

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2024.06.072

加强型聚碳硅氧烷防腐涂层在桥梁水泥混凝土防撞护栏防腐蚀施工中的应用

赵 奕¹, 闫炳润², 李 峰², 吕祥如², 闫文民², 杜 晓²

(1.山东宏昌路桥集团有限公司, 山东 潍坊 261041; 2.青岛润邦防水建材有限公司, 山东 青岛 266321)

摘 要: 针对山东惠青黄河公路大桥水泥混凝土防撞护栏的病害, 制定了加强型聚碳硅氧烷防腐涂层加固施工总体方案。对防腐涂层选择的 RBS 高弹性高分子防腐防水涂料、SHJS 聚碳硅氧烷防腐涂料及 SHJS 高聚物碳钢修补材料的性能及优点进行了介绍, 对加强型聚碳硅氧烷防腐涂层的施工技术 & 质量控制要点进行了阐述和总结。护栏加固维修后, 通过 8a 的观察, 发现护栏状态良好, 达到了维修方案的预期效果。维修方案通过对防腐基层的特殊处理和对防腐涂层的加厚, 使得该防腐涂层质量更可靠。

关键词: 加强型聚碳硅氧烷防腐涂层; 防撞护栏; 防腐蚀; 高湿高盐雾区

中图分类号: U443.5

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)06-0304-04

1 工程概况

惠青黄河公路大桥位于山东省淄博市高青县和滨州市惠民县交汇处, 是鲁中及鲁中南地区通往京津冀的重要通道。大桥全长 1 740 m, 主桥长 486 m。2007 年建成通车, 推动了当地经济、社会的发展。

大桥在 15 a 的通车运行中, 随着车流量不断增加, 尤其重型车辆较多, 受冬季撒布融雪剂、雨水、碳化及汽车尾气等不利因素影响, 两侧混凝土防撞护栏破坏严重, 部分路段渐现漏筋、裂缝及混凝土剥落等病害, 局部护栏混凝土碳化深度在 6~15 mm, 部分护栏混凝土碳化深度超过了保护层厚度。图 1 为防撞护栏病害状况。2021 年, 大桥管理处拟对防撞护栏进行加固防腐蚀处理。经各方遴选, 最终选择加强型聚碳硅氧烷防腐涂层加固方案, 设计使用寿命 10 a 以上。

2 防腐蚀维修方案

防腐涂层加固方案根据《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310—2019)和《混凝土桥梁结构表面涂层防腐技术条件》(JT/T 695—2007)要求及现场情况, 因防撞墙根部属于高湿、高盐雾区, 日常撒水及冬季除雪撒盐对防撞护栏破坏严重。



图 1 防撞护栏病害状况

为确保防腐质量, 提高耐久年限, 特制定以下施工方案, 详见表 1。

表 1 桥梁混凝土防撞护栏防腐涂层加固施工总体方案

工序序号	工序	技术标准	备注
1	基层处理	基层用高压水枪(100 MPa)进行处理, 将破损处理物彻底清理干净	
2	破损处修补	基层处理完毕, 2 h 干燥后, 用碳钢修补材料进行修补, 修补时保证平整	
3	涂刷高分子防腐涂层	待修补部分养护结束后(4 h), 方可进行防水防腐涂料的涂刷。涂刷时要均匀, 不能有流挂、漏涂等现象。在涂刷涂料的同时粘贴优质玻纤布, 玻纤布粘贴时不能起皱, 注意搭接, 搭接宽度控制在 10~15 cm	厚度 1 000 μm
4	涂刷聚碳硅氧烷防腐涂层	待上一层涂层表干后(2 h), 方可进行第二遍防腐防水涂料的涂刷, 涂刷工艺及注意事项同上	
		涂刷聚碳硅氧烷防腐涂层	厚度 200 μm

收稿日期: 2023-12-15

作者简介: 赵奕(1976—), 男, 本科, 高级工程师, 从事公路桥梁、交通工程的管理、施工工作。

3 材料选择

3.1 RBS 高弹性高分子防腐防水涂料

RBS 高弹性高分子防腐防水涂料以多种橡胶共同复合对沥青进行改性,配制成聚合物高分子防腐防水涂料。涂膜利用高分子材料的大分子结构,封闭水及有害介质对水泥混凝土的侵害。该产品水性环保,冷施工,易操作,最主要的优点是改性沥青中的橡胶形成连续网络互相贯穿、交联,使改性呈现出高聚物性能。涂膜干后,保持橡胶弹性,低温柔性,是理想的混凝土防腐防水材料。另外,沥青聚合物具有天然的防腐、防水、抗紫外线及抗冻融性能,耐低温可达-25℃,可有效保护水泥混凝土,增强混凝土耐久性。RBS 高弹性高分子防腐防水涂料性能指标见表 2。

表 2 RBS 高弹性高分子防腐防水涂料性能指标

序 号	性能指标	技术要求
1	固体含量 /%	≥43
2	表干时间 /h	≤2
3	实干时间 /h	≤8
4	涂料与水泥混凝土黏结强度 /MPa	≥1.00
5	不透水性(0.3 MPa, 30 min)	不透水
6	拉伸强度 / MPa	≥1.20
7	断裂延伸率 / %	≥800
8	低温柔度 /℃	-25 无裂纹

3.2 SHJS 聚硅氧烷防腐涂料

SHJS 聚硅氧烷防腐涂料是青岛市聚硅氧烷专家工作站研发的专利产品,是以聚氨酯、胶乳为成膜物,外加硅烷、氟碳为防腐剂,与精细矿粉科学配比,经科学混配研磨而成的一种功能性涂料。其不但防腐、防水,且具一定景观性,颜色可调;耐污染、抗冻溶、自洁性好且环保,是公路桥梁、海港工程等高盐雾区建筑物的理想防腐材料。

该防腐涂层能够隔离外界环境中腐蚀性介质对水泥混凝土表面的腐蚀,减缓对水泥混凝土及钢筋的破坏。其作用是利用硅烷防腐剂的渗透性和涂膜的屏蔽性等,渗透到混凝土内部,增强混凝土的密实度,彻底封闭混凝土的毛细孔,阻止外界 Cl⁻、SO₄²⁻等有害介质对水泥混凝土的破坏。硅烷材料和涂膜涂层相互结合使用,增强涂膜的耐久性。防腐涂层体系性能指标见表 3。

表 3 防腐涂层体系性能指标

序号	性能指标	技术要求
1	涂层耐老化性能 /h	≥1 000
2	涂层耐冲击性 /(kg·cm)	≥50
3	涂层抗氯离子渗透性 /(mg·cm ⁻² ·d ⁻¹)	≤5.0×10 ⁻³
4	涂层黏结强度 /MPa	≥1.50
5	涂层耐碱性	合格
6	涂层耐酸性	合格
7	涂层外观质量	合格

3.3 SHJS 高聚物碳钢修补材料

SHJS 高聚物碳钢修补材料是一种基于高聚合物与耐磨金刚砂相复合的新一代混凝土修补材料。既无机材料的刚性,又结合了有机材料的柔性及硅烷的高渗透性,交联反应性聚合物使其与沥青或混凝土基层具有永久性的黏结力,耐磨、防滑、防污、防水。水性双组分路面修复材料绿色环保,具有优越的施工方便性、抗剥落性、抗裂性和旧路重涂性。

SHJS 高聚物碳钢修补材料可做到早期强度高、后期不衰减,强度可达到 C40 以上,对不同病害做到一次性根除。材料本身有很强的防水、耐腐蚀、耐冻融、抗紫外线能力,性能衰减不会早于原混凝土,不会因老化而失去黏结能力和抗压强度;具有高抗拉性、高耐磨性、高抗压性及较高的黏结力,施工方便、效率高。

3.4 优质玻纤网格布

玻纤网格布是以无碱玻璃纤维无捻粗纱为原料,经机器科学编织而成,再经涂复丙稀酸共聚液并烘干后而成的一种新型耐碱产品。该项工程玻纤布选用规格为:网眼规格为 3 mm×3 mm。该产品具有结构稳定、强度高、耐碱性能好、抗拉性强、防腐等特点,增强效果好,而且施工简单。其主要应用于防腐防水涂料施工的抗裂及增厚。

4 施工准备

(1)施工工序:基层清理(高压水清洗)→修补→打磨→RBS 高分子防腐涂层→SHJS 聚碳硅氧烷防腐涂层→养护→验收。

(2)施工人员:全部施工人员经建设部门组织的专业防腐施工培训,持证上岗,并穿软底鞋、工作服,戴安全帽上岗。

(3)施工工具:安全标志标牌、高压水枪(100 MPa)、高压无气喷涂机、滚筒、吹风机、扁铲、草根刷、棕刷、毛刷、乳胶手套、剪刀、运输车辆等。

5 防腐施工工艺

5.1 病害部位清理及修补

采用高压水枪对防撞护栏破损处进行冲洗。冲洗严禁采用污水或 pH 小于 5 的酸性水,彻底清理周边杂物及涂层破损处。对混凝土表面的浮灰、浮浆、夹渣、苔藓,以及疏松部位进行高压冲洗,针对防撞墙根部破损严重部位进行重点处理。高压冲洗的优点为清理彻底、无粉尘污染、施工速度快。图 2 为对大桥护栏进行高压水冲洗现场。



图 2 对大桥护栏进行高压水冲洗现场

高压水冲洗完成后,用砂纸对护栏漏筋的部位进行打磨,打磨完成后涂刷防锈剂。对破损缺陷部位用 SHJS 高聚物碳钢修补料进行修补。碳钢修补料应现场调配,黏稠度(粉:液)一般按 3:1 配比,调配好的修补料应在 30 min 内用完,修补时要刮抹平整。图 3 为护栏修补施工现场。



图 3 护栏修补施工现场

5.2 防水防腐涂层施工

修补养护完成后,方可进行防水防腐涂层施工。施工时要注意涂料涂刷均匀,玻纤布粘贴牢固,不能出现空鼓、敲边等现象;两层之间要错层铺贴,搭接宽度控制在 10~15 cm,两层铺贴时间间隔控制在 2 h,两层涂料用量控制在 2 kg,涂料和布充分浸渍,总厚度控制在 1 000 μm 。图 4 为高分子防腐涂层施工现场。



图 4 高分子防腐涂层施工现场

5.3 聚碳硅氧烷防腐涂装

防水防腐涂层施工完毕 12 h (根据天气情况而定)后,方可进行聚碳硅氧烷防腐涂装。涂装时,可人工涂刷或机器喷涂。喷涂要均匀,不能出现流挂、漏涂等现象。喷涂两遍,干燥后进行面涂涂刷。面涂无色透明,作用是抗老化、抗腐蚀,喷涂一遍。聚碳硅氧烷涂层厚度控制在 200 μm 。图 5 为聚碳硅氧烷防腐涂层施工现场。



图 5 聚碳硅氧烷防腐涂层施工现场

6 质量控制要点

(1)基层清理一定要彻底,清除混凝土表面的附着物和劣化层。基层的清理十分关键,防腐涂层的使用寿命与基材处理干净程度直接相关。用碳钢修补料修补时要做到平整,要有充足的养护时间,达到养护期后才能进行防腐涂料的涂刷。

(2)RBS 防腐涂料贴布要平整,搭接要符合规范要求,不能出现起折、起皱及空鼓等现象。防腐涂料涂刷时做到薄和均匀,注意时间间隔,涂膜不能出现裂纹等现象。

(3)施工过程中需要对涂层的厚度进行监控,监控涂料质量和用量,涂刷必须达到设计厚度。

(4)该方案在 5℃ 以上即可施工,高于 35℃ 不得施工,施工时选择 4 h 内无雨水天气。

7 结 语

该大桥护栏维修方案底层采用的高分子改性沥青防腐防水涂料具有较好的黏结性和优越的天然防腐性能,且防腐涂层比较厚,可有效抵御外界侵蚀。该涂层抗冻融、抗氯离子,可有效保护水泥混凝土。防腐涂层采用优质纤维布加筋处理,使防腐涂层形成一体,外来介质很难侵入混凝土内部,从而提高防腐涂层的耐久性。防腐防水涂层上涂刷聚碳硅氧烷防腐涂料,大分子和小分子结构互相渗透、互相补充,使防腐涂层更耐久,同时可改变沥青聚合物的颜色(颜色可调),美观大方、抗紫外线,可做成反光效果,效果良好。

惠青黄河公路大桥防撞护栏的防腐加固分两次进行:2016年进行索区外侧护栏的防腐加固,施工面积为 800 m^2 ;2021年对桥梁两侧护栏进行大面积防腐施工,施工面积为 $4\,000\text{ m}^2$ 。修补完成的最长时间距现在已有8 a,目前大桥护栏状况良好,维修达到预期效果,长时间效果需进一步观察。该技术易操作、设备简单、成本低,市场前景广阔,可进行大面积推广。

参考文献:

- [1] JTG/T 3310—2019,公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范耐久性设计规范[S].
- [2] 闫炳润,倪铁珊,杜晓,等.SHJS聚碳硅氧烷防水防腐防撞耐磨涂料优异性能机理探讨[J].城市道桥与防洪,2020(11):186–188.

(上接第300页)

参考文献:

- [1] 曹鹏,蔡中兵.混凝土帆布拉伸性能试验研究[J].低温建筑技术,2016(7):1–3.
- [2] 刘慧艳.混凝土帆布护坡设计与性能测试[J].水利技术监督,2021(2):18–21.
- [3] 陈燕,许明君,等.水泥毯特点与应用特性分析[J].安徽建筑,2020(7):184–186.
- [4] 王晶,陶耀华,等.混凝土帆布力学性能与应用研究进展[J].硅酸盐通报,2023(1):22–28.
- [5] 温张保.深基坑边坡水泥毯防护施工技术探讨[J].山西建筑,2020(8):59–60.
- [6] 白少博,王玮琳.混凝土帆布在沟渠施工中的应用[J].陕西水利,2022(8):164–166.
- [7] 何颢琨.水泥毯在滩田护坡中应用试验[J].盐科学与化工,2022(5):50–52.