XX 高速公路水稳层缺陷成因分析及预防

石国强
中铁北京工程局集团第二工程有限公司 湖南 长沙 410000

【摘　要】本文针对 xx 高速公路水泥稳定级配碎石层施工缺陷进行了成因分析，提出了相对应的可行性预防措施，经后续实际施工验证达到了预期效果，为之后类似施工提供了借鉴。

【关键词】水泥稳定碎石层；缺陷分析；预防

1 概述

高速公路水泥稳定继配碎石层（以下简称水稳层）多用于半钢性基层沥青路面结构，具有就地取材、易于施工、整体性好等优势，目前已广泛应用于我国高速公路建设。但是由于其自身材料对温湿度变化较为敏感，加之施工不规范，极易产生裂缝和路面刚度问题，如果不在施工中加以控制，最终会导致沥青路面的使用寿命降低。因此我们只要高度重视在实际施工中遇到问题，认真分析，找准问题关键点，提前做好预防措施，严格控制工序质量，这些缺陷是完全可以防治的。

2 工程实例

XX 高速公路水泥稳定级配碎石层共 6.526km，路面结构层：15cm 未筛分碎石垫层 +20cm 水泥稳定碎石底基层 +20cm 水泥稳定碎石下基层 +20cm 水泥稳定碎石上基层 +18cm 沥青混凝土面层。采用摊铺机摊铺，集中拌和供料，各项原材料指标及施工机具均符合相关规范要求。2020 年 1 月中旬施工第一段底基层试验段 100 米，现场实测各项检测指标符合设计要求，洒水覆盖养生 7d 后随机钻取芯样 9 个，芯样密实，完整性良好，水稳层现场亦目测平整密实，无裂纹。因疫情影响，3 月初开工后发现，节前施工的这段水稳层，存在较多横向贯通性裂缝，随即加强养生措施，同时也更换了施工队伍后进行了第二次底基层施工，然而 7d 后虽然暂未出现裂缝现象，但随机钻取的 9 个芯样仅有 2 个较为完整，其余芯样完整性均较差，完全不满足设计需要。经现场查看、理论分析，实地验证检测后决定采取：①引入“间断密实型级配”理念，在级配符合规范要求的前提下减少 5-10mm 碎石掺配比例；②改变以前洒水后覆盖养生为喷雾后覆盖养生，同时延长养生时间；③严格控制碾压成型完成时间；④严格按规范要求施工，全过程责任到人进行旁站监督控制等措施，经后续施工验证完全消除了裂缝和芯样不完整等缺陷，全部满足设计要求并一次性交验成功。

3 缺陷描述及成因分析

3.1 裂缝

缺陷描述：在节前施工的底基层上出现较为等距的横向裂缝，间隔约 7 米左右，裂缝宽度 0.5-3m，基本为贯通性裂缝。

缺陷分析：水泥稳定级配碎石层具有和碾压混凝土的相近的特性，裂缝通常为温应力裂缝和干缩性裂缝，温应力裂缝通常出现在施工后 7d 内，而现场 7d 钻芯时未发现裂缝出现，考虑到该水稳层厚度仅为 20cm，且为覆盖养生，水稳层内外温差较小，因此可排除温应力产生裂缝这一因素。经现场询问发现该段施工后洒水养生采取的是洒水车直接往水稳层上喷水，然后覆盖土工布再洒水，至第 7 天后取掉土工布且不再洒水，再结合该段裂缝出现在施工 7d 以后，且整段无施工缝及收缩缝设置，可判断该裂缝为干缩性裂缝。其原理为，由于蒸发及水化反应使水稳层里的水分散发，水的减少而产生的毛细管，分子间力和吸附等作用，以及水稳层水化反应和碳化收缩反应就会导致体积收缩，水稳层含水量越大，水分散发越快，产生的收缩力就越大。

3.2 芯样完整性差

缺陷描述：第二次摊铺施工的水稳层 7d 龄期后钻取的 9 个芯样中芯样仅有两个较为完整，其余多为半松散状态，主要表现为芯样两头（顶部和底部）均不完整。

缺陷分析：经查看钻芯视频发现，取芯时面层碎石直接被钻桶蹦飞而不是切割，明显顶面强度较低无法成型，而底部则出现大量的空洞。根据芯样及钻芯留下的钻孔缺陷可以基本判断水稳层取不出完整芯样主要原因有两方面，整体强度和密实度不够。经调查了解，该次摊铺所用原材料技术指标、水泥掺加剂量、压路机规格型号、碾压遍数、压实度、养生等均基本符合要求，现场取样的无侧限抗压强度也完全没问题，但从钻孔壁外观看，最起码是下部疏松，明显是压实度不够，再追溯试验室压实度检测及计算过程，发现由于现场试验人员较少，未按规定“应以每天现场取样的击实结果确定的最大干密度为标准”。（后经验证现场由于地材储备较多存在变化，现场最大干密度明显高于原设计目标配合比最大干密度（底基层设计最大干密度为 2.292 g/cm^3，现场实际为 2.323g/cm^3）。为了验证压实度不够是对芯样完整性影响的主要因素，我们在现场进行了追溯性检测，首先对留存的完整性芯样进行干密度计算，其次使用冲击钻在现场原来取出完整性芯样和松散状态的

旁边分别进行重新最大干密度检测，结果显示在松散状态附近的最大干密度仅为完整芯样附件的 93.4% 和留存完整芯样的 93.3%。但施工队伍表示，他们使用的主要压路机为 26 吨，高于一般规定，且现场碾压顺序和遍数也完全是按施工方案进行的，考虑这个队伍是第一次进场施工，而节前另一家施工的水稳层，虽然出现了裂缝，但强度和芯样完整性却没问题。经仔细查阅施工日誌，并经当时现场管理人员回忆发现，第二次摊铺时，开始拌和时间为上午 11:40，而现场第一段开始碾压时间为下午 15:30，大约 18 点结束。明显大约该水泥初凝为 3h40min 和该水稳层初凝 3h29min 的时间（初凝后才开始碾压）。至此得出结论：由于施工碾压时间超过该水稳料初凝时间，部分初凝的水稳料已经具有了一定的刚度，对碾压力造成了较大的抵抗力，同时自身强度降低，形成密实度和强度达不到设计要求。

4 控制措施

4.1 合理控制碎石各粒级的掺配比例。通过试验确定相对减少 5-10mm 碎石掺量，使之形成“间断密实级配”，起到骨架密实作用，有效降低干缩和温缩效应。

4.2 选择正确的养护方法，树立：“养生不是洒水越多越好，而主要是防止表面水分散失”，“减少温应力裂缝也不是把混凝土中心温度降的越低越好，而主要是降低内外温差”的正确养生理念。要求水稳层碾压成型后采用土工布覆盖，然后洒水（严禁大量灌水），再用塑料薄膜覆盖压稳，每天洒水次数以保持水稳层表面湿润为准。养生天数至上层摊铺的前一两天。

4.3 由试验室根据试验确定最大容许延迟时间，但建议尽量在开始拌和后两小时内碾压完成。

4.4 严格按规范进行施工，试验室应在每次摊铺当天进行取样确定最大干密度和最佳含水量，当该数据和目标配合比的最大干密度和最佳含水量相差较大时，应先以现场取样的数据为准，再分析原因改进或对目标配合比进行重新试验，拌和时应及时取样进行滴定试验，确保水泥剂量满足设计要求。摊铺时应按照洒水→接缝→摊铺→碾压→细部处理的流程进行操作，尤其是常被忽视的细部处理应仔细处理好，防止表面出现松散石子集窝现象。

4.5 加强现场管控力度。任何的措施都需要人去落实，要按照上述要求编制新的施工方案，并重新对现场施工及管理人员进行交底，树立每一个人的质量意思，责任到人，盯控到位，确保每一道工序可控。

4.6 收缩裂缝的处理：基层在养生过程中出现裂缝，经过弯沉检测，结构层的承载能力满足设计要求时，可继续铺筑上面的沥青面层，也可采取下列措施处理裂缝：

（1）在裂缝位置灌缝。

（2）在裂缝位置铺设玻璃纤维格栅。

（3）撒铺热改性沥青。

5 结束语

收缩裂缝和芯样完整性是水泥稳定级配碎石层工程质量评定中最重要的两个指标，直接关系到沥青路面结构的寿命，在施工中导致这两个缺陷问题的因素往往是多方面的，如果出现问题我们一定要以检测数据为准，理论联系实际、相互印证才能找准问题的关键点而一举解决问题并指导后续施工，施工时预防和控制才是防止产生缺陷问题的关键所在，因此应从混凝土施工的各个环节做好预防控制措施，合理组织，规范作业，将所有可能产生的缺陷和病害消灭在萌芽状态。

【参考文献】

[1] 王旭东 . 公路路面基层施工技术细则 [M]. 北京 : 人民交通出版社 ,2015.

[2] 杨志贵 . 水泥稳定碎石基层裂缝的成因浅析及防治 [J]. 甘肃科技 ,2011, 27(013):138–140.

[3] 周磊 , 王康 , 李雷 . 水泥稳定碎石基层芯样完整性影响因素分析 [J]. 建材世界 , 2017(6):20–21.