

水泥稳定碎石基层三层连铺新技术研究

冯俊强

上海公路桥梁（集团）有限公司

摘要：传统的水泥稳定碎石基层施工工艺，是每施工完一层，养护7天进行质量检测，然后在进行下一层的摊铺，这样不仅工期长，而且养护期间的人工、机械基本处于窝工状态，相对成本较高。本文是在传统施工方法的基础上，在满足质量要求的情况下，提出了采用先铺设第一层，后直接铺设第二、第三层的三层连铺施工工艺，从而节约大量的养护时间、加快施工进度、提高机械使用效率、缩短工期，并提高基层的整体性。具有很好的社会效益和推广应用价值。

关键词：公路施工；基层施工；三层连铺；水泥稳定碎石

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.13.011

引言

水泥稳定碎石基层，可以有效提高市政道路的整体稳定性、耐久性和承载能力。但因受限于施工所用的摊铺机和压路机等机械的性能，长期以来一直采用分层摊铺碾压成型。在分层摊铺施工的情况下，下基层铺筑结束后养护7d才能进行上层摊铺，上下层很难有效连接，且施工周期长。因此，目前很多项目采用双层连铺的方法来进行双层水泥稳定碎石基层的施工，该方法可以提高基层施工质量，加快施工进度，提高经济效益。但采用三层连铺工艺的项目还较少。

本文以某市政道路为例，针对三层水泥稳定碎石基层的道路基层，提出了采用先铺设第一层基层，后直接铺设第二、第三层基层的三层连铺施工工艺，通过与传统分层摊铺施工工艺进行对比，分析了三层连铺施工工艺的应用效果及质量控制要点。

一、研究背景

本文以湖北省襄阳市某工业园区内市政道路为例，研究水泥稳定碎石基层三层连铺施工工艺质量控制要点及其应用效果。该道路总长约6000m，为城市主干道，车行道为双向宽15米，基层为三层水泥稳定碎石，单层厚度均为18cm。道路结构层如图1。

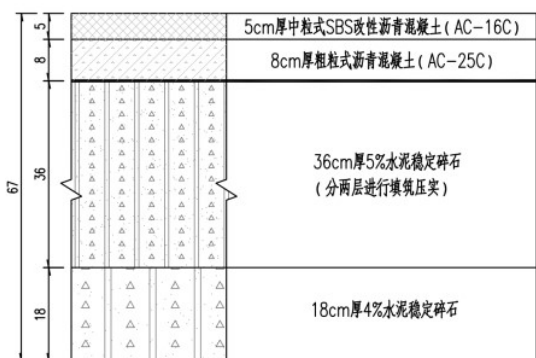


图1 道路结构图

因为该道路标尾约1000米段两侧为大型工厂，为减少修建道路对两侧工厂进出车辆造成的影响，所以选该段1000m长水泥稳定碎石基层采用三层连铺施工工艺，其余采用传统分层摊铺施工工艺。基层验收参数见表1。

表1 基层验收参数表

结构层	水泥含量 (%)	压实度 (%)	7d 无侧限抗压强度 (MPa)	弯沉 (0.01mm)
基层水泥稳定碎石 (上层)	5	98	3.5	24.19
基层水泥稳定碎石 (下层)	5	98	3.5	43.09
底基层低剂量水泥稳定碎石顶面	4	97	2.0	116.34

二、传统水泥稳定碎石基层施工工艺

三层水泥稳定碎石基层按传统方法施工时，需对三层分开进行摊铺养护，待检测合格后方可摊铺下一层。传统施工工艺存在以下问题：

(1) 对基层分开进行摊铺，每层施工完毕后均需养护，养护时间较长，导致基层施工工期长。

(2) 分层摊铺多次养护会导致长时间的窝工，造成人工及施工设备的闲置，同时摊铺机等设备需多次拆卸、转运，极大的浪费人力物力，不利于项目施工降本增效。

(3) 分层摊铺施工时，基层容易因损失大量的水分出现干缩裂缝，且各层基层之间的黏结性较差，层与层之间易出现污染，导致基层整体性较差。

三、水泥稳定碎石基层三层连铺施工工艺

(一) 施工流程

准备工作→水稳料拌和→水稳料运输→底基层水稳料摊铺(18cm)→水稳料压实→上、下基层水稳料摊铺(36cm)→水稳料压实→接缝处理→养护7d→检测→面层施工。

(二) 摊铺及碾压

(1) 水稳料摊铺

使用的拌合设备每小时额定产量为800t，应留有富余，所以按照每小时出混合料600t计算，在结合配置的碾压设备、人员等，最终决定按200米为一临时施工段，即底基层水稳摊铺200米后，即返回起点进行该段上、下基层水稳同时摊铺。经试验段测定，松铺系数取1.24，摊铺机行进速度宜为2-4m/min。

(2) 碾压方法

底基层(18cm)碾压步骤如下：

初压：用1台22t的单钢轮压路机静压一遍，进行初步稳定。碾压速度应在1.4-1.6km/h。

复压：用1台22t单钢轮压路机(弱振)碾压两遍；

(强振)碾压两遍;碾压速度应在1.8-2.2km/h。

终压:用1台32t胶轮压路机碾压一遍,达到收面作用。碾压速度应在1.8-2.2km/h。

上、下基层(36cm)碾压步骤如下:

初压:用1台22t的单钢轮压路机静压一遍,进行初步稳定。碾压速度应在1.4-1.6km/h。

复压:用1台36t单钢轮压路机(弱振)碾压两遍;

(强振)碾压两遍;碾压速度应在1.8-2.2km/h。

终压:用1台32t胶轮压路机碾压一遍,达到收面作用。碾压速度应在1.8-2.2km/h。

③碾压结束后,应及时对平整度、压实度、厚度进行检测,不合格处立即进行处理。

四、两种施工工艺对比分析

(一)质量对比

经过七天养护后,对两种不同施工工艺完成的水泥稳定碎石基层各选取1km进行检测,并对各项检测数据进行对比分析。

(1)平整度检测

对现场两类采用不同施工工艺完成的水泥稳定碎石基层进行平整度检测,两者各测50点。测量时每20米选2点,每点使用3米直尺和塞尺连续量两尺,取最大值。平整度检测数据如图2,由图可知,两种摊铺工艺平整度最大值均为10mm,最小值均为4mm,三层连铺平整度均值为7.18mm,分层摊铺平整度均值为6.88mm。两者平整度无明显差别,均满足规范要求。

平整度检测数据

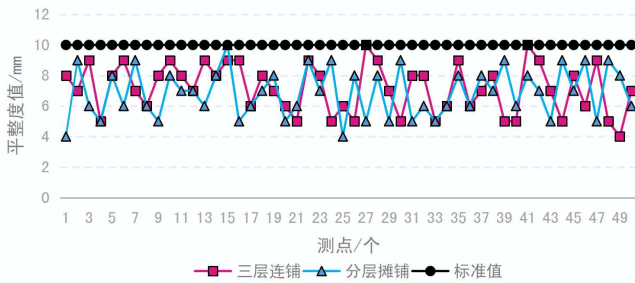


图2 平整度检测数据

(2)芯样检测

采用混凝土钻孔取芯机钻取芯样,钻头直径为150mm,按照每200m钻取2点频率,进行厚度检测。在将芯样进行切割处理,制作成高径比为1:1,进行7d无侧限抗压强度检测,检测结果及芯样外观描述如下图所示。



图3 三层连铺芯样实景图



图4 分层摊铺芯样实景图

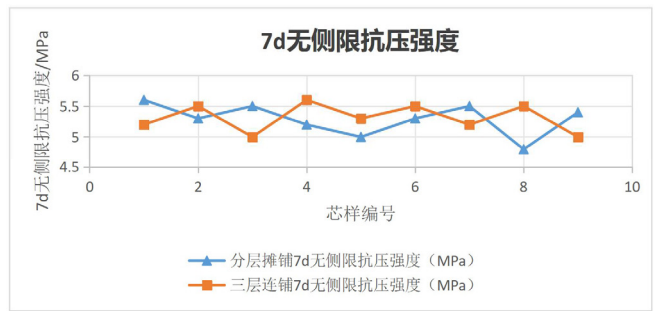


图5 7d无侧限抗压强度

由检测数据可知:

水稳基层施工采用三层连铺时7d无侧限抗压强度平均值为5.31MPa,分层摊铺时7d无侧限抗压强度平均值为5.28MPa,三层连铺高于分层摊铺时的7d无侧限抗压强度。此外三层连铺施工时基层芯样的厚度及外观质量等指标均符合设计要求,且与采用分层摊铺施工工艺完成施工的检测结果无明显差别。

(3)弯沉值检测

对采用不同施工工艺完成的水泥碎石稳定基层弯沉值进行检测,检测结果如下表所示:

表7 基层弯沉值检测数据

类型	平均值 (0.01mm)	标准差 (0.01mm)	弯沉代表值 (0.01mm)
三层连铺	9	3.65	15
分层摊铺	16	3.74	21

由基层弯沉值检测数据可知,采用三层连铺施工工艺,基层的弯沉值符合设计要求,且与分层摊铺的基层弯沉值相比弯沉值的稳定性更好。

(4)基层裂缝调查分析

对采用两种不同施工工艺完成的基层裂缝调查中发现,采用三层连铺段每500米裂缝数量为2道,分层摊铺段每500米裂缝数量为5道。相比之下,三层连铺段裂缝数量明显减少,有利于保证后续铺筑沥青面层时的施工质量。根据施工经验,基层分层摊铺时出现裂缝往往与保水不到位有关,尤其是温度较高时进行施工容易因损失大量的水分出现干缩裂缝。可见,三层连铺通过减少了水泥稳定碎石基层施工时水分的损失,使得基层裂缝大量减少。

(5) 其他方面质量对比分析

由于基层一次摊铺碾压成型，相较于传统分层摊铺施工，提高了各层基层之间的黏结性，改善了基层受力状况，为下一步的沥青路面施工做好了质量保证；同时避免了分层施工时层与层之间出现的污染，使基层形成良好整体结构。三层连铺施工工艺改善了路基施工质量，延长了道路的使用寿命。

(二) 效益对比

(1) 工期对比

水泥稳定碎石基层三层连铺避免了底基层与下基层的养生施工，大幅减少了基层施工工期，提高了道路施工的进度。以本项目基层施工1km计算，根据实际施工数据绘制水泥稳定碎石基层施工横道图，见图6。

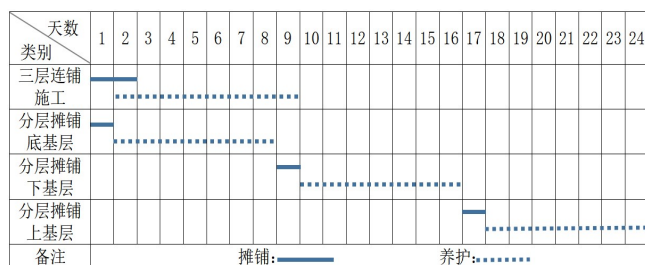


图6 水泥稳定碎石基层施工横道图

由图6可知，采用三层连铺施工工艺，长度1km的水泥稳定碎石基层施工可节省工期24天-9天=15天。由于该段道路需保证车辆通行，左右幅需分幅施工，故最终采用三层连铺工艺可节省39天工期。

(2) 成本对比

水泥稳定碎石基层施工整体采用人工辅助机械的方式进行，主要可从机械租赁费、养护费用及人工费用对其成本进行分析。具体分析如表7所示。

综上所述，采用三层连铺施工工艺，1km水泥稳定碎石基层拌合、运输、摊铺总成本比分层摊铺节省73600元，养护成本比分层摊铺施工工艺节省54934元，总计节省128534元。

五、结论

三层连铺工艺施工的水泥稳定碎石基层对比采用分层施工工艺的水泥稳定碎石基层各项参数，主要得出以下结论。

(1) 水泥稳定碎石基层采用先铺设第一层，后直接铺设第二、第三层的三层连铺施工工艺，在原材料合格、施工组织合理、施工步骤规范的情况下，可有效保证施工质量。

(2) 三层连铺减少了施工时水分的损失，使基层裂缝大量减少，基层一次摊铺碾压成型，各层基层之间的黏结性好，层与层之间不易出现污染，为路面施工做好了质量保证。

(3) 采用此工艺，可省去大量养护时间，大幅度缩短施工工期，加快施工进度；同时减少了传统分层摊铺施工工艺造成的机械闲置及调度费用，有利于项目施工降本增效。

参考文献

[1]朱锦华. 刍议水泥稳定碎石基层施工技术在市政道路施工中的应用[J]. 中国高新技术企业, 2015(9): 102-103.
 [2]广西首次应用“双层连铺”技术[J]. 中国公路, 2021(21): 12.
 [3]李青仙. 水泥稳定碎石基层双层连铺施工技术应用[J]. 交通世界, 2022(16): 113-115.
 [4]康建明 赵权威. 水稳碎石基层双层连铺技术在公路施工中的应用[J]. 建材与装饰, 2019(31): 279-280.

表7 成本对比分析表

序号	差异项目 单价 (元/天)		三层连铺				分层摊铺			
			时间(天)	总价(元)	备注	单价(元/天)	时间(天)	总价(元)	备注	
1	运输、摊铺及碾压成本	机械费用	12400	2	24800	/	12400	6	74400	/
2		人工费用	6000	2	12000	/	6000	6	36000	/
3	养护成本	机械费用	333.3	8	2666	/	333.3	42	14000	
4		人工费用	600	8	4800	/	600	42	25200	/
5		材料费用	2900	8	23200		1104	42	46400	
合计(元)					67466				196000	
差额(元)			128534							