

共振破碎技术在既有水泥混凝土路面改造中的应用

陈植辉

(广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司, 广东 广州 510440)

摘要: 结合具体工程实例,针对目前水泥混凝土路面翻新改造工程,探讨了共振破碎技术原理,提出了路面共振破碎处理基本要求,并就水泥混凝土路面改造中共振破碎施工中的路面碎石化前预处理、破碎施工、碎石层碾压施工技术要点展开了详细的研究。试验路段测试结果表明,旧水泥混凝土路面使用共振破碎技术,路面结构的各项性能指标均符合相关标准的要求。本文所研究的共振破碎技术能够有效提升水泥路面的整体质量,可达到良好的施工效果。

关键词: 水泥混凝土路面;共振破碎;设计要求;优化措施

中图分类号: U416.216

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)03-0255-04

0 引言

过去,我国基建飞速发展,水泥混凝土路面兴建,虽然缓解了日益提高的公路使用需求,但也出现了各类路面问题,例如裂纹及接缝等问题。对于修建不久的新公路,裂纹与接缝等状况出现会造成路面出现反射裂缝,导致极大降低公路服役期限。为此共振碎石化技术应运而生,该技术在热沥青混合料路面的应用,能够有效预防错层、颠簸、反射裂缝及层面脱落等状况的发生,是针对路面裂纹及接缝问题的有效解决办法。

1 工程概况

本文所研究的工程路面是位于湛江市麻章区的金川路,其整体路面为水泥混凝土路面。通过对 K0+000-K2+689 起讫桩号的路段进行检测,该路段特点为:双向四车道、左右幅辅道、路段长度 2.689 km。共计详细检测长度为 16.134 km。经对路段进行破损勘察后发现,该段路面所涉病害大致为裂缝、破碎板、露骨及板角破裂等问题。图 1 及图 2 为公路常见病害之实景。经过专家评估与研究后,最终决定对该公路路面使用共振碎石化技术,将原路面作为底基层,其上铺设沥青混凝土面层。

2 共振破碎工艺原理

共振破碎施工技术原理是利用共振破碎机械将



图 1 破碎板之实景



图 2 裂缝之实景

水泥路面进行共振破碎,碾压所产生的碎石,确保密实后将其直接用作新道路水稳层(见图 3)。共振破碎设备利用其中特制的振动梁,在偏心轴的作用下,制造低频振动谐波,频率一般为 40~50 Hz。在保证支点与配重点各自振幅均为 0 的基础上,通过破碎头对旧混凝土路面施加高频低幅敲击,在混凝土内部施加的剪切力,会使其出现斜向裂纹,伴随振动快速延展至混凝土路面边界。因其冲击力不强,所生成裂纹并不会对基层造成负面影响^[1]。

收稿日期: 2023-04-10

作者简介: 陈植辉(1988—),男,本科,工程师,主要从事道路桥梁设计工作。

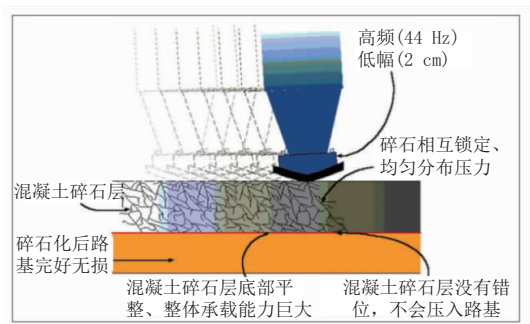


图3 共振破碎机工作示意图

3 金川路路面共振破碎处理基本要求

因金川路路面不具备半刚性基层，系具有软下卧层,为达到理想共振破碎效果,此路段需要借助梁式共振装置通过共振梁调频调幅，使释放激振力频率与水泥板频率相同,触发耦合作用,实现最终裂而不碎的共振成效。在现今施工技术中,能不损伤基层及防止软基层因水泥板破碎而出现大块和板面扭曲的完全共振方式，唯有梁式共振。有效利用梁式共振,能够使水泥板极大限度地保留其固有强度,从而稳固基层整体强度。此外,对于共振破碎过程中的设备功率及工作频率需要科学把控，以实现良好的共振效果。共振装置的功率过低会导致输出频率无法满足与水泥板完全共振条件,出现下部碎不全、遭遇软基翘曲等状况发生。

考虑到共振碎石化道路作业可能会对公路旁构造物及建筑物造成不同程度损害，为确保周围构造物安全,在进行共振碎石作业前,分别标记周围构造物,并在施工阶段实时监控,力求将此类建筑物及构造物受施工影响降至最低^[2]。

共振碎石化过程中要求的竖直向及水平向安全距离见表1、表2所列。

表1 共振碎石化施工竖直向安全距离一览表

构造物(或管线)埋深(距路表)	共振碎石化施工可行性
>0.8 m	可用(正常施工)
0.5 ~ 0.8 m	慎用(充分调研、论证)
<0.5 m	禁用

表2 共振碎石化施工水平向安全距离一览表

周边建筑物水平距离(距路肩)	共振碎石化施工可行性
>5 m	可用(正常施工)
3 ~ 5 m	慎用(充分调研)
<3 m	禁用

4 施工技术

4.1 路面碎石化前预处理

4.1.1 交通管制及分流

为确保碎石化效果，对碎石化作业路段实施必要的交通管制与分流措施，保证通车与施工的两不误。破碎施工阶段中或完毕后,确保在碎石化层上通行车辆不停顿(进行刹车或启动),以及尽量避免与施工不相干车辆驶入其中，同时降低施工相关车辆在其上无效来回的行驶现象。

为避免车轮推挤冲击造成碎石化路面核心承重层损伤,即嵌锁层的损伤,需对碎石层上行驶车辆进行严格限速，普通车辆行驶速率不得超过30 km/h,载重货车行驶速率不得超过20 km/h^[3]。

4.1.2 清除旧水泥路面表层的沥青罩面和沥青混合料贴补材料

在对既有道路进行碎石化作业之前，进行有效的混凝土板块上沥青铣刨料及修补材料的清理,能够促进共振力量传递效率,优化碎石化效果,还能提高下一环节同步碎石封层的质量。

混凝土板块出现脱空及断板状况时，使用风镐对混凝土板内部沥青补块进行破碎与清除。若板块中坑槽深度不小于10 cm,填补原料可使用级配碎石或C15贫水泥混凝土。回填区域原料若使用级配碎石,则无需再次进行共振碎石化操作;使用C15贫水泥,则需同其余路段一样进行碎石化处理。为保证表层板结及压实的效果，填补表层的细料需注意在其中加入足量石粉。

4.1.3 路面排水系统检查与修复

进行共振碎石化作业前，需确保既有水泥路面中路表及中央分隔带的排水系统良好，配套做好检测、疏通及恢复措施。路基边缘碎石盲沟的排水系统建筑工作,需严格按照设计指标进行。在对路面边缘进行破碎过程中，为使碎板与碎石良好融合,需确保大粒径碎石填充至与旧混凝土路面等高。为保障排水顺畅,对于在超高段中央隔离带的建造排水中沟的工作,需在碎石化作业完成后,即刻依照图纸进行。

4.1.4 构造物的标记和保护

对于施工地点周围的结构物状况的调查检验工作,应当在施工开始前进行,对每个结构物进行标记并做好施工缝切割工作。施工开展的前提是对周围结构物的完整保护。依照设计标准,对于结构物上方

没有进行破碎化的路段与已破碎化路段间应当进行贴缝防反措施。做好共振作业完成后的标记与记录工作,能够有效提高铺设沥青面层前场面清洁及贴缝操作的速度^[4]。

施工现场准备施工的共振设备有2~4台,共振作业量每日可达5 000 m²,提前清理工作面是共振碎石施工关键所在,总包商需依照标准,确保每日至少有1 km长的路面具备排水性能、无沥青补料及路面整洁。为方便后续环节进行,水车及压路机器需事先进行调配。

对于碎石化作业完成后,与之配套的路面清理与沥青面层的铺设应当及时进行。此外,为避免共振碎石路面未来可能遭受的污染,在碎石化作业完成前,必须完成对应的中央隔离带挖掘及泥土安置工作。

4.2 共振碎石化施工

4.2.1 破碎施工

(1)破碎化施工顺序从外侧车道至路肩再至后内侧车道进行。破碎作业时,遵守从低处向高处进行原则,以避免影响后续沥青面层铺设完成后的整体道路排水。

(2)锤头破碎宽度一般在0.2~0.3 m范围内,确保在破碎一遍后进行第二遍破碎时,破碎区域把控在一个锤头宽度之内,避免隔行破碎状况出现。

(3)在进行车道碎石化施工阶段,现场破碎宽度需大于一个车道,搭接部分宽度保持在相邻车道大于15 cm。

(4)进行共振碎石化作业时,施工现场路段构造物及周遭特殊建筑物需要安排专门人员现场观测。当开裂现象出现时,迅速暂停施工,向有关单位及业主进行汇报,恢复施工需在找到开裂现象原因并执行解决方案后才可再次进行。

(5)为尽可能降低反射裂缝出现率,对于共振碎石作业阶段中整体混凝土路面的整幅务必使用同一碎石装置进行,共振破碎做到四全,即全宽、全断面、全方位和全深度,禁止留边与留死角。此外,不得以任何其他设备进行辅助破碎,以保障杜绝施工方式不同而产生的施工缝。

4.2.2 破碎层的清理

既有混凝土板块间的沥青填充料需要依靠人工清理。清理标准为尺寸不小于10 cm的碎块,回填料选用连续型级配碎石,其一般可用于竖向不小于5 cm的凹地回填。

对于碎石化层中钢筋外露的状况,仅需对其外露部分予以剪平,确保其与碎石化层顶面对齐,其余部分可以不做处理。

碎石化作业完成后,使用含有石粉的石屑洒落其上,做到大致覆盖碎石块即可,后续进行完碾压后即可通车。交通期间做好保湿处理,严格控制碎石化路段车速小于20 km/h。确保共振碎石表层满足板结不产生坑槽。为使碎石基层板结体更快产生,在必要时,需选用石灰石细料填入其中,以提升其初始强度。因此层几倍柔性层特性,开放交通有助于其消除脱空及使各项参数均匀,在做好后续碎石化层防水系统后,此路面基层可做到永久稳固^[5]。

4.2.3 碎石层碾压

为保障碎石层最终质量,碎石层的碾压需分为三个步骤依次进行。对于直线或未设超高的平曲线路段,依照双侧路肩至路中心顺序进行碾压;对于设置超高的平曲线路段,需依照从内侧路肩至外侧路肩顺序实施碾压。具体注意事项如下:

碾压操作前应当进行必要洒水操作,最佳含水量是4%~10%,后续先进行一遍静压,再进行两道三遍振压,最后重复一到两遍静压,并使用胶轮压平。碾压时,设备速率不得高于5 km/h,禁止采用强振方式碾压。带振碾压需依照特定情况而定,考虑破碎路段的薄厚。碾压是为了压稳上层碎石,在此过程中需尽量避免干扰下方原位嵌锁层。

碾压选用振动压路机时,需保证临近碾压带有100~200 mm的重叠碾压宽度;选用轮胎压路机时,保证临近碾压带有1/3至一半的碾压轮宽度。

对于大型压路机无法涉及的路段部位,如路面边缘等,需要进行补充碾压,一般可选用小型振动压路机(自重:1~2 t)或是振动夯板。

在首次、第三次和最后一次进行碾压前,适当洒水能够有效提高石粉与骨料间的黏合板结速度,以优化碾压效果。在条件允许的情况下,应当尽可能多次进行碾压。

4.3 特殊路段处理

4.3.1 软弱路段

对于含水量过高的土质松软线路,实施共振碎石化作业时需要注意减少碎石化机器的偏振力,在适当提升碎石速率的基础上,扩大临近破碎施工间隔,碾压设备选取浮力轮胎碾压机器。若该路段存在严重的病害,需立即向对应监理方进行咨询,通过专业人士评估后决定是否采用碎石化施工。若无法采

用,可依照下列方式进行修复:

(1)对水泥混凝土路面整体清除;

(2)挖掘公路基层或路基直至稳定层;

(3)选用监理工程师认证的填充材料进行替换填充,保证顶面高程与板底相同。

(4)其余部分,若无特殊要求,宜选用和加铺层底层一致的混合料进行回填,为保证回填质量,需对回填料予以合理摊铺与压实,确保宽度最小值大于1.2 m。

4.3.2 脱空路段

处理脱空路段的方法,通常为在完成碎石化作业后,基于每个脱口位凹处予以开挖回填。

(1)碾压作业完成后,若破碎层出现表面竖直位移在 2~10 cm 的区域,回填材料选用连续型级配碎石和沥青碎石。

(2)对竖向位移大于 10 cm 的区域,以 10 cm 作为分界点,其下使用早强水泥稳定碎石予以补强,保证强度不低于 C10;其上部分的回填则可选用连续型级配碎石。

5 工程效果分析

改造完成后的路面需进行密实度与弯沉等对应指标检验。表 3 为破碎层各项技术指标检验结果,表 4 为沥青面层各项技术指标检验结果。

表 3 破碎层技术指标实测值一览表				
弯沉指标		最小密度指标		下沉量平均值 /mm
实测平均值 /mm	破碎层	实测值 /(g·cm ⁻³)	破碎层	
62.8/100	混凝土破	2 058	K0+490	15.2
	碎层检测	2 047	K0+530	
	50 个点	2 071	K0+570	

表 4 沥青面层弯沉实测值一览表		
结构层类别	弯沉实测平均值 /mm	破碎层
AC-16 中粒式沥青混凝土面层	52.7/100	0K+550~1K+240 混凝土破碎层检测 48 个点
AC-13 细粒式沥青混凝土面层	21.8/100	0K+020~1K+230 混凝土破碎层检测 60 个点

上述结果证明,选用共振破碎技艺以实现水泥混凝土道路路面翻新改造是切实可行的。改造后路面结构的所有性能指标均达到了相关标准规定值。

6 结 语

总体而言,对既有水泥混凝土道路路面予以共振碎石化改造,在施工便捷的同时,有效防范了反射裂缝的生成,降低了废弃工程数量。在我国目前所需改良的众多水泥路面中具有良好的应用前景。本文以典型工程为研究对象,细致讨论共振破碎技术在混凝土路面改建的应用,实现水泥道路的质量综合改善,进而提高了整体公路行业的经济效益以及社会效益。

参考文献:

[1] 陈爱莉.共振破碎施工工艺在白改黑路面改造中的应用分析[J].技术与市场,2021(2):14-16.

[2] 骆传军.试析共振破碎技术在旧水泥混凝土路面改造中应用[J].珠江水运,2018(3):84-88.

[3] 景茂武.共振破碎技术在旧水泥路面改造施工中的应用技术[J].工程建设与设计,2017(4):25-26.

[4] 刘增晖.共振碎石化在水泥混凝土路面改造中的应用[J].山西建筑,2015(6):15-16.

[5] 刘发水.福州地区水泥混凝土路面破碎技术工艺效果对比研究[J].福建建设科技,2015(7):369-370.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿邮箱:cdq@smedi.com