

公路水稳碎石基层裂缝治理技术分析

王爱军

(山东省郓城县交通运输局, 山东 菏泽 274700)

摘要: 水泥稳定碎石基层是一种高等级公路建设常用的基层结构, 具有结板速度快、强度高、抗渗、抗冻性能优异等特点。在工程施工实践过程中, 受到材料配比、施工工序等因素影响, 基层在板结过程中经常出现裂缝问题, 对公路工程建设质量产生不良影响。本文对水稳基层裂缝产生成因进行分析, 并有针对性地给出施工和养护阶段裂缝防治的几点建议。

关键词: 公路工程; 半刚性基层; 水稳碎石基层; 控制措施

中图分类号: U416.214 **文献标识码:** A

水泥稳定碎石基层在公路建设中的性能会受到多种因素的影响, 尤其是级配骨料质量和水泥配比。在路面结构层建设施工过程中, 受施工工序、温度变化和垫层沉降等因素影响, 基层经常会开裂, 影响结构层质量。为此, 本文将对水稳基层裂缝的产生成因进行分析, 并以此为基础, 提出防治开裂病害的几点措施。

1 裂缝原因分析

1.1 水泥稳定碎石混合料自身缺陷

在水泥碎石混合料铺设完成后, 会在材料表面出现较为强烈的水分蒸发现象, 导致材料内外体积变化速度不同步, 产生干缩裂缝; 在材料硬化初期, 由于水泥水化过程会产生大量的热, 但材料表面和内部散热速度不同步, 导致材料内外体积变化差异, 产生温缩裂缝^[1]。

1.2 施工工序控制问题

路基沉降也是造成水稳基层开裂的因素之一, 为避免路基的不均匀沉降影响公路建设质量, 在路基施工完成后, 必须对路基的沉降数据进行检测, 月沉降速率为5mm, 才能够继续进行填筑施工作业。某些公路建设项目为缩短工期, 忽视沉降观测环节, 路基施工完成后, 直接进行填筑作业, 导致基层裂缝病害频出。

1.3 配比失控问题

某些公路建设项目在建设过程中为提高施工速度, 通过增加水的掺配量的方式, 提高聚合物施工性能, 造成聚合料板结过程中没有足够的灰浆填充骨料空隙, 导致水稳基层强度不够, 后期出现大范围开裂问题。

2 裂缝产生机理

半刚性基层沥青路面, 材料特点特殊, 因此极易出现裂缝影响。对裂缝形成过程进行分析, 可以划分为收缩裂缝、应力裂缝、荷载外力裂缝。

2.1 收缩裂缝

水泥稳定基层完工1个月, 局部路段出现横向裂纹, 宽度为1~3m, 横向贯通、半贯通, 垂向深度为水泥稳定基层厚度 $\times 0.4$ 。收缩裂缝多为压实水泥稳定基层水蒸发、水泥水化作用影响, 导致水分持续减少, 会产生毛细管作用、吸附作用、凝胶体层间隙水作用、材料矿物晶体、分子间力作用, 从而导致水泥稳定基层压实体收缩, 产生收缩裂缝。

2.2 内应力裂缝

水稳碎石下面层铺筑3个月, 会产生反射裂缝。水泥稳定基层铺筑6个月, 基本形成裂缝。多数裂缝横向、垂向贯通水泥稳定基层、沥青碎石面层。水泥稳定基层可以形成独立受力板块。开裂地段裂缝间距控制在50~100mm; 严重开裂地段裂缝间距控制在6~30mm。在公路运营12个月后, 会产生裂缝增加与扩展问题, 裂缝数量在上一年基础上增加6%左右, 裂缝宽度比较大, 通常为5mm。局部地段增加10mm。通过上述分析可知, 水泥稳定基层竣工后, 历经12个月时间, 会形成内应力裂缝。水泥稳定基层内, 可以释放和消减90%以上内应力, 打破原有内应力体系, 同时形成新型受力体系^[2]。中期内应力裂缝产生原因如下: 水泥稳定碎石基层, 由于温度应变胀缩、材料干缩等, 极易产生拉应力, 当高于水泥稳定基层极限抗拉强度后, 将导致薄弱断面位置产生断裂影响。应力裂缝特点在于纵向裂缝少、横向裂缝多, 裂缝比较顺直, 无垂向错位。

2.3 基层纵缝

水稳基层出现的纵缝, 主要是由于路基施工过程中, 在碾压环节施工质量控制不严, 压实度未达到施工标准造成的。路基工程的碾压环节极其关键, 为了保证压实度, 通常采用分层碾压的方式, 并且底层厚度要达到15cm以上, 完全

成型并且压实度达到标准后,才能进入上一层的碾压。无论哪层,压实度不够都会造成纵缝的产生。一般情况下,纵缝初期表现为细微裂缝,在长期重载车辆的碾压下,就会发展为弧状裂缝,而且表面还会出现凹凸不平现象。

2.4 沉降裂缝

在路面施工时,出现局部不均匀沉降现象,故而引发裂缝问题。通常情况下,公路施工的压实是循序渐进、分层进行的,每一层的压实处理都要符合规范。然而在实际情况中,由于施工不到位或处理有误等问题,使路面的压实处理作业不符合要求。如果没有第一时间发现和处理,二次压实处理时,会由于外力施加,造成水稳基层上的反射裂缝。沉降裂缝是所有裂缝之中最为直接、影响最快的一类,尤其是在当前公路的车流量不断提升的情况下,如果沉降裂缝没有第一时间处理,往往会造成连带式的交通安全事故问题。

2.5 荷载外力裂缝

路面使用时间持续延长,相应增加横向裂缝数量,且缝隙宽度持续扩大。在横向裂缝位置,附生纵向裂缝,可以形成网裂片区,半刚性基层路面产生结构性破坏。在形成应力裂缝后,水泥稳定基层形成无限连续筒支板体系。当水泥稳定基层板块长度不同且相互独立时,受底基层支承,高支承强度部位极易形成相对支点。低强度部位会形成相对悬空。通过相对悬空系数,可以反映出悬空程度。悬空系数为0时,则可以完全接触,比较满足多层弹性体系理论。当悬空系数持续增加时,会减弱层间接触力,板块处于连续筒支梁受力体系中^[3]。悬空系数增加到1时,层间接触力消失,板底悬空。水泥稳定基层板块,位于连续筒支板受体体系中。相对悬空跨度、悬空系数大小,会受到支撑面弯沉值变异系数影响。当变异系数越大时,悬空程度就越大。如果路基出现应力裂缝,在路面渗水影响下,会逐渐降低裂缝位置路床强度,且裂缝两侧水泥稳定基层悬空,会形成相对悬臂板。

通过上述分析可知,当受到车辆荷载影响后,水泥稳定基层板块会断裂,从而产生结构性破坏,同时反射至面层部位。后期荷载外力裂缝特点如下:裂缝发展速度加快,会相应增加裂缝宽度,裂缝呈现出不规则结构。水泥稳定基层形成不同独立板块,受到车辆荷载影响后,会导致路面凹凸不平。半刚性基层沥青路面开裂影响因素较多,分析和研究基层沥青路面可知,开裂因

素涉及材料特性、路面结构设计、车辆荷载等。水泥稳定基层矿料级配、塑性指数、细粉料含量、路面结构、车辆荷载大小等,都会影响基层路面开裂。

3 裂缝控制措施

3.1 配合比及材料方面

《公路沥青路面设计规范》(JTGD 50—2017)规定水稳结构类型为骨架密实型,粒径不超过31.5mm,骨料级配范围应符合。骨架密实型结构最佳含水率较低、干缩应变小,可明显降低收缩系数和抗裂指数,适合高温高寒的环境特点^[4]。

(1)水泥。水泥的选择尤为重要,需保证水稳材料在高温、高寒环境中不受到冻融破坏。要选择抗冻性好、终凝时间 $\geq 6.5\text{h}$ 且强度等级在32.5级以上的硅酸盐水泥。水泥的用量不是越多越好,只要能满足水稳强度要求,就要尽量降低用量,以利于减少水稳收缩裂缝。水泥的标准稠度用水量不能太高、细度不能太细,否则会增加干缩裂缝的产生。应尽量少用早强水泥,其会导致温缩裂缝增多。水泥用量需按照设计要求,强度较低时,尽量采用调整混合料级配方法,即提高粗骨料含量。

(2)碎石。碎石采用连续级配能提高水稳的密实性。基层中0.075mm颗粒的含量控制在3%以内有利于抗收缩。在水稳基层中,细颗粒的百分比越高,孔隙率越高,受到水的作用,其收缩的变化越大。碎石最大粒径不宜超过26.5mm。

(3)早强外加剂。在低温环境中,水泥水化较慢,水稳的强度上升随之缓慢,可通过添加早强外加剂提高水稳的早期强度。早强剂的加入除了可以改善力学性能,还能改善水稳的收缩特性。因为早强剂的掺入增强了水稳的保水能力,孔隙结构也得到改善,小孔隙比例增加,大孔隙比例减少。孔隙减少则水分蒸发降低,失水量大大降低从而提高抗干缩性能;早强剂还能改善水泥与骨料黏结界面,因此水稳的微观结构也得到了改善。它提高了抗微裂缝产生的能力,材料收缩应变减小,相应的材料的抗裂性能得到提高。早强剂的掺量需通过试验确定。

3.2 养护方面

水稳碎石基层通常在碾压完成后立即使用土工布加塑料薄膜等不透水材料进行覆盖养护。如果施工现场风力较大,覆盖不到位会导致覆盖材料被吹开或刮走,水稳碎石基层的水分散失加快,局部养护不充分。通过补水再养护是不现实

的,因为覆盖材料不透水,水分不足造成水稳水化不充分,水稳强度无法提高,导致无法钻出芯样或者芯样不全,产生质量隐患。另外采用塑料薄膜养护还会造成白色污染,因其是不可重复利用的产品。土工布能有效防止水分挥发,但是需要用沙袋或土进行压面,养护完毕后还须清理沙袋或土,养护过程耗费大量人工,且效率不高。因此需要找到一种经济、高效、环保的养护方式。通过对工艺的探索找到了一种有效的方式,即及时洒布透层油^[5]。透层油渗透到水稳下面,覆盖了水稳表面,水分就无法挥发,保持了水分从而实现了养生的效果;其能封闭表面的缝隙,还可以在面层与基层之间发挥承上启下的黏结作用,改善整体受力。透层油还可以保护水稳材料不因日照高温而开裂,基层强度因内部温度得到保持而加快增长。透层油喷洒时机宜在基层碾压完成后表面稍干但还没有形成强度时进行,透层油采用PC-2型阳离子改性乳化沥青,洒布量为 $1.2\sim 1.5\text{L}/\text{m}^2$ 。如遇高温地区空气干燥,为了保证基层表面的湿润,碾压完成需先对表面进行补水。补水方式最好通过雾化,这样能使水分均匀并且不会因冲刷而破坏表面,补水完成马上洒布乳化沥青。

3.3 施工控制

施工环节的控制主要表现在施工质量的控制,在控制裂缝病害的过程中,完善的质量管理体系是高效的管理手段。首先,要对相关数据信息进行详细记录,促进各项工作衔接顺畅。其次,水稳碎石基层裂缝防治中,要充分把握各种影响因素,尤其是天气、温度等因素。最后,要针对不同的裂缝类型进行深入分析,提前进行模拟测试,结合实际情况进行调整,从而最大限度地避免裂缝的出现。另外,水稳基层施工前,需要对公路的基底进行清扫处理。在进行摊铺作业时,要保证底层得到充分的润湿,避免淤泥和积水,为后续作业奠定基础。检测混合料的含水量,如果大于最佳含水量则,需要及时修正和完善工艺方法。如果环境温度较高,水分散失较快,则需要加快施工速度。

3.4 伸缩缝设置

高温、高寒气候极易使水稳碎石基层出现裂缝,同时基层裂缝反射到沥青面层使沥青路面出现裂缝破坏,导致道路的整体性能降低。通常裂缝深度只是水稳基层的部分厚度,在热胀冷缩作用下,易受力不均,在集中应力作用下更容易

发生开裂,水稳裂缝容易往上反射破坏面层。在日照强烈、昼夜温差大的气候环境下,基层因热胀冷缩产生较大温度应力,这种温度应力反复作用直接导致基层产生疲劳开裂。为了改善这种情况,应结合气候环境探索一种有效的伸缩缝设置方法^[6]。

3.5 及时处理水稳碎石基层裂缝

强化现场巡视检查,及时修补较小的裂缝。当裂缝宽度小于 5mm 时,可以在裂缝中注入乳化沥青。如果裂缝宽度超过这一标准,那么就需要进行扩孔处理。如果在出现裂缝的基础上还出现了地面沉降,那么就需要使用铣刨技术来清理路面,在路基处重新注入水泥浆,强度达到标准之后,再进行混合搅拌,重新施工、碾压,使水稳碎石基层达到稳定要求。及时对水稳碎石基层裂缝进行处理,实现对工程质量的有效保障。

4 结束语

引起水稳基层裂缝的因素很多,需要进行全过程质量控制,结合气候状况,突出重点。要在施工过程中充分考虑各种影响因素,采取多种有效措施预防,从原材料、配合比设计、施工过程质量控制上严格把关,从而减少水稳基层裂缝的产生,保障工程的施工质量。

参考文献

- [1] 王剑.论265省道常州段工程水泥稳定碎石基层的施工及裂缝防治[J].绿色环保建材,2020(3):188-189.
- [2] 刘铁军.抗裂型水泥稳定碎石基层材料在公路中应用研究[J].合成材料老化与应用,2020,49(3):86-90.
- [3] 王云鹏,杨文平,张明堂.掺加胶粉的水泥稳定碎石无侧限抗压强度性能研究[J].安徽建筑,2020,27(10):164-165.
- [4] 戴安婵,肖智安,张琴光.低剂量骨架密实型抗裂水稳基层在高速公路中应用分析[J].公路交通科技(应用技术版),2020,16(11):97-99.
- [5] 张业兴,胡占红,吴禹,等.沥青面层和层间处治措施对再生水稳基层路面反射裂缝的影响分析[J].中外公路,2020,40(1):26-30.
- [6] 杨振海,蔡文龙,许欢,等.沥青路面半刚性基层裂缝非开挖注浆修补技术应用研究[J].湖南交通科技,2020,46(2):29-31,100.