

公路施工中水稳基层裂缝防治技术

姜永胜

威海舜盛建设工程有限公司 山东 威海 264400

摘要: 公路施工中,水稳基层裂缝问题严重影响工程质量与耐久性。本文详细阐述了水稳基层裂缝的类型,包括干缩裂缝、温缩裂缝、荷载裂缝和沉降裂缝。深入探讨了防治裂缝的关键技术,涵盖材料优化控制、施工工艺优化、结构与层间结合优化以及养护与管理等方面。同时,展望了该领域的发展趋势,涉及绿色低碳技术、智能化施工、全生命周期管理和新型材料研发。旨在为公路施工提供全面的水稳基层裂缝防治参考,提升公路建设质量与效益。

关键词: 公路施工;水稳基层裂缝;防治技术;发展趋势

引言:在公路建设领域,水稳基层作为路面结构的关键承载层,其质量直接关乎公路的整体性能与使用寿命。然而,水稳基层裂缝问题一直是困扰施工的难题,裂缝的产生不仅破坏基层结构的完整性,还易引发路面病害,如坑槽、车辙等,严重影响行车安全与舒适性。随着交通流量和重型车辆的增加,对公路质量的要求日益提高,如何有效防治水稳基层裂缝成为公路施工中的重点与难点。深入研究和应用科学的裂缝防治技术,对于保障公路工程的质量、降低后期维护成本以及推动公路建设行业的可持续发展具有重要意义。

1 水稳基层裂缝的类型

1.1 干缩裂缝

水稳基层在成型后,随着水分不断蒸发,其内部水分减少,导致基层材料体积收缩。当这种收缩受到基层内部约束或外部约束时,就会产生拉应力。当拉应力超过基层材料的抗拉强度时,便会出现干缩裂缝。干缩裂缝通常在基层成型初期较为明显,裂缝走向不规则,宽度和深度因基层材料性质、含水量及环境条件等因素而异。干缩裂缝不仅影响基层的平整度和整体性,还会降低基层的承载能力,为水分和有害物质侵入基层内部创造条件,进而加速基层的破坏。

1.2 温缩裂缝

水稳基层材料具有热胀冷缩的特性,在温度变化过程中会产生温度应力。当温度降低时,基层材料收缩,若收缩受到约束,就会产生拉应力。当拉应力超过材料的抗拉强度时,就会产生温缩裂缝。温缩裂缝一般出现在温度骤降或昼夜温差较大的地区,裂缝走向多与道路纵向平行,间距有一定规律。温缩裂缝会使基层结构出现薄弱环节,在车辆荷载和水分等作用下,裂缝会进一步扩展,影响基层的稳定性和耐久性^[1]。

1.3 荷载裂缝

在公路使用过程中,车辆荷载反复作用在水稳基层上,当荷载超过基层材料的承载能力时,基层内部会产生应力集中现象。长期反复的荷载作用会使基层材料逐渐疲劳破坏,当疲劳损伤积累到一定程度,就会在基层内部产生微裂缝。随着荷载的持续作用,这些微裂缝不断扩展、贯通,最终形成荷载裂缝。荷载裂缝多出现在车辆行驶频繁、荷载较大的路段,如弯道、交叉口等,裂缝形态不规则,严重影响基层的承载功能,降低公路的使用性能。

1.4 沉降裂缝

沉降裂缝主要是由于地基不均匀沉降或基层压实度不均匀引起的。当地基的土质不均匀、含水量变化或填筑材料压实度不一致时,在自重和车辆荷载作用下,地基会产生不均匀沉降,进而导致基层出现沉降裂缝。此外,基层施工过程中若分层填筑厚度过大、压实工艺不当等,也会造成基层压实度不均匀,引发沉降裂缝。沉降裂缝一般呈纵向或横向分布,裂缝宽度和深度较大,会破坏基层的整体性,使基层结构出现明显的薄弱部位,影响公路的正常使用。

2 公路施工中水稳基层裂缝防治的关键技术

2.1 材料优化控制技术

(1) 合理设计级配。科学级配能让不同粒径的集料相互嵌挤,形成密实骨架结构,增强基层整体强度与稳定性。通过精确计算和试验,确定粗、细集料的比例,使混合料既有足够的粗颗粒形成骨架,又有适量细颗粒填充空隙,减少收缩变形。合理的级配还能改善混合料的工作性,便于施工操作,降低因级配不良导致的离析现象,从而有效减少干缩裂缝和温缩裂缝的产生,提高水稳基层的抗裂性能。(2) 控制颗粒组成及填料含。合适的颗粒组成能保证混合料具有良好的力学性能和体积稳定性。严格控制粗、细集料的粒径范围和比例,避免

过大或过小颗粒的集中。同时,合理控制填料(如粉煤灰、矿粉等)的含量,填料过多会使混合料干缩性增大,易产生干缩裂缝;填料过少则会影响混合料的粘结性和强度。精确控制颗粒组成和填料含量,可使混合料性能达到最佳,有效降低裂缝出现的概率。(3)优化水泥剂量。水泥剂量过小,混合料强度不足,在荷载和环境作用下易产生破坏,引发裂缝;水泥剂量过大,虽能提高强度,但会增加混合料的干缩性和温缩性,导致裂缝增多。通过试验确定最佳水泥剂量,在满足基层强度要求的前提下,尽量降低水泥用量。同时,考虑水泥品种和标号的选择,不同水泥的性能差异会影响混合料的收缩特性,合理选用水泥可有效减少裂缝的产生,提高基层的耐久性。(4)添加外加剂。减水剂可减少混合料的用水量,降低干缩性,同时提高混合料的强度和工作性。引气剂能引入微小气泡,缓冲温度和荷载引起的应力,减少裂缝产生。抗裂剂可改善混合料的韧性,提高其抗裂能力。根据工程实际需求和环境条件,合理选择和添加外加剂,并严格控制其掺量。通过外加剂的调节作用,优化混合料的性能,有效抑制水稳基层裂缝的发展,提升基层质量^[2]。

2.2 施工工艺优化技术

(1)改进拌合工艺。精确控制拌合时间,确保各组成材料充分混合均匀,使水泥能均匀包裹集料,形成稳定的混合料结构,避免因混合不均导致局部强度不足而引发裂缝。采用合适的拌合设备,保证拌合过程中温度、湿度等条件稳定,减少因环境因素变化对混合料性能的影响。同时,严格控制原材料的投料顺序和计量精度,防止因原材料比例失调影响混合料质量。通过改进拌合工艺,提高混合料的均匀性和稳定性,从源头上降低裂缝产生的可能性。(2)优化摊铺工艺。摊铺前,对下承层进行严格处理,保证其平整度和压实度符合要求,为摊铺提供良好基础。选择合适的摊铺机械,根据基层宽度和厚度合理调整摊铺参数,确保摊铺速度均匀、连续,避免出现停机待料或摊铺过快、过慢等情况,防止混合料离析。摊铺过程中,安排专人指挥运输车辆,避免车辆碰撞摊铺机,保证摊铺平整度。通过优化摊铺工艺,使基层表面平整、厚度均匀,减少因摊铺不当产生的应力集中,降低裂缝出现几率。(3)规范碾压工艺。根据混合料的类型和厚度,合理选择压路机的型号、吨位和碾压组合方式。碾压时遵循“先轻后重、先慢后快、由边到中”的原则,确保压实度达到设计要求。控制碾压速度和遍数,避免过快或过慢、过多或过少碾压,防止出现压实不足或过度碾压的情况。压实不足会使基层强

度不够,易产生沉降裂缝;过度碾压则可能导致混合料破碎,增加干缩裂缝风险。严格规范碾压工艺,能提高基层的密实度和强度,增强其抗裂能力。(4)加强施工缝处理。施工缝包括纵向施工缝和横向施工缝,处理不当易成为裂缝产生的薄弱部位。纵向施工缝处,应设置拉杆或传力杆,增强相邻板块间的连接,传递应力,减少裂缝产生。横向施工缝处理时,在混合料尚未完全冷却前,用切割机切割成垂直断面,并清除碎料,涂抹沥青等粘层材料,再进行下一段摊铺碾压。通过加强施工缝处理,使施工缝处基层的强度和整体性与其他部位一致,避免因施工缝处理不当引发裂缝,保证基层质量。

2.3 结构与层间结合优化技术

(1)合理设计路面结构。依据公路的使用功能、交通流量、地质条件等因素,科学确定各结构层的厚度与材料类型。例如,适当增加水稳基层的厚度,可增强其承载能力,分散车辆荷载产生的应力,减少因应力集中引发的裂缝。同时,合理设置排水层,防止水分积聚在基层内,降低干缩和温缩效应。此外,根据不同地区的气候特点,调整结构层组合,如在寒冷地区增加防裂层,提高基层的抗裂性能,保障路面结构整体稳定性和耐久性。(2)加强层间结合。在施工过程中,要确保各结构层之间紧密粘结,形成整体受力体系。在铺筑上一层前,对下承层进行彻底清扫和拉毛处理,去除浮尘和杂质,增加层间摩擦力。同时,合理选用粘层油或透层油,其类型和用量要根据上下层材料特性确定,保证粘结效果。通过加强层间结合,可使各层协同工作,有效传递荷载,避免因层间滑动或脱空导致应力集中,进而减少裂缝的产生,提高路面结构的整体性能^[3]。

2.4 养护与管理技术

(1)及时养生。在水稳基层摊铺碾压完成后,应立即开展养生工作。通常采用覆盖塑料薄膜、土工布等方式,减少水分蒸发,保持基层表面湿润。也可采用洒水车定时洒水养生,确保养生期间基层始终处于适宜的湿度环境。养生时间一般不少于7天,具体时长根据水泥品种、气候条件等因素调整。及时且充分的养生能让水泥充分水化,提高基层强度和抗裂性能。若养生不及时或不到位,基层会因水分过快散失而产生干缩裂缝,影响工程质量。(2)定期检测与维护。建立定期检测制度,运用无损检测等技术手段,对基层的强度、平整度、裂缝情况等进行全面检查。通过检测及时发现潜在问题,如早期微小裂缝、局部强度不足等。针对检测出的问题,制定针对性的维护方案。对于微小裂缝,可采用灌缝、封缝等方法处理,防止裂缝进一步扩展;对于局部强度不足区

域,进行补强处理。定期检测与维护能延长基层使用寿命,保障公路安全、畅通运行,降低后期维修成本。

3 公路施工中水稳基层裂缝防治技术的发展趋势

3.1 绿色低碳技术

未来公路水稳基层裂缝防治将深度融入绿色低碳理念。在材料选用上,会更多地利用工业废渣,如粉煤灰、矿渣等,替代部分水泥和天然集料,既减少资源消耗,又降低碳排放。同时,研发低能耗、低污染的新型外加剂,优化水稳基层材料的性能,减少施工过程中的能源消耗和污染物排放。在施工工艺方面,推广节能型拌合、摊铺和碾压设备,提高能源利用效率。此外,注重水稳基层的再生利用技术,对旧路面基层进行破碎、筛分和再生处理,重新用于新路面建设,实现资源的循环利用。绿色低碳技术不仅能降低公路建设对环境的影响,还能推动行业向可持续发展方向转型。

3.2 智能化施工

智能化施工将成为水稳基层裂缝防治的重要趋势。借助物联网、大数据、人工智能等技术,实现对施工全过程的实时监测和精准控制。通过在拌合站、摊铺机、压路机等设备上安装传感器,实时采集混合料配比、摊铺厚度、压实度等数据,并传输至智能控制系统。系统根据预设参数自动调整设备运行状态,确保施工质量稳定。同时,利用无人机、智能巡检机器人等设备对施工现场进行巡查,及时发现裂缝等质量问题并预警。智能化施工能提高施工效率和质量,减少人为因素导致的误差,有效防治水稳基层裂缝^[4]。

3.3 全生命周期管理

全生命周期管理理念将全面应用于水稳基层裂缝防治。从公路的规划、设计、施工、运营到养护维修,对水稳基层进行全程跟踪和管理。在设计阶段,充分考虑地质、气候、交通等因素,优化设计方案,提高基层的抗裂性能。施工过程中,严格把控材料质量和施工工艺,确保基层质量达标。运营阶段,利用智能监测系统实时掌握基层的受力、变形和裂缝发展情况。养护维修时,根据监测数据制定科学合理的养护方案,及时修复裂缝等病

害。全生命周期管理能实现水稳基层的全过程优化,延长公路使用寿命,降低全生命周期成本。

3.4 新型材料研发

新型材料的研发将为水稳基层裂缝防治提供新的解决方案。一方面,研发高强度、高韧性、低收缩的水稳基层材料,通过改进材料的微观结构和组成,提高其抗裂性能。例如,开发新型水泥基复合材料,添加纤维等增强材料,增强基层的韧性和抗拉强度。另一方面,研发具有自修复功能的水稳基层材料,当基层出现微裂缝时,材料中的修复剂能自动释放并填充裂缝,恢复基层的完整性和性能。此外,探索新型环保型外加剂,改善水稳基层材料的工作性和耐久性。新型材料的研发和应用将推动水稳基层裂缝防治技术不断进步^[5]。

结束语

公路施工中水稳基层裂缝防治是一项系统且关键的工作,关乎公路的质量、耐久性与行车安全。从材料优化、施工工艺改进,到结构与层间结合优化,再到养护与管理强化,每一环节都紧密相连、缺一不可。而绿色低碳、智能化施工、全生命周期管理以及新型材料研发等发展趋势,更为这一领域注入了新的活力与方向。未来,我们需持续探索创新,将这些先进理念和技术深度融合、广泛应用,不断提升水稳基层裂缝防治水平,打造更多高质量、长寿命的公路,为交通运输事业的发展和人们的便捷出行提供坚实保障。

参考文献

- [1]郎森.公路施工中水稳基层裂缝防治技术研究[J].工程建设,2023,6(8):101-102
- [2]郑立瑞.公路施工中水稳基层裂缝防治技术要点[J].黑龙江交通科技,2023,46(7):33-35.
- [3]张一新.公路施工中水稳基层裂缝防治技术研究[J].汽车博览,2023(14):137-139.
- [4]龙文.公路工程水稳基层施工技术要点探讨[J].中国公路,2022(22):104-105.
- [5]汪德旺.路面水稳基层施工关键技术分析[J].工程技术研究,2021,6(21):46-47.