

水泥稳定碎石基层收缩裂缝防治

王永善

新疆北新科技创新咨询有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：水泥稳定碎石基层收缩裂缝防治是确保公路与城市道路质量的关键。由于水泥的水化和水分的蒸发，稳定类基层容易发生收缩变形，产生裂缝。这些裂缝会降低路面使用寿命，影响行车质量和舒适度。因此，应采取优选材料、严格控制混合料含水量、高性能拌和、及时碾压和养生等措施进行防治。通过降低收缩率、提高抗拉能力、选择优质材料、合理安排施工时间和全面养护等综合手段，减少基层裂缝的产生，保持路面的美观度和行车舒适度，延长道路使用寿命。

关键词：水泥稳定碎石基层；收缩裂缝；防治

引言：水泥稳定碎石基层作为道路工程的关键组成部分，因其高强度、良好的水稳性和耐久性而被广泛应用。然而，在实际使用过程中，水泥稳定碎石基层常因材料收缩而产生裂缝，这不仅影响了道路的平整度和行车舒适性，还可能降低道路的承载能力和使用寿命。因此，深入研究水泥稳定碎石基层的收缩裂缝成因及防治措施，对于提升道路工程质量和延长道路使用寿命具有重要意义。

1 水泥稳定碎石基层概述

1.1 水泥稳定碎石基层的定义与特点

(1) 材料组成与结构特征。水泥稳定碎石基层，作为一种半刚性基层材料，在公路工程中占据重要地位。它由水泥、碎石（或砾石）和水三种主要材料组成。水泥作为胶凝材料，通过水化反应将碎石颗粒紧密结合，形成具有一定强度和稳定性的基层结构。碎石作为骨料，提供基层的主要骨架，其大小、形状和级配对基层的性能有显著影响。水则是促进水泥水化反应的必要条件，也是调整混合料工作性的关键因素。在结构上，水泥稳定碎石基层呈现出较为均匀、密实的特征。碎石颗粒间的空隙被水泥浆填充，形成紧密联系的网状结构。这种结构使得基层具有较高的强度和承载力，能够承受车辆荷载的反复作用。(2) 强度、水稳性、抗冻性、耐冲刷等性能优势。水泥稳定碎石基层在性能方面表现出诸多优势。首先，其强度较高，能够承受较大的荷载，保证道路的稳定性和耐久性。其次，水稳性良好，能够有效抵抗水分侵蚀，保持基层结构的稳定。再次，抗冻性能优异，在寒冷地区也能保持较好的性能，避免因冻融循环导致的结构破坏。最后，耐冲刷能力强，能够抵御水流和车辆轮胎的冲刷作用，延长道路使用寿命。

1.2 水泥稳定碎石基层的应用情况

(1) 在现代化高等级路面的基层构筑领域，水泥稳定碎石基层凭借其卓越特性得以大显身手。它具备强化路面承载潜能与持久耐用性能的显著优势，宛如坚实护盾，将车辆行驶产生的荷载巧妙分散，为下层结构构筑起稳固防线，使其免受外力冲击。当下，于高速公路、一级公路等高标准道路工程里，水泥稳定碎石基层已然跃升为基层用料的不二之选，被广泛铺筑运用。(2) 存在的干缩和温缩开裂等问题。然而，水泥稳定碎石基层在使用过程中也存在一些问题，其中干缩和温缩开裂是比较突出的。干缩裂缝主要是由于混合料中的水分蒸发后体积收缩产生的；而温缩裂缝则是由于温度变化导致基层材料热胀冷缩所产生的裂缝。这些裂缝不仅影响道路的美观性，还可能对道路的承载力和使用寿命造成不利影响。因此，在设计和施工过程中，需要采取有效措施来预防和控制裂缝的产生。

2 水泥稳定碎石基层收缩裂缝的成因分析

2.1 干缩裂缝

(1) 干燥空气对水泥稳定碎石基层的影响。干缩裂缝是水泥稳定碎石基层中最为常见的裂缝类型之一。其成因之一便是干燥空气对基层的影响。当基层暴露在干燥的气候条件下，特别是湿度较低、温度较高的环境中时，基层中的水分会迅速蒸发。水分蒸发会导致基层内部孔隙结构的改变，使得颗粒间的粘结力减弱，基层体积随之发生收缩。随着收缩的进行，基层内部会产生拉应力，当拉应力超过基层材料的抗拉强度时，就会形成干缩裂缝^[1]。(2) 水分减少导致体积收缩变形的机理。水泥稳定碎石基层的水分减少是导致体积收缩变形的根本原因。水分在基层材料中起着重要的润滑和粘结作用，当水分蒸发时，基层材料中的颗粒间的空隙会增

大,导致体积收缩。此外,水泥水化过程中产生的氢氧化钙等化合物也会随着水分的蒸发而逐渐析出,进一步加剧基层的收缩变形。这种收缩变形在时间和空间上都是不均匀的,因此容易在应力集中处产生裂缝。

2.2 温缩裂缝

(1) 混合料硬化初期的热量释放与内外温差。温缩裂缝是另一种常见的水泥稳定碎石基层裂缝类型。其成因主要与混合料硬化初期的热量释放和内外温差有关。水泥稳定碎石基层在硬化过程中会释放大量的热量,导致基层内部温度升高。然而,基层表面的散热速度较快,使得内外温差逐渐增大。内外温差的存在会在基层内部产生热应力,当热应力超过基层材料的抗弯拉强度时,就会产生温缩裂缝。(2) 应力超过抗弯拉强度导致裂缝的产生。温缩裂缝的产生是基层材料内部应力与强度相互作用的结果。在硬化初期,基层材料的强度尚未完全形成,而内部温度的升高又使得材料处于较为脆弱的状态。此时,若内外温差较大,基层内部产生的热应力就会超过材料的抗弯拉强度,从而导致裂缝的产生。这些裂缝通常呈现为横向或纵向的细小裂缝,对道路的承载能力和行车安全构成潜在威胁。

2.3 网状裂缝

(1) 局部弯沉较大与外力作用下的结构性破坏。网状裂缝的形成与基层的局部弯沉较大和受到外力作用下的结构性破坏有关。在车辆荷载、温度应力等外部因素的作用下,基层材料内部会产生应力集中现象。当应力集中超过材料的承载能力时,基层局部会发生弯沉,即产生下沉变形。这种下沉变形通常是不均匀的,会在某些区域形成较大的弯沉值。随着车辆荷载的反复作用,弯沉区域会逐渐扩大,并导致基层材料的结构性破坏。这种破坏通常以网状裂缝的形式表现出来,裂缝之间相互交错,形成复杂的裂缝网络^[2]。(2) 裂缝扩展与渗水的相互影响。网状裂缝的产生不仅与基层材料的结构性破坏有关,还与裂缝扩展和渗水的相互影响密切相关。一旦基层产生裂缝,外界的水分就容易通过这些裂缝渗入基层内部。水分的渗入会进一步加剧基层材料的软化和强度降低,使得裂缝更容易扩展和连通。同时,渗入的水分还会在裂缝中形成水膜,增加裂缝处的应力集中效应,从而加速裂缝的扩展速度。

2.4 路基不均匀沉降产生裂缝

(1) 土基及底基层压实度不符合要求的影响。路基不均匀沉降是水泥稳定碎石基层产生裂缝的另一个重要原因。土基及底基层的压实度是影响路基稳定性和耐久性的关键因素。若土基及底基层的压实度不符合要求,

即存在压实不足或过度压实的情况,就会导致路基内部存在空隙或软弱层。这些空隙或软弱层在车辆荷载的作用下容易产生变形和沉降,从而导致基层产生裂缝。此外,压实度不足还会导致基层与路基之间的粘结力减弱,使得基层更容易发生脱空和沉降现象。(2) 重车作用下产生的反射裂缝。在道路交通中,重型车辆对道路结构的影响尤为显著。当重型车辆通过水泥稳定碎石基层时,会对基层产生较大的竖向和水平荷载。这些荷载会加剧基层与路基之间的相互作用,使得基层内部的应力分布更加复杂。若基层材料本身的抗裂性能不足或存在缺陷,就容易在重载车辆的作用下产生反射裂缝。反射裂缝通常起源于路基或底基层的软弱层或空隙处,然后逐渐向上扩展到基层表面。

3 水泥稳定碎石基层收缩裂缝的防治措施

3.1 减少路基不均匀沉降

(1) 选择透水性材料作为路基填料。路基的不均匀沉降是导致水泥稳定碎石基层产生裂缝的重要因素之一。为了有效减少这种沉降,应优先选用透水性好的材料作为路基填料。透水性材料具有良好的排水性能,能够迅速将路基内部的水分排出,从而降低路基的含水量,减少因水分积聚而导致的沉降。同时,透水性材料还能增强路基的强度和稳定性,提高其对荷载的承载能力。(2) 确保沉降稳定期与采用强夯、冲击碾压等技术措施。在路基施工完成后,应确保有足够的沉降稳定期,让路基在自重和荷载作用下逐步达到稳定状态。此外,为了加速路基的沉降稳定,可以采用强夯、冲击碾压等技术措施对路基进行预处理。强夯能够利用重锤的自由落体运动对路基进行压实,提高路基的密实度和强度;而冲击碾压则能够利用冲击轮的冲击力对路基进行压实,进一步减少路基的沉降量^[3]。

3.2 加强施工控制

(1) 材料特性及级配控制,采用骨架密实结构矿料级配。水泥稳定碎石基层的材料特性及级配对其性能具有决定性影响。为了获得优异的力学性能和耐久性,应严格控制原材料的质量和级配。选择符合要求的碎石、水泥等原材料,并确保其颗粒形状、大小和级配符合设计要求。同时,采用骨架密实结构的矿料级配,能够形成紧密、均匀的基层结构,提高基层的强度和稳定性。(2) 精准把控水泥剂量与碾压含水量,对水泥稳定碎石基层的性能起着决定性作用。水泥用量一旦超标,基层极易出现收缩裂缝,仿佛路面被撕裂出一道道“伤口”;反之,若水泥剂量不足,基层的强度与耐久性又会大打折扣,无法承受长期的行车荷载。所以,在施工

作业期间,务必要像精准“调配师”一样,将水泥用量严格框定在适配区间。与此同时,碾压含水量的管控同样不可小觑,它恰似一把开启最佳压实效果的“钥匙”。含水量唯有贴近最佳值,基层才能在碾压过程中达到理想的压实与密实程度,变身坚如磐石的路面根基。(3)优化施工工艺,避免混合料离析与提高压实度。施工工艺的优化对于减少水泥稳定碎石基层收缩裂缝的产生同样重要。在施工过程中,应采用先进的施工工艺和设备,如采用拌和机进行拌和、采用振动压路机进行碾压等。同时,应严格控制混合料的拌和时间、拌和温度等参数,以避免混合料离析现象的发生。此外,还应加强压实度的控制,确保基层的压实度达到设计要求,以提高基层的强度和稳定性。

3.3 养护控制

(1)高温季节施工后的保湿养生措施。在高温季节施工后,水泥稳定碎石基层容易因水分蒸发过快而产生收缩裂缝。因此,必须采取保湿养生措施,以减少基层表面的水分蒸发,维持其湿润状态。具体而言,可以在施工完成后立即喷洒适量的水,或者使用湿布、草席等材料对基层进行覆盖,以保持其湿润。这些措施可以有效降低基层的收缩应力,从而减少收缩裂缝的产生。

(2)塑料薄膜或土工布覆盖养生,减少内外温差与水分挥发。为了进一步减少水泥稳定碎石基层的收缩裂缝,可以在施工完成后采用塑料薄膜或土工布进行覆盖养生。这些材料具有良好的密封性和保湿性,可以有效减少基层与外部环境之间的热交换和水分挥发,从而降低内外温差和收缩应力^[4]。同时,它们还可以防止风雨、日晒等自然因素对基层的侵蚀,保护基层的完整性和稳定性。在采用覆盖养生措施时,应确保覆盖材料紧密贴合基层表面,避免产生空隙或褶皱。此外,还应定期检查覆盖材料的状态,及时更换损坏或失效的材料,以确保养生效果。

3.4 应用玻纤格栅处理裂缝

(1)玻纤格栅的性能特点与相容性。玻纤格栅作为性能卓越的土工合成材料,宛如道路工程中的“超级卫士”,集高强度、高模量特性于一身,面对侵蚀与摩擦的双重“挑战”毫不退缩,以耐腐蚀、耐磨损的绝佳本

领,为各类工程筑牢根基、保驾护航。它能够有效增强道路的承载能力,防止裂缝的产生和扩展。同时,玻纤格栅与沥青等道路材料具有良好的相容性,可以确保其与道路结构的整体性和稳定性。在水泥稳定碎石基层中,玻纤格栅可以作为裂缝处理材料使用。当基层产生裂缝时,可以将玻纤格栅铺设在裂缝处,并利用沥青等道路材料将其固定。玻纤格栅的高强度和高模量可以承受裂缝处的应力和变形,从而防止裂缝的进一步扩展。同时,它的耐腐蚀性和耐磨损性也可以确保长期使用过程中不会因环境因素而失效。(2)在沥青面层铺筑前对基层裂缝的处理。在沥青面层铺筑前,应对水泥稳定碎石基层的裂缝进行全面检查和处理。对于较小的裂缝,可以采用填缝料进行填充,以恢复基层的完整性和平整度。对于较大的裂缝或裂缝密集区域,则应采用玻纤格栅进行加固处理。在处理裂缝时,应确保玻纤格栅与基层之间的粘结牢固可靠。可以采用专用的粘结剂或热沥青等材料将玻纤格栅固定在基层上。同时,在铺设玻纤格栅时,应确保其平整、无褶皱,并与裂缝方向垂直或呈一定角度铺设,以充分发挥其加固作用。

结束语

通过对水泥稳定碎石基层收缩裂缝的成因及防治措施的研究,我们深刻认识到,要保障道路的长期稳定性和行车安全性,必须从材料选择、施工控制、养护管理等多方面入手,全面预防和控制裂缝的产生。未来,随着新技术和新材料的不断涌现,我们应继续探索更为高效、环保的裂缝防治手段,不断优化和完善道路工程的技术体系,为推动交通运输事业的持续健康发展贡献力量。

参考文献

- [1]杨昊,倪正坤.水泥稳定碎石基层施工技术[J].黑龙江交通科技,2020,(07):74-75.
- [2]鲁丽萍.水泥稳定碎石基层施工技术在公路工程中的应用[J].四川建材,2023,(09):81-82.
- [3]张晓晶.浅谈水泥稳定碎石基层裂缝的成因及防治措施[J].门窗,2019,(11):125-126.
- [4]吾仁巴特.水泥稳定碎石基层配合比设计及砂砾材料标准击实试验研究[J].工程机械与维修,2022,(04):48-49.