

文章编号: 0451-0712(2006)05-0193-04

中图分类号: U418.68

文献标识码: B

高速公路山区长上坡路段车辙处理技术

梁平安¹, 单 岗², 陈 晖³, 吕伟杰³

(1. 浙江省公路局 杭州市 310009; 2. 浙江顺畅高等级公路养护有限公司 杭州市 310021;

3. 浙江杭金衢高速公路杭绍管理处 诸暨市 311800)

摘 要: 根据高速公路山区长上坡路段出现日益严重的车辙, 结合杭金衢高速公路养护实施工程, 首先对山区长上坡路段进行了理论上的研究和剖析, 并运用目前的养护新材料, 在该路段进行铣刨施工, 获得了车辙处理的有关经验。

关键词: 长上坡路段; 车辙

1 杭金衢高速公路山区长上坡路段路面概况

杭金衢高速公路一期工程于2002年12月通车, 设计时速为120 km/h, 沥青混凝土路面结构层依次为20 cm厚水泥稳定碎石底基层, 30~34 cm厚水泥稳定基层, 下面层7 cm厚AC-25I普通沥青混凝土, 中面层6 cm厚AC-20I普通沥青混凝土, 上面层4 cm厚AK-13A调整型改性沥青混凝土。

杭金衢高速公路有多处山区长上坡路段, 其路面结构与普通路面一致, 特别是新岭隧道口K46+080~K46+736(衢向)的上坡路段, 车辙发展最为严重。该路段的平均纵坡率为3.2%, 日交通流量约25 000辆, 地处新岭隧道进口, 重载车多, 速度慢, 渠化交通明显。通车至2005年8月, 该路段由于车辙原因, 已前后经过3次病害处理, 而且“年年修, 年年坏”。2005年8月, 此路段车辙病害又趋严重, 车辙最大深度为6 cm, 同时出现了松散、网裂、拥包、坑槽等病害。雨天可见明显积水, 严重影响了行车安全和运营质量。

由于高速公路建设时没有对类似路段的长上坡

路面结构进行专门的设计, 特别是经2003年夏季持续近1个月的高温, 路面车辙迅速出现。前3次车辙处理方案均与原设计一致, 养护后路面寿命均不到1年, 再次发生严重车辙。在没有成功经验参考的基础上, 杭金衢高速公路管理部门组织专业技术人员经过全面、仔细地研究, 大胆地采用新材料、新级配、新组合, 对此上坡路段的车辙处理进行了全新的探索和尝试。

2 对于山区长上坡路段车辙形成原因的认识

沥青混凝土路面的车辙是在行车载荷重复作用下, 路面产生累积永久性变形的结果, 沥青混凝土路面的车辙主要因以下3种情况形成:

(1) 沥青混合料的进一步压密和在荷载作用下产生剪切变形;

(2) 沥青混合料在高温作用下产生的流变变形;

(3) 沥青混凝土路面各结构层产生的累积变形。

因此, 沥青混凝土路面的车辙一般与沥青混合料类型、交通荷载、温度、路面结构类型和施工质量有关。

收稿日期: 2006-03-03

project. This experiment is based on the Dandong-Lasa Expressway (Jining-Laoyemiao Section in Inner Mongolia), the results indicate that the factors of spraying time, slope direction, slope, nature of face of slope, slope location, freezing water and the rate of spray base material, can influence the rate of living through the winter of the vegetation of road. So relevant measures are advanced to arrive at improving the effect of green sight of the road.

Key words: semi-arid area; thick layer base material spraying; vegetation; rate of living through the winter

对于山区长上坡高速公路沥青混凝土路面来说,在以上 3 种车辙产生原因中,由于通行车辆运行速度的降低带来的剪切变形是车辙形成的最主要原因,在高温条件下,车辙的发展会进一步加剧。

2.1 长上坡路段车辆荷载特点分析

在长上坡路段,车辆由于动力方面的原因,其运行模式一般包括冲坡、减速、再加速的过程。在这个过程中,车辆对沥青混凝土路面结构的荷载作用模式不断发生改变,沥青混凝土路面结构的受力状况也随之产生变化,特别是轮胎与路面表面摩擦产生的水平力随各个阶段不同而发生变化,使其受力情况变得更为复杂。图 1 为平坡路段与上坡路段路面结构表面受力对比图。

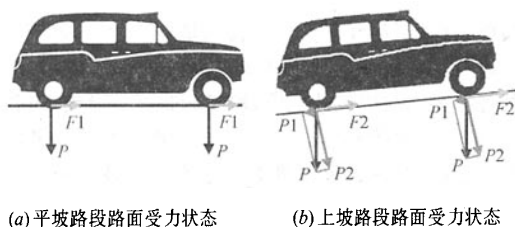


图 1

在平坡路段,路面表面分别承受行驶车辆的重力作用,并在路面表面形成水平推力,保证车辆前行,水平力 F_1 通过下式来计算:

$$F_1 = f \times P$$

式中: F_1 为水平推力; f 为摩擦系数; P 为轮胎传递的车辆重力。

在上坡路段,路面表面的受力状况与平坡路段不同,其中水平推力的计算通过下式进行:

$$F_2 = P_1 + f \times P_2$$

式中: F_2 为水平推力; f 为摩擦系数; P_1 和 P_2 分别为轮胎传递的车辆重力的分力。

F_2 要大于 F_1 , 因此,上坡路段的路面结构受力状况要比平坡路段恶劣一些。

以上力学分析说明,长上坡路段车辙的产生主要受行车方向轮后的压应力和横向的剪应力影响。

要获得较好的抗剪和抗压能力,要通过提高沥青混合料的稳定度和抗压弹性模量来实现。

而要提高沥青混合料的剪应力,根据库仑的内摩擦理论,在外力作用下,材料不发生剪切滑动需具备的条件是:

$$\tau \leq C + \sigma \tan \varphi$$

式中: τ 表示外荷载作用时,在某一面产生的剪应力; C 表示材料的粘聚力; σ 表示外荷载的正应力; φ 表示材料的内摩擦角。

在交通荷载正应力一定的情况下,提高沥青混合料的抗剪切滑动能力,主要通过提高混合料的粘聚力和內摩擦角获得。在沥青混合料中,內摩擦角主要由矿料之间的嵌挤力和內摩阻力组成,粘聚力主要为沥青与集料的粘聚力。因此改进和提高沥青混合料中沥青结合料的性质和集料的级配可以满足以上要求。

3 车辙路面各结构层变形情况

为了了解车辙路面各结构层的变形情况,我们在车辙最严重的行车道凸部、凹部和代表原始路面的硬路肩进行了取芯测量。取样测得各结构层厚度数据列于表 1。

表 1 取样测得各结构层厚度数据

位置	总厚度 cm	上面层		中面层		下面层	
		厚度 cm	变形率 %	厚度 cm	变形率 %	厚度 cm	变形率 %
硬路肩(原路面)	15.5	3.8	0	5.3	0	6.4	0
行车道凹部	14.0	3.5	-7.9	4.5	-15.1	6.0	-6.2
行车道凸部	16.4	4.0	+5.3	5.8	+9.4	6.6	+3.1

从表 1 中的数据可以看出,中面层变形幅度最大,上面层次之,下面层最小。

4 路面维修结构方案设计

要防止山区长上坡路段沥青混凝土路面产生车辙,就要针对不利的交通荷载运行特点和沥青混凝土路面结构的受力特点,从原材料选择、沥青混合料配合比设计、路面结构组合设计以及施工质量控制入手,提高沥青混合料抗车辙能力。

根据材料不发生剪切滑动需具备的条件,为了提高材料的粘聚力 C ,我们采用高粘度 TLA 复合改性沥青和聚酯纤维;为了提高混合料的內摩擦角 φ ,采用现行《公路沥青路面施工技术规范》JTJ F40—2004 中要求的粗粒式密级配 ATB-25 沥青碎石结构。

为了选取高粘度 TLA 复合改性沥青,我们设计了 3 个配制方案,3 个方案配制的复合沥青试验结果如表 2。

表2

序号	配制比例	试验结果		
		延伸度 (10℃)/mm	软化点 (5℃)	针入度 (25℃)/mm
1	TLA:SBS=40:60	89.6	79.8	1.19
2	TLA:SBS=30:70	116.3	78.3	2.94
3	TLA:SBS=25:75	264.6	77.6	3.67

从以上数据看,方案2技术上可行,经济上合理,因此选用TLA:SBS—I—D=30:70的复合改性沥青。

为了充分提高上、中、下面层沥青的粘聚力,本方案决定均采用TLA复合改性沥青,并在各结构层中掺加聚酯纤维,增强纤维在各结构层中起桥接作用。路面结构形式如表3。

表3 车辙路段养护维修结构形式

结构层	级配类型	沥青类型	掺加纤维
上面层	AK-13A 调整型	TLA 复合改性沥青	加
中面层	ATB-25	TLA 复合改性沥青	加
下面层	ATB-25	TLA 复合改性沥青	加

5 方案实施

配制复合改性沥青时,先将SBS改性沥青加温到155℃左右,再将事先敲碎的TLA湖沥青按配制比例投放到沥青罐中,进行融化。由于天然湖沥青中有36%的灰分,可以充当部分矿粉,但在融化过程中会产生部分灰分沉淀,因此需要不停地搅拌,直至施工结束。

5.1 配合比设计

5.1.1 ATB-25 生产配合比

经配合比设计,最佳沥青用量为4.3%,油石比4.5%(不加纤维),掺加聚酯纤维后的油石比应增加

0.2个百分点,各档矿料比例为:16~31.5 mm 石料:9.5~16 mm 石料:4.75~9.5 mm 石料:0~4.75 mm 石料:矿粉:消石灰:纤维=47:10:14:26:2.5:0.5:0.2。经试验,混合料各项检测指标如表4。

表4

油石比/%	密度 g/cm ³	空隙率 %	饱和度 %	稳定度 kN	流值 0.1 mm
4.7(加纤维)	2.426	4.3	69.5	19.29	36.7

5.1.2 AK-13A 调整型配合比

在原有的配合比基础上,将油石比(4.4%)换算成TLA复合改性沥青的油石比(5.1%),掺加纤维后,油石比提高为5.3%。各档矿料比例为:16~31.5 mm 石料:9.5~16 mm 石料:4.75~9.5 mm 石料:0~4.75 mm 石料:矿粉:消石灰:纤维=34:28:34:34:3.5:0.5:0.2,经试验各项指标如表5。

表5

油石比/%	密度 g/cm ³	空隙率 %	饱和度 %	稳定度 kN	流值 0.1 mm
5.3(加纤维)	2.426	5.3	68.6	18.0	53.2

5.2 混合料检测

拌和的沥青混合料出厂温度为180~185℃,混合料的马歇尔试验结果如表6。

表6

混合料种类	油石比 %	密度 g/cm ³	空隙率 %	饱和度 %	稳定度 kN	流值 0.1 mm
ATB-25	4.2	2.405	5.5	61.9	17.72	25.1
AK-13A	4.8	2.447	5.3	65.9	18.45	25.0

ATB-25 抽提后筛分结果列于表7。

5.3 现场检测

表7 ATB-25 抽提后筛分结果

试样编号	通过下列筛孔(mm)百分率/%												
	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1	100	97.8	77.2	60.7	54.4	46.1	30.8	22.4	14.9	10.8	8.6	7.0	5.0
2	100	97.5	75.1	62.4	54.3	47.7	30.5	22.8	15.1	10.0	8.3	6.8	5.8
平均	100	97.7	76.2	61.6	54.4	46.9	30.7	22.6	15.0	10.4	8.5	6.9	5.4
级配设计范围	100	100~90	80~60	68~48	62~42	52~32	40~20	32~15	25~10	18~8	14~5	10~3	6~2

AK-13A 调整型抽提后筛分结果列于表8。

经现场取样,车辙试验结果列于表9。

由于3层沥青结构均采用TLA复合改性沥青混合料,并掺加了0.2%的纤维,故需要加强碾压,碾

压工序如下:钢轮压路机静压1遍→钢轮压路机振动碾压4遍→轮胎压路机压5遍→钢轮压路机光面碾压1遍,消除轮迹。

该路段所取芯样压实密度值列于表10。

表 8 AK-13A 调整型抽提后筛分结果

试样编号	通过下列筛孔(mm)百分率/%									
	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
1	100	96.4	78.6	49.6	30.1	20.7	15.9	12.3	9.6	7.4
2	100	93.3	76.5	50.1	30.4	21.8	16.0	12.5	9.8	7.5
平均	100	94.9	77.6	49.9	30.3	21.3	16.0	12.4	9.7	7.5
级配设计范围	100	100~90	80~66	56~44	40~28	25~15	19~10	15~7	12~7	8~4

表 9 车辙试验结果

混合料种类	动稳定度/(次/mm)	备注
ATB-25	6 154	TLA 复合改性沥青+纤维
AK-13A 调整型	7 559	TLA 复合改性沥青+纤维

路面渗水试验结果较好,所测点渗水系数平均值为 82.4(ml/min),具体数值如表 11。

摆式仪测定路面抗滑值为 52 BPN,构造深度 0.6 mm。

表 10 压实密度取样数据

混合料种类	层位	标准密度 g/cm ³	芯样密度 g/cm ³	压实度 %
AK-13A 调整型	上面层	2.447	2.441	99.8
			2.435	99.5
			2.440	99.7
ATB-25	中下面层	2.405	2.518	104.6
			2.500	104.0
			2.507	104.2

表 11 渗水试验检测数据

测点桩号	渗水情况读数						渗水系数/(ml/min)	平均
	30 s 末	1 min 末	1.5 min 末	2 min 末	2.5 min 末	3 min 末		
K46+280	100	140	200	230	300	320	128	82.4
K46+370	100	170	200	220	250	270	108	
K46+500	50	100	140	190	240	280	112	
K46+550	40	50	65	75	80	90	36	
K46+580	70	70	70	70	70	70	28	

6 结语

高速公路沥青混凝土路面的车辙日益成为浙江省沥青混凝土路面的典型病害之一,也是当前高速公路的一种普遍病害,尤其是山区长上坡路段的沥青混凝土路面。山区长上坡路段的路面车辙是目前高速公路养护亟待解决的技术难点,已成为社会关注的焦点之一。我们在解决杭金衢高速公路长上坡路段车辙病害治理方面所做的一些探索,旨在寻找一种解决问题的方法,推动高速公路养护技术的发展。该路段于 2005 年 8 月初施工完成,只经过了 1 个月的高温天气,还没有经过一个完整夏季高温,虽然

目前检测的横向不平整数据均在 0.2 cm 以下,暂无车辙现象。但要判定此次车辙处理技术是否成功,还有待于 2006 年高温天气的进一步验证。

参考文献:

[1] 交通部科学研究院,浙江省交通工程建设集团合编. 浙江省山区高速公路长上坡路段抗车辙沥青路面应用技术研究技术建议书[Z]. 2006.
[2] 沈金安. 特立尼达湖改性沥青的性能[J]. 国外公路, 2000,(6).