

预制拼装用改性树脂材料研究*

吴迪, 韩亚芳

(广东省建筑科学研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510500)

摘要: 针对目前道路修补养护时间长、污染大、成本高、耐老化性差等问题, 研制预制拼装用改性树脂材料, 通过试验分析了改性树脂材料的力学性能, 结果表明, 改性树脂胶结料的拉伸强度为 26.6 MPa, 高温水煮老化 7 d 后的粘结强度仍能达到 2.3 MPa, 且破坏形式为砼破坏; 养护 7 d 后的抗压、抗弯折性能均优于 C40 砼, 动稳定度优于改性沥青; 并通过实际工程应用, 说明了预制水泥砼与改性树脂材料的拼装施工技术。

关键词: 公路; 预制拼装; 改性树脂胶结料; 改性树脂混合料; 耐老化性能

中图分类号: U418.6

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2019)02-0077-03

因水泥砼路面具有刚度大、强度高、原材料易得等特点, 在中国城镇道路中得到广泛应用与发展。然而, 随着使用年限的增加、材料性能的老化, 加上施工技术与管理不善、养护不及时等, 越来越多的水泥砼路面出现破损、坑槽等病害, 需及时维修和养护。按照现在通用的现浇施工养护, 达到满足开放交通的弯拉强度一般需 7 d 左右, 需开发快速、耐久、环保的道路养护修补技术。预制拼装技术与其他养护维修技术相比, 具有开放交通快、养护时间较短、绿色环保、施工成本低、耐老化性好等优势。该文研究改性树脂材料与预制拼装修复技术, 用改性树脂混合料处理板缝和接头, 利用环氧材料固化速度快、粘结强度高、耐水煮、耐酸碱腐蚀等性能将预制块与原基层牢固粘结, 达到快速修复路面的目的。

1 试验方案

1.1 原材料

采用广东省建筑科学研究院集团股份有限公司生产的改性树脂修补材料 MRK-7, 其包括 A、B 双组分, 其物理性能见表 1。骨料为耐磨碎石料, 其性能见表 2。

1.2 试件制备

将 MRK-7 型改性环氧胶粘剂各组分按照固定配比调配, 搅拌均匀后备用。

(1) 拉伸试样的制备。将混合均匀的胶液倒入玻璃模框中, 在 (23±2) °C、98% 湿度下恒温养护, 到设定养护期后按照规范要求裁成标准试样。

表 1 改性树脂修补材料 MRK-7 的物理性能

| 项目 | 试验结果 |
|----------------|---------|
| 配比 | 1 : 0.5 |
| 固含量 / % | 97.4 |
| 粘度 / (MPa · s) | A 组分 |
| | 4 480 |
| | B 组分 |
| | 660 |
| | 混合 |
| | 1 680 |

注: 固含量为 A 组分固含量; 粘度测试温度为 (23±2) °C。

表 2 特制耐磨石料的技术指标

| 项目 | 技术要求 | 测试结果 |
|------------------------------|----------|----------|
| 密度 / (g · cm ⁻³) | ≥2.5 | 2.6 |
| 莫氏硬度 | ≥7 | 9 |
| 含水量 / % | ≤1.0 | 0.8 |
| 洛杉矶磨耗 / % | ≤12 | 8 |
| 磨光值 / BPN | ≥65 | 72 |
| 粒度 / mm | 0.6~4.75 | 0.6~4.75 |
| 压碎值 / % | ≤12 | 7 |

(2) 粘结试样的制备。用调好的胶液把 2 个半 8 字形水泥砼块粘在一起组成 8 字形试样, 在室温即 (23±2) °C 下养护 1 d, 粘结面尺寸为 22.5 mm × 22.2 mm。

(3) 路面破损快速修复材料的制备。将混合均匀的胶液与定量骨料按照最佳配比拌和均匀。

(4) 车辙试样的制备。将调好的胶液与骨料按照设计质量比搅拌均匀, 成型 300 mm × 300 mm × 50 mm 尺寸试样。

* 基金项目: 广东省交通运输厅科技计划项目 (科技 2015-02-009)

(5) 抗压、抗弯折试样的制备。将调好的胶液与骨料按照设计质量比搅拌均匀,分别按照规范制成 $150\text{ mm}\times 150\text{ mm}\times 150\text{ mm}$ 、 $550\text{ mm}\times 150\text{ mm}\times 150\text{ mm}$ 尺寸试样。

1.3 测试方法

(1) 拉伸强度测试。按照 ASTM D 638,采用电子万能试验机 GMT 4304 进行拉伸强度测试,试验速率为 50 mm/min 。

(2) 粘接强度测试。按照 GB/T 16777—2008,采用电子万能试验机 GMT 4304 进行测试,试验速率为 2.0 mm/min ,匀速拉到试样断裂,记录破坏载荷及断面位置。

(3) 湿热老化。将成型好的 8 字模试件养护 7 d 后放入微电脑恒温恒湿试验机 ZL—80S 中,在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、98%湿度下老化,到预定时间后取出,冷却至室温后测试粘度强度。

(4) 车辙试验。按照 JTG E20—2011,采用自动车辙试验仪 HYCA—5,在温度 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、压力 0.7 MPa 或温度 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、压力 0.9 MPa 的条件下进行车辙试验。

(5) 路面破损快速修复材料与水泥砼基面的粘结性能。采用电子万能试验机进行测试,试验速率为 2 mm/min 。

(6) 抗压强度。按照 JTG E30—2005,在电子万能试验机上进行测试,试验速率 0.3 MPa/s 。

(7) 抗折强度与模量。按照 JTG E30—2005,在电子万能试验机上进行测试,抗折强度试验速率为 0.05 MPa/s ,抗折模量试验速率为 0.15 kN/s 。

2 试验结果与分析

对预制拼装板的粘结及接缝处理需具有较强的粘结强度、抗压强度、抗弯拉强度,否则会影响砼板预制拼装的使用效果和寿命。合适的胶结料是预制拼装技术的关键,由于路面受雨水、日晒等环境因素的影响,耐老化性能及界面粘结性能是胶结料的关键性能。

2.1 改性树脂胶结料的力学性能

如表 3 所示,胶结料的拉伸强度随着养护时间的增加逐渐升高,在 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、2 d 条件下养护达到稳定,拉伸强度为 26.6 MPa 。

如表 4 所示,在高温水煮老化 7 d 后,胶结料的粘结强度仍能达到 2.3 MPa ,且破坏形式为砼破坏,说明其耐老化性能优于水泥砼。

表 3 改性树脂胶结料的拉伸强度

| 试验条件 | 拉伸强度/MPa | 试验条件 | 拉伸强度/MPa |
|------------------------------------|----------|------------------------------------|----------|
| $30\text{ }^{\circ}\text{C}$, 3 h | 1.9 | $23\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 d | 11.0 |
| $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 d | 24.6 | $23\text{ }^{\circ}\text{C}$, 2 d | 26.6 |

表 4 改性树脂胶结料水煮老化后的粘结强度

| 时间 | 粘结强度/MPa | 破坏形式 |
|-----|----------|------|
| 老化前 | 3.6 | 砼破坏 |
| 老化后 | 2.3 | 砼破坏 |

注:老化条件为 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 水中煮 7 d。

2.2 改性树脂混合料的胶石比例

在改性树脂 MRK—7 中,粗集料为骨架,较细的集料填充其中,树脂胶粘剂包裹在所有集料表面并填充其中空隙,混合料配合比直接影响其性能与成本。骨料选择花岗岩瓜米石与河砂,配比为 3:7。不同胶石比试件的马歇尔试验结果见表 5。

表 5 不同胶石比试件的马歇尔试验结果

| 胶石比 | 吸水率/% | 空隙率/% | 常规马歇尔稳定度/kN | 残留稳定度/% |
|-----|-------|-------|-------------|---------|
| 1:6 | 0.65 | 0.13 | 38.88 | 100 |
| 1:7 | 2.94 | 3.23 | 36.64 | 84 |
| 1:8 | 5.66 | 6.47 | 32.85 | 76 |
| 1:9 | 8.77 | 9.69 | 26.26 | 62 |

由表 5 可知:随着胶石比的降低,即用胶量的减小,马歇尔试件的吸水率和空隙率增大,常规马歇尔稳定度和残留稳定度减小。说明树脂混合料中的树脂胶粘剂不仅起到粘结集料、填充孔隙的作用,对混合料的强度也有很大贡献。在考虑成本的前提下,对用胶量应有所控制。综合考虑混合料的性能及经济成本,推荐采用 1:8 的胶石比。

2.3 改性树脂混合料的力学性能

将混合均匀的改性树脂胶液与混合好的骨料(花岗岩瓜米石:河砂=3:7)按胶石比 1:8 拌和均匀,得到改性树脂混合料。按照 JTG E30—2005 和 JTG E20—2011 制备抗压、抗折、车辙试样进行试验,测试改性树脂混合料的力学性能,试验结果见表 6、表 7。

由表 6 可知:改性树脂混合料 MRK—7 的抗压、抗弯折性能均优于 C40 砼,其抗折弹性模量约为水泥砼的 $1/6$,具有更高的弹性,更能抵抗车轮对

表 6 混合料的抗压、抗弯折强度 MPa

| 混合料类型 | 7 d 抗压强度 | 7 d 抗弯折强度 | 弹性模量 |
|-------|----------|-----------|--------|
| 水泥砼 | 41.0 | 5.0 | 31 500 |
| MRK-7 | 63.2 | 12.2 | 4 757 |

注:水泥砼为 C40,养护 28 d;抗压、抗弯折强度试样的养护温度为 30 ℃;弹性模量试样采用 23 ℃ 恒温养护。

表 7 改性树脂混合料的动稳定度

| 混合料类型 | 动稳定度/(次·mm ⁻¹) | |
|-------|----------------------------|-----------------|
| | 70 ℃,0.9 MPa | 70 ℃,0.9 MPa,浸水 |
| 改性沥青 | 4 169 | — |
| MRK-7 | 33 219 | 19 540 |

路面的冲击。MRK-7 具有强度高、弹性好、养护期短等优点,更适合于砼预制拼装板的粘结。

由表 7 可知:在 70 ℃、0.9 MPa 条件下,改性树脂混合料 MRK-7 的动稳定度优于改性沥青,达到 33 219 次/mm,说明其具有优良的高温稳定性。优良的高温稳定性可赋予修补材料良好的抗车辙能力,可满足南方湿热地区对道路材料的特殊要求。

3 工程应用

将预制水泥砼与改性树脂修补材料 MRK-7 应用于广深(广州—深圳)高速公路大观出口处的修补,步骤如下:

(1) 制备预制修补材料板。

(2) 对破损路面进行切割开槽,将铺装层整层清除至露出原砼基面,并清除开槽内杂物。

(3) 将开槽底部整平,用环氧树脂胶修补开槽底部的凹坑,再用干拌砂浆对开槽底部进行整平。

(4) 将预制修补材料板安装在整平后的开槽中。拼装时,将改性树脂胶水涂刷在板缝两侧面和传力杆槽的底和壁,以增强填料与两侧板体之间的粘结。然后将胶水与砂石料按一定配比混合填筑进槽内和缝内,插捣密实。养生 2~4 h 后即可开放交通(见图 1)。

4 结论

预制拼装修复技术将水泥砼强度增长阶段长期置于工厂的预制阶段,使水泥砼修复时间大大缩短,是一种有效的路面快速修复办法。改性树脂混合料用于基面找平、基层粘结与填缝处理,既可保证预制拼装满足力学强度要求,也满足应用的耐久性要求。



(a) 基面处理



(b) 吊装



(c) 胶水底涂



(d) 混合料压实

图 1 预制拼装修复技术的应用

试验证明,改性树脂胶结料的拉伸强度为 26.6 MPa,高温水煮老化 7 d 后的粘结强度仍能达到 2.3 MPa,且破坏形式为砼破坏,其耐老化性能优于水泥砼;改性树脂混合料 MRK-7 养护 7 d 后的抗压、抗折性能均优于 C40 砼,分别达 63.2、12.2 MPa,且其 70 ℃、0.9 MPa 条件下的动稳定度优于改性沥青,可达 33 219 次/mm。预制拼装快速修复技术是一项养护时间短、成本低、环境友好型技术,在市政道路修补、道路建设中有较大应用前景。

参考文献:

[1] 刘卫东,田波,侯子义,等.混凝土路面预制拼装快速修复关键技术研究[J].中外公路,2016,36(1).

[2] 吴德芬,彭鹏.预制拼装技术在水泥混凝土路面快速养护中的应用研究[J].公路交通科技:应用技术版,2011(2).

[3] 方小义.预制拼装在市政道路养护维修中的应用研究[J].建材与装饰,2016(3).

[4] 郑益,彭鹏.预制拼装在市政道路养护维修中的应用研究[J].公路交通科技:应用技术版,2013(3).

[5] 范小响,罗翥,傅智,等.水泥混凝土路面预制拼装快速修复技术研究[J].公路交通科技:应用技术版,2006(1).

[6] 栗威,张永军,黄凯希.复合型内养护材料对公路水泥砼性能影响研究[J].公路与汽运,2018(2).

[7] 孙杨勇,曹一翔,尹昌宇,等.快速修补材料研发及在水泥混凝土桥面修补中的应用[J].公路,2015(6).