

外加剂对冷再生沥青混合料性能影响分析

何明霞

(湘潭市交通建设质量安全监督管理处, 湖南 湘潭 411100)

摘要: 通过改变乳化剂类型和用量、水泥用量, 分析冷再生混合料的空隙率、劈裂强度、动稳定度的变化, 进而分析外加剂对冷再生混合料性能的影响程度。结果表明, 乳化剂类型会影响冷再生混合料的配伍性, 乳化沥青、水泥在冷再生混合料中的最佳掺量需通过试验确定, 合适的掺量才能使冷再生混合料的性能达到最优。

关键词: 公路; 沥青冷再生; 外加剂; 沥青混合料

中图分类号: U418.6

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2020)03-0094-03

中国现有高速公路中沥青路面占 80% 以上, 沥青路面的设计使用年限一般为 15~20 年, 中国从开始修建高速公路至今已有大量沥青路面翻修或将要翻修, 而且需要翻修的道路以每年接近 15% 的速度增长。除高速公路外, 其他等级公路也大量采用沥青路面。在一些发达国家, 沥青的再生利用率达到 70%, 而中国不足 30%, 在这方面还有相当大的发展空间。大量原有沥青材料如不加以利用, 不仅破坏环境, 还会造成巨大的资源浪费。沥青路面冷再生技术是解决这一问题的较好方法。

1 工程概况

日兰(日照—兰考)高速公路(G1511)日照段位于山东半岛东南侧、黄海之滨, 是沈海(沈阳—海口)高速公路的联络线, 全长 78.45 km。对原有路面进行钻芯取样, 发现半刚性基层有较多分枝状横向裂缝, 且反射到路面顶层; 纵向裂缝也较多, 主要分布在行车道轮迹带上, 个别地方伴有不均匀沉陷, 属于疲劳开裂和路基、基层强度不够。该路段在不同区域出现不同程度水毁, 雨后行车道路面出现泛浆现象, 层间连接性差, 剥离、松散现象较严重。

2 冷再生混合料原材料分析

从该路段选取典型病害路面进行铣刨, 对铣刨料(RAP)进行筛分试验和指标测定, 试验结果见表 1、表 2。

3 试验结果与分析

乳化剂是表面活性物质, 能降低各种构成相的界面活力, 影响乳化沥青的破乳速度, 将乳化沥青加

表 1 RAP 筛分结果

筛孔尺寸/mm	通过率/%		筛孔尺寸/mm	通过率/%	
	干筛	抽提筛分		干筛	抽提筛分
22.60	100.0	100.0	1.180	18.8	43.7
19.00	96.3	100.0	0.600	11.2	34.2
9.50	78.4	89.4	0.300	5.9	28.7
4.75	54.1	73.2	0.150	4.7	22.9
2.36	28.5	50.7	0.075	2.2	15.5

表 2 RAP 性能指标试验结果

试验项目	试验结果
含水率/%	0.1
沥青含量/%	4.6
砂当量/%	58
压碎值/%	16.2
回收沥青针入度/(0.1 mm)	31

入再生混合料中会影响混合料的性能。通过改变乳化剂类型和用量、水泥用量, 分析冷再生混合料空隙率、劈裂强度和动稳定度的变化, 分析不同外加剂对冷再生混合料性能的影响。混合料配合比根据 JTG F41—2008《公路沥青路面再生技术规范》和筛分试验结果确定。

3.1 不同乳化剂改性乳化沥青对冷再生混合料的影响

采用 A、B、C 3 种类型乳化剂, 通过对比试验分析乳化剂对冷再生混合料空隙率、劈裂强度、动稳定度的影响。

3.1.1 乳化剂类型对冷再生混合料空隙率的影响

将经 A、B、C 3 种乳化剂改性的乳化沥青加入

铣刨试样中,搅拌均匀后,采用 150 mm 直径试模旋转压实成型试件,压实次数为 70 次。采用排水法对试件进行空隙率试验,试验结果见表 3。

表 3 不同乳化剂对冷再生混合料空隙率的影响

乳化剂类型	混合料密度/ ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	混合料 空隙率/%
A	2.241	9.66
B	2.157	9.83
C	2.045	14.64

由表 3 可知:采用不同乳化剂改性的乳化沥青与铣刨料拌和成型后,其空隙率有所不同,其中采用 A、B 乳化剂试件的空隙率基本相同,采用 C 乳化剂试件的空隙率高于前二者。其原因是 C 乳化剂改性后乳化沥青与铣刨料的配伍性比 A、B 乳化剂改性后乳化沥青的差,C 乳化剂改性后乳化沥青早期破乳现象严重,导致混合料内摩阻力增大,在相同压实功作用下压实难度更大。

3.1.2 乳化剂类型对冷再生混合料劈裂强度的影响

将采用不同乳化剂改性的乳化沥青与铣刨料拌和,旋转压实成型试件,测定其劈裂强度,结果见表 4。

表 4 不同乳化剂对冷再生混合料劈裂强度的影响

乳化剂类型	干湿类型	平均高度/mm	空隙率/%	劈裂力值/kN	劈裂强度/MPa	干湿劈裂强度比/%
A	干劈	99.2	11.4	15.2	0.66	89.4
	湿劈	99.4	11.6	13.7	0.59	
B	干劈	99.0	11.7	16.5	0.71	85.9
	湿劈	98.8	10.5	13.4	0.61	
C	干劈	102.5	15.1	14.7	0.58	81.0
	湿劈	103.9	15.3	11.5	0.47	

由表 4 可知:采用 A、B 乳化剂试件的抗劈裂强度大于 C 乳化剂试件。乳化剂影响空隙率,C 试件的空隙率比 A、B 试件的大,导致其干湿劈裂强度降低。

3.1.3 乳化剂类型对冷再生混合料 60 ℃动稳定度的影响

对再生混合料进行常规车辙试验和浸水车辙试验,测试其动稳定度。将成型车辙板试件放置于 60 ℃烘箱中保温 48 h,取出在常温下放置 48 h 后进行常规车辙试验。浸水车辙试验在车辙板试件放入 60 ℃恒温水浴中保温 6 h 后进行。试验结果见表 5。

表 5 不同乳化剂对冷再生混合料 60 ℃动稳定度的影响

乳化剂类型	车辙深度/mm	60 ℃动稳定度/(次 $\cdot\text{mm}^{-1}$)	
		常规车辙试验	浸水车辙试验
A	2.43	7 854	6 783
B	2.51	7 123	6 241
C	4.35	4 164	3 573

由表 5 可知:A 试件每形成 1 mm 深度车辙,常规车辙试验需车轮运行 7 854 次、浸水车辙试验需车轮运行 6 783 次;B 试件每形成 1 mm 深度车辙,常规车辙试验需车轮运行 7 123 次、浸水车辙试验需车轮运行 6 241 次;C 试件每形成 1 mm 深度车辙,常规车辙试验需车轮运行 4 164 次、浸水车辙试验需车轮运行 3 573 次。A、B 乳化剂成型试件的 60 ℃动稳定度比 C 乳化剂成型试件的高,浸水试件的稳定度比常规试件的差。

3.2 乳化沥青用量对冷再生混合料性能的影响

乳化沥青是混合料的胶结物质,它使铣刨混合料中的骨料、沥青材料、沥青包裹骨料等粘结在一起,形成新的沥青混合料。通过改变乳化沥青用量测定冷再生混合料的空隙率、劈裂强度、动稳定度,分析乳化沥青用量对混合料耐久性、稳定性等性能的影响。乳化沥青用量分别为 2.5%、3.0%、3.5%、4.0%、5.0%、6.0%。试验结果见表 6。

表 6 不同乳化沥青用量下冷再生混合料性能试验结果

乳化沥青含量/%	平均空隙率/%	劈裂强度/MPa	常规车辙试验动稳定度/(次 $\cdot\text{mm}^{-1}$)
2.5	11.5	3.8	5 793
3.0	10.2	4.5	6 432
3.5	10.4	5.8	5 764
4.0	9.9	6.5	4 672
5.0	9.8	6.7	3 243
6.0	9.7	6.2	1 965

由表 6 可知:1) 不同乳化沥青用量对冷再生混合料空隙率有一定影响。乳化沥青用量为 2.5%时,空隙率为 11.5%,大于其他用量下空隙率;乳化沥青用量超过 3.0%时,随着其掺量的增加,空隙率变化不明显。2) 乳化沥青掺量从 2.5%增加到 5.0%时,混合料的劈裂强度增加;乳化沥青掺量为 6.0%时,劈裂强度开始下降。乳化沥青用量会影响混合料的劈裂强度。3) 乳化沥青掺量由 2.5%增加到 3.0%时,混合料的平均动稳定度增加;乳化沥青掺量由 3.0%

增加到6.0%时,混合料的平均动稳定度降低。动稳定度随乳化沥青用量的增加呈抛物线变化。

3.3 水泥用量对冷再生混合料性能的影响

水泥在冷再生混合料中的作用包括水泥本身的物理—化学反应、水泥与沥青和集料的相互作用。通过测定不同水泥用量下冷再生混合料的空隙率、劈裂强度、动稳定度,分析水泥用量对冷再生混合料性能的影响。在铣刨料中分别加入1%、2%、3%、4%、5%的水泥,拌和制成试件,测定其平均空隙率、劈裂强、平均动稳定度,结果见表7。

表7 不同水泥用量下冷再生混合料性能试验结果

水泥用量/%	平均空隙率/%	劈裂强度/MPa	平均动稳定度/(次·mm ⁻¹)
1	11.4	2.75	565
2	10.5	3.56	3 267
3	10.1	5.87	5 753
4	10.3	6.52	6 478
5	9.6	7.58	7 843

由表7可知:水泥掺量由1%增到5%,冷再生混合料的平均空隙率降低,劈裂强度和平均动稳定度上升。水泥掺量由1%增加到2%时,混合料的平均空隙率由11.4%降到10.5%;水泥掺量从2%增加到5%,混合料平均空隙率变化幅度减小,并慢慢趋于稳定。随着水泥掺量的增加,混合料的劈裂强度、动稳定度都得到提高。其原因,一方面是由于空隙率下降,密实度提高,使混合料的强度增加;另一方面,由于水泥的水化作用,混合料的强度大幅提高,这是混合料强度不断增加的主要因素。

4 结论

(1) 不同乳化剂会影响冷再生混合料的配伍

性,进而影响其工作性能。在相同制作条件下,采用不同乳化剂配制的冷再生混合料的空隙率有所不同,会影响混合料的耐久性、劈裂强度、车辙性能、水稳定性等。

(2) 乳化沥青用量对冷再生混合料空隙率、劈裂强度、动稳定度都会产生影响。乳化沥青含量增加,冷再生混合料的最大理论密度减小,空隙率随乳化沥青含量增加到一定程度后保持在10%左右;随着乳化沥青含量的增加,劈裂强度在一定范围内先升高后下降,动稳定度先升高后下降但下降趋势更明显。

(3) 水泥掺量增加会使冷再生混合料的空隙率降低,劈裂强度、动稳定度提高,过多的水泥会使混合料的刚度大幅提高,影响混合料的粘弹性,使混合料容易出现早期开裂等不良反应。

(4) 外加剂对冷再生混合料性能有较大影响,使用时需通过试验确定其合理掺量,少量或过量都会对冷再生混合料性能产生不利影响。

参考文献:

- [1] 夏伟.沥青冷再生混合料性能研究及应用[D].北京:北京交通大学,2018.
- [2] 常战雷.冷再生沥青混合料性能及应用研究[D].北京:北京交通大学,2018.
- [3] 周志刚,孙宁,杨文灿,等.厂拌热再生SBS改性沥青优化设计方法研究[J].公路交通科技,2017,34(11).
- [4] JTG F41—2008,公路沥青路面再生技术规范[S].
- [5] 刘大维,李艳春.以再生沥青混凝土路面材料和预制混凝土废料为骨料的混凝土环境性能和力学分析[J].中外公路,2015,35(2).
- [6] 田隽.沥青铣刨料冷再生混合料性能与路面结构适应性研究[D].济南:山东大学,2017.

收稿日期:2019-09-10

(上接第85页)

发生,增加结构的安全性和耐久性,具有较强的力学性能表现,应用前景较广阔。

参考文献:

- [1] 汪振双,谭晓倩.钢纤维再生粗集料混凝土的力学性能和抗冻性研究[J].硅酸盐通报,2016,35(4).
- [2] 王德辉,史才军,吴林妹.超高性能混凝土在中国的研究和应用[J].硅酸盐通报,2016,35(1).
- [3] 高丹盈,张明,朱海堂.钢筋钢纤维高强混凝土梁疲劳

试验研究及刚度计算[J].建筑结构学报,2013,34(8).

- [4] 鞠彦忠,王德弘,康孟新.不同钢纤维掺量活性粉末混凝土力学性能的试验研究[J].应用基础与工程科学学报,2013,21(2).
- [5] 李燕飞,杨健辉,丁鹏,等.混杂纤维混凝土力学性能研究[J].玻璃钢/复合材料,2013(2).
- [6] 高丹盈,李哈,杨帆.聚丙烯—钢纤维增强高强混凝土高温性能[J].复合材料学报,2013,30(1).

收稿日期:2019-06-24