

Study on construction technology of large thickness of cement-stabilized gravel base layer in one time

Chao Luo

China Communications Construction First Public Engineering Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

The Kashgar region of Xinjiang has a typical temperate continental climate, with significant temperature fluctuations and severe diurnal temperature differences, especially during spring and autumn when the temperature difference between day and night can reach over ten or even twenty degrees. This "arid + large temperature difference" environment significantly affects the thermal expansion and contraction of cement-stabilized gravel layers, making it prone to issues such as arch expansion and cracking. With the widespread production of large-tonnage rollers and thick, wide pavers, a construction foundation has been established for one-time paving of cement-stabilized gravel base courses. Thorough investigation into the technology used for thick-layer paving of cement-stabilized gravel base courses is essential in order to enhance the overall construction quality.

Keywords

large temperature difference; construction principle; benefit analysis

水泥稳定砂砾基层大厚度一次摊铺施工技术研究

罗超

中交一公局第七工程有限公司, 中国 · 河南 郑州 450000

摘 要

新疆喀什地区的气候特点是典型的温带大陆性, 气温波动剧烈, 且温差极大。在春秋两季, 日夜温度差异可能高达十几度甚至二十度以上。这种“干旱+大温差”环境对水泥稳定砂砾层的热胀冷缩影响较大, 很容易出现拱胀、裂缝等问题。随着大型压路机的出现, 广泛生产了厚度和宽度更大的摊铺机, 为一次性建造水泥稳定砂砾基层奠定了施工基础。对水泥稳定砂砾基层大厚度摊铺施工技术进行深入研究, 对于促进水泥稳定砂砾基层施工质量的提高有重要意义。

关键词

大温差; 施工原理; 效益分析

1 引言

位于新疆维吾尔自治区喀什市叶城县境内的中交一公局第七工程有限公司 G219 线恰热克至叶城公路建设项目第五合同段, 其路面结构为 20cm 天然砂砾底基层 +30cm 水泥稳定砂砾基层 +5cm 中粒式沥青混凝土。水泥稳定砂砾砂砾基层顶面宽度 10.8m, 工程量 247467.78 m³。

针对以上工程特点, 中交一公局第七工程有限公司在因地制宜, 满足设计规范、绿色环保的原则下, 采用大厚度一次摊铺完成了水泥稳定砂砾基层施工。通过工程实例, 总结出了一套完善的“干旱+大温差”环境下水泥稳定砂砾基层大厚度一次摊铺施工技术, 施工工效、资源利用率、施工质量得到了极大的提升, 并能够广泛应用于类似条件的水

泥稳定砂砾基层施工。

2 适用范围

在满足水泥稳定混合料设备配备无困难的情况下, 水泥大厚度一次性摊铺可适用于各种道路等级厚度大于及等于 30cm 的基层施工; 同时适用于干旱地区, 气候干燥温差较大情况下水稳施工。

3 施工原理

水泥稳定砂砾基层大厚度一次摊铺施工工法采用路肩滑模机先施工土路肩作为土模, 利用 2 台 RP953T 摊铺机全厚度一次性摊铺, 该机械具备良好的二次搅拌能力, 能够很好的控制现场离析现象产生。选择两台年份相近, 机械性能一致, 能够很好的控制初始压实度, 对平整度、厚度、横坡、纵断高程控制起到重要作用。碾压完成一定距离采用一布一膜节水养生土工布进行覆盖养生, 在昼夜温差大的地区能够长时间处于湿润状态, 很好的保水养生, 后期不需要进行洒

【作者简介】罗超 (1990-), 男, 中国湖南湘潭人, 本科, 工程师, 从事大厚度水泥稳定砾石基层+抗裂功能层的设计及施工研究。

水。碾压主要原理为：水泥稳定砂砾基层施工工艺流程：配合比调整→机械设备准备→下承层准备→测量放样→挂线、培土模→混合料拌制→混合料摊铺→碾压成型→洒水养生及交通管制→试验检测。

4 施工工艺及施工要点

4.1 配合比调整

我们正在持续优化水泥稳定砂砾基础的搭配比例，以保证其能提供优秀的防裂特性。我们的级别匹配曲线的设定是基于接近 "S" 形状的设计理念来调整的。大于等于 4.75mm 的筛孔中的物料应位于等级匹配区间的中间和最高点附近；小于等于 2.36mm 的筛孔内的物质应该落在该区的中间及最低点区域内；而 0.075mm 筛孔里的材料则需要控制在 3% 以内，同时 2.36mm 筛孔的含量需保持在至少 20%，且大于或等于 4.75mm 筛孔的含量必须达到最少 32%。

为了达到设计的强度要求并降低水泥的使用量，我们需要设定其最大值。与此同时，我们也应该对含有泥土的材料和细碎石子的使用量加以约束。此外，还需考虑实际施工时的天气状况来调节含水率。建议把水泥的比例保持在一个不超过 4.0% 的水平。对于碎石子来说，它们的级别分布应该是这样的：小于 0.075 毫米的部分不能超过总数的 3%，并且含水率最好不要超过最优含水量的 1%。这样可以确保 7 天的无侧向压力试验样品具有足够的力量和稳定的性能，同时也防止了由于强度过大而引发的反射裂纹出现，而且这种强度的差距较小，从而有效地减轻了接触面上的剪切应力的影响。

4.2 下承层准备

在底层基础验收合格之后，施工应进行。底层基础的顶部高度、中心线、宽度、横坡以及平整度都必须达到规定标准，并且底层基础顶部不能有任何松动或杂质；底层基础必须符合要求，其表面应该是坚固平坦的，存在路面拱形，无任何松动、软弹性和杂物。

4.3 测量放线

在基础建设开始之前，测量团队会预先在承载层上重新设定中心轴线，对于直线路径而言，每十米都会设置一个中心标记；而在曲线路径方面，则会在五米间隔内设立这些标志。他们使用两寸的钢铁钉子作为锚点，并将红色的布带固定其上以确保牢固度。此外，为了保证每个二十米都有明确的路程标识，他们在一端的边缘标记之外三十至四十厘米的位置放置了路程指针。同时，对所有的高程进行了精确测量，以此计算出需要悬挂线的位置和高度。所有的测量结果都需提交给现场的技术专家以便确认。完成定位之后，清理承载层表面，并且在投料之前要用水喷洒以保持其湿润且没有水分残留。

选择 $\Phi 2\text{mm}$ 至 3mm 的钢索作为参考线，其延伸距离建议保持在约 100 米到 200 米之间（对于弯道部分，最好不要超过 100 米）。其中的一端需被牢固地固定住，而另外一

端则需要使用紧线器来加压，使之达到 1KN 的张力标准，同时确保钢索不会出现任何变形。用于固定钢索参照线的钢针是通过 $\phi 16\text{mm}$ 至 18mm 的光滑钢条进行处理制作而成，长度范围从 500 毫米到 700 毫米不等，十字形的固定框架由 $\text{D}18\text{mm}$ 的钢管制造，并且配有可以调整的固定螺栓。横向支撑杆则是利用 $\phi 16\text{mm}$ 的光滑钢条打造，长度设定在 300mm 至 400mm 范围内。钢针应该按照直线路径每隔 10 米设置一次，而在弯道部分，每个间距应控制在 5 米以内，并在路幅之外的位置放置，具体位置大约在 30 厘米至 40 厘米的地方。

4.4 挂线、培土模

当对水泥稳定砂砾路面层实施建设时，我们采用了一种名为 "培土模" 的方法。此法是基于使用道路两侧的路肩来构建土模，确保它们满足规定的压实程度、宽度及厚度标准。同时，设计的宽度范围之外至路基边缘处的压实率必须达到至少 90%。此外，为了防止由于路肩土壤吸水导致边角处变得疏松，我们在土模的一侧设置了塑料薄膜。

我们会在两边设立高度控制点，这些控制点的设定使用的是 $\Phi 2\text{mm}$ 的钢丝，其张力范围建议保持在 200m 以内，并在每端都通过紧线器来加固，这样可以防止由于钢丝松弛导致弯曲变形的发生。用于支撑钢丝的光圆钢筋选择适当的长度和尺寸，它的直径至少要达到 16mm，并且需要有稳定的支架配合。这个支架应该能够实现对钢筋的上下的调整和锁定功能，同时，用来承载钢丝的横杆也必须可以在支架内部自由地滑动和锁定^[1]。

4.5 混合料拌制及运输

4.5.1 水泥稳定砂砾拌合

对于水泥稳定砂砾混合料，我们使用了专门的搅拌机来统一处理。这种机器能够通过精确的电子称量器具实现自动化操作。在开始混合之前，需要按照监督员的要求，用他们审批过的配比方案对设备进行多次调整，确保其能产生符合规定的粒度分布及湿度条件下的产品。此外，为了防止混合物的水分流失，建议将其稍微超过最优湿度的范围，如高出 0.5%~1% 或在炎热时段增加至 2% 以上。

4.5.2 水泥稳定砂砾运输

对于水泥稳定砂砾混合物的运输，我们使用的是容量为 20 方的自卸卡车。根据实际需求，我们在整个工程期间会调整其数量。一旦混合物被搅拌完毕，必须尽快将其送达工地，并且不能超过一小时的运输期限。同时，为了防止水分的流失，我们要确保混合物在运输途中用遮盖材料保护起来。此外，当我们发现场地距离搅拌处很远的时候，我们会让车辆缓慢行驶并保持匀速，以免突然加速导致对摊铺机的冲击过大从而破坏平整度。最后，车辆到达摊铺区之后，需立刻切换到空档状态，按照指示人员的要求倒入混合物，并在完成任务后迅速离开摊铺区域。

4.6 混合料摊铺、整型

水泥稳定砂砾基层采用双机组同步大厚度一次整体成

型施工工艺进行施工。摊铺厚度 30cm, 选用 2 台 RP953T 摊铺机施工水泥稳定砂砾砂砾基层。两台摊铺机功能和机型完全一致, 功能较为全面。采用梯队化作业方式, 前后配合摊铺, 保证了速度、厚度、松铺系数、路拱坡度、平整度和振动频率都能保持一致。摊铺机之间距离不超过 10 米, 同时推动运料车向前行进。

在进行基层摊铺之前, 首先要使用带有喷雾式洒水装置的水车来湿润下承层。在摊铺之前, 需要检查摊铺机各个机器的运转情况, 正确调整传感器臂和导向控制阀之间的关系, 确保严格控制基层的厚度和高程。

在施工期间, 需要对铺设设备的行进速度加以适当调控, 确保其平稳地推进, 而非中断作业等候材料。为了达到最优的铺设效果, 需调节螺旋输料装置的前后料位检测仪, 同时让链式输料器与螺旋输料装置的运转频率一致, 并且稍稍增加螺旋输料装置中的物料比率, 以便整个熨烫平台上的混合物质能在全部宽度上实现均衡分配, 且始终维持铺设机械内的三分之二为混合物质, 以免出现分离现象。

4.7 碾压成型

4.7.1 初压

为了避免压实过程中的移动, 我们首先使用双钢轮振动压路机进行一次静压, 然后再用 25 吨单钢轮压路机进行一次轻微振动。在碾压时, 每个轮子会重叠 1/2 的轨迹, 并且碾压速度应控制在 2~3 公里/小时之间。

4.7.2 复压

采用 32 吨的单钢轮振动压路机, 以 2 - 4 公里/小时的速度进行三次强烈的碾压, 然后再使用 25 吨的单钢轮振动压路机, 以 3 - 4km/小时的速度进行两次弱振碾压, 碾压过程中每一轮都会重叠 1/2 的轨迹。土路肩滑模施工压实度可达到 90% 以上, 故碾压时第一轮应从边缘开始, 确保边缘处水泥稳定砂砾压实度。

4.7.3 终压

使用 30 吨的胶轮压路机进行揉搓和碾压, 以实现去除表面微裂纹和紧密表层的目标。至少需要进行 3 次碾压, 并且压路机的运行速度为 3 - 4 公里/小时。最终, 我们使用 16 吨的双钢轮压路机进行静压一次, 其运行速度为 4 - 6 公里/小时。

在压实过程中, 应对标高、压实度和平整度进行即时监控检查, 如果发现严重超出规定的范围, 需要立刻进行调整。

4.8 洒水养生及交通管制

强化对水泥稳定沙粒养护工作的实施, 采取薄膜遮盖的方法来完成此项任务, 具体的操作步骤如下: 一旦路面干燥度适中, 可以立即使用一层布和一层膜全面覆盖; 当路面已经出现干裂的现象, 在覆盖之前先用水管浇一些水分, 然后再铺设一层布和一层膜材料; 在水泥稳定沙粒七天的养护期内必须保证覆盖物的完整性和没有损坏, 只有当取样后的抗压能力达到标准之后才能开始去除覆盖层。此外, 还需要

加强对实验测试的管理, 施工过程中需要严谨地、迅速地并增加频率地执行各种实验测试, 以确保水泥稳定沙粒工程的建设质量。

4.9 试验检测

4.9.1 压实度检测

按照实验阶段的测试结果, 在达到实验碾压变数后, 进行压实度的检查, 需要确保其压实度超过或等于 97 %。当压实度大于 96%, 小于 97% 时, 采用胶轮压路机补压一遍, 进行压实度检测; 当压实度小于 97% 时, 采用 26t 单钢轮压路机强振一遍, 16t 双钢轮压路机收光一遍, 进行压实度检测; 如果以上条件均不能满足压实要求件, 应进行压实遍数跟踪检测, 重新确定压实遍数, 或者根据现场击实检测结果, 调整最大干密度。

4.9.2 平整度检测

当混合料碾压完成且压实度符合设计要求后, 采用 3m 直尺对完成的面层进行平整度的检测, 每 200m 测 2 处, 连续量 5 尺, 详细记录检测结果, 平均值要求不大于 12mm 且质量要求平整、无起伏。

4.9.3 取芯和试验

路面养生 7 天后, 用取芯机对基层混合料取样, 检测基层的压实厚度, 并对试件进行抗压强度试验, 同时观察芯样结构的密实程度及结构类型, 并留取影像资料注明时间、部位、位置^[2]。

5 效益分析

5.1 经济效益

中交一公局第七工程有限公司 G219 线恰热克至叶城公路建设项目采用水泥稳定砂砾基层大厚度一次摊铺施工方法完成基层施工, 相较于传统施工方法, 经过测算, 节省了费用 64.76 万元。同时大幅提高了工效, 缩短了施工周期, 有效减少了施工投入, 降低了管理成本。

5.2 社会效益

水泥稳定砂砾基层大厚度一次摊铺提升了道路的稳定性和耐用性, 延长了其服务年限, 改善了道路质量, 为驾驶者提供了更安全、更舒适的驾驶体验, 对推动地方经济和改善民众生活品质具有积极意义。

5.3 环保效益

水泥稳定砂砾基层大厚度一次摊铺可以减少施工过程中的重复作业, 从而降低施工机械的使用频率和排放量, 减少噪音和空气污染。其次, 大厚度摊铺可以减少接缝数量, 降低材料浪费, 同时减少因接缝处理不当造成的后期维护成本 and 环境影响。

参考文献

- [1] 南疆戈壁区水泥稳定砂砾基层沥青路面拱胀研究[D]. 夏至.重庆交通大学,2021
- [2] 水泥稳定碎石基层沥青路面拱起开裂研究[D]. 王军伟.长安大学,2017