

水泥稳定基层常见的质量通病及预防措施

李永红,吴荣锋

(中铁第十五局集团五公司,河南 洛阳 471002)

摘要:介绍、分析了水泥稳定基层强度偏差、表面松散、碾压不密实、平整度差、裂缝的产生原因、预防措施及处理方法。

关键词:水泥稳定基层;强度;松散起皮;密实度;平整度;裂缝

水泥稳定基层具有良好的整体性,足够的力学强度、抗水性和耐冻性,其初期强度较高,具有随龄期增长而增长的特长,所以近几年来水泥稳定基层在高速公路、一、二级公路及城市道路建设中得到了广泛的应用。但是水泥稳定基层的施工是一个综合过程,常常会出现一些质量通病,如基层表面弹簧、松散、松软、平整度差、表面出现干缩裂缝等通病而影响施工质量,如何克服这些质量通病是一个亟待解决的难题,几年来我们在施工过程中开展 QC 小组活动进行攻关,取得了一些成功的经验,仅供参考。

1 强度偏差

试验室经现场钻孔取样测试,厚度不够,强度不足。

1.1 产生的主要原因

- (1) 水泥稳定集料级配不好;
- (2) 水泥的矿物成分和分散度对其稳定效果的影响;
- (3) 含水量不合适,水泥不能在混合料中完全水化和水解,发挥不了水泥对土的稳定作用,影响强度;
- (4) 水泥、土和水拌合的不均匀,且在最佳含水量下充分压实,施工碾压延迟时间拖的过长,破坏了已结硬水泥的胶凝作用,使水泥稳定土强度下降,碾压完成后没能及时的保湿养生。

1.2 预防措施

- (1) 用水泥稳定级配良好的碎(砾)石和砂砾,选择材料首先选碎(砾)石和砂砾,其次是砂性土;再其次是粉性土和粘性土。
- (2) 水泥的矿物成分和分散度对其稳定效果有明显影响,优先选用硅酸盐水泥,尽量不使用铝酸盐水泥。试验室进行水泥分级优化试验,在良好的材料级配下,选用最佳的水泥含量。
- (3) 试验室配合比设计不但要找到最佳含水量,而且能找到一个含水量达到最佳的同时,也要满足水泥完全水化和水解作用的需要为目的。
- (4) 水泥、集料和水拌合的均匀,且在最佳含水量下充分压实,使之干密度最大,强度和稳定性增高。水泥土从开始加水拌合到完成压实的延迟时间控制在初凝时间内,达不到上述条件时,可在混合料中掺适量的缓凝剂,加强水泥稳定基层保湿养生,满足水泥水化形成的强度的需要。

2 水稳基层表面松散起皮

水稳基层表面松散起皮,局部离析现象严重,大粒径骨料集中,形成集料窝,碾压不密实。

2.1 产生的主要原因

熟料拌合不均匀,堆放时间长;卸料时自然滑落,细颗粒中间

多,两侧粗粒多;刮风下雨造成表层细颗粒减少;铺筑时,因粗颗粒集中造成填筑层松散,压不实;运输过程中,急转弯、急刹车,熟料卸车不及时,使摊铺机内产生局部大碎石集中;送料刮料板外露现象。摊铺机受料斗两翼板积料多,翻动过速,易造成混合料离析。

2.2 预防措施

- (1) 水泥稳定混合料随拌随用,避免熟料过久堆放;
- (2) 运输时避免急转弯、急刹车;为防止混合料在摊铺机内产生局部大碎石集中现象,前面车应尽早卸料开走,后面车尽快往摊铺机里喂料使新料与受料斗中余料混合,禁止送料刮料板外露现象发生;
- (3) 混合料两侧采用方木支撑,先在路边缘 30~40cm 处开始碾压,接下来碾压边缘留下部分时,压路机每次向边缘方向推进 10~15cm;
- (4) 加强拌合站的材料控制。一是控制原材料,对不合格的原材料重新过筛;二是上料仓的料不能出现间断现象,确保料仓内随时达到满仓,随时往仓里加料;三是严格控制成品料,如发现粗细离析、花白料等现象时,应重新拌合直到达到标准后使用;
- (5) 采用大车运输并使用蓬布覆盖,确保混合料始终处于最佳含水量状态。

2.3 处理方法

施工时设专人处理局部离析及混合料粘附压路机轮胎的现象,对摊铺后出现的局部离析现象及时进行处理,与其他混合料同时碾压,确保整体施工质量,碾压后个别地点混合料松散或集料窝局部挖除重新填筑,使用冲击夯夯实。

3 混合料碾压不密实

混合料表面松软、浆液多,碾压成型后的压实面不稳定,仍有明显的车辙轮迹。

3.1 主要原因

- (1) 石料场分筛后的粒料规格不标准,料场不同规格的粒料堆放混乱,没有隔墙,造成各种集料的型号不规格。
- (2) 拌合站使用装载机装料时,不同粒径由于无隔墙等原因造成混拌,装料过剩,外溢及流淌。
- (3) 料场四周排水设施不健全,下雨使骨料含水量增大,细骨料被水溶解带走。
- (4) 拌合站进料仓被大块粒料堵塞,配料机工作不正常。
- (5) 加水设备异常,造成混合料忽稀忽稠现象,混合料未达到最佳含水量。
- (6) 碾压机械设备组合不当,造成碾压不密实。

3.2 预防措施

(1) 分筛后各种规格的骨料分开堆放,堆与堆之间设置编织袋隔墙,编织袋内装同种材料,做好排水防洪设施,细骨料采用篷布覆盖,以防细料流失。

(2) 使用自动计量拌合站,电控加水,经常检查进料斗粒料情况,使用装载机随用随添加,确保各料仓的粒料平衡,发现各料仓内不平衡或出现异常时,应及时停机检查,以防贮料串仓,料仓进料口堵或卡住机器等,造成配比误差。

(3) 严格控制混合料的含水量,现场安排试验人员随时对原材料的含水量和成品混合料的含水量进行测试,以便随时调整上水量。

(4) 采用重型压路机进行碾压,复压时一般采用 20~50t 振动压路机,碾压可得到满意的效果。

(5) 混合料两侧支撑采用方木,每根方木至少固定三个点,而且两边的方木不能过早的拆除。

(6) 试验室专人在现场对压实度跟踪检测,确保压实度达到规定标准值。

4 平整度差

平整度的好坏直接影响到行车的舒适度,基层的不平整会引起沥青砼面层厚薄不匀,并导致沥青砼面层产生一些薄弱面,它也会成为路面使用期间产生温度收缩裂缝的起点,因此基层的平整度对沥青面层的使用性能有十分重要的影响。其表现为压实表面有起伏的小波浪和拉沟,表面粗糙,平整度差。

4.1 产生的原因

(1) 摊铺机供料速度不匀,运料车卸料操作不当,机械猛烈起步和紧急制动,摊铺速度快慢不匀,行走装置打滑易产生厚度不匀。

(2) 熨平板调整不当,底面磨损或严重变形时,铺层易产生拉沟。混合料中的大颗粒多,也是出现全铺层拉沟的原因之一。

(3) 原基面有波浪,造成摊铺厚度差异。在摊铺混合料时,易产生波浪。

(4) 在摊铺过程中频繁调整厚度控制杆,使工作仰角不断发生变化。

(5) 双机联铺时因中间接缝控制不好,接缝明显不平整。

(6) 碾压设备组合不当。

4.2 预防措施

(1) 调整摊铺机有关参数,保持供料和摊铺速度均匀。摊铺速度控制在 2~4m/min 连续作业,摊铺机前至少有三辆车待卸料,采用大吨位自卸车加覆盖运料,自卸车后退往摊铺机内卸料时,距摊铺机 10~30cm 的距离停止挂空,由摊铺机推着自卸车前进并卸料,避免运料卡车碰撞摊铺机造成不顺。

(2) 熨平板的宽度组装完成后,根据路面设计的挠度进行拱度调整,调整时需注意熨平板两端的挠度及变形。确定双机联铺时,根据每单机熨平装置的宽度来调整熨平板,同时相应调整调节螺旋和振动装置,检查熨平板的平直度和整体刚度,以保证路面的平整度。调整熨平板的长度时,应左右对称,否则会造成摊铺机走偏,并因混合料的惯性作用使熨平板前混合料的压力不一致,造成在横断面上摊铺厚度的差异。熨平板底面磨损或严重变形时,要经维修达到标准后再使用,确保摊铺质量。

(3) 波浪型基面的摊铺,不必考虑摊铺厚度的均一性。即使

摊铺得很平整,压实后仍会出现与基面相似的波浪,主要是由于标高的误差造成摊铺厚度不一的缘故。开铺前对波浪较大的地段,或坑陷处理预铺一层混合料并压实。

严格基准线控制,采用 $\varnothing 2 \sim 3\text{mm}$ 的高强度钢绞线,用张紧器拉紧,每两根钢钎间钢丝绳的挠度 $< 2\text{mm}$,张紧 200m 长钢丝绳的拉力一般约为 800~1000N,两根钢钎之间的距离以 10m 来控制。基准线应尽量靠近熨平板,以减少厚度的增值。同时,设专人勤检查摊铺厚度,特别是双机联铺时,中间接缝处的厚度。

(4) 摊铺厚度的确定和熨平板初始仰角的调整,在摊铺准备三块长方形垫木作为摊铺厚度的基准,垫木宽 5~10cm,长度与熨平板沿道路横向的尺雨相同或稍长即可,高度为摊铺层的摊铺厚度。熨平板放置好后,调整其初始工作仰角,即旋转调节螺杆,使熨平板前缘抬高形成初始工作角。值得注意的是不要频繁调整厚度控制杆,因为工作仰角的变化需要恢复一段时间,在此时间段内,摊铺层的平整度将受到影响。厚度确定后,要准确记录当天完工时的仰角标尺位置,以便次日按同样的位置工作,保证均匀一致的摊铺厚度。

(5) 摊铺混合料时同台摊铺机能满足宽度要求时尽量采用一台摊铺机,不能满足宽度要求时采用双机联铺,先从横坡较低处开铺,两台摊铺机一前一后(相距 5~10m)错列前进。

(6) 采用合理的机械组合,初压用胶轮压路机可避免产生推壅现象,复压采用 20t 以上振动压路机碾压可确保密实,最后用钢轮压路机光面保证表面光滑。

5 干(温)收缩裂缝

5.1 水泥稳定基层裂缝的产生原因

水泥稳定基层裂缝的产生主要是水泥稳定基层混合料水固化及水分散发后使基层表面产生的细微开裂现象,然后向深部和横向扩展,最后贯通整个基层。裂缝的宽度大多数为 1~3mm,严重者可达 4~5mm,裂缝的产生在一定程度上破坏了基层的板块整体受力状态,而且裂缝的进一步发展会产生反射裂缝,使路面面层也相应产生裂缝或断板。产生原因主要是:

(1) 混合料含水量过高,水泥稳定基层干缩应变随混合料的含水量增加而增大,施工碾压时含水量愈大,结构层愈容易产生干缩裂缝,且愈严重(裂缝产生得早,缝口宽和缝的间距小)。

(2) 不同品种的水泥干缩性有所不同,选用合适的水泥在一定程度上能减少干缩裂缝。

(3) 与各种粒料的含土量有关,当粘土量增加,混合料的温缩系数随温度降低的变化幅度越来越大。温度愈低,粘土量对温缩系数影响愈大。

(4) 与细集料的含量有密切关系,细集料含量的多少对水泥稳定土的质量影响非常大,减少细集料的含量可降低水泥稳定粒料的收缩性和提高其抗冲刷性。

(5) 水稳基层碾压密度有关系,水泥稳定基层碾压密度的好坏不但影响水泥稳定土的干缩性,而且还影响水泥稳定土的耐冻性。

(6) 水泥稳定基层的养生,干燥收缩的破坏发生在早期,及时的采用土工布、麻袋布或薄膜覆盖进行良好的养生不但可以迅速提高基层的强度,而且可以防止基层因混合料内部发生水化作用和水分的水分蒸发引起表面的干缩裂缝现象。

(7) 施工时间的选择有密切关系,基层施工时的温度与冬季

温度之间的温差愈大,基层就越容易产生温缩裂缝。

5.2 水泥稳定基层裂缝的预防措施

5.2.1 充分重视原材料的选用及配合比设计

水泥剂量对干缩应变的影响较大,水泥用量超过一定比例,容易产生严重的干缩裂缝。当水泥剂量不变时,改善集料的级配可以显著提高基层的强度,反之对不同的材料,水泥的用量有所不同,级配较好的材料,水泥剂量可减少到最低,否则水泥用量则会最大。

(1) 水泥品种的选择:不同品种的水泥干缩性有所不同。普通硅酸盐水泥干缩性很小,火山灰质硅酸盐水泥次之,矿渣水泥较大。因此,选用合适的水泥在一定程度上能减少干缩裂缝。

(2) 水泥剂量与级配:设计配合比时,通过水泥剂量分级和调整集料的级配,来保证基层的设计强度,降低水泥剂量。

(3) 限制收缩最重要的措施是除去集料中的粘土含量,达到规范的范围,而且愈小愈好。

(4) 细集料不能太多:细集料 $< 0.075\text{mm}$ 颗粒的含量 $5\% \sim 7\%$, 细土的塑性指数应尽可能小 ($< 4\%$), 如果粒料中 0.075mm 以下细粒的收缩性特别明显,则应该控制此粒料中的细料含量在 $2\% \sim 5\%$, 并在水泥稳定粒料中掺加部分粉煤灰。如果某种粒料中,粉料含量过多或塑性指数过大,要筛除塑性细土,用部分粉煤灰来代替。

(5) 有条件时可掺加粉煤灰:水泥的水化和结硬作用进行的比较快,容易产生收缩裂缝。有条件时可在水泥混合料中掺入粉煤灰(占集料重量的 $10\% \sim 20\%$),改善集料的级配以减少水泥用量,延缓混合料凝结,增加混合料的抗冻能力和改善混合料的形变能力,减少水泥稳定基层的温缩。

(6) 根据当地的材料情况确定相应的配合比:通过试验室进行配合比设计,保证实际使用的材料符合规定的技术要求,选择合适的原材料,确定结合料的种类和数量及混合料的最佳含水量,材料的级配要满足规范规定的水泥稳定土的集料级配范围,使完成的路面在技术上是可靠的,经济上也是合理的。

5.2.2 施工时间的选择

选择合适的时间摊铺:比如在夏季高温季节到来之前施工的基层不但强度高,而且可以减少由于气温降低而产生的收缩裂缝;建议根据当地的气候条件合理安排基层、底基层的施工时间,工期条件允许时最好选在夏季高温季节到来之前。若在夏季高温季节施工时,最好选在上午或夜间施工,加强覆盖养生。

5.2.3 控制含水量

施工时严格按照施工配合比控制最佳含水量(水泥稳定粗粒料碾压时混合料的含水量宜较最佳含水量大 $0.5\% \sim 1.0\%$, 对于水泥稳定细料碾压时混合料的含水量宜较最佳含水量大 $1\% \sim 2\%$), 避免因施工用水量控制不当而人为造成的干缩裂缝,从而提高工程质量。

5.2.4 增加水稳碾压密实度

水泥稳定基层碾压密实度的好坏不但影响水泥稳定土的干缩性,而且还影响水泥稳定土的耐冻性。事实证明,压实较密的基层不易产生干缩。因此在施工中选用 $20 \sim 25\text{t}$ 振动压路机进行重型碾压。

5.2.5 水泥稳定基层的施工

(1) 加强拌合摊铺质量,减少材料离析现象。

(2) 按试验路段确定的合适的延迟时间严格施工,尽可能的缩短基层集料从加水拌合到碾压终了的延迟时间,确保在水泥初凝时间内完成碾压。

(3) 保证基层的保湿养生期和养生温度。

5.2.6 干燥收缩的破坏

干燥收缩的破坏发生在早期,及时的采用土工布、麻袋布或薄膜覆盖进行良好的养生不但可以迅速提高基层的强度,而且可以防止基层因混合料内部发生水化作用和水分的过分蒸发引起表面的干缩裂缝现象。在条件允许时,及时的铺筑沥青面层是减少干缩裂缝的一个切实可行的办法。

5.2.7 在混合料中掺入纤维

在水泥稳定碎石中掺入纤维材料,可以提高抗压强度,减少水泥稳定碎石(底)基层的裂缝,但是成本较高,对特殊地段的水泥稳定碎石可采取掺入纤维的办法。纤维的种类较多,有钢纤维,塑料纤维,也可采用筋筋等等。

5.2.8 在混合料中加入膨胀剂

混合料中加入膨胀剂可以减少水泥稳定基层的干缩裂缝,同样在水泥稳定粒料中使用减水剂,减少混合料的含水量,也可以达到减少干缩裂缝的目的。

5.2.9 基层中添加粉煤灰

水泥稳定土中添加粉煤灰(占集料重量的 $10\% \sim 20\%$),可以延缓混合料凝结,增加混合料的抗冻能力和改善混合料的形变性能。

6 结束语

洛阳西出口城市道路的基层和勉宁高速公路路面底基层和基层均设计为水泥稳定碎石基层,采用国产 WCB500 型粒料拌合楼、电脑自动计量配料;摊铺采用 T423 摊铺机,通过摊铺机上的传感器的触件沿钢丝绳弦线自动找平;采用 20t 振动压路机碾压,因此基层成型后至铺筑沥青面层前,很少发现纵向向裂缝,经现场取样强度完全满足设计要求,获得业主、省质监站、监理单位的好评。

水泥稳定基层的施工是一个综合过程,我们对水泥稳定基层从试验到目标配合比转化为生产配合比,再到水稳施工都作了大量的工作,特别是原材料的优选和颗粒级配组成,毛体积密度等室内试验工作,实践证明混合料原材料的选用、级配组成对预防水稳基层的质量通病来说是至关重要的。

Comment Fault and Preventive Measures in the Quality of Cement Stabilized Base course

LI Yong-hong, WU Rong-fen

(5th Engineering Subsidiary of China Railway 15th

Bureau (Group) Co., Ltd., Luoyang Henan 471002, China)

Abstract: We shall have an introduction and an analysis to the reason, the prevention measures and the treatment methods of the strength error, incompact surface, not dense rolling, bad trimming and crack of cement stabilized base course.

Key words: cement stabilized base course; strength; relaxing & moiting; density degree; trimming degree; crack