

水泥稳定碎石基层裂缝原因分析和防治

彭文涛

张家界路桥建设有限责任公司

摘要：水泥稳定碎石基层是一种半刚性结构，在我国公路工程项目建设中得到越来越广泛的应用。本文结合某市政道路水泥稳定碎石基层施工案例，从雨水侵害、混合料以及项目实地情况三个方面探讨了基层出现裂缝的缘由，而后根据项目现场实际情况就基层裂缝的预防和解决方案总结了相关经验。

关键词：半刚性；混合料；干缩裂缝

引言

水泥是半刚性基层主要的结合料，对半刚性基层性能起到关键决定作用。一方面由于具有较好的稳定性、耐久性、较高的强度，半刚性基层在公路建设中作为承重层被重点推广使用。另一方面受施工工艺、外界环境的影响，其韧性较差且容易变形，容易引发裂缝危害。因此要想保证半刚性基层的施工质量，首先要密切关注施工组织、质量控制和维护管理等环节，每当形成基层裂缝危害时，首先剖析原因，而后选用对应的处理方法。

一、裂缝原因分析

(一) 雨水侵害

我国南方地域属亚热带地带气候，降雨量充沛，这些地区的路面极易受到雨水的影响，由此渗透到基层，使其发生水害病害而产生裂缝。如下图1所示：

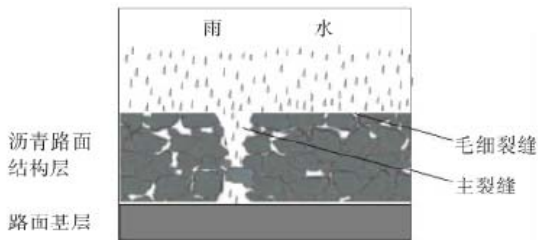


图1 雨水侵害通道示意图

(二) 水泥稳定碎石混合料

(1) 水分蒸发是干缩性裂缝形成的主要因素，施工过程中水泥稳定碎石混合料自身水分蒸发，料体体积缩小变形，干缩裂缝由此形成。与料体自身水分蒸发形成裂缝的原因相同，料体在养护洒水阶段时，过度的水分散失也会导致干缩性裂缝的产生；

(2) 温度变化是温缩裂缝形成的主要因素，当水泥稳定碎石混合料进入硬化初期阶段后，水泥水化释放出较多热量，混合料内部体积受内部温度提升的影响逐渐变大，温缩裂缝由此产生。

(三) 结合本项目分析

(1) 沉降观测是路基施工完成后判断可否进入下一阶段施工的必要工艺，沉降速率则是衡量沉降情况的依据。通常观测要持续两个月，且每个月的沉降速率不大于5mm时才继续施工。某市政道路建设片面追求省时降本，忽略了沉降观测的重要性，路基施工完成后未进行沉降观测，导致基层出现裂缝，影响了整个项目的施工质量。

(2) 配合比失控也是形成裂缝的细节原因之一，例如在施工局部时段，为提升料体强度，利用加大水泥剂量改善混合料含水量，导致混合料配比失控，难以形成稳固的骨架结构，裂缝产

生的概率变大。

二、裂缝的防治

(一) 沥青路面裂缝雨水侵害防治技术要求

(1) 基层产生裂缝，会使沥青路面形成反射裂缝。对沥青路面实行雨水侵害防治的目的是为了保护路基，预防路面结构整体裂缝病变。以下图2是雨水侵害防治技术所需要考虑的因素：

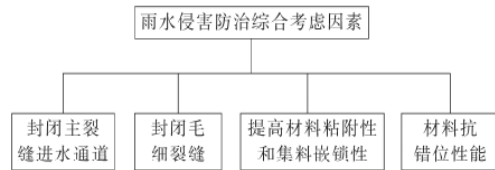


图2 雨水侵害防治技术综合考虑因素

(2) 沥青路面防治的基本原理是加强沥青混合料和各组成集料之间的结合度，确保这些物料之间的嵌锁作用，减少因雨水渗透对路面基层造成的侵害；

(二) 配合比设计所用成型方法对比

(1) 传统的水泥稳定碎石混合料配合比设计通常选择重型击实法，其优点在于可以形成较为稳固且密实的悬浮混合料结构，主要原理是参照材料受现场静力压路机的影响。振动成型法主要借助振动外力将料体中的粗细集料排列组合，粗集料在此过程中相互挤压生成密实的骨架结构，且与重型击实法相比抗变形能力更为显著；

(2) 粗细集料转动密实时需要的外力受水的影响会有所降低，进而导致当有振动外力存在时混合料最佳含水量会大幅下降。粗集料相互的挤压作用是影响混合料成型后强度的主要因素，振动成型试件并不需要较大的水泥剂量。

(三) 级配的选择

(1) 研究依据公路路面的设计标准要求可以得知，水泥稳定类集料基层各级粒径颗粒的密实型分配情况有悬浮密实型和骨架密实型两种，各级粒径颗粒的分配详情见下表：

表1 骨架密实型水泥稳定类集料各级粒径颗粒的分配

级配	通过如下七种规格筛孔 (mm) 的重量百分率/%						
	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
范围	100	68—86	38—58	22—32	16—28	8—15	0—3

表2 悬浮密实型水泥稳定类集料各级粒径颗粒的分配

级配	通过如下七种规格筛孔 (mm) 的重量百分率/%						
	31.5	19	9.5	4.75	2.36	0.6	0.075
范围	100	90—100	60—80	29—49	15—32	6—20	0—5

(2) 悬浮密实型结构容易出现裂缝的原因主要在于其内部粗集料较少，受细集料的挤压作用悬浮于细集料之间，故科学的级配对于水泥稳定碎石基层裂缝的减少至关重要。

(3) 骨架密实结构具有优良的抗裂性能，其主要来源于粗集料之间的互嵌作用。所以要想使得骨架嵌挤结构满足一定的抗裂性能需求，混合料的设计级配就要选定骨架密实型。

(四) 施工过程中的控制

水泥稳定碎石结构施工对施工工艺要求较高，且需要较好的

施工环境,任何微小的失误和偏差都会为早期裂缝的产生埋下隐患,因此科学的施工管理、严谨的工序管控对于减少水泥稳定碎石基层表面裂缝的产生具有十分重要的意义。

2.4.1 含水量的控制

(1) 水泥稳定碎石基层施工过程中含水量的管控难度较大,多变的室外施工环境加之料体本身就具有干缩特性,故要想保证料体性能满足设计要求,施工过程中应密切关注气候变化,及时调整混合料含水量。本项目在夏季施工,室外温度较高,水分容易蒸发,更应该提高对料体含水量管控重要性的认识;

(2) 通常情况下当混合料生产场地与施工现场距离过远时,为避免水分蒸发后不能及时补水而引起混合料性能难以你满足要求的现象,可在混合料拌和时预先提高混合料的含水量至最佳含水量的1.005~1.01倍;

(3) 运料车运输混合料的过程中,为降低运输过程中水分的散失,装料完成后要加盖土工布等至料体表面,保证混合料到场后的含水量仍可满足施工现场需求。

2.4.2 水泥剂量的控制

(1) 水泥剂量的用量大小与基层裂缝出现的概率成正比关系,本工程的水泥稳定碎石配合比设计就选用了较低水泥剂量的振动成型压实法;

(2) 为保证芯样取出时的整体性,施工单位多通过加大混合料水泥剂量的方式增大基层强度,但需注意的是一味的增大水泥剂量会增大基层开裂的可能性;

(3) 抗裂型水稳可以有效提升混合料的强度,主要原理是混合料中粗集料彼此碰撞挤压形成骨架。水泥用量的管控应满足设计标准要求且不可超过设计值的1.005倍。

2.4.3 级配的控制

(1) 科学的配合比设计级配是水泥稳定碎石满足抗裂性要求的强有力保证,各筛孔对各级粒径颗粒的分配值与生产配合比设计值之间允许存在误差,具体误差范围如下:0.075mm,±1%,≤4.75mm,±4%,>4.75mm,±6%;

(2) 建立稳固的骨架架构是水泥稳定碎石具备抗裂能力的强有力保证,对于4.75mm和0.075mm关键筛孔的通过率更应引起足够的重视。

2.4.4 离析的控制

混合料表面碾压施工后,离析现象常有发生,多以条状或块状的形态呈现在局部。降低铺面离析出现的方法主要有以下几点:

(1) 水泥稳定碎石混合料拌和完成后,通过增加运输车辆装料移动频率的方式,可有效降低粗、细集料离析现象的发生。

(2) 块状离析多由于摊铺机长时间等料形成,因此摊铺机施工作业时,首先要尽量控制运行速度及收斗拢料次数,上料、铺料有序推进,其次对于螺旋布料器的旋转速度也应尽量控制在匀速。

(3) 机械离析同样会对裂缝的产生带来一定影响,通常可加装反方向叶片在摊铺机变速箱处和螺旋挂杆处来解决,叶片的安装角度可结合离析出现的实际情况。

2.4.5 养护

(1) 水分是决定水泥化学反应后形成强度的重要组成元素,当水泥稳定基层碾压完成后,应及时加盖篷布至基层表面并进行洒水养护,减少水分的散失,从而尽量避免干缩性裂缝的出现。

(2) 为降低基层干缩、温缩等病害的出现,除做好水分养护外,还应减少高温施工状态的发生,尽量将水泥稳定碎石施工

安排在室外温度适宜时进行。

(五) 裂缝的处理

结合工程实际情况并参考往期经验,对于水泥稳定碎石中的基层裂缝选用进口聚酯玻纤布或自粘式SBS聚酯玻纤布进行处理。其材料要求见表3~表4。

表3 玻纤格栅材料技术要求

指标内容	指标要求	测试温度/°C
抗拉强度/ $\text{KN}\cdot\text{m}^{-1}$	≥ 50	20 ± 2
最大负荷延伸率/%	≤ 3	20 ± 2
网孔尺寸/ $\text{mm}\times\text{mm}$	20x20	20 ± 2
网孔形状	矩形	20 ± 2

表4 聚酯玻纤布技术指标

性质	数值	测试方法
抗拉强度,纵向/ $\text{KN}\cdot\text{m}^{-1}$	> 7	JTG E50-2006
抗拉强度,横向/ $\text{KN}\cdot\text{m}^{-1}$	> 7	JTG E50-2006
抗拉强度纵横比	0.80~1.20	
断裂延伸率,纵向/%	< 5	JTG E50-2006
断裂延伸率,横向/%	< 5	JTG E50-2006
梯形撕裂强度,纵横向/N	> 35	JTG E50-2006
CBR顶破强度/N	> 550	JTG E50-2006
熔点/°C	> 205	ASTMD276
沥青吸收量/ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	> 0.7	ASTMD6140
单位重量/ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$	> 125	JTG E50-2006
厚度(2kpa)/mm	< 1.2	JTG E50-2006

四、结论

综上所述,温度的高低、含水量的大小、水泥的用量、级配设计的选定等因素均与水泥稳定碎石基层裂缝的产生密切相关。水泥稳定碎石基层裂缝是一种常见的且无法避免的病害,但只要做好施工管理、后期养护等多个工序中的细节把控,就可尽量减少裂缝的发生,保证路面的高效使用。

参考文献

[1] 高速公路沥青路面材料、工艺与结构的一体化[J].李哲.交通世界.2019(Z1);

[2] 公路施工沥青路面施工技术原理[J].熊亮.建材与装饰.2018(15);

[3] 排水沥青路面在宁宿徐公路中的应用[J].魏广才,李明亮,李俊,曹东伟,张云霞.公路交通科技(应用技术版).2016(12);

[4] 浅谈高速公路沥青路面的质量控制[J].朴俊杰.中小企业管理与科技(下旬刊).2010(02);

[5] 杨志强,张玉玲.公路半刚性路面裂缝修复技术的应用[J].公路交通科技(应用技术版),2017,13(04);

[6] 高俊启,耿任山,盛余祥,安平,靳佩佩.基于BOTDA的机场道面半刚性基层裂缝扩展规律[J].交通运输工程学报,2017,17(01);

[7] 何延明.半刚性基层裂缝控制技术在新建县境内国道G105中的应用[J].华东公路,2017,(03);

[8] 赵晓栋.高速公路热沥青同步碎石封层施工技术[J/OL].交通世界,2017,(15);

[9] 刘文占.高速公路半刚性路面裂缝分析及养护技术[J].交通世界,2016,(Z1);