

市政道路水泥稳定碎石基层的施工技术应用研究

邸占成

石家庄市道桥建设总公司, 中国·河北 石家庄 050000

摘要: 伴随我国城镇化建设的步伐不断加快, 市政道路工程的建设规模和质量标准也不断提高, 基层施工是道路结构体系中不可缺少的部分, 对道路整体承载能力及使用寿命起到决定性作用。水泥稳定碎石材料由于具有强度大、稳定性高、抗变形能力强等特点, 在市政道路基层施工中得到了广泛的应用。本文根据实际工程情况, 对水泥稳定碎石基层施工的特点进行系统分析, 从材料拌合、运输摊铺、碾压成型等全过程进行技术上的研究, 并提出相应的质量控制措施, 希望能够为同类工程的施工提供一定参考。

关键词: 市政道路; 水泥稳定碎石; 基层施工; 质量控制

Research on the Construction Technology Application of Cement-Stabilized Gravel Base for Municipal Roads

Di Zhancheng

Shijiazhuang Road and Bridge Construction Corporation, China Hebei Shijiazhuang 050000

Abstract: With the continuous acceleration of urbanization in our country, the construction scale and quality standards of municipal road projects have also been continuously improved. The base construction is an indispensable part of the road structure system and plays a decisive role in the overall bearing capacity and service life of the road. Cement stabilized crushed stone materials have been widely applied in the base construction of municipal roads due to their characteristics such as high strength, high stability, and strong resistance to deformation. Based on the actual engineering situation, this paper systematically analyzes the characteristics of cement stabilized crushed stone base construction, conducts technical research on the entire process including material mixing, transportation and paving, and rolling and shaping, and proposes corresponding quality control measures, hoping to provide certain references for the construction of similar projects.

Keywords: Municipal roads; Cement-stabilized crushed stone; Subgrade construction; Quality control

0 引言

城市基础设施建设过程之中, 道路工程施工品质关乎城市交通运行效能及市民出行体验。基层是路面结构的承重层, 基层材料性能及施工工艺与道路的整体质量有着紧密的关联。水泥稳定碎石材料是将级配碎石、胶凝材料、填充骨料和灰浆通过搅拌和挤压等操作得到的混合材料, 经过简单搅拌和压实后, 可形成非常强的稳定性, 能够有效提高市政道路基层的整体质量。城市交通流量大、重载车辆多的运行环境, 对道路基层的强度和耐久性提出了更高的要求, 促使水泥稳定碎石基层施工技术不断改进和完善, 相关工艺的规范化使用成为市政工程领域的重要研究方向。

1 市政道路水泥稳定碎石基层施工特点

1.1 具备足够的承载能力

道路基层在长期荷载的作用下, 需要具有足够的承载

能力, 水泥稳定碎石材料依托水泥水化反应形成的胶凝结构, 使得碎石骨料之间形成了牢固的粘结整体。成型后的基层抗压强度为 3MPa~8MPa, 比传统级配碎石基层更高, 可以分散上部路面传来的车辆荷载, 减小基层变形的积累。高强度性使水泥稳定碎石基层适合于交通量大、重载车辆多的城市主干道和快速路, 可以明显提高道路结构整体的承载能力。

1.2 具备一定的水稳定性

由于温度、湿度的变化, 道路基层经常会受到水分侵蚀的影响。水泥稳定碎石基层经过压实成型之后, 内部结构致密, 孔隙率处于合理的区间内, 水分很难渗透到基层内部导致结构遭到破坏。即使是在雨季或者地下水位较高的路段, 水泥水化产物形成的稳定骨架也依然可以保持原有的强度, 不会出现松散、软化等病害。水稳定性较强的路面能够提高道路使用寿命, 减少后期养护维修次数及

费用。

1.3 具备较强的抗变形能力

车辆反复碾压、环境温度变化均会引起路面基层产生累积变形和结构性损害。水泥稳定碎石基层弹性模量处在合理的范围之内,具有一定的刚性和韧性,在荷载作用下的回弹变形小,卸载后能够很快恢复到原来的状态。由于材料的板体性,基层整体受力均匀,避免产生局部应力集中造成的不均匀沉降,抗变形能力强,对市政道路特别重要,能够有效地减少路面裂缝、车辙等常见病害的发生。

2 市政道路水泥稳定碎石基层的施工技术应用

2.1 工程概况

某城市主干道改扩建工程线路全长约 6.8km,设计车速 60km/h,双向六车道,路面结构为沥青混凝土面层、水泥稳定碎石基层、底基层。基层厚度设计为 36cm,分上下两层施工,每层厚度 18cm,水泥剂量控制在大约 5%。工程沿线地质情况比较复杂,部分路段存在软弱下卧层,并且施工期间正值雨季,对基层施工的水稳定性及工期控制提出较高要求。项目位于城市建成区,周边居民区和商业设施较多,施工噪声、扬尘控制标准严格,需要在保证工程质量的基础上,尽量减少施工噪声、扬尘对周边环境的影响。基层施工采用厂拌法工艺,设置固定式拌合站集中生产混合料,使用大型摊铺机和压路机联合作业,保证施工效率和成型质量。

2.2 原材料质量管控

在工程施工前,材料选型及检验工作是保证基层整体性能的前提。水泥是胶凝材料的主要成分,选择强度等级为 42.5 的普通硅酸盐水泥,初凝时间大于 3h,终凝时间不小于 6h,保证混合料有足够的时间进行运输和摊铺。进场水泥应逐批检验安定性和强度,不得使用受潮结块的过期水泥;碎石骨料采用三级配,粗骨料为粒径 19mm~31.5mm 的石灰岩碎石,压碎值不大于 26%,针片状颗粒含量不大于 15%;细骨料为洁净的天然砂或机制砂,细度模数为 2.3~3.0。在施工前对各个档位的骨料作出筛分试验,根据级配曲线调整掺配比例,保证合成级配在设计范围内。

2.3 混合料拌合工艺

拌合站生产过程直接影响混合料的均匀性、稳定性,该工程采用强制式双卧轴搅拌机集中拌合。正式生产前进行试拌调试,根据目标配合比确定各料仓下料速度和拌合时间,每盘拌合时间为 60s~90s,保证水泥和骨料充分混

合。拌合时需要实时检测水泥剂量,通过 EDTA 滴定法每两小时检测一次,剂量偏差控制在 $\pm 0.5\%$ 以内。含水量控制实行动态调节,按照天气状况和运输距离调整用水量,夏季高温时增加 1%~2% 的含水量来补偿蒸发损失,雨季减少用水量并作好骨料防雨工作。拌合站配有自动计量系统,对各种材料的投料量进行精确控制,同时由专人观察出料情况,发现花白料或者离析现象立即停机查找原因^[1]。

2.4 运输与摊铺作业

拌合完成的混合料应在规定时间内运至施工现场,运输车辆为载重 15t 以上的自卸汽车,车厢内壁光滑洁净,装车前涂刷一层薄层隔离剂以防止粘料。运输时将混合料表面用篷布覆盖,减少水分蒸发和扬尘污染,运输时间控制在水泥初凝时间的一半之内,夏季高温时段缩短到 1.5h 之内。摊铺作业使用大型摊铺机梯队作业,两台摊铺机前后错开 5m~10m 同步前进,摊铺速度控制在 1m/min~2m/min,保持匀速连续行驶,防止中途停车。摊铺机螺旋布料器高度调节到合适位置,料位高度不低于布料器直径的 2/3,防止混合料离析。摊铺厚度按照压实系数决定,松铺系数取 1.30~1.35,施工时使用钢钎挂线法控制高程以及横坡,保证摊铺面平整度符合规范要求。

2.5 分层碾压成型

摊铺完毕之后,碾压工序是决定基层最终密实度和强度形成质量的关键因素。该工程采用初压、复压、终压三段式碾压工艺,初压使用双钢轮压路机静压 2 遍,行驶速度控制在 1.5km/h~2km/h,主要作用是稳定混合料表面;复压利用重型振动压路机强振 3 遍~4 遍,行驶速度 2km/h~3km/h,这是密实度形成的阶段;终压运用双钢轮压路机静压 1 遍~2 遍,消除轮迹、提高表面平整度。碾压顺序按照由低到高、由边到中进行,直线段由两侧路肩向路中心推进,曲线段由内侧向外侧碾压,相邻碾压带重叠 1/3~1/2 轮宽。碾压时严格控制作业段落长度,根据气温和水泥凝结时间确定碾压有效时间窗,在水泥初凝之前,完成所有的碾压工作,不得在已经成型的路段上掉头或者急刹车^[2]。

2.6 接缝处理工艺

分段施工形成的横向、纵向接缝是基层结构的薄弱环节,处理不到位容易造成路面反射裂缝。横向接缝采用平接缝形式,每天施工结束时,使用切割机将端部切齐,形成垂直断面,次日复工前在断面上涂刷水泥净浆增强粘结^[3]。接缝处摊铺完成后,通过压路机横向碾压,沿接缝方向逐次向新铺路段推进,保证接缝两侧密实度一致。纵

向接缝设置在道路中线处,采用梯队作业的热接缝形式,两台摊铺机同步摊铺时留出 10cm~15cm 的重叠带,在碾压前通过人工补细料的方式填塞缝隙。上下两层基层纵向接缝错开 30cm 以上,横向接缝错开 1m 以上,防止接缝处重叠产生贯通薄弱面。施工过程中,应尽可能减少接缝的数量,增加连续作业段的长度,从根源上降低接缝病害的发生率。

2.7 养生与防护措施

碾压成型的基层并非施工终点,养生阶段影响强度增长速度及最终性能指标。基层碾压完成后,立即使用土工布覆盖洒水养生,养生期不少于 7d,前 3d 保持表面始终湿润,后期根据气温调整洒水频次。养生期间封闭交通,禁止一切车辆通行,施工车辆也不得在养生路段行驶,必须经过的交叉路口铺上钢板加以保护。养生结束时,施工单位及时检测基层无侧限抗压强度和回弹模量,各项指标符合设计要求后才能够进行上层施工。雨季施工时,施工单位需要在作业现场设置防雨棚和排水设施,遇降雨立即停止摊铺,已摊铺未碾压的混合料应进行覆盖保护,雨后检测含水量,超过允许范围的混合料予以废弃,不得二次拌合使用。

3 市政道路水泥稳定碎石基层施工质量控制策略

3.1 动态含水量调控,保障拌合均匀性

施工现场环境条件不断变化,固定配合比无法适应各个时段的温湿度变化。施工单位可以在拌合站安装在线水分检测仪,实时监测骨料含水率的变化,自动调节加水量^[4]。与此同时,在摊铺现场设置快速水分测定仪,每车混合料到场后检测含水量,偏差大于 $\pm 1\%$ 时退回拌合站调整。施工班组每 2 小时记录现场气温、风速、相对湿度,建立环境参数和含水量补偿对应关系表,根据实时气象数据动态修正拌合用水量,保证混合料一直保持在最佳含水量状态,全方位消除干缩裂缝和压实度不到位引起的质量隐患。

3.2 碾压长度智能匹配,提升压实效率

水泥凝结时间与施工节奏相契合,才能够保证碾压作业具备良好的施工时机。施工单位需要改变固定的碾压段模式,采用智能匹配方式,确定当日气温、水泥种类及运输距离所决定的初凝时间,进而得出每段摊铺的最佳长度。高温季节缩短到 30m~50m 一段,低温时段可以延长

到 80m~100m。施工单位应该在现场安排专人负责记录摊铺完成时间,设置碾压倒计时提醒,在规定时间内完成全部碾压工作^[5]。除此之外,施工班组根据压实度检测结果动态调节碾压遍数,防止过度碾压造成结构破坏或者碾压不足而影响密实度,确保碾压效率和成型质量的同步优化。

3.3 全过程温度追踪,预防早期开裂

基层早期裂缝产生通常与温度应力有关,内外温差大是主要原因之一。施工单位可以建立全过程温度追踪体系,在基层内部不同的深度埋设温度传感器,对芯部和表面温度进行实时监测。碾压完成后,施工班组立即覆盖保温土工布,减小内外温差,冬季施工时还需要加设电热毯、保温棉被等保暖措施。养生期间,施工单位每天记录最高、最低温度,温差大于 15℃ 时采取保温或者降温措施。通过温度数据的积累分析得出不同季节温度变化规律,选择合理的施工时段,避开极端温度时段进行摊铺作业,从施工组织层面上减少温度裂缝的发生。

4 结语

综上所述,市政道路基层施工的质量直接决定着市政道路的耐久性与稳定性,若基层施工质量差,将对其使用寿命及功能造成严重影响。随着我国建筑领域的发展,市政道路施工技术水平不断提高,水泥稳定碎石基层施工技术的应用与推广,使得市政道路基层施工质量也得到了提高。施工过程对材料、拌合、摊铺、碾压等环节进行精细化管理,并采取相应的质量控制措施,可以保证基层的强度和稳定性,为市政道路工程整体品质提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 杨家庆. 市政道路施工中水泥稳定碎石基层施工技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025(30):101-103.
- [2] 田伟东,王培铃,赵亮等. 市政道路水泥稳定碎石基层的施工技术[J]. 工程建设与设计, 2025(19):160-162.
- [3] 马荣毅. 水泥稳定碎石基层施工技术在市政道路中的应用[J]. 居业, 2025(6):62-64.
- [4] 刘建清. 市政道路施工中水泥稳定碎石基层施工技术运用分析[J]. 科技创新, 2024(18):129-132.
- [5] 李涛. 市政道路施工水泥稳定碎石基层施工技术[J]. 中国住宅设施, 2024(6):154-156.

作者简介: 邸占成,男,汉族,河北省辛集市,本科,高级工程师,研究方向:市政工程。