

旧水泥砼路面压浆修复试验研究及工程应用

蔡海良¹, 黄鑫²

(1.湖南华咨工程咨询有限公司, 湖南 长沙 410011; 2.浙江交工金筑交通建设有限公司, 浙江 杭州 310051)

摘要: 错台、坑洞、板角断裂、脱空等缺陷是高速公路水泥砼路面的顽疾, 会显著降低砼路面使用性能, 直接威胁行车安全。文中以某高速公路旧水泥砼路面修复工程为依托, 开展现场注浆参数试验研究, 通过现场试验对水泥砼路面压浆修复效果进行评价。结果显示, 浆液流动性和强度受材料组分外加剂影响较大, 适用性较好的施工方法是对砼路面进行 2 次压浆。现场雷达探测和钻孔取芯结果显示注浆后路面性能提升显著。

关键词: 公路; 水泥砼路面; 压浆修复; 工程应用

中图分类号: U418.6

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)04-0105-03

在长期使用过程中, 错台、坑洞、板角断裂、脱空等缺陷会对水泥砼路面造成不同程度破坏, 尤其在温差较大和载荷过大的地区, 上述缺陷不仅会降低砼路面的使用性能, 还会威胁路面行车安全, 对砼路面进行改善十分必要。压浆技术通过在公路上钻孔, 将压浆材料如高聚物或水泥浆等注入路基或半刚性基层中起到加固作用, 其施工工期短, 对交通影响很小。李晓静采用膨胀系数较高的混合料解决了普通压浆无法完成山区高速公路高填方路基下沉段的难题。刘永华认为运用压浆技术修复受损的农村公路路面具有较大优势。李丽娟总结了压浆中易出现的问题, 提出了测量、钻孔、试泵、压水试验、压浆的施工流程。由于中国地域辽阔, 不同地区环境差异较大, 不同地区路面出现的问题各不相同, 如何克服各种环境载荷等问题延长公路使用寿命一直是重点研究课题。该文以某高速公路旧水泥砼路面为研

究背景, 开展现场注浆参数试验研究和工程应用。

1 工程背景

某高速公路旧水泥砼路面全长 12 km。建成通车后, 随着时间的延长, 路面出现大面积损坏, 除设计、施工等原因外, 主要还是路面结构自身存在缺陷, 如脱空、反射裂缝等。

2 浆液配合比试验研究

设计 6 组浆液配合比, 通过试验确定最佳配合比。主要原材料为细度模数小于 2.5 的洁净砂、P.O.32.5 级普通硅酸盐水泥和 II 级以上粉煤灰。高速公路水泥砼路面要求压浆浆液流动度大、早期强度高, 需添加合适的外加剂提升材料性能。选用 FDN-100 高效减水剂、FDN-P 泵送剂等作为外加剂, 配比方案见表 1。

表 1 浆液试验配比方案

方案 编号	水泥/kg	砂/kg	添加剂		铝粉/kg	水/kg	水灰比	稠度/mm	7 d 强度/ MPa
			类别	重量/kg					
1	900	1 160	FDN-100	4.5	—	477	0.53	105	13.4
2	900	1 160	FDN-P	4.5	—	477	0.53	127	13.9
3	1 100	1 300	TQ	110.0	—	477	0.53	120	13.3
4	1 100	1 300	TQ	110.0	—	600	0.55	>120	23.6
5	900	1 160	FDN-P	4.5	—	540	0.60	>120	14.3
6	900	1 160	FDN-P	4.5	0.54	540	0.60	>120	4.9

压浆施工时, 过低的稠度会产生不利影响, 通过稠度值对砂浆流动性进行评价。稠度大于 120 mm 时, 流动性指标无法测定, 采用竖直流动度测定方法。从表 1 可看出: 方案 1 添加了减水剂, 稠度为

105 mm; 方案 2~6 无减水剂, 稠度都超过 120 mm。可见, 加入减水剂会降低浆液稠度, 不利于现场施工。对比方案 2 和方案 5, 水灰比增大的情况下, 浆液会产生较大的收缩反应。对比方案 3 和方

案4, TQ压浆料在水灰比较大时会产生较大的收缩反应。对比方案5和方案6, 铝粉作为膨胀性极强的材料, 能显著加快浆液硬化体强度的衰减速度。公路作为特殊的基础设施, 其施工时间要求苛刻, 大都需要紧急抢修, 要求修复作业在1 d甚至0.5 d内完成, 且要求路面压浆12 h内强度不得低于3.5 MPa。根据施工规范及实际工程需求, 路基下面底板孔隙的填满需要大的浆液流动度。通过对比, 方案2在强度和稠度上都可满足规范要求, 初步选择该方案作为现场施工试验配合比。

3 现场压浆及效果检验

3.1 现场压浆

对路面进行雷达探测, 确定路面是否有脱空现象, 如图1(a)所示, 基层和底基层之间结构并不致密, 有一层脱空层。为将该层填满, 首次压浆的压浆孔要到达砂垫层, 孔深贯穿基层、底基层, 约为80 cm。施工顺序为将压浆头放入钻孔中, 拧紧固定螺栓后注浆, 按连续前进、由低到高的原则注浆, 使浆液连续不中断、流动顺畅, 同时防止空气和水进入。压浆压力在0.4 MPa左右, 浆液会有一定上升, 为使路面平顺光滑, 保持压浆板四周接缝完整。

进行2次压浆, 第2次压浆施工在第1次压浆完成后第3 d进行。第1次压浆的主要目的是消除基层和底基层之间的脱空情况, 压浆后路基可能会不均匀, 进而下沉产生纵向裂缝。第2次注浆的目的是消除上述问题, 钻孔位置优先选在纵缝附近[见图1(b)]。

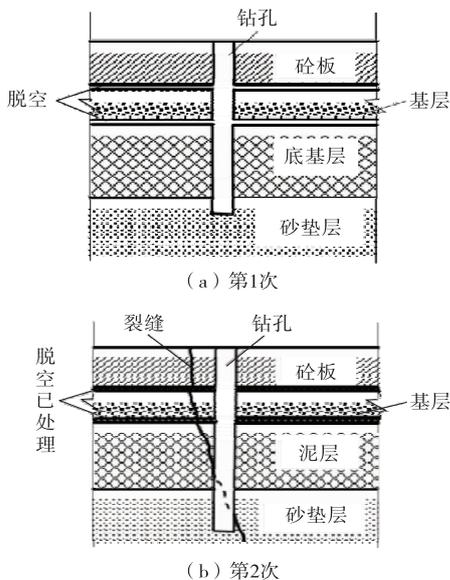


图1 旧水泥砼路面的压浆修复

3.2 压浆结果及分析

压浆施工完成后, 对650个观测点开展水准测量, 测量范围内路面板块都有上升, 其中上升幅度为1~6 mm的测点占70%, 砼路面高程变化平均值为5~10 mm(见图2)。同时对路面进行雷达探测, 波形图中反射波变化巨大, 说明经过注浆处理, 砼路面板块下方质地紧密(见图3)。

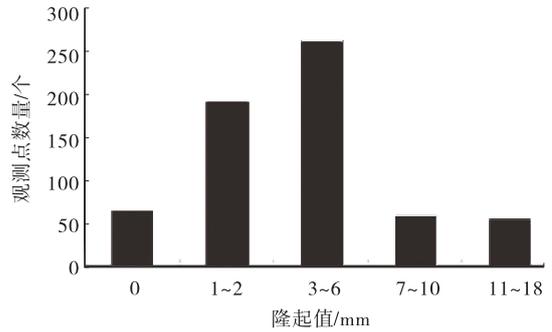


图2 注浆后高程变化情况

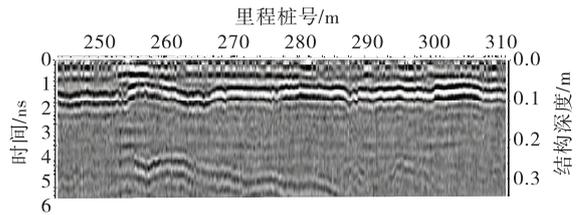


图3 注浆处理后雷达探测图

压浆施工完成后, 对施工路段随机抽取57个测点进行钻芯取样(见图4), 统计样本厚度, 得57份样本平均厚度为15 mm。路面板基层与底基层脱空部位经过2次压浆处理后被浆液填充, 路面基层的均匀支撑得到改善, 路面底基层的强度提高显著(见图5)。

4 结语

针对错台、坑洞、板角断裂、脱空等高速公路水



图4 注浆后水泥面板钻孔芯样

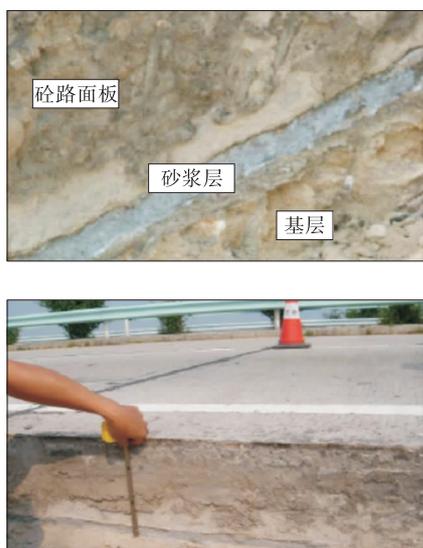


图5 注浆应用效果

泥砼路面常见缺陷,以某高速公路旧水泥砼路面工程为依托,开展现场注浆参数试验研究及工程应用。设计6组不同配合比浆液,通过对比,方案2在强度和稠度上都满足规范要求,选择该方案作为现场施工试验配合比。结合现场情况,对路面进行2次压浆修复处理,并通过雷达和钻孔取芯对修复效果进行检验,结果显示反射波变化巨大,路面性能指标在注浆后得到提高。所采用的注浆指数能有效应用于高速公路水泥砼路面常见缺陷治理,2次压浆修复能有效改善路面状况。

参考文献:

[1] 胡永福.重载水泥混凝土路面研究[J].民营科技,2017

(6):188.

- [2] 杨勇,吕松涛,陈杰.基于刚性夹层的水泥混凝土路面沥青加铺层设计指标[J].长沙理工大学学报(自然科学版),2015,12(3):7-13.
- [3] 朱玲怡.水泥混凝土路面破损形式力学模型及求解方法[J].湖南交通科技,2013,39(3):1-3.
- [4] 谈至明,姚祖康.非线性温度场下的水泥混凝土路面温度应力[J].中国公路学报,1993,6(4):9-17.
- [5] 邓兆涵.压浆技术在公路修复中的对策研究[D].沈阳:沈阳工业大学,2018.
- [6] 裴建中,贾彦顺,张久鹏,等.沥青路面结构可靠度的研究进展及展望[J].中国公路学报,2016,29(1):1-15.
- [7] 镇方宇.橡胶沥青混合料路用性能与施工工艺的研究[D].西安:长安大学,2014.
- [8] 李晓静.山区高速公路高填方路基下沉段压浆处理技术[J].黑龙江交通科技,2010,33(9):1-2.
- [9] 刘永华.分析压浆技术在农村公路水泥混凝土路面养护中的应用[J].黑龙江交通科技,2016,39(7):37-38.
- [10] 李丽娟.注浆技术在处理桥头搭板底脱空问题上的应用[J].交通标准化,2006(8):41-43.
- [11] 梁斌.水泥砼路面养护维修措施及养护决策矩阵研究[J].公路与汽运,2021(2):90-92.
- [12] 侣传铭.聚合物改性水泥砼力学性能及耐久性能研究[J].公路与汽运,2018(6):51-53+87.
- [13] 邓洪亮,王正念,廖丹,等.压浆处治PCC-AC路面板底脱空技术研究[J].水利与建筑工程学报,2008(3):24-26.

收稿日期:2020-04-23

《公路与汽运》杂志 2022 年征订启事

《公路与汽运》杂志由长沙理工大学主办,是一份介绍汽车、道路、桥梁等公路交通领域科技信息的面向国内外公开发行的技术类科技期刊。国际标准连续出版物号:ISSN 1671-2668,国内统一连续出版物号:CN 43-1362/U。为首届(2006年)中国高校特色科技期刊、湖南省一级期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊、中国核心期刊(遴选)数据库收录期刊,被中国期刊全文数据库及中文科技期刊数据库全文收录、万方数据—数字化期刊群全文上网,并荣获首届《CAJ-CD规范》执行优秀期刊奖。

本刊立足公路交通系统,报道国内外汽车与公路交通领域的最新研究成果,荟萃汽车运用与维修技术,传播公路交通安全知识,介绍公路运输行业的新技术与管理经验,刊登公路交通工程的新工艺、新技术、新材料。2022年拟设主要栏目:汽车工程;交通规划与管理;运输与物流;道路工程;桥隧工程;工程经济与管理。

本刊为双月刊,逢单月25日出版。发行代号:国内42-95,国外DK43002。每期定价15元,全年90元。读者可在当地邮局订阅,也可直接向本刊编辑部索取订单订阅,订阅款请汇至本刊编辑部或银行账号。

通信地址:长沙理工大学金盆岭校区8号信箱 邮编:410076 联系电话:0731-83528400

开户行:长沙市农行高云支行 户名:长沙理工大学 账号:18051401040000158