

文章编号:0451-0712(2006)07-0315-03

中图分类号:U416.223

文献标识码:B

半刚性基层裂缝分析及防治措施

刘子忠¹, 曹志强²

(1. 山西省交通建设工程监理总公司 太原市 030012; 2. 广东渝湛高速公路有限公司 湛江市 524005)

摘 要: 目前,高速公路路面结构中使用半刚性基层较多,但也普遍存在各类裂缝问题。就渝湛高速公路粤境段半刚性基层施工实践,对半刚性基层产生裂缝的原因及处治方法进行综合分析。

关键词: 路面工程; 半刚性基层; 收缩裂缝; 处治措施

随着我国高速公路建设事业的飞速发展,路面设计的结构和形式也呈多样化。半刚性基层由于其有承载能力强且施工工艺容易控制等优点,在高速公路的路面结构中占据极大比例。但是半刚性材料固有的收缩特性致使其容易出现各类裂缝,甚至会反射到沥青混凝土面层。在路面使用过程中,雨水易通过裂缝侵入路面结构,在动水压力的作用下,会导致沥青混凝土结构的破坏,从而大大缩短沥青混凝土路面的使用寿命。本文根据渝湛高速公路粤境段的路面施工情况,对半刚性基层产生裂缝的原因及处治方法进行综合分析。

1 裂缝产生的原因及分析

新铺的半刚性基层随着混合料中水分的散失而产生了干缩和干缩应力,其收缩的程度和半刚性材料本身强度、组成级配、水分散失的快慢、环境的温差等都有一定的关系。

(1)昼夜温差大,产生收缩裂缝。

由于温度的变化,白天温度较高,夜间温度下降,基层产生收缩,使半刚性基层处于受拉状态。水泥稳定粒料线膨胀系数在 $(1.0 \sim 1.5) \times 10^{-5}$ 之间,当半刚性基层混合料抗拉强度小于收缩应力时,必将产生永久变形,形成横向收缩裂缝。横向贯通裂缝就属于此类型,这种裂缝的特点是:全幅贯通、层间上下贯穿,裂缝较为明显,宽度较大,一般均在 2 mm 以上。

(2)暴露时间长,产生温度疲劳裂缝。

由于基层施工完后,后续工序无法跟上,使基层

一直裸露在自然环境中,受阳光、风、雨的作用,尤其是喷洒透层沥青后,形成黑色面层,吸热能力明显增大。在自然环境因素影响下,带状的基层在温度应力的作用下,反复伸缩,发生温度疲劳破坏,产生温度疲劳裂缝。由于基层已产生温度收缩裂缝,故温度疲劳裂缝宽度较小,间距也较温度收缩裂缝稍密。根据渝湛高速公路粤境段现场调查结果证明:上基层 7 d 养护期揭薄膜时,横向裂缝较少,间距通常在 50 m 以上;随着龄期的增长、裸露时间的增加,裂缝明显增多。

(3)基层混合料拌和不均匀,产生不规则裂缝。

通过实地调查并分析裂缝的分布情况表明,由于施工过程中原材料质量的波动、粗细集料比例的变化等等原因,将影响混合料的均匀性。其主要影响因素有:①水泥含量,上基层试验配合比的水泥含量为 5%,施工配合比按水泥含量为 5.5% 控制,由于水泥罐的水泥输出波动,使瞬时或时段内水泥输出超量;②集料波动,集料波动包括质量波动和粗细集料比例的波动,如细集料含泥量偏高,粗集料偏少、细集料偏多、与级配曲线发生偏离等,使基层混合料铺筑后产生局部段落横向裂缝,其特点是缝多而密、不规则、不一定贯通。

(4)养生不当,产生干缩裂缝。

承包人根据设计要求或其他规定,比如采用乳化沥青透层养生,要求该透层渗入基层 5 mm 深度且不允许在表面形成油膜。但在实际施工中,由于乳液的破乳时间不一致及乳液中沥青含量不均匀等,将使得基层表面的乳液全部为乳化沥青所封盖。因

此,这种施工方法使乳化沥青透层起不到保湿养生的效果,使基层自养生初期起,一直处于较为干燥的状态环境中,加之承包人未能在 7 d 养生期满后尽早施工下封层,基层易干缩产生裂缝。经过对渝湛高速公路粤境段实地调查发现,乳化沥青透层养生效果不佳,不能象薄膜养生那样使基层处于温差较小、湿度相对稳定的环境中增长强度,乳化沥青透层养生基层的裂缝明显多于薄膜养生。

(5)施工工艺不当,产生微细裂缝。

这类裂缝产生的主要原因有:①为使基层表面观感好,在面层补撒过多细料而产生收缩裂缝;②由于拌和场混合料含水量的变化调整不当,摊铺碾压时混合料含水量控制不佳,碾压及收轮时含水量偏高易产生细微收缩裂纹;③拌和场送料设备异常,造成混合料不均匀,摊铺过程中产生的粗集料窝容易松散、细集料窝易开裂,通常这类裂缝不明显、不贯通,雨水浸湿后较易发现。

裂缝调查中发现的 5 种基本裂缝,均属于非荷载裂缝,可认为是温度变形裂缝和干缩变形裂缝,由于半刚性基层多数是用水泥作为结合料的稳定混合物,具有水泥混凝土的某些特性,在温度变化和水分散失等因素影响下,也会产生各种伸缩裂缝。

2 半刚性基层裂缝控制措施

为有效控制基层开裂,尽量减少裂缝的产生,应从原材料、集料配合比、施工工艺、养护及加紧后续工序施工等方面同时采取控制措施,才能取得好的效果。

(1)优化施工配合比,在满足设计强度要求的条件下,尽量采用较小的水泥用量。经过试验及施工验

证,上基层水泥含量尽量控制在 5%左右,极限用量不要超过 5.5%。为了既满足强度的要求,又保证钻芯取样完整,应加强细集料尤其是石屑的质量控制,优化粗细集料配合比,保证粗集料的用量。

在渝湛高速公路粤境段路面基层施工时,着重加强对采石场料源的质量控制:派驻现场监理控制开采现场的石料质量,采取联合检查形式对采石场覆盖层的清理情况进行重点检查;为保证集料规格,要求采用二级破碎,必须用圆锥破碎机加工,集料按 3 种规格生产,即粒径分别为 0~10 mm、10~20 mm、20~30 mm;同时加强对细集料的检测,要求细料的砂当量均在 80 以上。在集料质量有保证的情况下,接下来对配合比设计进行优化,基本原则是在保证设计强度的情况下合理地减少水泥用量,级配曲线应为一条平顺的圆滑曲线,同时级配曲线应尽可能靠近级配区域的下限。为保证配料的代表性,要求各种规格集料的单粒径级配有代表性,为此在保证取样代表性的情况下,对每种规格集料各进行 50 次筛分试验,然后取其平均值作为各档规格集料的级配曲线。根据水泥稳定碎石配合比试验结果,下基层合成曲线见表 1 和图 1,水泥设计用量为 4.5%。铺筑的试验路,经养护 7 d 后取芯检测时芯样完整,芯样强度为 4.8 MPa。当时正是 2004 年 11 月中旬,气温变化较大,到当月月底时,在 300 m 的试验路上发现 5 条横向裂缝,其中 3 条基本贯通。为此,在后期的下基层施工中,对配合比进行进一步优化:减少设计水泥用量,最终确定为 4.2%;在确保现场摊铺混合料不离析的情况下增加碎石用量,减少细料用量,配合比见表 2 和图 2。

表 1 下基层集料合成级配

矿料	配合比/%	通过下列筛孔(mm)的百分率/%							
		0.075	0.6	2.36	4.75	9.5	19	26.5	31.5
1 号	30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	4.3	25.4	29.9
2 号	20	0.0	0.0	0.1	1.1	3.2	19.7	20.0	20.0
3 号	28	1.6	9.0	14.6	19.7	27.9	28.0	28.0	28.0
4 号	22	0.1	4.7	13.8	21.5	22.0	22.0	22.0	22.0
合成		1.8	13.7	28.5	42.5	53.2	73.9	95.4	99.9
下限		0	8	18	29	45	67	90	100
上限		7	22	38	50	68	90	100	100

通过一系列措施,确保了基层的施工质量。根据对渝湛高速公路 K0+000~K35+500 路段检测汇

总资料的分析:下基层共抽取芯样 203 个、完整率 99%,上基层共抽取芯样 198 个、完整率 100%,说明

表 2 调整后的下基层集料合成级配

矿料	配合比/%	通过下列筛孔(mm)的百分率/%							
		0.075	0.6	2.36	4.75	9.5	19	26.5	31.5
1 号	30	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	4.3	25.4	29.9
2 号	26	0.1	0.1	0.1	1.5	4.1	25.6	26.0	26.0
3 号	25	1.5	8.0	12.7	18.6	24.9	25.0	25.0	25.0
4 号	19	0.1	4.0	12.5	18.5	19.0	19.0	19.0	19.0
合成		1.6	12.1	25.3	38.7	48.2	73.8	95.4	99.9
下限		0	8	18	29	45	67	90	100
上限		7	22	38	50	68	90	100	100

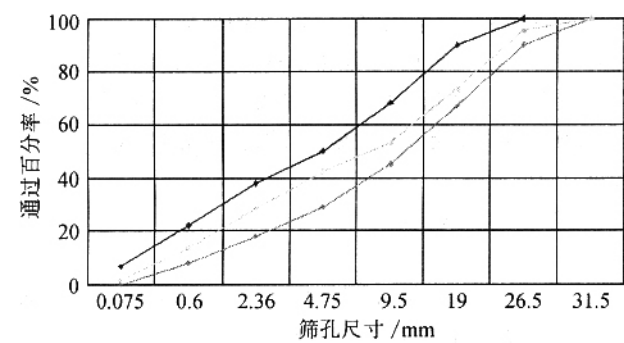


图 1 下基层矿料级配组成曲线

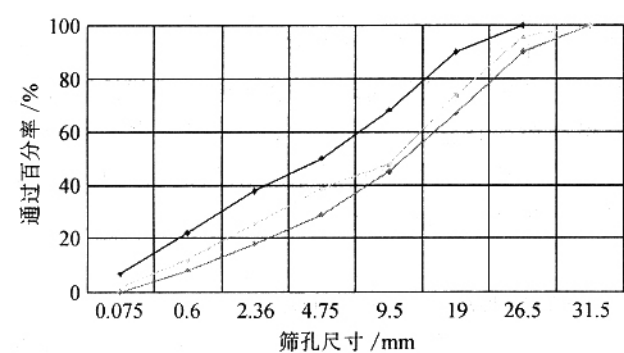


图 2 调整后下基层矿料级配组成曲线

基层整体性较好,质量稳定。同时,在对基层裂缝的专项检查中发现,贯穿性裂缝常发生在填挖交界处,并且这类裂缝的特点是缝较宽且均为横向贯通,说明这类裂缝是由于路基填挖交界处的技术处理措施不当或不彻底而引起的不均匀沉降,在以后的路基施工中要特别注意对填挖交界处的处理。其他路段裂缝间距均在 50 m 以上,在个别表面光滑、细料明显偏多路段的裂缝间距在 25 m 左右,这类裂缝宽度大都在 1 mm 以内,以干缩裂缝为主。只有在高桥收费广场处,由于基层暴露时间在 8 个月左右,加上施工车辆较多,裂缝比较多,以干缩裂缝和温度裂缝为主。

(2)加强对施工工艺的控制,严禁随意浇水、提浆,以减少干缩,掌握好碾压过程中含水量的变化,保证在最佳含水量的条件下碾压成型。

(3)重视基层的养护,禁止使用乳化沥青透层代替薄膜覆盖养生。薄膜养护时应及早覆盖,并做到薄膜覆盖严实,保证薄膜内湿度。水分损失过快时,注意补水。在渝湛高速公路粤境段的基层施工实践中,要求基层施工完 8 h 内完成透层沥青的喷洒,同时尽快覆盖薄膜,整体效果较好。

(4)加快后续工序的施工,封层施工应尽量在揭膜后及时完成,如采用稀浆封层效果更佳。

(5)对基层上车辆通行进行管制,禁止重车在基层上行驶。施工车辆行驶时限速,时速不超过 30 km/h,并避免在主车道上集中行驶。

3 裂缝的处理措施

(1)大多数干缩裂缝通常在龄期 40 d 左右时基本趋于稳定,可不作特殊处理。

(2)全幅贯通的温度收缩裂缝,对裂缝进行清理,清理后使裂缝口的宽度在 1~2 cm 之间,浇灌热沥青或乳化沥青,并加铺玻璃纤维格栅等阻裂材料。

(3)由于原材料、混合料波动变异产生的裂缝密集段,必须作返工处理。

4 结语

通过本文所述的控制方法,渝湛高速公路粤境段的半刚性基层裂缝得到了明显控制。到目前为止,龄期最长的基层施工完成已有 1 年多了,沥青混凝土面层已通车 4 个月,还没发现反射裂缝。因此,认为本项目采用的基层裂缝控制方法是成熟的。

参考文献:

[1] JTJ 034—2000,公路路面基层施工技术规范[S].