

薄表层沥青混合料路用性能研究

刘向杰¹, 李文凯²

(1.河南交通职业技术学院, 河南 郑州 450000; 2.河南交院工程技术有限公司)

摘要: 随着交通事业快速发展,对高等级公路的服务质量要求越来越高,沥青混凝土路面病害由传统的高温车辙、低温开裂、水损害等病害类型向耐久破坏形式转换。该文在确保薄表层沥青混合料使用耐久性能前提下,改善沥青路面的高温抗车辙、低温抗开裂、水损害等技术指标。通过级配类型和外加剂掺量的不同对 AC-10C、AC-13C、UTL-10、UTL-13 共 4 种细粒式薄表层沥青混合料性能展开研究,结果表明:相比 AC 型沥青混合料,UTL 型沥青混合料具有较好的高温稳定性,但其抗低温开裂性能较 AC 型沥青混合料差;公称粒径较小的混合料,水稳定性更好;当外加剂掺量为 0.4% 时,UTL-13 沥青混合料的水稳定性最佳。

关键词: 薄表层沥青混合料; 配合比设计; 外加剂; 路用性能

沥青混凝土路面上面层作为路面结构层的顶层,长期裸露在外面,会受到雨水、空气和光照的作用,同时也是传递和承受车辆荷载的结构层,因此,沥青混凝土常见的裂缝、车辙、麻面、水损害等病害会首先出现在路面上面层。薄表层沥青混凝土路面的摊铺厚度往往会比正常施工时的上面层薄 1~2 cm,上面层厚度的减小,会导致后期施工时碾压不密实,结构层内部空隙较大,在雨水和车辆荷载的共同作用下,路面水损害病害严重;由于上面层结构层厚度减小,薄表层沥青混凝土温度敏感性变大,在昼夜温差较大时会在上面层内部产生较大拉应力,加剧路面裂缝的形成;此外,薄表层沥青混凝土路面更容易发生剪切变形,所以对薄表层沥青混凝土路面的施工更需严格技术要求。该文

通过不同级配类型、不同外加剂掺量的研究来评价 AC-10C、AC-13C、UTL-10、UTL-13 共 4 种沥青混合料的路用性能。

1 沥青混合料级配设计

1.1 集料性能

粗集料选择玄武岩碎石,粒径大小为 10~15、5~10、3~5 mm;细集料为 0~3 mm 石灰岩碎石;填料为石灰岩磨细矿粉,原材料各项指标满足相关规范的要求。采用的高分散裂解橡胶沥青由 90# 基质沥青和橡胶粉为原料,胶粉内掺量 20%,同时添加 0.4% 的裂解剂制作而成,其主要技术指标见表 1。

表 1 高分子裂解橡胶沥青主要技术指标试验结果

25 °C 针入度/ (0.1 mm)	软化点/ °C	5 °C 延度/ cm	旋转黏度/(Pa·s)		弹性恢复/ %
			135 °C	180 °C	
64	62.8	10.2	3.35	1.18	73.1

- [10] 罗阳明,张俊云,周德培.水泥掺量对植被护坡土强度及肥效影响的研究[J].路基工程,2009(2).
- [11] 燕平,汪展翅,易卫锋,等.新型生态防护技术处理软岩边坡适用性研究[J].中外公路,2018(6).
- [12] 李映,陈金宏,左双英,等.木质素含量对客土喷播层抗剪强度影响的试验研究[J].土工基础,2014(2).

- [13] 张俊云,周德培,武小菲.厚层基材喷射植被护坡的水分常数分析[J].水土保持通报,2005(2).
- [14] 万黎明,余宏明,孔莹,等.复绿基质客土的水分蒸发试验研究[J].工程地质学报,2017(4).
- [15] 石鑫,孙海龙,李绍才.秸秆纤维网覆盖下纤维用量对土壤蒸发的影响[J].中国水土保持 SWCC,2012(2).

收稿日期:2018-09-10

作者简介:刘向杰,男,博士,副教授.E-mail:38088190@qq.com

1.2 外加剂性能

选用废渣类外加剂,外加剂的掺入能够改善沥青混合料的力学性能和耐久性。外加剂为黑色、柱状颗粒,由高分子化合物通过改性合成,能够室温储存,其主要技术指标见表 2。

1.3 沥青混合料配合比设计

依照 JTG F40—2004《公路沥青路面施工技术规

范》相关技术要求,AC—10C、AC—13C、UTL—10、UTL—13 共 4 种混合料推荐级配范围和设计级配见表 3。

表 2 外加剂主要技术指标

外观	粒径/mm	密度/(g·cm ⁻³)	熔点/℃
黑色柱状颗粒	≤6	0.92~0.97	140~160

表 3 AC—10C、AC—13C、UTL—10、UTL—13 沥青混合料设计级配

混合料类型	级配	通过下列筛孔(mm)的质量百分率/%									
		16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC—10C	上限		100	100	75.0	58.0	44.0	32.0	23.0	16.0	8.0
	下限		100	90.0	45.0	30.0	20.0	13.0	9.0	6.0	4.0
	设计级配		100	94.5	60.3	43.2	30.9	21.7	14.9	10.3	5.4
AC—13C	上限		100	85.0	68.0	50.0	38.0	28.0	20.0	15.0	8.0
	下限		90.0	68.0	38.0	24.0	15.0	10.0	7.0	5.0	4.0
	设计级配		95.6	75.8	51.4	36.4	25.1	17.9	13.2	9.7	6.2
UTL—10	上限	100	94.0	68.0	35.0	27.0	21.0	16.0	13.0	10.0	8.0
	下限	100	88.0	50.0	25.0	18.0	14.0	10.0	7.0	6.0	4.0
	设计级配	100	90.7	58.4	28.6	22.1	16.8	12.7	9.7	7.8	6.2
UTL—13	上限	100	92.0	68.0	35.0	27.0	21.0	16.0	13.0	10.0	8.0
	下限	100	83.0	50.0	25.0	18.0	14.0	10.0	7.0	6.0	4.0
	设计级配	100	86.5	59.6	29.3	21.4	17.2	12.7	9.8	7.6	5.4

对 AC—10C、AC—13C、UTL—10 和 UTL—13 沥青混合料进行设计,4 种沥青混合料最佳油石比和

马歇尔检测结果见表 4。

表 4 最佳油石比和马歇尔试验结果

混合料类型	最佳油石比/%	毛体积相对密度	空隙率 VV/%	矿料间隙率 VMA/%	沥青饱和度 VFA/%	马歇尔稳定度 MS/kN	流值 FL/mm
AC—10C	5.2	2.453	5.1	15.8	76.6	10.21	3.4
AC—13C	4.9	2.465	5.3	16.2	68.5	12.78	3.7
UTL—10	6.2	2.433	4.4	16.8	74.2	7.89	3.6
UTL—13	6.0	2.447	4.5	17.3	75.6	8.43	3.3

2 沥青混合料路用性能研究

2.1 高温稳定性试验

该文沥青混合料配合比设计均选用裂解橡胶沥青,依据 JTG E20—2011《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》要求成型车辙板试件,并进行车辙试验,试验结果见表 5。

由表 5 可以得出:4 种沥青混合料动稳定度都符

表 5 不同类型沥青混合料车辙试验结果

混合料类型	油石比/%	45 min 变形量 d ₁ /mm	60 min 变形量 d ₂ /mm	动稳定度 DS/(次·mm ⁻¹)
AC—10C	5.2	2.67	2.87	3 150
AC—13C	4.9	2.54	2.71	3 706
UTL—10	6.2	2.61	2.79	3 500
UTL—13	6.0	2.26	2.39	4 846

合规范技术指标要求,高温稳定性较好。UTL 型沥青混合料比连续级配 AC 型沥青混合料动稳定度大,这是因为 UTL 型沥青混合料中集料的嵌挤更好,沥青混合料具有更好的抗剪切性能。当粗集料的公称最大粒径变小、混合料中沥青含量增大时,混合料中集料的骨架强度降低,引起混合料的动稳定度下降。

2.2 低温性能试验

对 4 种薄表层沥青混合料进行低温弯曲试验,评价沥青混合料的低温抗开裂性能,试验结果见表 6。

表 6 不同类型沥青混合料小梁低温弯曲试验结果

混合料类型	油石比/%	抗弯拉强度/MPa	最大弯拉破坏应变/ $\mu\epsilon$	弯曲劲度模量/MPa
AC-10C	5.2	9.85	3 738	2 635
AC-13C	4.9	9.43	3 147	2 997
UTL-10	6.2	11.21	2 846	3 939
UTL-13	6.0	11.31	2 684	4 214

由表 6 可以得出:4 种类型混合料最大破坏应变都不低于 2 500 $\mu\epsilon$,说明都具有较好的低温稳定性。连续级配 AC 型沥青混合料较 UTL 型沥青混合料表现出更好的低温抗开裂性能,这是因为 AC 型沥青混合料细集料较多,沥青胶浆的增多对小梁试件在低温环境下的弯曲破坏有较好的阻裂作用。当粗集料的公称最大粒径变小、混合料中沥青含量增大时,低温环境下混合料的黏韧性增强,沥青混合料的最大破坏弯拉应变变大。

2.3 水稳定性性能试验

通过对 4 种沥青混合料进行冻融劈裂试验、浸水马歇尔试验,评价沥青混合料水稳定性性能,试验结果见表 7。

由表 7 可以得出:随着公称最大粒径的增大,沥青混合料的水稳定性降低,这是因为在设计级配较好的情况下,公称最大粒径越小,沥青混合料更易密实,内部空隙就越小,水稳定性也相对增强。

表 7 不同类型沥青混合料水稳定性试验结果

混合料类型	冻融前劈裂强度/MPa	冻融后劈裂强度/MPa	冻融劈裂强度比 TSR/%	浸水 45 min 稳定度/kN	浸水 48 h 稳定度/kN	浸水残留稳定度 MS_0 /%
AC-10C	0.83	0.74	89.2	10.21	9.14	89.5
AC-13C	0.89	0.76	85.4	12.78	11.12	87.0
UTL-10	0.63	0.59	93.7	7.89	7.22	91.5
UTL-13	0.70	0.61	92.4	8.43	7.62	90.4

3 外加剂掺量对路用性能的影响

选用废渣类外加剂对 4 种沥青混合料的路用性能展开研究,外加剂掺量分别选用 0%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%。

3.1 高温性能试验

通过改变外加剂用量,对 UTL-13 型沥青混合料开展高温稳定性试验,试验结果见图 1。

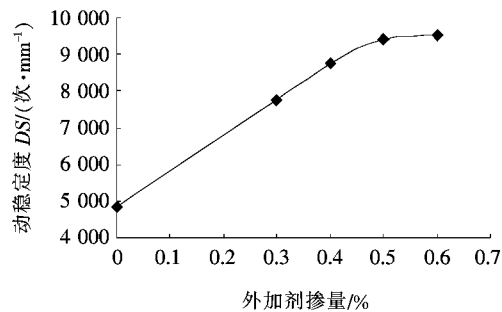


图 1 动稳定度随外加剂掺量变化规律

由图 1 可以得出:外加剂的掺入对混合料动稳定度有显著影响,当外加剂用量为 0.3%时,动稳定度增加了 2 916 次/mm;随着外加剂掺量的增加,沥青混合料初期动稳定度增加较快,当用量大于 0.4%时,动稳定度的增长幅度降低。

3.2 低温性能试验

在不同外加剂掺量下,对 UTL-13 型沥青混合料进行小梁低温弯曲试验,试验结果见图 2。

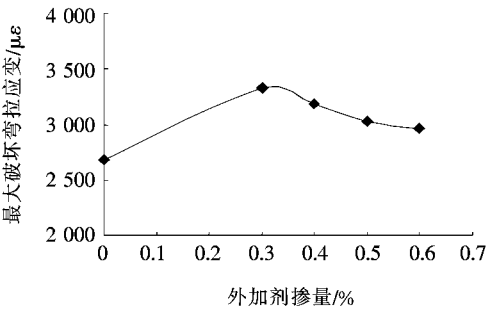


图 2 破坏应变随外加剂掺量变化规律

由图 2 可以得出:随着外加剂用量的增大,沥青混合料最大破坏应变先升高后降低,当用量为 0.3% 时,沥青混合料抗低温开裂性能最好。表明当外加剂用量不断增加时,在外加剂胶凝作用下,沥青混合料低温抗开裂性能先升高后降低;当外加剂用量过大时,沥青混合料将发生应力集中现象,导致抗低温开裂性能下降,因此,外加剂掺量不易大于 0.4%。

3.3 水稳定性能试验

对不同外加剂用量下 UTL-13 型沥青混合料进行冻融劈裂和浸水马歇尔试验,试验结果见图 3、4。

由图 3、4 可以得出:未添加外加剂的薄表层 UTL-13 型沥青混合料的水稳定性较好,这是因为高分散裂解橡胶沥青具有很好的黏结性能,能够很好地增强沥青混合料水稳定性能。外加剂的掺入对沥青混合料的水稳定性有一定的改善作用,当用量为 0.4% 时,沥青混合料的水稳定性能最佳。

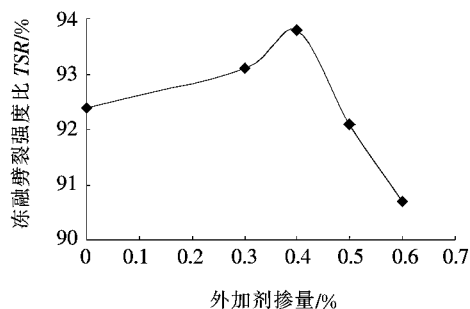


图 3 冻融劈裂强度比随外加剂掺量变化规律

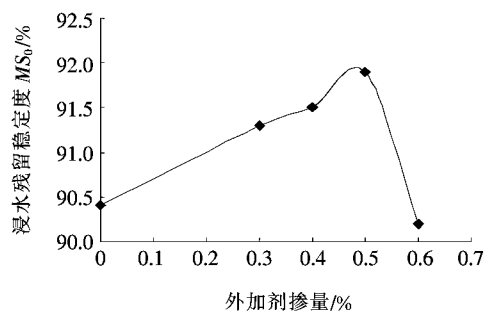


图 4 浸水残留稳定度随外加剂掺量变化规律

4 结论

通过级配类型、外加剂掺量对 AC-10C、AC-

13C、UTL-10、UTL-13 共 4 种细粒式薄表层沥青混合料路用性能的研究,得出以下结论:

(1) 4 种沥青混合料动稳定度都符合规范技术指标要求,高温稳定性较好,UTL 型沥青混合料较连续级配 AC 型沥青混合料动稳定度大,具有更好的高温稳定性。

(2) 4 种类型混合料最大破坏应变都不低于 2 500 $\mu\epsilon$,表明都具有较好的低温稳定性,UTL 型沥青混合料具有较好的高温稳定性能,但是其低温性能却低于 AC 型沥青混合料。

(3) 随着公称最大粒径的增大,沥青混合料的水稳定性降低,这是因为在设计级配较好的情况下,公称最大粒径越小,沥青混合料更易密实,内部空隙就越小,水稳定性也相对增强。

(4) 未掺外加剂的薄表层 UTL-13 型沥青混合料的水稳定性较好,外加剂的掺入对沥青混合料的水稳定性有一定的改善作用,当掺量为 0.4% 时,沥青混合料的水稳定性能最佳。

参考文献:

- [1] 武立超,韩道均,陈仕周.废胶粉改性沥青改性机理及其性能研究[J].公路工程与运输,2009(7).
- [2] 张小英,徐传杰,孔宪明.废橡胶粉改性沥青研究综述[J].石油沥青,2004(4).
- [3] 查旭东,聂臣,万兵.同步薄层罩面在沥青路面预防性养护中的应用[J].交通科学与工程,2015(1).
- [4] 李大鹏.超薄沥青混凝土面层性能研究[D].东南大学硕士学位论文,2007.
- [5] 张洪伟.橡胶颗粒除冰雪沥青路面的研究[D].长安大学硕士学位论文,2009.
- [6] JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S].
- [7] 刘朝晖,沙庆林.超薄层沥青混凝土 SAC-10 矿料级配比较试验研究[J].中国公路学报,2005(1).
- [8] 王安.玄武岩纤维 SMA-13 的路用性能研究与应用[D].长沙理工大学硕士学位论文,2013.
- [9] 张超.工业废渣在沥青路面中的应用技术研究[D].长安大学硕士学位论文,2014.
- [10] 张小康.泡沫温拌橡胶沥青混合料路用性能研究[D].大连海事大学硕士学位论文,2015.