

高架路面换铺 OGFC 应用研究

田北海

(上海浦兴路桥建设工程有限公司, 上海市 201210)

摘要: 为提高既有城市高架路面排水能力,以及雨天行车安全性与效率,通过配合比设计,并以实体工程项目为载体,研究将高架道路常规性沥青路面换铺成排水性能佳、行车噪声低、舒适性强的排水沥青路面。研究结果表明,采用 OGFC-13 所换铺高架路面的各项路面性能指标良好,达到了标准和设计要求。研究成果可为同类高架路面换铺施工提供参考与借鉴。

关键词: 排水;沥青路面;OGFC-13;高架;换铺

中图分类号: U414

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)07-0315-03

0 引言

随着海绵城市建设持续推进,具有渗水、透水、保水、蓄水等功能材料、技术等应用日趋深入与成熟。以市政工程领域为例,排水能力强^[1-2]、降噪性能优^[3-4]的排水沥青路面材料——OGFC,不仅越来越多地被应用于新建项目,而且逐渐被改建工程所采用^[5]。

本研究以上海市重大建设项目——济阳路快速化改建工程 1 标项目为载体,从 OGFC 配合比设计和工程试验应用两个方面出发,研究将既有城市高架道路路面换铺成 OGFC 后的应用效果。

1 工程概况

济阳路(卢浦大桥—闵行区界)快速化改建工程是上海市骨干道路网“一横三环+十字九射”快速路系统中的重要组成部分,与南北高架、延安路高架共同构成了上海市中心城区“十字”交通骨架(见图 1)。济阳路快速路主线采用高架+地面的敷设形式,高架标准段为双向 6 车道规模。1 标项目起点为卢浦大桥,终点为中环线,工程范围内线路全长 3.89 km。

济阳路(卢浦大桥—闵行区界)快速化改建工程 1 标项目高架道路路面计划将既有 SMA 换铺成 OGFC 的工程范围为北起杨思路,南至中环线匝道的东侧高架道路(见图 2 中红色方框部分),与中环



图 1 济阳路项目 1 标线路规划图

线既有排水沥青路面(2009 年铺筑)连接成一体,长度约 700 m。

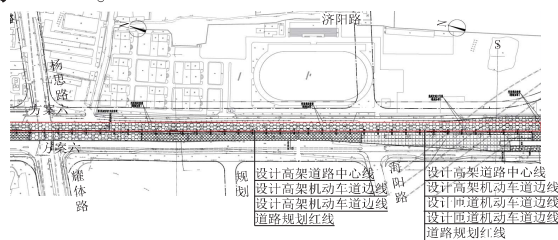


图 2 换铺 SMA 成 OGFC 的施工范围

换铺方案:将原有 4 cm 的 SMA-13 铺装层铣刨,撒布乳化沥青,再铺筑 4 cm 的 OGFC-13,详见图 3。

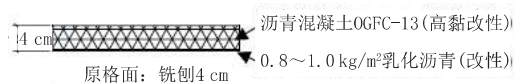


图 3 换铺方案

2 配合比设计

2.1 原材料

2.1.1 沥青

研究和应用所使用的沥青为 70 号 A 级道路石油沥青。为了提高 OGFC 材料的黏度、弹性和耐久性,掺入国产高黏度改性材料 RST,掺入量为沥青用量的

收稿日期: 2020-12-23

作者简介: 田北海(1987—),男,本科,工程师,长期从事施工技术管理工作。

8%~10%。改性后的沥青主要技术参数见表 1。

表 1 70# 沥青^⑥与 RST 改性沥青主要技术指标

序号	指 标	70# 沥青		RST 改性沥青
		标准	实测	实测
1	针入度(25℃,5 s,100 g)/0.1 mm	60~80	72.9	46.8
2	软化点(R&B)/℃	≥46	48.5	91.0
3	60℃动力黏度/(Pa·s)	—	—	213 500
4	5 cm/min,5℃延度/cm	—	—	39.6
	5 cm/min,10℃延度/cm	≥20	90.8	—
5	闪点/℃	≥260	310	297

注:“—”表示不做要求。

2.1.2 粗集料

采用材质坚硬、密度大的玄武岩粗集料,表面粗糙,清洁、干燥、无风化、无杂质,形状接近立方体,具体技术指标见表 2。

表 2 粗集料技术指标

序号	指 标	标准要求	实测值
1	压碎值/%	≤18	9.5
2	洛杉矶磨耗损失/%	≤28	15.6
3	表观相对密度	≥2.6	2.71
4	吸水率/%	≤2.0	0.85
5	针片状颗粒含量(混合料)/%	≤10	6.1
6	软石含量/%	≤3	—
7	石料磨光值 PSV	>42	56.3
8	粗集料与沥青的黏附性	≥5 级	5 级

2.1.3 细集料

选用与沥青黏附性好的石灰岩石屑作为细集料,为清洁、坚硬、干燥、无风化、无杂质的颗粒材料,具体技术指标见表 3。

表 3 细集料技术指标

序号	指 标	标准要求	实测值
1	表观相对密度/(t·m ⁻³)	≥2.6	2.68
2	坚固性>0.3 mm 部分/%	≤10	5.2
3	含泥量<0.075 mm 颗粒含量/%	≤1	0.7
3	砂当量/%	≥65	83.6
4	棱角性/S	≥30	41

2.1.4 填料

将磨细石灰岩石料得到的矿粉作为填料,干燥、清洁(回收的粉尘全部废弃),且能从石粉仓中自由流出,具体技术要求指标见表 4。

表 5 OGFC-13 矿料级配

集料尺/mm	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
级配上限/%	100.0	100.0	100.0	80.0	30.0	22.0	18.0	15.0	12.0	8.0	6.0
合成级配/%	100.0	100.0	94.9	57.1	18.1	13.9	11.0	8.4	6.8	5.9	5.3
目标级配/%	100.0	100.0	96.3	56.8	16.0	15.0	11.8	9.2	7.5	6.4	5.7
级配下限/%	100.0	100.0	90.0	60.0	12.0	10.0	6.0	4.0	3.0	3.0	2.0

表 4 填料技术指标

序号	指 标	标准要求	实测值
1	表观相对密度/(t·m ⁻³)	≥2.5	2.62
2	含水量/%	≤0.5	0.33
3	粒度范围	<0.6 mm/%	100
		<0.15 mm/%	90~100
		<0.075 mm/%	85~100
4	外观(团粒结块)	无	无

2.2 配合比设计

OGFC-13 的配合比设计按照目标配合比设计、生产配合比设计和生产配合比验证三个阶段执行,并确定矿料级配曲线(见图 4 和表 5)和混合料的最佳用量,最佳用量为 4.8%。

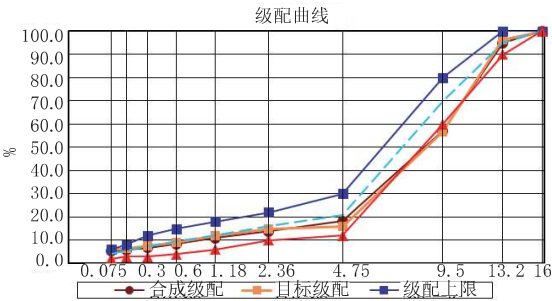


图 4 OGFC-13 矿料级配曲线

2.3 混合料性能试验结果

根据标准^[7]要求制备 101.6 mm×63.5 mm 和 300 mm×300 mm×50 mm 两种尺寸试件。经试验测试,各项技术指标的检测结果如下:

2.3.1 排水性指标——空隙率

根据表 5 所列举的配合比,拌制 OGFC-13 沥青混合料,采用马歇尔击实法正反两面各击打 50 次制备试件,并采用体积法进行空隙率测量。测试结果表明,OGFC-13 的空隙率在 20%~22%之间(详见表 6),说明该混合料具备良好的透水或排水能力。

表 6 OGFC-13 试件空隙率测量结果

试件编号	1	2	3	4	5	6
空隙率/%	20.1	20.6	21.7	21.4	21.1	20.9

2.3.2 耐水损坏指标——冻融劈裂强度比和马歇尔残留稳定度

据表 7 可知,OGFC-13 沥青混合料抵抗水损坏

的技术指标满足标准要求^[8],抗水损坏性能较突出。

表 7 OGFC-13 试件冻融劈裂强度比和马歇尔残留
稳定度检测结果

冻融劈裂强度比		马歇尔残留稳定度	
标准要求 /%	实测平均值 /%	标准要求 /%	实测平均值 /%
≥85	88.9	≥85	91.1

2.3.3 抗飞散破坏指标——肯塔堡飞散实验混合料损失

飞散实验是检验 OGFC 路面抵抗剪切破坏的关键指标,经浸水并进行实验。实验结果表明,经肯塔堡飞散实验后,OGFC-13 沥青混合料试件的质量损失率不超过 12%(见表 8),低于标准要求不超过 15%的规定^[8]。

表 8 OGFC-13 试件肯塔堡飞散实验混合料损失结果

试件编号	1	2	3	4	5	6
质量损失率 /%	9.7	9.1	10.9	11.8	11.5	11.2

2.3.4 高温稳定性指标——动稳定度

采用轮碾法制备试件并进行车辙测试试验的结果见表 9。由表 9 可知,OGFC-13 的高温强度或稳定性良好,6 个试件的动稳定度检测结果均超过标准要求不小于 4 000 次/mm 的规定^[8]。

表 9 OGFC-13 试件动稳定度检测结果

试件编号	1	2	3	4	5	6
动稳定度 / (次·mm ⁻¹)	4 237	4 566	4 890	5 037	5 144	4 786

3 试验段施工

3.1 OGFC-13 拌制

采用工厂热拌工艺拌制 OGFC-13,由于添加了改性添加材料 RST,为了确保其与沥青和集料拌和充分、均匀,在拌和常规热拌改性沥青混合料时间的基础上延长 5 s,单次拌和时间控制在 55s。材料添加和搅拌时间顺序如下:

- (1)将温度达到 175 ~ 190℃的粗集料、细集料与 RST 同时投入搅拌仓,搅拌 10s。
- (2)将加热至 15 ~ 165℃的 70# 沥青喷入搅拌仓,搅拌 35 s。
- (3)将填料投入搅拌仓,搅拌 10 s。
- (4)出料进入混合料存储仓。

3.2 OGFC-13 运输

拌制沥青混合料的工厂距离该工程的运输距离

约 25 km,运输时间不超过 1 h。出厂和到达运输现场均测量料温,达到现场 OGFC-13 沥青混合料的温度损失不超过 5℃,施工环境温度在 20 ~ 25℃之间。

3.3 铺装

该项目采用平衡梁法摊铺 OGFC-13,以 30 m 为一个碾压段落,采用 11 t 钢轮压路机和 13 t 双钢轮压路机的机械组合进行初压、复压和终压(铺装过程见图 5)。具体碾压方式、碾压遍数和碾压速度见表 10。



图 5 OGFC-13 铺装施工

表 10 OGFC-13 沥青混合料碾压参数

压路机 类型	初压		复压		终压	
	速度 / (km·h ⁻¹)	遍数	速度 / (km·h ⁻¹)	遍数	速度 / (km·h ⁻¹)	遍数
钢轮 压路机	3	静压 1 遍	3	静压 3 遍	3~4	静压 收光

3.4 铺装效果

完成 OGFC-13 铺装施工后,以 200 m 为一个断面进行路面检测(检测结果见表 11),各项指标均满足标准^[8]和设计要求,并根据项目总体进度和施工期间交通组织要求,开展了部分路段通车(参见图 6)。

表 11 OGFC-13 路面检测指标

检查项目	检查频度	质量要求	实测值
厚度	每段 10 点	4 cm ± 0.2 cm	4.0 cm
压实度	每段 10 点	不低于实验室标准密度的 98%	99.1%
渗水系数	每段 5 点	≥5 000 mL/min, 合格率不小于 90%	5 671 mL/min, 合格率为 93.4%
平整度	连续测定	1.5 m/km	0.64 m/km
纵断面高程	检测每个断面	± 10 mm	-4.6~6.7 mm
横坡度	检测每个断面	± 0.3%	-0.2%~0.1%

4 结 语

通过开展配合比设计,并以实际工程项目为试验载体。研究结果表明:采用由 RTS 改性剂改性的沥
(下转第 328 页)

计算方法进行了讨论,指出当围堰高宽比较大时,围堰内的土压力应为有限范围的主动土压力。

(2)不同工程应根据自身情况,特别是平面线型、工程地质、水文条件因地制宜地选择钢构件的种类和型式,钢围堰的断面和平面型式。

(3)施工过程中应严格控制施工对钢围堰的影响,避免对钢构件产生破坏,建议围堰顶不作为施工便道使用,基坑内部施工过程应加强对钢构件的保护。湖底明挖隧道钢围堰没有相应的监测标准,监测报警值可通过设计计算结果确定。

参考文献:

[1] 陈明星. 明挖法湖底隧道施工过程中围堰及基坑安全性分析[D]. 武汉:武汉理工大学, 2013.

[2] 徐汉平, 黄雪阳. 沉管隧道双排钢板桩围堰支护计算探讨[J]. 广东土木与建筑, 2019(2): 51-53.

[3] 余雯. 龙湖隧道工程双排钢板桩围堰结构研究[J]. 城市道桥与防洪, 2020(5): 213-215.

[4] 赵振平. 京杭运河围堰施工受力分析[J]. 公路, 2014(3): 115-117.

[5] 杨鲤铭, 康建旗. 浅海隧道基坑双排钢板桩围堰支护数值研究[J]. 港工技术, 2020(4): 101-106.

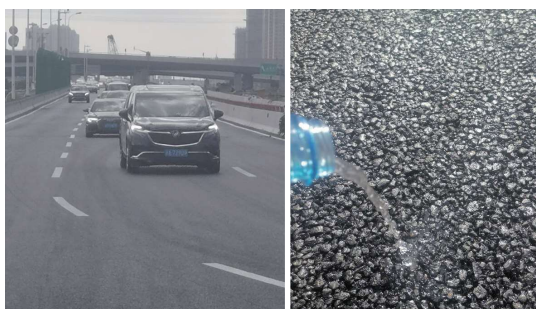
[6] 乔长庆. 软基上施工双排钢管桩筑土围堰技术研究[J]. 江西建材, 2017(11): 92, 96.

[7] 李芸, 袁海东. 双排钢管桩围堰施工设计——以太湖西山岛出入通道1号桥为例[J]. 工程施工技术, 2017(3): 151-154.

[8] 戴熙彪, 王礼兵, 彭琳琳. CO 锁扣钢管桩围堰在新建皖河大桥的应用[J]. 中国水运, 2015(8): 219-221.

[9] 郑雄伟. 双排钢板桩施工围堰方案比较[J]. 中国水运, 2014(7): 376-377.

(上接第 317 页)



(a)摊铺完成

(b)渗水效果

图6 通车与渗水效果

青与集料拌和制备的 OGFC-13 沥青混合料,可成功换铺高架道路常规性沥青路面。OGFC-13 沥青混合料不仅各项性能指标良好,而且路面指标也符合标准和设计要求。

本研究载体为高架道路路面换铺装项目,虽然规模不大,但具有代表性,且随着海绵城市建设的不断

推进,同类项目将越来越多。因此,本研究成果具有参考意义。

参考文献:

[1] 余芳, 韦明. 海绵城市 OGFC 排水型路面路用性能试验研究[J]. 西部交通科技, 2018(12): 14-17.

[2] 邢磊, 高煜. 城市道路沥青路面铺装用混合料特性分析[J]. 中国科技投资, 2019(12): 25, 58.

[3] 吴建涛, 马鑫源, 王浩安, 等. 环境与车辙影响下 OGFC 空隙率与吸声系数相关性[J]. 华东交通大学学报, 2019(4): 17-23.

[4] 王辉, 董欣雨, 邓乔, 等. 沥青混合料吸声性能[J]. 建筑材料学报, 2018(4): 634-638.

[5] 李伟. 公路沥青路面性能特点及发展历程研究[J]. 新疆交通运输科技, 2018(2): 140-142.

[6] JTG F40—2017, 公路沥青路面施工技术规范[S].

[7] JTG E20—2011, 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].

[8] JTG/T 3350-03—2020, 排水沥青路面设计与施工技术规范[S].