

道路基层水稳就地再生施工技术的应用分析

孙贇劼

[上海奉贤建设发展(集团)有限公司,上海市 201400]

摘要:随着道路改扩建项目增多,老路路基旧料处理方式成为节能降耗、减少污染、改善生态环境中关键一环。在此背景下将水稳就地再生技术全面推广、应用到道路改扩建工程施工中,通过一体式粉碎、分离、拌合全机械化施工工艺辅以各类运输、摊铺、碾压专业设备。通过试验段论证不同旧料与水泥、矿粉配合比之间的区别,最终选定最合适的掺量、配比,粉碎、拌合、摊铺、碾压时间、碾压遍数及机具选择,切实达到提高道路施工质量、简化施工工序、缩短施工工期,节约施工成本的目的。

关键词:道路;改扩建施工;水稳;就地再生;施工技术应用;节能降耗

中图分类号: U416.1

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2024)06-0219-03

0 引言

随着国家经济科技的发展,十年、二十年前修建的道路已经无法满足现有交通流量。由于长时间高荷载地使用,使得原先道路产生错台、唧泥、车辙、壅包等影响道路通行的问题,甚至局部路段出现板块龟裂、道路下沉等严重影响行车安全的质量问题^[1]。

大叶公路作为东西向贯穿上海市奉贤区的主要交通要道,原先的双向2车道及双向4车道已无法满足日益增加的交通要求,于2019年进行改扩建。老路弯沉实测结果较差,由于老路标高与设计标高相差在12 cm以内,这便意味着有1 m多的道路结构层将被挖除并外运,将产生大量弃方,不仅加大了投资也浪费了老路中可利用的建筑材料^[2],同时大量使用、开采新石料会导致森林植被减少,水土进一步流失。因此需要不断提高建筑废料的循环利用。为降低造价、节约资源、减少环境污染,应尽可能回收旧路面材料。发展和完善道路就地再生技术是我国公路发展的主要科技需求之一^[3]。

近年来道路改扩建工程日益增多,特别是作为交通大动脉的省际市际一、二级公路改建项目,本文将以奉贤区大叶公路(新奉公路—浦东区界)改建工程为背景进行阐述^[4]。

1 工程概况

大叶公路规划为一级公路,红线宽50 m,设计速度80 km/h,本工程范围西起新奉公路,向东依次经过奉海公路、瓦洪公路、S2沪芦高速、申杰路,至浦东区界(六奉公路)止,基本沿既有道路走向,桩号K27+922.380—K33+213.311,全长约5.3 km,合同总金额39 988万元。

设计结构层为30 cm砾石砂+50 cm6%石灰土+20 cm级配碎石+48 cm水泥稳定碎石+8 cmAC-25C粗粒式沥青混凝土+6 cmAC-20C(SBS改性)中粒式沥青混凝土+4 cmSMA-13(SBS改性)细粒式沥青混凝土。

2 水稳就地再生工艺

2.1 工法简介

就地再生技术,是将翻挖的老路基层及部分路基经专业设备粉碎后作为粗集料,同步按配合比掺入水泥及矿粉等细集料,经专用设备充分击碎、拌合、摊铺、碾压生成新结构层。该工艺需一台可自动控制最大粒径的粉碎设备,一台水泥洒布车,一台可数控的拌合及摊铺设备,最后配以18 t以上振动压路机及25 t以上胶轮压路机。

2.2 技术重难点

基于前期调查及对既往其他相关项目的经验借鉴,确定了以下几点控制要点,并在后续论述中重点进行对比分析。

收稿日期:2023-11-10

作者简介:孙贇劼(1983—),男,本科,工程师,从事市政公路建设。

(1)大叶公路该段道路前后经过数次加罩、拼宽、大修,造成老路基层情况比较复杂,不仅厚度不一且所用材料也互不相同。由于路基材料本身强度及集配将对再生水稳强度起决定性作用。由此对于老路基层分类筛选,以及粉碎后与水泥、矿粉的结合性能是本次分析的重中之重。

(2)老路路基下承层承载力不足将影响再生水稳压实度及板块完整性,测定老路路基承载力后对无法满足工艺要求的需进行掺加水泥补强。

(3)现场再生水泥稳定碎石配合比是否合适将影响再生水稳各项指标,需通过试验段来确定摊铺机速度、碾压设备数量、碾压设备吨位、碾压遍数、碾压速度等操作参数。

(4)现场拌合料的和易性在很大程度上影响再生水稳水泥及矿粉的分散效果,也影响着再生水稳的自密实性及饱水性,所以现场拌合摊铺后也需进一步进行观测,找到不同集料中的差别,最后确定最佳配合比。

(5)下承层及再生水稳的含水量将对成型后裂缝情况产生较大影响,从而进一步在上一层产生反射裂缝。

3 现场施工技术分析

3.1 老路基层概况

经调查后发现 K27+922—K29+520 老路基层及底基层为道渣(1 600 m),且粒径大小<50 mm,CBR 值≤25%,比较适合作为水泥稳定碎石骨料使用。其中 K27+922—K28+640(720 m)路基承载力较差,实测弯沉值为 426(1/100 mm)左右;K28+640—K29+520(880 m)路基承载力较好,实测弯沉值为 284(1/100 mm)左右;K29+520—K30+410(890 m)为 S2 沪芦高速跨线桥;K30+410—K31+980 老路基层及底基层为混凝土(1 570 m),路基承载力较差,实测弯沉值为 544(1/100 mm)左右;K31+980—K33+210 老路基层及底基层为三渣(1 230 m),路基承载力很差,实测弯沉值为 686(1/100 mm)左右,该段路面破损情况也最为严重,大多为网裂、龟裂且坑塘较多。

3.2 工法各项参数确定

目标配合比中旧铣刨料 0~31.5 mm,经打碎后各项指标如表 1、表 2 所示。

目标配合比中采用 42.5 硅酸盐水泥,由于为现场拌合,故不考虑水泥的初凝时间,经测定终凝时间

表 1 筛分试验结果表

方筛孔 /mm	通过方孔筛的百分率 /%	方筛孔 /mm	通过方孔筛的百分率 /%
37.5	100.0	4.75	42.5
31.5	99.3	2.36	23.4
19.0	92.7	0.6	8.2
9.5	68.7	0.075	1.5

表 2 旧铣刨料 0~31.3 mm 打碎后各项指标检测结果

项目	检测结果	技术要求	试验方法
表观密度 /(t·m ⁻³)	2.812	—	T0304
压碎值 /%	19.5	≤30	T0316
吸水率 /%	0.34	≤3	T0304
针片状颗粒含量 /%	10.0	≤20	T0312

为 265 min,低于规范和设计要求的 360 min,其余指标如表 3 所示。

表 3 水泥试验检测结果

试验项目	实测数据	质量要求
细度 /%	2.2	≤10
凝结时间 /min	初凝 200	≥180
	终凝 265	≥360
安定性	合格	合格
强度(3 d)	抗折 /MPa 3.9	≥2.5
	抗压 /MPa 19.8	≥11.0

表 3 中拌合用水采用普通饮用水。

根据规范和设计要求,水泥剂量应不大于 6%,考虑到大叶公路现场气候环境、交通条件,结合《施工图设计总说明》文件,初步拟定 4 个水泥剂量,分别为 4.0%、4.5%、5.0%、5.5%,采用重型击实法,分别计算以上水泥掺量下水泥稳定碎石混合料的最佳含水量和最大干密度,其试验结果如表 4 所示。

表 4 水泥稳定碎石混合料重型击实试验结果汇总表

水泥剂量 /%	最佳含水量 /%	最大干密度 /(g·cm ⁻³)
4.0	6.9	1.895
4.5	7.1	1.916
5.0	7.4	1.923
5.5	7.6	1.924

根据不同水泥剂量所得最佳含水量和最大干密度,进行现场再生水泥稳定碎石施工,25 t 钢轮压路机碾压成型,并制作无侧限抗压强度试件。在 25±2℃ 下养护 6 d,浸水 1 d 后,进行 7 d 无侧限抗压强度。试验结果如表 5 所示。

表 5 7 d 无侧限抗压强度试验结果汇总表

水泥剂量 /%	强度平均值 /MPa	偏差系数 /%	强度代表值 /MPa
4.0	2.9	11.56	2.4
4.5	3.3	10.13	2.9
5.0	3.6	6.73	3.2
5.5	3.8	7.96	3.4

根据规范和设计要求,水泥稳定碎石基层 7 d 无侧限抗压强度宜达到 3~3.5 MPa,考虑到就地再生水稳料的拌和的均匀性无法达到厂拌标准,数据的离散型较大,根据经验并综合本次强度试验结果,最终确定水泥剂量取为 5.0%。

最后,根据试验结果确定生产配合比为老路铣刨旧料占混合料集料 95%,水泥用量 5%,最大干密度 1.923 g/cm³,最佳含水量 7.4%

3.3 工法结构层确定

原设计基层结构层为 48 cm 水稳 +20 cm 级配碎石,路基弯沉值≥292(1/100 mm),压实度≥95%;基层顶面弯沉值≥39.2(1/100 mm),压实度≥98%。对以下三种结构形式进行不少于 100 m 实验段施工,分别为方案一,60 cm5%再生水泥稳定碎石;方案二,40 cm5%再生水泥稳定碎石 +20 cm 厂拌 5%水泥稳定碎石;方案三 20 cm5%再生水泥稳定碎石 +40 cm 厂拌 5%水泥稳定碎石。在路基满足设计要求且施工工艺相同的情况经试验测得方案一中基层顶面弯沉≥48.6(1/100 mm),压实度≥97.2%且老路旧料无法全部满足施工,需另外加粗集料;方案二中基层顶面弯沉≥36.8(1/100 mm),压实度≥98.3%且老路旧料可全部满足施工,无需另外加粗集料,且基本无旧料外运;方案三中基层顶面弯沉≥34.4(1/100 mm),压实度≥98.5%且老路旧料可全部满足施工,无需另外加粗集料,但需外运大量旧料。方案一弯沉值及压实度均不符合设计要求,不予考虑,方案三在指标上优于方案二,但方案二同样满足设计要求且基本无需外运旧料,相比方案三更经济。最后确定采用方案二,即 40 cm5%再生水泥稳定碎石 +20 cm 厂拌 5%水泥稳定碎石作为基层施工。

3.4 工法施工情况

在确定施工工艺后 K27+922—K28+640(720 m)在路基采用 40 cm 水泥土后也达到路基设计要求,和 K28+640—K29+520(880 m)一起进行再生水稳施工并达到设计要求;K30+410—K31+980 在水泥土施工后路基满足设计,进一步混凝土基层及水泥

稳定碎石土打碎,经试验段施工发现粗集料强度偏差过大无法保证基层施工质量,决定按照原设计方案进行基层施工;K31+980—K33+210 老路基在水泥土加强后仍无法满足设计要求,决定按原设计方案进行路基翻挖,新建结构层。

最终本工程范围内进行水泥稳定碎石就地再生的长度为 1 600 m,总施工面积 22 400 m²。

4 新老方案对比

4.1 环境效益

水泥稳定碎石就地再生技术可以最大程度地减少老路结构层破碎后的外运量,就地取材,基本不需要外购石料、矿粉等原材料,节约天然材料使用量,同时仅存在场地内的材料短驳,无场外长距离车辆运输,可减少车辆尾气排放,减少气体污染,保护大气层。且废料重新利用,变废为宝,意义重大。

4.2 工程进度效益

原设计方案预计施工周期为 92 d,需对原基层及部分路基进行破除并外运,然后再新建水稳、石灰土并进行分层养护,达到强度后再进入下道工序施工,共计 7 层结构层均需养护,就地再生工艺预计施工周期为 42 d,原基层就地破碎利用,由机械自动化施工,施工层数减少到 3 层,大大节省了层数增加而带来的工期延长,进度相对于原设计提高了约 54%。

4.3 经济效益

经估算,原设计方案施工造价约为 2 650 万元,就地再生方案施工造价约为 1 610 万元,经比较,就地再生方案造价约为原设计方案造价的 61%,节省成本约 39%。

本工程施工工艺的顺利完成,可为后续工程提供宝贵的参考资料。水稳就地再生技术的大量应用和推广将会带来前所未有的社会效益和经济效益。

5 结 语

大叶公路奉贤段(新奉公路—浦东区界)改建工程道路水泥稳定碎石就地再生基层施工充分利用原有道路材料,在适用的前提下节约大量成本,增加了施工安全性,确保了施工质量并缩短了工期,同时减少了废料外运,节能环保,最大程度上降低二次污染的发生,废料重复利用有显著的经济效益。在保证工程质量的前提下,还能进一步降低工程造价,同时减少石料开采,有极大的经济环境效益。随着经济的高速发展,对路网的要求越来越高,水稳就地再生将在

(下转第 224 页)

完成数据采集处理与组合后,上传至质量控制系统进行质量风险评估分析。

(3)加强质量风险数据分析与优化管理,利用数据分析技术、数据挖掘技术、数据可视化技术等方法,如关联、分类、决策树、神经网络等,分析采集的数据信息,并对照质量风险清单进行风险分析与预测,结合实际数据不断优化更新质量风险清单。此外,在水利工程项目建设与运营过程中,质量监督单位始终对质量风险出现的原因、时间、地点、形式等因素予以重视,采用多维度层次结构、SPSS^[4]等分析工具构建分层分析模型,对已不断壮大丰富的风险数据库中的数据进行多角度、多层次、多维度地分析,找出当前的主要因素(发生质量风险概率较大的因素)并给予重点关注,或调整优化质量风险清单(比对初始质量风险清单,找出前后引发质量风险的因素或指标的概率变化),或调整管理策略。

3 结 语

综上所述,基于大数据技术,水利工程质量风险

管理工作不仅思路比较清晰,而且充分体现了大数据的技术数据量大、流转处理快、效率高等特点,确保了质量风险清单始终处于不断更新与优化状态。伴随着大数据技术的不断发展,同时结合云计算、物联网等其它信息技术,未来水利工程质量风险管理工作会变得更加快速、高效,与实际质量情况更加接近。当然大数据达到全面而精准应用水平仍有较长路要走,需要水利工程行业同仁共同努力,以尽快实现这一目标。

参考文献:

[1] 牛广利,李天旻,黄跃文,等.大坝安全监测大数据平台构建及应用[C]//中国水利学会2018学术年会论文集,2018.
[2] 徐朝辉.江苏省水利工程项目安全风险管理的信息化研究与实践[D].杭州:浙江工业大学,2016.
[3] 刘秋生,崔久丽.水利信息化建设中大数据的应用研究——评《水利工程建设管理信息化技术应用》[J].人民黄河,2021,43(12):2.
[4] 陈安,薛娟.浅谈大数据视角下水利工程质量风险管理[J].中国水运:下半月,2019,19(8):148-149.

(上接第 221 页)

道路改建工程中得到广泛的应用。

参考文献:

[1] 崔海宾.老旧沥青公路路面结构层水稳再生施工技术[J].杨凌职业技术学院学报,2021,20(1):16-19
[2] 胡睿.水泥厂拌再生水稳碎石技术应用研究——以 312 国道镇江句

容段改扩建工程为例[J].大众标准化,2021(24):227-229.
[3] 聂欣,李向阳.水稳基层多次再生混合料的路用性能[J].山东交通学院学报,2020,28(3):56-60.
[4] 马勇.公路水稳再生基层材料组成设计与耐久性研究[J].工程建设与设计,2020(5):171-172,175.