 弯曲 180°	- 10	- 20
			无裂纹	
7	撕裂强度 (N≥)	纵/横向	300/250	400/350
8	人工气候加速老化	外观	1 级	
		纵向拉力保持率 (%)	≥ 80	
		低温柔度 (°C)	3	- 10
9	抗硌破及渗水	130 °C/2 h、500 g 重锤 300 mm 落差冲击后, 500 mm 水柱下 16 h	无硌破, 渗水系数 ≤ 1ml/min	
			高温抗剪 (MPa)	60°C
11	低温抗裂 (MPa)	- 20°C	≥ 6	≥ 8
12	低温延伸率 (%)	- 20°C	≥ 20	≥ 30

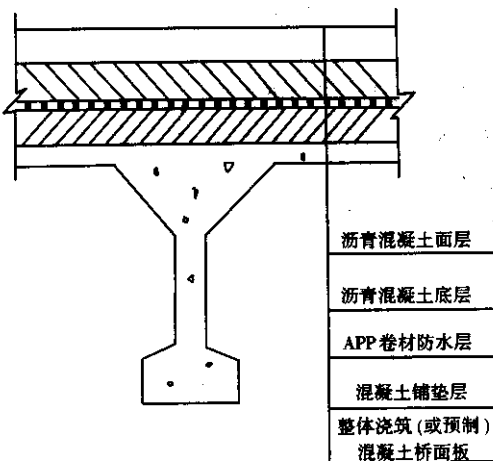


图1 沥青混凝土桥面防水层构造示意图

综合 APP 卷材的一般物理力学性能和路桥方面特殊的功能要求,并根据目前国内已有的生产力水平,有关路桥用 APP 卷材的物理力学性能如表 2 所示。

2.3 路桥用 APP 防水卷材主要性能和试验检验内容

路桥用 APP 防水卷材产品的交通部行业标准目前正在编制和征求意见之中,该标准修订稿的技术指标基于国内外同类产品的性能,充分考虑了实际路桥工程防排水的需要,以及相关的国家标准、行业标准的要求。沥青混凝土桥面防水层构造如图 1 所示。

路桥用 APP 防水卷材的主要性能及试验检验内容有:

(1) 具备较高的耐高温性能,要求在 150 °C 以上时,APP 路桥防水卷材的涂层不流淌、无滑动,以确保高热沥青混凝土摊铺时防水层不破坏;

(2) 具有在热熔沥青混凝土摊铺机的摊铺碾压下不透水的性能;

(3) 具有在沥青混凝土摊铺机的碾压下不被碎石及机械硌破的性能;

(4) 具有良好的高温抗剪性能和足够粘结力,能有效防止防水层产生推移和脱皮现象,满足恶劣条件下的行车要求;

(5) 具有良好的低温柔性及延伸性能,在冬季

严寒条件下,能够有效地遏制由桥面裂缝所引起的病害及破坏作用;

(6)具有良好的耐化学腐蚀性能,尤其应具有抵抗溶解盐水侵蚀的能力,避免出现路桥面冬季撒除冰盐的渗盐水导致氯离子侵害、锈蚀钢筋现象的产生;

(7)抗老化性能好:防水材料必须具有良好的抗老化性能,不因受高温、碾压、低温、霜冻等作用而降低粘结能力、抗剪能力和防水能力。

3 路桥用防水卷材的工程应用及效益

APP 路桥防水卷材以其高强度、高延展性、高韧性、耐高温等性能,可在下列工程项目中选择应用作为防水层系统材料,如:

(1)新旧钢筋混凝土桥面板,加铺沥青混凝土面层的防水及补强改造;

(2)新旧混凝土路面(白色路面)加铺沥青混凝土路面(黑色路面)时,即常说的白加黑路面改造,对其收缩缝、胀缝处的补强及防水改造;

(3)机场跑道的防水、防渗工程新修或改造;

(4)其它有动载作用的工程防水。

APP 路桥防水卷材应用于路桥防水工程,施工技术可按《公路沥青路面施工技术规范》执行。路桥面铺筑卷材防水层前,应对钢筋混凝土基面进行检查处理,基面应平整、干燥,对尖锐突出物及凹坑等应打磨修补,并在基面上洒布粘层沥青。防水卷材必须满铺,应严格保证防水层边角的粘铺质量,避免漏铺、翘起、皱折现象。工程中采用热熔法将卷材与基面密贴,并用滚筒展开压实。防水层铺贴完毕后应立即铺筑保护层,根据国内路桥工程中在桥梁面层改造、公路水泥混凝土路面改造(白加黑)、机场跑道等应用路桥防水卷材的实际使用效果来看,只要施工技术规范严密,铺贴卷材采用先进的热熔法工艺,卷材与基层粘结效果良好,工程质量就能得到充分的保证。

作为一种应用于高等级路桥面专用的 APP 防水卷材,已有不少工程的应用实践经验。实际上,APP 防水卷材大规模用于白加黑路面反射裂缝的防治,开始于民航机场跑道的不停航加盖沥青混凝土的修复工程。例如 1993 年,军民合用的桂林奇峰岭机场跑道进行白加黑道面修复。按当时的调查资料,加盖黑色路面前,机场跑道的中央部分的水泥板块的断裂破损率已超过 36%,水泥板下手摆块石

基层积水严重。在飞机轮荷载作用下,常见泥浆被喷射挤出,板缝处变形肉眼可见,飞行安全已受到影响。后采用 APP 防水卷材的方式处置。施工期间,已粘贴于水泥板但尚未加盖沥青混凝土的裸露的防水卷材经受了飞机起降的冲击和剪切与撕裂作用,并未被掀起或剥离,加盖后的黑色道面至今使用良好,没有明显的反射裂缝产生。在桂林机场成功地进行了白加黑道面修复之后,民航部门又先后对厦门高崎机场、湛江机场、广州白云机场和北京机场东跑道等机场跑道进行了类似的修复,从目前使用情况看,均取得了较好的效果。海南省、江苏省等都已开始了白加黑公路路面的修复试验段或工程实践,使用了 APP 路桥防水卷材作为防水层。1998 年,江苏宁场路(今宁通高速)路面为水泥路面,开裂破损比较严重,且常见泥浆砾喷挤出,嵌缝处变形肉眼可见。修复方案是:采用 4 mm 厚聚酯胎基 APP 防水卷材进行粘贴处理,然后加盖沥青层,对于未破损板块的板缝,采用 4 mm 聚酯胎 APP 防水卷材进行应力分散和防水,对于局部破损严重的水泥板块,则采用满贴的方式处理。卷材经受了施工期间机具的反复碾压和剪撕。该工程竣工至今使用良好,未见有明显的反射裂缝产生。随后,在北京的西四环立交桥、重庆鹅公岩大桥及京开高速黄村段立交桥工程中,使用了 3 mm 聚酯胎、卷材上表面为页岩片下表面为 PE 膜的 APP-P3-M/P 改性沥青防水卷材,用于对桥梁结构的防水,从目前的使用情况看,也取得了良好的效果。

另外,北京市、天津市、上海市等市政工程中的桥面,均已使用了 APP 路桥防水卷材作为防水层,取得了宝贵的工程经验。对桥梁的负弯矩区、简支梁桥面连续的抗裂及防水都有良好的工程价值与效果。

4 结论

(1) APP 防水卷材抗渗能力强,可使路桥面不受冻融循环的影响,且不受因撒除冰盐融化的盐水侵蚀造成的病害,耐盐酸等化学物质性能好,可增强钢筋混凝土桥梁桥面板的耐久性;

(2) APP 防水卷材可用于白加黑路面及钢筋混凝土桥面防治反射裂缝,其工作原理清晰,因具有高延展性,可以有效吸收混凝土微裂缝产生的应力而不破裂。不仅可有效消散集中应力而且还有很好的防水效果,已有 10 余年成功的工程实例经验;

(3) APP防水卷材只对已破损的白色路面局部板缝进行处置,并不覆盖未破损的水泥混凝土板块,具有较强的针对性,因而工程造价大幅降低;

(4) APP防水卷材施工简便,无需增加专用设备,对后续的沥青混凝土施工并无不利影响;

(5) APP防水卷材的高耐热性、耐磕破能力和低温柔性都能满足路桥工程的使用要求。

综上所述,我们认为采用 APP防水卷材作为路桥面沥青混凝土下面的防水层及防治白加黑路面的

反射裂缝是值得推广应用的一种材料。而 SBS防水卷材,可作为混凝土路桥面(白色路面)的防水层,由于时间的原因,我们还未有全面的了解和研究,在此暂不予讨论。同时,我们认为有关部门正在配套制订的路桥防水的设计与施工规程,是非常及时和非常重要的,这将有利于对路桥面防排水设计和施工的规范作业,使我国路桥防排水事业得以科学、规范、顺利的实施。

(上接第 38 页)

$$F_{yx} = \frac{1}{1 - R_y + \frac{N_{fy}R_y}{N_{fx}R_x}} \quad (3)$$

式中 R_x ——旧路面剩余寿命;
 N_{yx} ——加铺年限内加铺层所能提供的有效当量标准轴次;
 N_{fx} ——旧路面使用期末预期承受当量标准轴次;
 F_{yx} ——旧路面剩余寿命系数;
 R_y ——加铺路面下次加铺时的剩余寿命;
 N_x ——旧路面已承受当量标准轴次;
 N_{fy} ——加铺路面使用期末预期承受当量标准轴次。

7 稀浆下封层技术在大修工程中的应用研究

经过交通调查和路况评价,决定用稀浆封层取代粘层油作沥青罩面的下封层。通过大量的试验确定了它的级配(见表 7)。其施工工艺一般有 2 种:现场装料法和料场装料法,本研究采用了料场装料法。

8 大修工程招投标文件及合同管理的研究

公路养护工程,长期以来是按计划经济模式管理。为使高速公路沥青路面大修工程的效果达到高标准、高质量的目标,某高速公路大修工程打破传统做法,采取招投标与合同管理的方法,从合同条款、技术规范等方面针对大修工程的特点提出特殊的要求。主要成果是:

(1)为某高速公路大修工程编写了全套施工招

标文件;

(2)为大修工程的测量设计和监理服务招标首先例。

9 社会效益

某高速公路沥青罩面工程,单幅路面共 330 km,采用了本研究的全部科技成果,将原沥青路面大修投资由单幅每 100 万元/km 左右,降低为 71 万元/km,平均每 km 节省资金 29 万元,共节省投资 9 570 万元。同时路面行车状况明显改善。

参考文献

[1] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
 [2] 姚祖康. 路面管理系统[M]. 北京:人民交通出版社, 1999.
 [3] 沙庆林. 高速公路沥青路面早期破坏现象及预防[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
 [4] 王清池, 秦骥远. 公路工程招标与投标指南[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 1987.
 [5] 常魁和, 高群. 公路沥青路面养护新技术[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
 [6] 英国运输科学研究院. 沥青路面道路质量评估及养护指南[M]. 北京:人民交通出版社, 2001.
 [7] 潘玉利. 路面管理系统原理[M]. 北京:人民交通出版社, 1998.
 [8] 姜云焕, 欽兰成, 王立志. 改性稀浆封层施工技术[M]. 北京:石油工业出版社, 2001.
 [9] JTJ 073.2, 公路沥青路面养护技术规范[S].
 [10] JTJ 014, 公路沥青路面设计规范[S].
 [11] 高速公路养护质量检评方法(试行)[S].

路桥用APP防水卷材的防水机理分析与应用

作者: 朱贤明, 雷俊卿
作者单位: 北京交通大学土建学院桥梁结构研究所, 北京市, 100044
刊名: 公路交通技术 
英文刊名: TECHNOLOGY OF HIGHWAY AND TRANSPORT
年, 卷(期): 2004(6)
被引用次数: 2次

引证文献(2条)

1. 袁玉卿, 王选仓, 周鑫 改性沥青应力吸收层的应用技术[期刊论文]-筑路机械与施工机械化 2009(1)
2. 混凝土桥面防水层直剪试验[期刊论文]-长安大学学报(自然科学版) 2006(4)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gljtjs200406015.aspx