

公路工程施工中水稳基层裂缝的防治技术措施探讨

常杨

河南中州路桥建设有限公司

摘要: 水稳基层是公路工程中关键的一环,它对道路的整体性能和使用寿命具有决定性作用。然而,在公路工程施工中,水稳基层裂缝的产生是一个普遍存在的问题,会严重影响公路的平整度和耐久性。裂缝的防治是确保公路工程质量的重要技术环节。本文分析了水稳基层裂缝形成的原因,探讨了有效的预防和修复技术,包括材料优化、结构设计调整、施工工艺改进以及后期维护管理等方面,并提出了针对性的防治措施。

关键词: 公路工程;水稳基层;裂缝防治;施工技术

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.10.202

引言

公路工程建设质量直接关系到道路的安全性能和维护成本。水稳基层作为公路路面结构的承载层,其稳定性对公路整体性能具有直接影响。水稳基层的裂缝不仅会降低路面的平整性,而且容易在后期造成病害的蔓延,从而导致更大的维修难度和成本。因此,研究水稳基层裂缝的防治技术,对公路工程来说至关重要。

一、水稳基层裂缝形成原因分析

1. 材料因素

在公路工程的施工过程中,水稳基层的裂缝问题往往与使用材料的性质有着紧密的联系。材料因素是导致裂缝的关键原因之一,它包括材料的类型、质量、比例以及材料相互作用时的综合性能。首先,选用的骨料质量不符合要求是产生裂缝的一个主要原因。如果骨料级配不合理,粗细骨料的配合比例失衡,不能形成密实的骨架结构,就会在载荷和环境作用下导致水稳基层出现裂缝。此外,骨料的强度和硬度不足,也会因无法承受交通载荷或温差变化而形成裂缝。另一方面,水稳基层中所使用的稳定剂(如水泥、石灰等)的质量和用量会直接影响其稳定性。稳定剂的掺量不足或过量,都会导致水稳基层水化反应不充分或收缩变形过大,最终导致裂缝的产生。同时,如果稳定剂的均匀混合不到位,也会使得材料的稳定性发生局部性差异,增加了裂缝形成的风险。再者,水稳基层在施工过程中的含水量也是影响裂缝形成的重要因素。含水量过高或过低都会影响材料的压实度和强度,水分过多可能导致水稳基层浮水并在水泥水化过程中发生体积收缩,形成裂缝;含水量过低则会使得材料难以充分压实,容易在后期形成缩短裂缝。此外,水稳基层中的细粉含量过高也可能导致收缩裂缝的产生,细粉颗粒在水泥水化时会吸收大量水分,

进一步加大了收缩变形的可能性。

2. 设计因素

水稳基层裂缝的形成也可能与公路设计阶段的因素相关。设计因素主要包括基层厚度设计不当、路面结构参数选取不合理、排水设计缺陷等。若水稳基层的厚度设计过薄,可能由于无法承受实际交通荷载而导致基层开裂;相反,厚度设计过厚可能会引起因材料收缩而导致的裂缝。此外,基层材料的弹性模量和抗拉强度等设计参数的选取,如果未能与上层沥青面层和下层基础层的性能充分匹配,也可能导致由于受力不均匀而形成裂缝。水稳基层的设计还应考虑对防水和排水的需求,如果排水设计不足,会导致水稳基层长期处于潮湿状态,减损基层稳定剂的结合效果,从而引起物理强度的降低和裂缝形成。同时,结构设计中未考虑温差应力可能导致的热胀冷缩现象,尤其在温差变化较大的区域,基层的温度应力往往会超出材料的承受范围,从而引发裂缝。在设计阶段,还需要考虑现场实际环境条件与设计参数间的适应性,例如地基承载能力、地面沉降特征和地区气候特点。若设计参数与实际情况脱节,也会增加水稳基层裂缝的风险。因此,在设计水稳基层时,应根据实际工况、车辆荷载以及环境条件,进行科学合理的设计,并考虑到材料的长期性能以及与其他路面结构层材料的相容性,以最大程度减少由设计因素导致的裂缝形成。

3. 施工因素

在公路工程施工中,水稳基层裂缝的产生与施工过程中的多种因素紧密相关。施工因素包括施工工艺、施工操作、施工环境和施工管理等方面。首先是施工工艺上的问题。水稳基层的拌和、运输、铺设和压实等工艺流程不当都可能导致裂缝的形成。例如,拌合料如果

拌和不均匀,或是稳定剂与骨料混合不充分,都会在基层中产生不均一性,容易导致应力集中和裂缝产生。同时,运输过程中拌合料的初凝和终凝时间控制不当也会引起基层质量问题。其次,施工操作问题也不能忽视。水稳基层的施工需要精确控制摊铺的厚度和宽度,确保路基的平整度和压实度。如果操作人员经验不足或操作不规范,如压实度不够或过度压实,都会对基层的结构稳定性和整体性能产生负面影响,进而引发裂缝。施工环境因素也是一个不可忽视的因素。施工时气候条件的变化,尤其是温度、湿度的剧烈波动,都可能对材料的性能产生影响。在高温或低温条件下施工,水泥基材料的水化反应会受到影响,这些情况都可能造成水稳基层早期或后期出现裂缝。最后,施工管理不当也是导致裂缝的一个重要原因。缺乏有效的现场管理和质量控制,比如对施工中材料质量、施工进度和施工质量监管不足,都可能导致施工缺陷。如果施工队伍的技术水平不均匀或者施工设备维护不当,也都可能间接造成水稳基层裂缝的产生。

4. 环境与使用因素

公路工程施工中,水稳基层裂缝的形成不仅与施工材料、设计和施工方法有关,还与环境条件和使用方式密切相关。环境与使用因素包括自然气候变化、地质地貌特点、长期交通载荷的影响等。首先,气候条件对水稳基层的影响尤为显著。温度波动,特别是极端的冷热温差,会引起基层材料的收缩和膨胀,这种热胀冷缩效应可能导致基层产生反复的疲劳应力,进而产生裂缝。同时,极端降雨或干旱也可能影响基层的水分状态,使基层收缩或膨胀,从而带来裂缝问题。其次,地质地貌特征,如土壤类型、地面沉降以及地下水位变化,都可能影响基层稳定性。土壤的不均匀沉降或冻胀作用可导致基层应力分布不均,产生裂缝。此外,基地原有的裂缝或空洞可能在承受交通载荷时发展成为水稳基层的裂缝。再者,公路在使用过程中所承受的交通载荷特别是重型交通载荷,将会对路面结构尤其是水稳基层施加周期性的压力。随着运输量的增加和车辆重载现象的出现,如果水稳基层的设计和施工未能针对实际使用情况做出相应调整,长期受到的过重载荷可能会超出其承受能力,导致裂缝的形成和发展。最后,公路维护保养不善也是影响水稳基层裂缝形成的重要环境与使用因素。

如果忽视了对路面的定期检查与维护,一些小的裂缝和损伤将会在交通和环境因素的共同作用下逐渐演变为严重的裂缝问题。

二、裂缝防治技术

1. 材料选择与优化

在公路工程施工中,选择和优化适当的材料是防治水稳基层裂缝形成的重要方面。材料的选择需要考虑其稳定性、耐久性以及与其他材料的相容性等因素,以确保水稳基层的整体性能和延长使用寿命。首先,水稳基层材料应具有良好的抗裂性和承载能力。通常使用的材料,如改性水泥、粉煤灰、石灰、石灰粉煤灰混合材料,甚至是包含一定比例的纤维增强材料,可以通过提高弹性模量和抗拉强度减少裂缝的产生。选择合适的稳定剂种类和掺量是至关重要的,这需要根据当地的材料供应情况和成本效益进行优化。

其次,优化骨料级配和粒径分布同样对于防治裂缝非常重要。良好的级配可以提高骨料间的咬合作用,增加混合料的稳定性,减少水分和空气的渗透,从而延缓裂缝的发展。另外,添加一些特殊添加剂也能有效改善水稳基层的性能,如纤维、橡胶粒子、丙烯酸等聚合物材料的加入,能够提高混合料的柔韧性,增强其抗裂性能。在具体操作上,需要通过试验确定材料的最佳配比,包括稳定剂的掺量、骨料的级配以及必要时的添加剂用量。通过材料试验严格控制材料质量,以保证混合料具有良好的工作性、可压实性和长期稳定性。最终,为了有效防治水稳基层裂缝,还需要结合实际工程条件定期对所使用的材料进行检测和评估,并根据相关研究成果和实验数据不断优化材料选择与配比工艺。这一过程是一个持续的调整和改进过程,需要工程师根据施工经验和现场反馈信息进行合理判断和调整。通过科学合理的材料选择与优化,可以显著提高水稳基层的抗裂性能,从而有效延长公路的使用寿命。

2. 结构调整的调整

在公路工程施工中,为了防治水稳基层产生裂缝,对结构设计进行合理的调整至关重要。结构调整的调整主要涉及对道路结构厚度、层次配置、材料强度等方面的优化,目的是提高水稳基层及整个道路结构的稳定性和使用寿命。首先,需要对基层的结构厚度及其承载能力进行合理的设计。这要基于交通流量和车辆荷载等

情况进行综合分析，确保设计出的结构厚度能够满足实际工程中的承载需求，降低因超载和疲劳损伤导致的裂缝风险。其次，在层次配置上，通过引入基层、亚基层和面层之间合适的过渡层，可以有效分散应力，减少因直接接触引起的剪切力和应力集中。例如，在水稳基层与沥青面层之间设置沥青稳定层或者应力吸收层（SAMI），不仅能够防止裂缝向上反射，还能够提高整个道路结构的耐久性。进一步，通过调整材料的选择和配合比设计，采用高性能、具有良好抗裂和柔韧性的材料，比如改性沥青或者添加纤维等复合材料，可以增强基层抵抗温度变化和车辆反复荷载的能力。此外，设计时还需考虑其他相关的技术细节，如排水设计、加筋设计等。良好的排水设计可以保证基层与亚基层的干燥，避免因水分侵入而产生的损害。采用地基或基层加筋技术，如使用格栅、纤维等，可以提高抗裂性和整体稳定性。最后，结构设计调整时还应该考虑长远的维护成本和使用性能，通过采用经济实用、维护方便、耐久性高的设计方法，实现整个公路寿命周期成本的优化。

3. 施工工艺的改进

水稳基层的均匀摊铺和充分碾压是保证其性能的基础。应采用恰当的摊铺设备，确保材料的均匀铺设，避免出现厚薄不均的现象。同时，碾压过程中，要采用适当的压路机械并合理设置碾压次数和参数，以实现材料的充分压实，避免碾压不足或过度碾压造成的裂缝问题。施工过程中，应该严格控制材料的水分含量，避免水分过多或过少引起的稳定性问题。过量的水分可能导致基层强度不足，干燥过程中收缩引发裂缝；而水分不足则会造成压实困难，影响基层的密实度和承载能力。在施工的不同阶段，合理处理接缝对于防止裂缝扩散至关重要。应采取措施确保新旧料接缝的粘接质量，避免因接缝处理不当导致的剥离和裂缝发展。例如在新摊铺层与旧层接合处进行适当的切割、清理和黏合处理。应根据气候条件和材料特性规划施工时间，避免在气温过低或过高的条件下进行施工。特别是沥青材料，需在适宜的温度下进行摊铺和压实，以确保材料的工作性和最终的路面质量。在大面积施工时，应规划好施工缝的位置和形式，合理设置施工缝间的间隔，以利用其来分隔和释放由温度变化和收缩引起的应力，减少裂缝发生的可能性。

4. 施工后养护与管理

在公路工程施工完成后，对水稳基层进行适当的养护和管理是防治裂缝形成的关键一步。通过有效的养护措施，可以加快水稳基层强度的增长，减少因材料硬化不充分造成的裂缝。同样，系统的管理手段有助于及时发现并处理初期裂缝，防止裂缝的扩展和恶化。施工后的初期养护工作至关重要，应遵循材料供应商或专业标准的推荐养护制度。常见的养护方法包括喷洒养护材料、覆盖塑料膜、采用水养护等，这些手段有助于保持基层适当的湿度，避免水分过快蒸发导致的收缩裂缝。养护期间，需要严格限制交通载荷以避免对未硬化或强度未达标的水稳基层造成损伤。长期管理方面，需建立和执行公路的定期检查制度，及时对路面状况进行监测。通过定期的检查，可以发现和记录裂缝的情况，包括它们的长度、宽度和发展趋势。此外，利用现代化的检测与监测技术，例如无人机巡检、自动化裂缝检测装置等，可以提高裂缝识别的准确性和效率。一旦发现裂缝，应立即采取修补措施。小裂缝可以通过灌缝裂缝封闭谋略，大裂缝需要进行切除并填充修补材料。处理裂缝的方法应根据具体类型和程度确定，确保修补材料与原有路面材料的良好黏结，并具有相似的力学性能。

结束语

公路工程施工中的水稳基层裂缝防治工作对于提升公路的服务性能和延长使用寿命具有重要意义。通过本文的系统分析，我们得出的结论不仅能指导实际工程中的裂缝防治工作，也为同领域的学术研究提供了参考。希望通过不断的技术创新和方法改进，能够更有效地解决水稳基层裂缝问题，为建设更加坚固耐用的公路网络做出贡献。

参考文献

- [1] 马强强. 公路工程施工中水稳基层裂缝的防治[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2021, (31): 157-159.
- [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, 2020, 46(07): 33-35.
- [3] 杨涛. 公路工程施工中水稳基层裂缝的防治[J]. 工程设计与设计, 2020, (12): 163-165.
- [4] 张红梅. 公路工程施工中水稳基层裂缝的防治[J]. 四川建材, 2021, 49(03): 132-133+136.