

公路水泥稳定碎石基层裂缝防治施工要点探讨

郑贤程

玉溪市交通监理咨询有限公司 云南 玉溪 653100

【摘要】：公路水泥稳定碎石基层裂缝问题直接影响公路结构稳定性与使用寿命，科学的施工管控是破解这一难题的关键。明确裂缝防治的核心方向在于从施工全流程把控关键环节，通过优化材料选配、规范施工工艺、强化质量管控等施工要点的落实，可有效降低裂缝产生概率。阐述裂缝防治施工要点的核心价值，梳理施工各阶段影响裂缝产生的关键因素，提出针对性的施工控制措施，为提升公路水泥稳定碎石基层施工质量、延长公路服役周期提供可靠支撑。

【关键词】：公路工程；水泥稳定碎石基层；裂缝防治；施工要点

DOI:10.12417/2811-0528.26.06.093

公路水泥稳定碎石基层凭借其优良的承载性能和稳定性，成为公路建设中的核心结构层，其施工质量直接关系到公路整体通行质量与长期服役能力。裂缝是该基层结构中较为常见的病害，一旦出现裂缝，雨水易渗入基层内部，引发基层软化、强度下降等连锁问题，进而破坏公路整体结构，增加后期养护成本。裂缝防治需依托科学的施工要点管控，从根源上规避裂缝产生的诱因。立足基层施工的实际需求，聚焦裂缝防治的核心施工环节，深入剖析施工过程中影响裂缝产生的关键问题，探索切实可行的施工控制路径，为提升基层施工质量、保障公路工程长效运行提供有力保障。

1 公路水泥稳定碎石基层裂缝产生的核心诱因分析

1.1 材料选配不当对基层裂缝产生的影响

材料是构成水泥稳定碎石基层的基础，其选配质量直接决定基层的结构稳定性，不当的材料选配会为裂缝产生埋下先天隐患。水泥品种的选择与基层裂缝密切相关，若选用水化热过高的水泥，在凝结硬化过程中会释放大量热量，导致基层内部温度急剧升高，而表面温度散热较快，内外温差形成的温度应力会使基层表面产生裂缝。集料的级配合理性对基层密实度至关重要，级配不良的集料会导致混合料空隙率过大或过小，空隙率过大则基层承载力不足，易在荷载作用下产生裂缝；空隙率过小则混合料内部压力无法释放，易引发收缩裂缝。集料的杂质含量、含水率等指标也会影响混合料的和易性与强度形成，进而增加裂缝产生的可能性。

1.2 施工工艺不规范引发的裂缝问题

施工工艺的规范程度是控制基层裂缝的关键环节，各施工环节的不规范操作均可能直接诱发裂缝。混合料拌和环节若搅拌不均匀，会导致部分区域水泥剂量过高、部分区域集料分布不均，使得基层各部位强度差异较大，在后期使用过程中，强度较低部位易率先产生裂缝。摊铺作业中，若摊铺速度忽快忽

慢、摊铺厚度不均匀，会导致基层受力不均，同时摊铺过程中若出现离析现象，会使局部混合料级配失衡，影响基层整体稳定性^[1]。碾压环节的压实度控制不当是引发裂缝的重要因素，压实不足会导致基层密实度不够，后期易出现沉降裂缝；压实过度则会破坏集料颗粒级配，降低基层强度，同样易产生裂缝。

1.3 养护措施不到位导致的裂缝隐患

养护工作是水泥稳定碎石基层强度形成的重要保障，养护措施不到位会直接导致裂缝产生。基层施工完成后，若未能及时覆盖保湿材料，在外界环境影响下，表面水分会快速蒸发，导致混合料内部水分失衡，产生干燥收缩裂缝。养护周期不足也是引发裂缝的常见原因，基层强度未达到设计要求时过早开放交通或承受荷载，会使基层在未完全成型的状态下受力，进而产生结构性裂缝。养护过程中的温度管控不当，在高温或低温环境下未采取针对性的养护措施，会加剧基层内外温差或水分流失，进一步增加裂缝产生的风险。

2 水泥稳定碎石基层裂缝防治的材料管控要点

2.1 水泥品种与剂量的科学选定

水泥品种的科学选定需结合基层施工环境与性能要求，优先选用水化热较低、凝结时间适宜的水泥类型，以减少水泥水化过程中产生的温度应力，降低温度裂缝产生的可能性。在满足基层强度要求的前提下，严格控制水泥剂量，避免水泥剂量过高导致混合料收缩性增大。水泥剂量过高会使基层内部产生较大的收缩应力，当收缩应力超过基层材料的抗拉强度时，就会产生收缩裂缝。因此，需通过试验确定合理的水泥剂量范围，确保基层既具备足够的强度，又能有效控制收缩变形，为裂缝防治奠定基础。

2.2 集料的级配优化与质量把控

集料的级配优化是提升混合料密实度和稳定性的关键，需

根据设计要求筛选集料,确保集料级配符合规范标准,形成连续、均匀的级配曲线。通过级配优化,使集料颗粒能够相互填充,减少混合料内部空隙,提升基层的密实度和整体性,降低裂缝产生的概率^[2]。加强对集料质量的把控,严格控制集料的粒径、杂质含量、含水率等指标。集料粒径需符合设计要求,杂质含量过高会降低混合料的强度和粘结力,含水率不稳定则会影响混合料的拌和质量 and 压实效果。对进场集料进行严格检验,不合格的集料严禁投入使用,从源头保障材料质量。

2.3 水灰比的精准调控策略

水灰比的精准调控对混合料的和易性、强度形成及收缩变形具有重要影响,需根据水泥品种、集料特性及施工环境等因素,通过试验确定合理的水灰比。水灰比过大,会导致混合料中多余水分较多,在凝结硬化过程中,多余水分蒸发后会在基层内部形成较多孔隙,降低基层强度,同时增大干燥收缩量,易产生干燥收缩裂缝;水灰比过小,则混合料和易性差,难以摊铺和压实,易形成疏松结构,影响基层的密实度和强度。施工过程中,需实时监测集料含水率的变化,及时调整加水量,确保水灰比始终控制在合理范围内,保障混合料质量稳定。

3 基于裂缝防治的水泥稳定碎石基层施工工艺优化

3.1 混合料拌和环节的质量控制

混合料拌和环节的质量控制需从设备调试、原材料投放、搅拌时间等多方面入手,确保拌和均匀。施工前,对拌和设备进行全面调试,检查设备的计量精度、搅拌叶片磨损情况等,确保设备能够正常运行。原材料投放需严格按照试验确定的配合比进行,实行精准计量,避免原材料投放偏差导致混合料质量不稳定。控制合理的搅拌时间,搅拌时间过短会导致混合料拌和不均匀,搅拌时间过长则会造成集料颗粒破碎,影响混合料性能。在拌和过程中,实时观察混合料的状态,确保混合料颜色均匀、无结块、无离析现象,保障拌和质量符合要求。

3.2 摊铺作业的规范实施要点

摊铺作业的规范实施需保障摊铺速度稳定、摊铺厚度均匀、摊铺平整。摊铺速度应根据拌和设备的生产能力、运输能力及摊铺宽度等因素确定,保持匀速摊铺,避免速度忽快忽慢导致摊铺厚度不均匀^[3]。摊铺厚度需严格按照设计要求控制,通过摊铺机的厚度调节装置进行精准调控,同时安排专人对摊铺厚度进行实时监测,发现偏差及时调整。摊铺过程中,摊铺机的振捣频率和振幅需合理设置,确保混合料能够充分密实。对于摊铺过程中出现的离析现象,需及时采用人工补料的方式进行处理,避免离析区域影响基层质量。

3.3 碾压施工的技术要求与把控

碾压施工需遵循合理的碾压顺序和碾压速度,确保基层压实度符合设计要求。碾压顺序应遵循先轻后重、先慢后快、先边后中的原则,逐步提升压实效果。碾压速度需控制在合理范围内,速度过快会导致混合料无法充分密实,速度过慢则会影响施工效率,同时可能导致局部混合料过度碾压。选择合适的碾压设备组合,根据基层厚度和混合料特性,搭配轻型压路机和重型压路机进行碾压。碾压过程中,实时监测压实度,采用环刀法等检测方法对压实度进行抽样检测,确保压实度达到设计标准。碾压完成后,及时检查基层表面平整度,对不平整部位进行处理。

4 水泥稳定碎石基层施工后的养护与裂缝预处理

4.1 早期养护的关键时机与实施方法

早期养护的关键时机在于基层施工完成后,混合料初凝前及时开展养护工作,避免表面水分过快蒸发。养护实施方法需根据施工环境选择合适的方式,常见的养护方式包括覆盖保湿材料养护、洒水养护等。覆盖保湿材料养护可选用土工布、草袋等材料,将其均匀覆盖在基层表面,确保覆盖全面、无遗漏,能够有效锁住基层内部水分,减少水分流失。洒水养护需保证洒水均匀,使基层表面始终处于湿润状态,洒水频率根据天气情况调整,高温干燥天气需增加洒水次数,避免基层表面干燥。养护期间,严格控制养护时间,确保护养周期满足设计要求,为基层强度形成提供充足条件。

4.2 养护期间的环境与荷载管控

养护期间的环境管控需结合天气变化精准施策,针对不同气候条件采取靶向性防护措施。高温天气下,除常规遮阳降温外,可借助遮阳网全覆盖遮挡阳光直射,同时配合间歇性喷雾洒水调节局部小环境温度,避免基层表面因温差过大或水分急剧蒸发产生温度裂缝;低温或寒潮天气时,需及时铺设保温被、土工布等保温材料,必要时搭建临时保温棚,防止基层材料受冻破坏内部结构,保障强度正常形成^[4]。强化养护区域的封闭管控,通过设置防护围挡、警示标识等方式严禁无关车辆通行,杜绝未成型基层承受荷载冲击。若因应急抢险等特殊情况确需临时通行,必须在基层表面铺设钢板或厚木板等承重缓冲层,最大限度降低车辆荷载对基层的挤压与扰动。养护期间需严禁在基层区域开展任何额外施工作业,避免机械碾压、物料堆放等行为破坏基层结构完整性,确保护养措施有效落地。

4.3 初期裂缝的识别与预处理措施

初期裂缝的识别需在养护期间加强对基层表面的巡查,及时发现细微裂缝并进行标记。裂缝识别过程中,需区分裂缝类

型,判断是干燥收缩裂缝、温度裂缝还是结构性裂缝,为后续预处理措施提供依据。针对不同类型的初期裂缝,采取相应的预处理措施。对于细微的干燥收缩裂缝和温度裂缝,可采用密封材料进行灌缝处理,将密封材料均匀灌入裂缝中,填满裂缝空隙,防止雨水渗入。对于宽度较大的裂缝,需先对裂缝进行清理,去除裂缝内的杂物和松散材料,然后采用水泥砂浆或环氧砂浆进行修补,确保修补后的部位与基层整体结合紧密,恢复基层的整体性和承载能力。

5 水泥稳定碎石基层裂缝防治的施工质量全过程管控

5.1 施工前期的技术准备与交底

施工前期的技术准备需全面梳理施工图纸和技术规范,明确基层施工的质量标准和技术要求。结合施工实际情况,编制详细的施工方案,对施工流程、施工工艺、质量控制要点等进行明确规定。开展施工技术交底工作,将施工方案、技术要求、质量标准等传递到各施工环节的作业人员,确保作业人员熟悉施工要点。对施工所需的设备进行全面检查和调试,确保设备性能良好;对进场原材料进行严格检验,确保原材料质量符合要求。通过充分的技术准备和交底,为施工质量管控奠定坚实基础。

5.2 施工过程中的动态质量监测

施工过程中的动态质量监测需覆盖混合料拌和、摊铺、碾压、养护等各个环节,建立完善的质量监测体系。在混合料拌和环节,监测原材料计量精度、拌和时间、混合料温度和状态等指标;在摊铺环节,监测摊铺厚度、摊铺速度、摊铺平整度

等指标;在碾压环节,监测碾压顺序、碾压速度、压实度等指标;在养护环节,监测养护时间、养护方式、基层表面状态等指标。采用现场检测与实验室检测相结合的方式,对监测数据进行实时分析,发现质量问题及时采取整改措施,调整施工参数,确保施工质量始终处于受控状态。

5.3 施工收尾阶段的质量核查与验收

施工收尾阶段的质量核查与验收需对基层施工质量进行全面梳理和检验,确保基层质量符合设计和规范要求。质量核查内容包括基层的压实度、平整度、厚度、强度等关键指标,采用专业的检测设备和方法进行抽样检测。对检测过程中发现的质量缺陷,及时组织整改,整改完成后重新进行检测,直至符合要求^[5]。验收工作需严格按照验收标准和程序进行,收集整理施工过程中的相关资料,包括施工方案、原材料检验报告、施工记录、检测报告等,确保资料完整、规范。通过严格的质量核查与验收,保障基层施工质量,为后续路面施工奠定良好基础。

6 结语

本文围绕公路水泥稳定碎石基层裂缝防治施工要点展开探讨,明确裂缝防治需贯穿施工全流程。从材料管控、施工工艺优化、养护预处理到全过程质量管控,各环节的科学实施对减少裂缝产生、提升基层质量具有重要意义。这些施工要点相互关联、相互支撑,形成了完整的裂缝防治体系。落实相关施工要点,可有效提升基层结构稳定性与耐久性,降低后期养护成本。裂缝防治是公路建设中的长期课题,需结合施工实际持续优化技术措施,为公路工程的长效运行提供保障。

参考文献:

- [1] 杨宇.公路工程水泥稳定碎石基层裂缝的成因与防治措施[J].汽车周刊,2026,(01):130-132.
- [2] 王伟.基于横向水泥稳定碎石基层裂缝的防治方法[J].水泥,2025,(02):95-98.
- [3] 刘卫国.农村公路建设中水泥稳定碎石基层沥青路面开裂防治对策研究[J].汽车周刊,2025,(01):255-257.
- [4] 李森.公路工程水泥稳定碎石基层裂缝问题成因及防治措施研究[J].运输经理世界,2024,(05):136-138.
- [5] 丁雪航,吕飞,钱沛.水泥稳定碎石基层裂缝成因及防治措施[J].江苏建材,2023,(06):104-105.