

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2020.12.053

上海北横通道北虹立交钢桥面 RB-ECO 应用

董亚平

(上海公路桥梁(集团)有限公司, 上海市 200433)

摘 要: 2019 年 10 月,新建北横通道西段北虹全互通立交通车。北虹全互通立交 90%是钢桥面结构,首次采用了 RB-ECO 改性聚氨酯混凝土作为钢桥面沥青铺装下面层。该工程胜利完成,为第二届“进博会”提供了有力的交通出行保障。

关键词: 上海市;北横通道;立交;钢桥面;RB-ECO 材料;施工控制

中图分类号: U443.31 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2020)12-0199-03

0 引 言

上海北横通道新建工程作为上海市的头号工程,该工程西段北虹立交率先于 2019 年 10 月通车。北虹全互通式立交工程采用桥梁全预制装配技术,钢管桩免共振沉桩技术,克服了悬臂跨越中环安装、跨苏州河水上合拢等施工难点。90%桥面铺装全部是钢桥面达 39 000 m²,首次大规模采用薄层 RB-ECO 改性聚氨酯混凝土技术,顺利地完成了施工任务。

1 施工准备

1.1 设计要求

该项设计为改性聚氨酯防水粘结层(0.2 L/m²)+2 cm 改性聚氨酯混凝土+4 cm 高弹改性沥青 SMA 结构。钢桥表面进行抛丸喷砂处理清洁度达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级 GB/T 8923.1—2011》标准 Sa3 的要求,粗糙度的要求必须达到 Rz:50~150 μm。随后进行改性聚氨酯防水层施工,再进行 2 cm RB-ECO 改性聚氨酯混凝土、4 cm 高弹改性沥青 SMA-13 施工。因 RB-ECO 改性聚氨酯混凝土技术目前无相应规范对照执行,其中部分指标参照企业内部标准及检测方法,应符合表 1 至表 6 的要求。

表 1 改性聚氨酯防水层设计要求一览表

技术指标	技术要求	试验方法
吸水率 /%	≤0.3	GB/T 1034
不透水性,(0.3 MPa,24 h)	不透水	

收稿日期:2020-05-31
作者简介:董亚平(1970—),男,工程师,从事道路工程施工技术管理工作。

表 2 改性聚氨酯结合料技术要求一览表

物理性质	技术要求	试验方法
拉伸强度 (固化后,25℃下)/MPa	≥15	GB T1040,拉伸速率 =11.5 mm/min
断裂伸长率 (固化后,25℃)/%	≥30	同上
热固性(300℃)	不熔化	企业标准小试件 放在 300℃铁板上
吸水率 /%	≤0.3	GB/T 1034

表 3 粗集料要求性能指标一览表

指标(粗集料 4.75~9.5 mm)	指标要求	试验方法
表观相对密度 /(g·cm ⁻³)	≥2.4	T 0304
吸水率 /%	≤2.0	T 0304
含水率 /%	≤0.3	T 0305
坚固性 /%	≤12	T 0340
压碎值 /%	≤20	T 0316
针片状颗粒含量 /%	≤5	T 0312

表 4 细集料要求性能指标一览表

指标(细集料 0~4.75 mm)	指标要求	试验方法
表观相对密度 /(g·cm ⁻³)	≥2.4	T 0304
吸水率 /%	≤2.0	T 0304
含水率 /%	≤0.3	T 0305
坚固性(粒径大于 0.3 mm 的部分)/%	≤12	T 0340

表 5 RB-ECO 改性聚氨酯混凝土级配要求一览表
(企业标准)

筛孔 /mm	水洗法通过下列方孔筛 /mm 的质量百分率 /%						
	9.5	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率 范围	95~ 100	60~ 88	41~ 72	15~ 50	6~ 22	3~ 10	0~6

表 6 RB-ECO 改性聚氨酯混合料质量要求一览表

技术指标单位	指标要求	试验方法
抗压强度(150 mm×150 mm×150 mm 试件,25℃)/MPa	≥30	GB/T 50107
90℃车辙动稳定度/(次·mm ⁻¹)	>10 000	T 0719(企业标准)
冻融劈裂强度比/%	≥85	T 0729
渗水系数/(ml·min ⁻¹)	无渗水	T 0730
整体拉拔强度(钢板、防水粘结层与混合料整体,25℃)/MPa	≥5.0	

1.2 投入设备

根据现场工况的实际情况,短时间内防水层涂刷及 RB-ECO 施工几乎同步进行,后进行高质量的 RB-ECO 改性聚氨酯摊铺和 SMA 的施工。防水层采用人工涂刷。RB-ECO 改性聚氨酯摊铺采用专门摊铺设备、材料现场搅拌是专用搅拌设备,见图 1、图 2 所示。



图 1 专用摊铺机之实景



图 2 专用搅拌运输车之实景

2 抛丸打砂

2.1 抛丸

该项工作的抛丸作业采用:抛丸机行走速度要调节适当,以保证达到粗糙度和清洁度要求。采用一台 4800 型驾驶式抛丸机连续抛丸的方式,工艺参数:磨料的采用 S460 钢丸、100%比例添加,抛丸机的行走速度为 7 m/min,抛丸后洁净度要求达到 Sa2.5,粗糙度要求 100~120 μm,严禁损伤钢板。

2.2 清理

由于不能损伤钢板,又要达到粗糙度要求,个别弯道,泄水井区域采用人工打磨。全部完成厚度清理后,用大功率清扫车清扫,回收散落钢丸。

3 改性聚氨酯防水粘结层施工

(1)防水粘结层由专用的 A、B、C 底胶组成。各组严格按照生产厂家提供的比例进行混合。混合完毕,采用电动搅拌机搅拌均匀,搅拌时间 50~70 s。

(2)采用人工涂布方式将胶料刮涂在提前预设有好的施工范围内。涂刷顺序为:从高至低,依次进行,通过划定涂刷区域及控制用量,涂布均匀、无堆积、无流滴。涂刷用量为 0.1~0.3 L/m²,必须洒布满待摊铺区域。

(3)因要与 ECO 摊铺同步进行,合理控制涂刷防水粘结剂的提前量,控制提前量为摊铺前 50 m。过慢影响摊铺进度和质量,过快易造成粘结剂干燥、失效。防水粘结层已干区域必须重新补刷。

(4)操作人员穿戴防护衣、鞋套、毛巾、口罩等个人防护用品。施工过程中禁止烟火、保持清洁。

摊铺施工应达到表 7 的要求。

表 7 质量自检要求一览表

检测项目	频度	要求及允许偏差	试验方法
厚度	设施工段	100~200 μm	单位面积称重法
均匀性	随时	—	目测

4 RB-ECO 改性聚氨酯施工

4.1 施工准备

(1)专人检查各机械设备,如搅拌车、摊铺机等正常运行状况。检查完毕后,调试设备,确保机械能够正常工作。

(2)混合料生产配合比经通过验证,符合级配要求。

(3)确定施工组员划分,现场施工范围布置。

4.2 RB-ECO 改性聚氨酯混合料拌合

(1)采用专用车载式搅拌车进行现场常温拌合。在施工前,由专人检查搅拌车运营状态,对各组分结合料,以及集料的出料速度进行严格校核并做好记录。

(2)根据生产配合比验证,确定绞龙转速为 80~160 Hz,在生产过程中随时从搅拌车电脑显示器中核对各组分比例,且每天铺装的材料量经自动打印后进行复检。

(3)搅拌车配备两个料仓,每车搅拌量 15 t,每车上料时间为 30 min。

(4)该项施工采用两辆搅拌车轮流搅拌供料,每车二次即可达到该项每日施工搅拌量。

4.3 RB-ECO 改性聚氨酯混合料摊铺

在防水粘结层未胶化之前进行摊铺工作,主要摊铺过程如下:

(1)搅拌车和摊铺机在摊铺启摊位置就位,搅拌车出料口与摊铺机接料斗位置进行衔接,现场专人察看验证混合料适合性,如符合,则进行拌和出料。

(2)安装摊铺机铝制找平梁,对摊铺厚度进行设置,调节所需摊铺厚度 2 cm,挂上自动找平铝制梁,专设 4 人调节 4 个液压升降装置,控制底部振动整平板的高度,使振动整平板距离桥面的高度为铺装厚度,打开自动控制系统。在摊铺过程中,摊铺机会根据特定长度范围内行走,按基面平均高度自动调节摊铺厚度,以确保行车舒适性。

(3)搅拌车开始出料,摊铺机开始摊铺,由专设 4 人对铺装层边角及搭接处进行处理,保证密实,接缝平顺。

(4)摊铺方向为纵向面从低往高进行,摊铺机的振动整平板的振动频率控制在 24 000 r/min,摊铺速度设在 3 档,摊铺工作量为 0.5 m/min。

(5)摊铺后,立即在摊铺段进行专人平板推行,保证摊铺层表面主胶的均匀分布。

(6)先后施工交界面处理:尽量避免设置施工缝,如因故停工或第二天继续施工时,横断面需要整理处理成 45° 斜坡。人工修边时,用抹刀从上到下抹成斜坡。在抹的过程中,应有一定力度,把斜坡压结实。力度过小易造成混合料松散,影响强度,力度过大或发力方向不对,易影响整体平整度。后次施工须在前次施工交界面上涂刷防水粘结层,增强两个界面的粘结强度,方可在交界面上继续摊铺。

4.4 表面处理

(1)摊铺整形后即进行 ECO 的表面处理。表面处理工艺采用撒布石屑,使用 1~2 mm 粒径的石屑满铺撒布在整平后的 ECO 表面上,形成均匀分布,颗粒相互重叠。石屑能吸走 ECO 上多余胶,并能形成一定的粗糙度,保障路面获得良好的摩擦系数。

(2)采用小型机械及人工配合撒布,撒布量为 10 kg/m²,采用单位量纸检测撒布量的符合情况。

(3)在撒布过程中,禁止一切人员进入。对于机械未撒布均匀部位,采用人工补撒。

4.5 养生

(1)施工完成后,设立路锥、标线、警示牌等明

显标志,并安排专人在重点部位,防止无关人群进入施工区域。

(2)严禁任何人踩踏未凝固的 RB-ECO 改性聚氨酯混凝土上表面。做好施工区域清理工作,防止树叶等杂物落于未凝固的铺装层。

(3)养生后强度达到设计值 70% 以上方能准许人员、机械进入。

5 RB-ECO 改性聚氨酯混凝土原理

(1)采用改性聚氨酯专用防水粘结层,加入锌粉,通过本身“完全不渗水”和“阳极牺牲”两种方法对钢桥面板达到双重防腐效果。该粘结层会与混合料继续起化学反应形成网状结构,以提高整体抗拉抗剪强度,预防推移病害。

(2)结合料采用热固性材料,彻底避免车辙病害,降低高温条件下材料力学性能的衰减;其中加入硅烷偶联剂,有效降低混合料的离析可能,提高凝结材料和骨料的结合能力,以及稳定性。

(3)所选骨料采用密实级配,符合 fuller 密度曲线,结合胶结料的高含量和低收缩率固化等特性,成型的混合料孔隙率为零,这对于整个铺装层的防水起到非常好的效果。

6 RB-ECO 改性聚氨酯混凝土优势特点

RB-ECO 可以采用单层结构。此次北虹立交采用的是薄层铺装技术,具有如下特点。

6.1 成熟可靠、耐久性强

薄层铺装技术一般可用于预防性养护。在重载环境下,使用寿命基本在 1~2 a,之后容易出现剥落、脱离病害,形成“斑秃”现象。而 ECO 改性聚氨酯混凝土铺装,其使用寿命长、耐久性好,能够抵抗大型车辆重复荷载。

从材料本身来说,ECO 改性聚氨酯混凝土是一种悬浮密实结构,其集料最大粒径为 9.5 mm。按照最低厚度为集料最大粒径 2 倍原则,20 mm 的铺装厚度能够保证材料自身结构完整。其他薄层铺装技术很少采用悬浮密实结构,否则结合料占比会大大提高,抵抗高温能力会大大下降。

6.2 粘结性好,力学强度高

ECO 改性聚氨酯混凝土各项力学指标突出,其与混凝土基层或钢桥面的粘结强度大于 3 MPa (保证断面在基层混凝土或钢桥面)、抗折强度达到近 20 MPa、抗压强度达到近 50 MPa、均达到甚至超过 C50 超快硬钢纤维混凝土及沥青铺装,且弹性模量与混凝土材料相近,更有利于与下层形成整体,协同受力,提高桥面刚度,减少

(下转第 204 页)

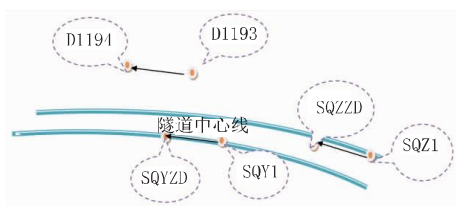


图 5 地面基准边、地下待定向边位置略图

表 2 陀螺定向方位角成果一览表

起点	终点	陀螺方位 /dms	坐标方位 /dms	坐标方位 角精度 /"
D11194	D11193	8.495 50	358.074 46	0.0
SQYZD	SQY1	15.283 81	4.462 76	2.2
SQZZD	SQZ1	17.290 85	6.465 80	2.6

为 2.9", 未超过陀螺全站仪标称精度 $\pm 5''$; 坐标方位角采用手工概略计算及隧道 GYROM 软件进行严密平差, 结果一致; 此次测量成果精度真实可靠, 符合相关规范要求。该定向测量成果用于指导隧道双向开挖, 左、右线隧道最终顺利贯通, 隧道贯通误差在允许范围之内。

3 结 语

采用改进优化的陀螺全站仪 + 激光铅锤仪联

合定向方法主要有以下三点经济、社会效益:

(1) 克服了周边环境带来的不利影响, 提高了地下控制点测量精度, 沈青区间左、右线均已顺利贯通, 且贯通误差较小, 满足《城市轨道交通工程测量规范》(GB/T 50308—2017) 中贯通限差的要求。

(2) 保障了工期节点目标的顺利完成, 未造成窝工现象。

(3) 使项目部取消了在青岛路站新开暗挖工作面的计划, 节省了一套高瓦斯隧道施工安检设备和通风设备投入、劳动力和机械设备投入, 节约大量资金投入。

(4) 该方法外业施测快捷, 测量设备投入少, 内业计算简单, 降低了测量人员的工作强度, 值得推广应用。

参考文献:

- [1] 张正禄, 等. 工程测量学[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2005.
- [2] GB/T 50308—2017, 城市轨道交通工程测量规范[S].
- [3] 韩兵. 关于联系测量在地铁工程中的应用[J]. 建材与装饰, 2020 (4): 268—269.
- [4] 王伟. 地铁建设中的竖井联系测量方法研究[J]. 水利水电施工, 2016(3): 82—84.
- [5] 闫星, 张明媚. 竖井平面联系测量方案探讨[J]. 山西焦煤科技, 2010, 34(10): 34—36.

(上接第 201 页)

病害。

6.3 高温稳定性能好

高温稳定性能好, 90℃ 高温下车辙稳定度可达 12 000 次/mm(企业标准)。这是因为 ECO 改性聚氨酯混凝土的结合料采用 100% 热固性高分子材料, 其弹性形变占比较高, 塑形形变非常小, 完全不会出现车辙或推移病害。

6.4 防水性能极佳

6 h 氯离子透过率小于 100C, 有效防止雨水侵蚀钢筋、渗透铰缝, 提高桥梁整体寿命。而且这种抗氯离子的效应非常持久, 对梁体的保护可以持续 10 a 以上。

6.5 耐磨性能好

ECO 改性聚氨酯混凝土摩擦系数能满足安全行车需要, 且耐磨性是普通混凝土的 12 倍以上。

6.6 机械化程度高, 便于施工

主要工艺, 计量、搅拌、整平、振动均采用大型机械避免人工误操, 不需要拌合站, 利于城市抢修项目或新建钢桥面面层施工。材料固化时间短(常温 2 h 达到设计强度的 70%) 且常温固化, 无须加热拌合。

根据 ECO 规定的材料指标要求, 选取 4.75—9.5 mm、2.36—4.75 mm、2.36 mm 以下三档集料粒径, 确定合理的集料配合比例、胶剂量即可。

7 结 语

北虹全互通立交已经施工完成, 并于 2019 年 10 月 25 日通行, 目前运行情况良好。通过该项目高精度大面积施工首次采用 RB-ECO, 为以后新建大面积钢桥面施工、取得了宝贵的施工经验。