

道路工程水稳碎石施工质量控制探讨

朱家满

中交一公局集团有限公司

摘要: 水泥稳定碎石基层属于半刚性结构,是道路施工建设中的常见形式,但受自身属性与客观因素等的共同作用,该结构可能有温缩与干缩现象,进而产生裂缝,影响到结构的完整性和稳定性。因此,加强对施工技术的研究具有必要性,需要采用合理的施工技术,建成高质量水泥稳定碎石基层结构。

关键词: 道路工程; 水稳碎石; 施工技术; 施工质量

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.14.059

前言

基层作为主要承重层在路面结构中占据着重要作用。受到经济条件和实际国情的影响,半刚性基层是我国城市道路和高速公路的主要选择,其中,水泥稳定碎石基层由于强度高、使用寿命较长、承载能力好等诸多优点而被广泛应用。水泥稳定碎石混合料是由水泥、集料和水充分拌和后形成的,同时考虑到摊铺后,水稳基层的干缩、温缩效应,在混合料制备时,往往会掺入外掺剂以提高基层的抗裂性能。考虑到水稳基层受温度和湿度影响显著,在其施工中进行质量控制是十分重要的。

一、工程概况

黄冈产业园位于黄冈市城区西北部,又名禹王工业园,《黄冈市城市总体规划(2012-2030)》将禹王片区定位为黄冈市副中心,这将为规划区带来较大的发展机遇。工业园区道路工程总长43.78公里,线内路基以挖方和超挖为主,地面表层1.4m-1.9m存在上层滞水,长江汛期及雨季水位上升明显,土质具含水量高,孔隙比大,压缩性高,其低承载力,工程性能较差,易产生土体压缩位移而导致路基不均匀沉降和开挖边坡垮塌。该园区道路基层采用水泥稳定碎石施工方法,并制定了一系列的质量控制措施。

二、水稳碎石施工技术要点

(一) 施工准备

首先要做好准备工作,主要包括技术准备、材料准备、施工设备准备等内容。在该项目开展中,技术准备工作的要点工作内容主要包括坐标系的确定以及高程控制桩位的设置,排水系统的设计等多项工作内容。施工单位根据设计方案的要求,每隔200m左右设置一个临时水准并同时复测平面和高程控制桩(按平面设计桩号布置)和现状土方横断面,并向建设单位、监理单位和设计单位提交相应的复合资料,除此以外,在施工准备阶段还要根据施工现场的实际情况及地质条件做好临时

排水措施,为后续使用提供保障。在材料准备中,要从施工全过程加强对材料的管控,保证施工材料符合国家相关标准。首先,要加强材料采购环节的质量控制,从源头处保证各类配比材料的质量,水泥稳定碎石施工混合材料主要有水泥、碎石、石屑等,水泥初凝时间为3h左右,最终凝时间为6h左右。在选择碎石料时,要保证碎石料的直径、硬度、强度符合施工要求,同时要严格控制压碎值和碎石含量,避免施工完成之后发生结块问题。在机械设备准备阶段,要结合施工现场的具体情况确定设备数量、类型,道路施工现场环境复杂,如果设备数量过少,会对施工进度、施工质量造成干扰,如果施工设备数量过多,会造成资源的浪费。此外,对于一些大型施工设备,要按照相应的规范标准对这些设备进行检查和维修,避免在使用时出现故障。

(二) 底基层处理

按照基层下坡脚线对底基层施作两侧包边土,并通过石灰在临近中央分隔带侧及土路肩侧打设基层下坡脚线,将多余包边土清除后进行水稳碎石基层摊铺宽度控制。在基层边线外30cm处按照6.25m的间隔纵向打设钢绞线支架,用于挂架摊铺机高程控制钢绞线,并保证支架前后纵向线形顺畅、一致,张紧长度应在150~200m,距基层高差不超过35cm。

施工前必须检查底基层外观质量,包括横坡度、宽度、高程、中线偏位、平整度等,同时还应检查压实度及沉降,将连续两个月内底基层表面沉降速率控制在5mm/月以内,方可进行水稳碎石基层铺筑。考虑到该工程工期紧,故对于沉降不达标路段,先铺筑下基层,再通过碎石加载预压,待沉降满足设计要求后再施作水稳碎石基层。

在道路中线的直线段按照10~20m的间距设桩,平曲线段则按照10~15m的间距设桩,定出道路中心线及底基层、基层边缘线。复核路拱横坡和纵断面高程,并结合松铺系数确定混合料松铺厚度并设置基准线。

在正式施工前,应按照设计高程及松铺厚度,在路基两侧设置摊铺基准绳,即挂线,以便摊铺机传感器触件能沿着基准绳移动。为保证路面高程及摊铺平整度满足设计要求,必须确保基准绳高程的准确性,并拉紧基准绳。支撑钢丝绳的支架钢筋应按照5~10m的间距设置,高强度钢绞线钢丝绳应设置在支架调整横杆上,一端固定后,通过拉紧器和滑轮组作紧固处理。采用精密水准仪测量钢丝绳高程及钢筋支架间距,其高程应高出松铺厚度2mm左右;为确保摊铺施工过程的连续性,必须在每侧钢丝绳处配置3根长度为200~250m的钢绞线,

并在摊铺机未走完一段钢丝绳前，完成下段钢丝绳的架设。

（三）混合料的拌和

1. 拌和设备选择。综合考虑现场施工对材料的要求、运输车辆的运输能力，选择合适规格的拌和设备。以强制式拌和设备为宜，拌和能力不小于60t/h，设备的运行状态需稳定，且带有高精度的电子计量装置，用于精准控制水泥、集料等各类原材料的用量，在充分拌和后，得到性能较佳的水泥稳定碎石混合料。

2. 水泥用量控制。水泥主要生产厂家集中在黄冈市武穴市。水泥用量的高低对混合料的强度有直接影响，考虑到设备、环境等因素的影响，相较于试验室配比而言，实际水泥用量可适当增加0.3%~0.5%，具体需要根据现场施工做动态化调整，但总量不可超过6%。

3. 含水量控制。含水量高低对混合料的质量以及施工效果有明显影响，含水量偏低时，混合料成型难度较大，即便经过充分的压实也依然难以取得良好的压实效果；含水量偏高时，局部有“弹簧”现象，碾压后表面存在轮迹，影响到表观质量，后续易出现干缩裂缝。因此，需遵循适中的原则，有效控制含水量。从实际施工角度来看，底基层会吸收混合料中的水分，加之现场气温以及其他因素的作用，混合料有一定的水分散失，因此实际含水量可略高于设计值1.5%~2.5%。

4. 集料。一般情况下，水泥稳定碎石基层施工时用到的粗集料与细集料应确保干燥洁净，集料表面没有任何杂质，且密度均匀，集料内的含泥量较少。根据路面工程的实际情况，使用石灰岩集料为路面基层矿料的构成部分，再对集料技术指标进行抽样检测，通过试验的集料可以用于施工。对于粗集料，要求集料的压碎值保持在22%以内，软石含量在3%以内；细集料方面，要求材料有机质与硅酸盐含量分别低于1.2%和0.25%。

5. 配合比设计。水泥稳定碎石基层材料的配合比设计用到的原材料水泥主要是M32.5水泥，所有材料均已通过质量检测，且指标合格。级配设计时，需要注意骨料合成之后的4.75mm通过率，要求筛孔通过率必须有所保证，过高会导致级配偏细，且填充率较多，容易给路面带来开裂的风险；筛孔通过率过低说明级配比较粗，且路面施工期间平整度与碾压环节难以有效控制。

（四）混合料的运输

混合料的运距通常较远，为保证供料充足，宜采用12~15t的大吨位自卸车完成。车辆装载完成后，加盖篷布，起到防护作用。遵循混合料随拌随用的原则，出料至摊铺之间的时间不可超过2h，否则视为废料处理。混合料如出现离析现象，在重拌且通过质量检验后，方可投入使用。

（五）混合料摊铺

1. 下基层的摊铺。在道路施工的过程中，要重点把握施工基层下部的摊铺工作，在使用推土机进行下基层

的摊铺时，车辆的停放应该根据其吨数进行合理划分，谨慎计算各个车料的堆放面积，确保工程施工严密进行。摊铺所使用的混合料，其卸置依据由远及近的原则进行设置。准确把握卸料的位置，严禁出现施工材料缺少的情况。混合料卸置完成以后，利用推土机将混合料摊平，最后才能进行相关施工。

2. 上基层摊铺。上基层的摊铺是在下基层摊铺的基础上进行的，上基层的施工要点是选择合适的机械设备。所选的机械设备的工作效率一定要满足摊铺效率。施工时，拌和机需要源源不断地为摊铺机提供原材料，在摊铺机不间断持续工作下，保证施工中拌和机的产量，在进行摊铺的时候，尽量不要出现纵向接缝，否则，施工完成以后可能会出现道路离析现象。施工过程中，如果出现离析现象，就应该由专业人员及时清除离析，确保施工工程的顺利完成。另外，施工的过程中经常会出现水泥表面凹凸不平的情况，导致这种现象的原因可能是基层排水出现了问题或者下基层出现局部低洼等情况，一旦出现这种情况，就要使用新的拌合料重新平整。

（六）整平成型

1. 当将碎石运入施工现场以后，应采用推土机进行摊铺，施工时，应保证粗细颗粒未出现离析现象，再进行整平。

2. 在首次整平后，应采用平地机将找平段进行一次压平。

3. 对于直线段，应使用平地机铲平；对于曲线段，应使用平地机进行初平。

4. 在整平成型过程中，应每隔20m沿路中插杆，以满足横坡要求，同时便于施工人员掌握中线位置，以防偏拱问题的出现。按照20m的距离确定各个断面的高程，如果路面宽度小于9m，应设置3个点；大于9m小于15m，也设置3个点；大于15m，应设置7个点，并做好标志。同时应将高程记录好交给操作人员，并指示操作人员进行找平。

5. 在找平时，应确保在路拱不偏时进行，对于全宽路面，只需刮除不做垫层。

6. 对于施工完成后的两段碎石衔接位置，在找平时容易出现凸包，故应采用铲车铲平。对于桥头段，其加强路面水泥稳定基层施工平整度控制。

7. 在整平成型过程中，禁止所有车辆通行。

（七）混合料的碾压与养护

水泥稳定碎石的碾压是基层强度形成的重要工序，在水稳碎石的摊铺过程中，应当确保每台摊铺机后紧跟三轮压路机或双钢轮压路机进行碾压，每次碾压时控制碾压段距离在50~80m，每个碾压段设置明显标识，初压控制速度在1.5~1.7km/h，后续复压及终压控制在1.8~2.2km/h。具体施工首先采用钢轮压路机碾压使基层压实度达到90%，再采用振动压路机低频高幅振动碾

压,经过检测达到相应压实度要求后,通过胶轮压路机消除水稳基层的轮迹效果。

针对压实度的检验,初压、复压过程中可以采用核子密度仪测量,终压后为了保证测量准确性,应采用灌砂法检测压实度。经检测压实度满足要求后,立即采用土工布覆盖水稳基层。

三、现场检测

(一) 水泥剂量滴定

根据相关规范标准确定施工水泥剂量,按照3.6%的剂量添加水泥,摊铺混合料之后去代表性混合料,以此进行水泥剂量的检测。样品编号1~4的水泥剂量检测结果分别为3.4%、3.3%、3.5%、3.6%、3.5%。经过检测得知,水泥剂量检测结果满足质量标准中水泥剂量极限低值-1%的要求。

(二) 混合料压实度检测

该工程不设工地试验室,一切试验检测均送外委。一方面,采用施工现场检测方法。路面水泥稳定碎石基层主要包含骨料、胶结剂、灰浆几部分,路面碾压压实处理后的混合料需要做好压实度检测。采用瞬态锤击响应加速度的检测设备,可有效提高检测精确度。

另一方面,采用室内检测方法。将Proctor方法与旋转压实方法进行对比,可以看出这两种方法测量得到的密度十分接近。如果基层含水量较高,旋转压实法测量精确度更高,再将这两种方法与振动台法相对比,融合静压压实与振动压实法,精确地获得水泥稳定碎石基层的实际性能,得知振动压实法测量效果更好,适合于实验室检测。经过检测得知样品1的上部与下部基层压实度分别为99.4%和98.8%,差值为0.6%;样品2的上下部压实度检测结果分别为99.6%和98.6%,差值为1.0%。

四、水稳碎石施工质量控制

(一) 加强施工管理

1. 严格控制混合料的配比,所用碎石的粒径大小应符合施工要求,碾压施工时应确保混合料处于最佳含水状态。随后根据试验路段的施工参数,控制压路机的碾压频率、碾压速度、振动幅度。

2. 为确保水稳碎石层的平整度,初压时还应注意控制压路机的速度,并由专业人员跟踪检测压路机速度。

3. 拌和混合料时应均匀、连续的拌和,装车运输时尽量减少混合料的移动。水稳碎石施工过程中若发现离析情况,还应及时进行撒料、换料工作,铲除离析区域的条、带。

(二) 基层裂缝的预防措施

1. 水泥用量偏高时,由于水化热作用,导致混合料内部温度偏高,出现温差裂缝,因此,需在不影响混合料强度的前提下减少水泥的用量,防止基层出现裂缝。

2. 定期标定加水曲线,注重对材料的日常防护,避

免因暴晒或其他原因而导致材料含水量降低;测定原材料的含水量,根据实测结果判断是否有加水的必要;遇夏季高温天气时,混合料装车后加盖帆布,尽可能减少运输过程中的水分散失;加强施工协调,保证混合料的运输、摊铺、碾压各项工作有序进行,中途间歇时间过长基层也容易出现裂缝。

3. 规范碾压,严格控制碾压速度、碾压遍数等,确保经过碾压后的基层平整、密实。

4. 水泥稳定碎石基层施工恰逢高温天气,成型初期基层内部水分含量偏高,由于外部温度的作用有明显的蒸发现象,基层易干燥收缩。若昼夜温差较大,刚施工的基层由于受到干燥收缩和温度收缩两项作用而开裂,为此需控制养生期的温度差,尽可能降低裂缝的发生率。施工完成后,及时用薄膜加土工布覆盖基层,适当延长养生期,使水泥稳定碎石基层能够有效成型。养生时,安排专员检测环境温度与基层温度,再根据温度差异情况调整洒水的频率和单次洒水量,保证基层的有效成型。

5. 车辆荷载作用可能使尚未成型的水泥稳定碎石基层开裂,为此,需在基层强度尚未达到设计要求时加强现场交通管理,采取限速、限重措施。

结束语

为发挥路面水稳碎石层的技术优势,建设单位还应在路面铺筑时做好材料准备、基层摊铺、接缝清理、碾压及填筑等工作,明确水稳碎石层的施工要点。从而在道路工程建设中有效利用水稳碎石层技术,降低路面离析、裂缝、不均匀沉降等常见质量风险,使路面结构的整体性能符合我国公路项目的质量要求,完善我国交通项目的技术体系。

参考文献

- [1] 王以海,张巨,于荣全,唐可,吴谦,杨晓炜.水泥稳定碎石基层拱胀防治措施效果评价[J].内蒙古公路与运输,2021(06):33-35.
- [2] 丘政春.水泥稳定碎石强度的主要影响因素分析[J].江西建材,2021(12):194-196.
- [3] 陈文婷.大厚度水泥稳定碎石基层一次成型施工技术[J].江西建材,2021(12):233-234+237.
- [4] 董玉梅.振动法在水泥稳定碎石基层工程中的应用[J].交通世界,2021(36):70-71.
- [5] 段润泽.水泥稳定碎石串联式双拌缸两级拌和施工的应用[J].交通世界,2021(36):98-99+107.
- [6] 朱庚申.再生废旧混凝土骨料水泥稳定碎石路用性能试验及应用研究[J].路基工程,2021(06):98-103.
- [7] 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.