

道路施工中水泥稳定碎石基层施工技术应用分析

文 / 李 薇 德州市公路事业发展中心庆云分中心

摘要:我国道路工程基层按照结构类型分为半刚性基层和柔性基层。半刚性基层材料有水泥稳定碎石、石灰粉煤灰稳定碎石等,在道路工程建设中得到了广泛的应用,然而,如果在施工过程中质量得不到有效控制,水泥稳定碎石可能会出现离析、开裂、松散、坑槽、平整度差等诸多问题。本文结合工程实践经验对水泥稳定碎石施工过程中的质量控制和检测要点进行阐述。

关键词:道路施工;水泥稳定碎石基层;施工技术;应用

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.15.060

引言

近年来,水泥稳定碎石基层是我国公路和道路领域常用的基层结构形式。相较于其他工艺水泥稳定碎石基层具有很好的抗渗性、强度、抗冲刷力,且成型迅速,变形小。但是在实际的施工过程中,由于机械的限制、人为操作的影响,要想让水泥稳定碎石基层完全达到规范所要求的程度,有一定的施工难度。因此,为了保证水泥稳定碎石基层的质量,必须从原材开始,对施工的每一个环节严加管控,才能在最大限度上规避问题。

一、水泥稳定碎石基层概述

作为一种常见的道路路面基层,水泥稳定碎石基层是道路路面的重要组成部分。它是以水泥、骨料和水为原料,经混凝土填充,发生固化反应而形成坚固基层。高强度的承载力是水泥稳定碎石基层的一个重要特性。由水泥、砂石等组成的稳定基层可以抵御汽车及行人的荷载,既保证了路面的平整度,又可以使路面荷载分布均匀,减小荷载的产生,减小了路面板的受力集中,进而减小了路面板的形变与损伤。由于其良好的承载性能,它成了一种适合于道路交通的路面结构形式。由于其自身的稳定性,还可以有效地抵抗降雨和温度变化等外界环境的影响,降低道路损坏的几率。而且,这种基层结构的施工比较简便,造价也比较低廉。与其他路面基层相比,该方法具有操作简便、无需大型机械及烦琐操作等优点。只要将水泥、碎石、矿粉按照一定的配比拌匀,然后进行充填养护就可以了。该方法既缩短了工期,又节约了劳动费用,还避免了对生态环境的危害,具有明显的应用优势。

二、水泥稳定碎石基层施工技术的材料要求

(一) 混合材料

道路施工中,混合材料是基础材料之一,分为非活性材料、活性材料两种。非活性材料是一系列不具化学活性的材料,包括天然材料和经过加工的研发材料,在选择材料时,应保证其不易受到气候影响而发生变化,并且不影响施工质量,因此,对材料的精细度要求更高。同时,材料应符合环保标准,不对环境和人体健康造成危害。目前,市面上常用的非活性材料有粉煤灰等,此类材料通常需与水泥混合后使用。混合材料的合理使用

是技术革新的重要体现,能够有效提升施工效果和质量。

(二) 水泥

道路施工中,水泥是水泥稳定碎石基层施工的关键材料,需要严格满足施工标准,不同施工需求和道路类型决定了水泥类型,目前,常用的包括矿渣硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥等。不能随意选择水泥类型,而应结合具体区域和施工技术需求,确保其符合设计标准,选择时应避免极端情况,如过硬或过软的水泥都不利于施工质量的提升。此外,应根据道路工程的具体情况决定水泥标号,标号过高可能增加施工难度,因此,水泥品质必须稳定,以保证道路基层施工质量。

(三) 水

道路施工中,水泥稳定碎石基层施工所用的水主要为普通生活用水。使用前,必须检测和筛查水质。水质的各项参数,如硬度、pH值等需满足相关规定,确保其符合道路工程的标准要求。施工过程中,水与水泥等材料的混合效果直接相关,需仔细观察材料变化,并通过实验检测其抗压性能等,确保材料质量达到预期标准。

(四) 粗、细骨料

在道路工程建设中粗、细骨料至关重要,应根据工程的具体需求和相关规范进行选择。选择时应注重科学性,通常不使用粒径大于30mm的骨料,确保骨料粒径符合要求。为了提高骨料选择的精准性,可以对生产厂家提出具体要求,并结合工程需求进行操作。可以通过设备,如反击式破碎机或圆锥破碎机加工粗骨料,并在加工后进行筛选。同时,需确保骨料不受风化等自然因素影响,及时清除杂质,保证材料的纯净度,以确保后续施工顺利。

三、道路施工中水泥稳定碎石基层施工技术应用

(一) 生产配合比设计

1) 确定料仓供料比例。应根据目标配合比中已确定的水泥、碎石、石屑、水等不同材料的使用比例和相关级配的波动范围,计算生产过程中各混合料的级配波动范围。2) 确定水泥稳定材料的容许延迟时间。在要求的级配、水泥剂量和最佳含水率的条件下,混合料拌和完成以后,分别按立刻压实,闷料1h再压实、闷料2h再压实、闷料3h再压实等条件,制作标准试件。经标准养护后,检测混合料试件的7d无侧限抗压强度,从而得到

不同延迟时间条件下混合料强度代表值的变化曲线和材料容许延迟时间。3) 确定结合料剂量的标定曲线。按设计确定使用的级配、水泥品种、标准水泥剂量, 以及标准水泥剂量 $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ 这 5 点配制混合料。配制好符合要求的混合料后按试验步骤进行滴定, 最后, 采用乙二胺四乙酸 EDTA 滴定法绘制无机结合料灰剂量标准曲线。

(二) 混合料拌制

道路施工中, 混合材料的存放位置可能发生变化, 因此, 在使用前, 需要根据实际工程情况重新混合。拌制过程中, 需使用专用设备, 并严格按照设定的比例进行混合, 确保各材料的比例精确, 以避免材料性能受到影响。在拌料过程中, 必须有专人负责监督, 防止因操作不当导致施工质量问题的。

(三) 混合料运输

分段堆放的方法在装车过程中被广泛应用, 其核心目的在于通过合理划分装载区域, 减少混合料在运输车辆厢内的自由落体距离和相互碰撞, 从而有效降低混合料的离析风险。离析现象不仅会影响混合料的均匀性和一致性, 还会对后续摊铺和压实工作的质量造成不利影响。运输车辆在装车前必须进行彻底的清扫。已拌成的混合料应尽快运往摊铺现场, 以缩短其暴露于外界环境的时间, 减少因水分蒸发等原因造成的性能损失。拌和机调试过程中, 需要收集并记录拌和机的各项运行参数, 如搅拌时间、搅拌速度、材料投放顺序及比例等。试验段铺筑是在正式进行基层铺筑前, 选取一段具有代表性的底基层表面, 进行实际铺筑操作的必要步骤。通过试验段铺筑, 可以全面检验混合料的配合比设计、拌和机的生产性能以及施工工艺的合理性。

(四) 摊铺

摊铺机就位; 顺白灰线调整方向杆; 在起步位置将方木或模板等铺垫在下方, 其厚度应满足摊铺层与虚铺层总厚度要求, 或使用钢丝绳进行放样并拉紧; 对摊铺机角度加以调整; 调试确认无误后展开摊铺作业。由 2 台摊铺机前后间距 5-10m 进行梯队作业, 其轨迹需重叠 10-20cm。位于前方的摊铺机应靠近中央分隔带, 左侧架设钢丝、右侧架设支架铝合金平衡梁, 进行高程控制。该工程设计的松铺系数为 1.28, 厚度为 20.48cm, 挂线高度为 30cm。要求施工现场同时存在 5 辆卸料车的情况下展开摊铺作业, 且在初始摊铺的 10m 范围内, 应放缓摊铺速度, 便于控制摊铺厚度, 进入稳定摊铺区间后逐渐加速至 2-6m/min, 并匀速行驶。针对摊铺作业中出现的离析或边角缺陷等问题, 应及时进行人工修补; 若离析严重, 应及时挖除后换填。将钢模板布置在中央分隔带两侧边线位置, 并加以支撑, 进行水泥稳定碎石底基层碾压之前, 需要对钢模板及摊铺边缘等位置浇筑水泥浆液, 起到黏结及保湿作用, 以免边缘坍塌或松散。此外, 在摊铺作业过程中应避免钢钎及钢线刮碰问题。

(五) 碾压

待摊铺长度达到 30m 后方可进行碾压施工。碾压施

工分为初压、复压及终压三个环节, 且压路机的速度应始终保持在 1.5-2km/h。初压环节由双钢轮压路机对摊铺完毕的路面进行静压处理, 确保混合料形成稳定结构。复压环节使用 2 台单钢轮压路机振动碾压 2 遍, 确保路面密实度达到 97% 以上。终压环节采用轮胎压路机静压处理方式, 并用双钢轮压路机将路面上的轮胎痕迹消除。在碾压施工中, 应遵循“由低到高、先快后慢”的原则; 每遍碾压均需重叠 1/2 轮宽; 道路两侧应在正常碾压遍数的基础上增加碾压 2-3 遍; 对于边角区域等无法应用压路机碾压的部位, 应使用小型平板振动器进行振动密实处理; 在碾压作业中, 应适当洒水, 以免碾压温度过高, 导致混合料水分蒸发过快; 碾压完成后应及时检测压实度, 该项目采用灌砂法进行检测, 确认压实度符合标准后结束施工。碾压施工期间, 应保持连续作业, 若出现 2h 以上的施工中断, 应设置横向接缝; 碾压施工结束后, 应对路面接缝加以处理; 由专人使用 3m 直尺对路面展开检验, 若发现凹凸、拥包等问题, 应及时修整, 以保证路面的平整度。

(六) 接缝处理

与老路基层纵向接缝时, 台阶开挖要顺直、密实, 不能出现掏空、内倾现象。新做基层半幅施工时, 纵缝应垂直相接, 外倾坡度为 10 : 1。第一幅基层成型后, 对接缝进行初步切边处理, 保证边部结构密实、大面垂直、纵向直顺。第二幅施工前, 对第一幅边部再进行精切边, 保证成型完好, 结构密实。第二幅摊铺前, 对接缝处洒水湿润, 涂刷水泥净浆。纵缝清洗湿润, 接缝喷洒水泥净浆。摊铺时应保证后施工的基层压实厚度较先施工的基层厚度高约 2-3mm, 碾压前, 对接缝处进行清扫, 碾压时, 靠近接缝部位 5cm 处采用三轮压路机增加碾压遍数压至密实。终压前, 在纵缝处灌入水泥浆, 并增加纵缝处的碾压遍数, 用 18-21T 三轮压路机在纵缝处增加 3 遍碾压, 确保纵缝处碾压密实。成型后及时进行验收, 重点对边部和接缝处的压实度、钻芯成型情况进行检验。

(七) 养护

基层碾压完成后立即进行养护, 养护时间至少 7d, 直至沥青面层施工时清扫基层工作面, 方可停止养护。采取双层养护毯或者塑料布、麻袋等覆盖, 必须结实完整无破损。

四、水泥稳定碎石基层施工工艺的优化

(一) 研究现状和存在问题

(1) 水泥稳定碎石基层的原材料选择和加工存在一定的问题。具体是指水泥稳定碎石基层需要使用大量的碎石和水泥材料, 而且这些材料的质量和加工工艺会直接影响到基层的强度和稳定性。(2) 水泥稳定碎石基层施工过程中存在一些施工难点和技术问题。例如, 如何确保碎石和水泥的充分混合、如何控制施工厚度和压实效果、如何保证施工过程中的平整度和水泥的充分硬化等。(3) 水泥稳定碎石基层的施工质量控制存在一定的困难和挑战。由于水泥稳定碎石基层的施工质量受到多

种因素的影响,例如原材料的质量、施工工艺的控制等,因此需要采用科学的质量控制方法和手段,对施工过程进行严格的监控和控制,以保证基层的质量和稳定性。综上,水泥稳定碎石基层施工工艺的研究现状和存在问题,需要通过深入的研究和探索来解决。

(二) 改进措施和技术

本研究根据实际施工工艺的不足及相关研究结果提出包含施工前、施工中、施工后的改进措施,具体的改进措施如图3所示。

本研究提出的水泥稳定碎石基层施工工艺的改进措

施主要分为四点:第一为对原材料进行严格的选择和加工,其具体内容为,为了保证水泥稳定碎石基层的强度和稳定性,碎石应该选择坚硬、质量好、粒度均匀的石头,并进行适当的筛分和清洗处理。第二是施工前对施工场地进行充分的准备,具体是包括场地平整、杂物清理、标识等。第三是加强施工过程中对关键事项的监控,主要包括碎石和水泥的充分混合、控制施工厚度和压实效果,以及保证施工过程中的平整度和水泥的充分硬化。第四是在施工完成后进行适当的养护,以保证水泥稳定碎石基层的强度和稳定性。



图3 水泥稳定碎石基层施工工艺的改进措施

(三) 优化后的施工工艺效果分析

为了对研究优化后的水泥稳定碎石基层施工工艺的实际效果进行分析,本研究选取两处基本资料相似的实际工程作为研究对象,一组采用传统的施工工艺,另一组采用优化后的施工工艺,三个月后对两个工程的各个

指标进行评级对比,对比结果如表1所示。由表1可得,采用优化后水泥稳定碎石基层施工工艺的道路工程的所有指标的评分与评级均优于采用传统水泥稳定碎石基层施工工艺的道路工程。该结果说明,优化后的水泥稳定碎石基层施工工艺的实际应用效果优秀。

表1 两个工程的各个指标对比结果

| 对比指标 | 传统施工工艺 | | 优化后的施工工艺 | |
|------|--------|----|----------|----|
| | 评分 | 评级 | 评分 | 评级 |
| 结构强度 | 6.8 | 良 | 8.7 | 优 |
| 稳定性 | 5.9 | 差 | 9.0 | 优 |
| 耐久性 | 5.5 | 差 | 9.1 | 优 |
| 施工效率 | 6.9 | 良 | 7.7 | 良 |
| 成本控制 | 8.4 | 优 | 7.8 | 良 |
| 施工质量 | 7.0 | 良 | 8.9 | 优 |
| 外观质量 | 7.1 | 良 | 9.2 | 优 |
| 技术创新 | 5.8 | 差 | 9.3 | 优 |

结语

本工程采用水泥稳定碎石施工技术后,水稳基层碾压的压实度能够达到相关质量标准,并且通过平整度检测得出平整度符合施工质量要求。这说明本工程采用水泥稳定碎石施工技术取得了比较理想的施工效果,能够确保新建道路的施工质量,为后续施工奠定了坚实基础。

参考文献

[1] 王利平, 张新献, 孙宗兴, 等. 水泥稳定碎石基层施工技术在市政道路施工中的应用研究 [J]. 居舍, 2022, (03): 42-44.

[2] 杜志鹏. 水泥稳定碎石基层施工技术在道路工程中的应用 [J]. 交通世界, 2021, (35): 30-31.
 [3] 唐超. 水泥稳定碎石基层施工技术在道路施工中的应用 [J]. 住宅与房地产, 2021, (34): 208-209.
 [4] 刘松涛. 水泥稳定碎石基层施工技术在公路施工中的应用 [J]. 工程技术研究, 2021, 6(20): 39-40.
 [5] 杨勇. 公路施工中水泥稳定碎石基层施工技术要点解析 [J]. 技术与市场, 2021, 28(09): 121+123.
 [6] 庄志宁. 浅析市政施工中水泥稳定碎石基层施工技术 [J]. 江西建材, 2021, (07): 224+226.