

水泥混凝土老路面黑色化改造探讨

单俊炜¹, 庞慧峰²

(1. 昆山市交通局, 江苏 昆山 215300; 2. 苏州市交通设计研究院, 江苏 苏州 215000)

摘要:旧水泥混凝土路面上加铺沥青混凝土面层, 具有刚柔相济的特点, 通过几个工程实例, 分析了裂缝反射成因、板块弯沉的产生及变化, 列出了加铺沥青混凝土的几种方法: 对原水泥混凝土板块进行注浆; 增设二灰结石补强层及格栅夹层等。具体方法的组合及指标控制应根据平、纵、横及老路状况、交通量大小等特点灵活运用。

关键词:网化工程; 混凝土路面; 沥青混凝土; 反射裂缝

中图分类号: U415

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2001)05-0062-03

在20世纪七八十年代建成的水泥混凝土路面, 相当部分路面已损坏, 使用质量下降, 路面行车舒适性差, 车速难以提高, 水泥混凝土路面的改造已成为亟待解决的问题。在旧水泥混凝土路面上铺设加铺层, 即沥青混凝土(AC)加铺层, 具有刚柔相济的特点, 这种形式的路面结构吸收两种材料的优点, 即旧水泥混凝土路面提供了稳定、坚实的基础, 沥青路面提供了一个平整度好、噪音小、行车舒适的面层, 大大改善了路面的使用性能, 但这种结构的关键在于旧水泥路面的裂缝反射处理, 本文结合苏州网化工程的改造对此进行探讨。

1 裂缝反射成因分析

旧水泥混凝土路面加铺沥青后, 下板的接缝会在加铺层表面反映出来, 这种与下板接缝相对应的裂缝称为反射裂缝, 反射裂缝一般分荷载型反射裂缝及温度型反射裂缝, 荷载型反射裂缝为车辆通过不连续的板体时, 沥青混凝土加铺层由于接缝两侧相邻板块产生竖向位移差, 而出现较大的剪应力产生的裂缝, 温度型反射裂缝是由于路面暴露在大气中, 受气温周期性变化的影响, 旧路面板块产生热胀冷缩而产生的裂缝。

国内外对旧混凝土路面加铺沥青混凝土路面仍处在研究、试验阶段, 许多研究资料表明: 彻底消除反射裂缝是不经济的, 也是不现实的, 加铺层采取防反射裂缝措施的目的是控制开裂, 而不是消除开裂, 犹如软土路基处置一样, 是控制沉降量, 而不是消除沉降, 只是尽量推迟产生早期裂缝的时间和一旦产

生裂缝后, 减缓其向上发展速度, 从而达到延长使用寿命的目的。

2 老路现状

2.1 现场测试

324省道位于苏州市东部, 该工程包括原昆太线老路改造及利用昆山开发区部分绕城公路改建两个部分, 205省道常熟段位于苏州市北部, 两个项目均为水泥混凝土路面黑色化改造, 老路面状况见表1, 老路弯沉测试指标见表2和表3。

2.2 测试分析

a. 老路基强度, 从老路路面结构层次、水泥混凝土路面劈裂试验、二灰结石模量、当量回弹模量数值看, 老路面加铺沥青面层, 完全能满足路面荷载要求。

b. 弯沉值分析, 在研究老路改建方案前, 对两条老路进行“地毯”式弯沉测试, 测定板块四个角的单点弯沉值及差异弯沉值, 从205省道和324省道各段老路结构层次、弯沉指标分析: ①板块弯沉值与交通量有密切关系, 特别是重车交通量, 对于相同结构层, 交通量越大, 板底受压动力水“冲刷”二灰表层次数越多, 唧泥、脱空就越严重(原有老路板缝防水处理一般很难做到不渗水); 而相对324省道环城老路段, 由于交通量很小, 即使路面结构较差, 其差异弯沉指标亦相对好。②原有老路是否设有传力筋, 直接影响板块差异沉降值, 205省道辛庄、莫城段对比相当明显。

3 加铺处理方法

目前国内在原水泥混凝土板块上加铺面层的方

作者简介: 单俊炜(1967—), 男, 江苏昆山人, 工程师, 主要从事交通工程设计及管理工作。

法主要有:

a. 改善罩面层的性能,采用具有较高抗变形、抗拉、抗剪能力的面层材料,如改性沥青 SMA 等。

b. 采用中间夹层,如土工织物、土工网或格栅可以起加筋、稳定、防反作用。

c. 采用补强层,原水泥混凝土板块上增设二灰结石、黑碎等补强层,可以较有效地减少温度及荷载作用对加铺层的影响。

d. 旧水泥混凝土板块的处理,即主要为脱空板注浆(另有换板、板块破碎)。增加新建路面“基层”,减少裂缝反射。目前,许多试验、研究认为,板块单点弯沉 $l \geq 20 \times 10^{-2} \text{mm}$, 差异沉降值 $\Delta l \geq 10 \times 10^{-2} \text{mm}$ 时,应对板块进行注浆。

但老路的改造涉及的因素很多,采用哪种(或哪几种)处理方法为好,要视具体情况而定,以经济、良好的处理效果与施工方便为原则。

苏州 205 省道常熟段,老路原行车道混凝土路面为 9.0m,两侧慢车道沥青路面各 3.0~4.0m。原有老路纵坡较零碎,拟改造行车道路面宽为 17.0m。

由表 1 至表 3 可见,如果仍采用单点弯沉 $l \leq 20 \times 10^{-2} \text{mm}$, 差异弯沉值 $\Delta l \leq 10 \times 10^{-2} \text{mm}$ 来控制,则全线意味着将有 90% 以上板块需注浆处理,则施工工期长,估算每 100m 测试注浆单价为 22650 元。折合单价为 25.16 元/ m^2 ,相当于 30cm 厚二灰结石。经综合分析论证,老路补强采用加铺二灰结石补强层,结合板块压密注浆处理,以二灰结石半刚性基层来消除荷载型反射裂缝。一般补强二灰厚 24~34cm,面层下设玻纤格栅,以减少板块温度型反射裂缝及二灰结石收缩裂缝的反射。上面再设 10cm 厚的沥青混凝土面层。为进一步加强防反射裂缝措施,二灰结石分二层施工,下层采用嵌挤型、低模量级配,集料级配粗粒料($\geq 10 \text{mm}$)可增加至 50% 以上。为吸收反射裂缝,适当牺牲材料模量值(一般为 900~1000 MPa),同时对少量单点弯沉值 $l \geq 40 \times 10^{-2} \text{mm}$ 的混凝土进行注浆。这方面可借鉴苏州市公路管理处与常熟市公路管理处曾在 1997 年对该段其中路况最差的 1.4km 老路进行改造的经验,其方法为:对原有板块板缝处铺设一道 CE131 土工网,上

表 1 老路面状况

路段	日均交通量	结构层次	砼试验			二灰结石回弹模量 /MPa	无侧限抗压强度 /MPa	二灰碎石顶面当量回弹模量 /MPa	砼板块尺寸 /m	砼板块顶单点弯沉/ 10^{-2}mm			砼板块顶弯沉差/ 10^{-2}mm		
			劈裂强度 /MPa	抗折强度 /MPa	弯拉弹性模量 /MPa					均值	标准差	代表值	均值	标准差	代表值
324 省道昆太线老路段	4000	24cm 水泥砼、20cm 二灰碎石、24cm 10% 灰土	4.1	3.6	31000	800~1000	—	—	4.5×5.0	14.51	6.29	24.86	5.31	5.1	8.18
324 省道绕城环线江浦段	500~1000	20cm 水泥砼、16~18cm 二灰碎石、22cm 水泥砼	1.7~2.1	3.6~3.7	27000~28000	未成型	—	—	4.0×5.0	27.66	7.43	39.88	4.98	5.36	7.16
205 省道常熟段	1.5 万~2 万	18cm 二灰碎石垫层、12cm 10% 灰土	1.8~2.3	3.8~4.0	28000~30000	1100~1200	7.0~13.0	147~230	4.5×5.0	24.5 (30.1)	9.2 (11.8)	39.7 (49.7)	4 (10.7)	2.45 (8.15)	8.02 (24.77)

注:205 省道常熟段括号内为莫城段数值,括号外为辛庄段数值。

表 2 205 省道常熟段老路弯沉测试指标

路段	板块数(百分率)				总板块数 (DBL)/%	断板率 (DBL)/%	砼板块顶单点弯沉/ 10^{-2}mm			硬路肩代表弯沉/ 10^{-2}mm
	弯沉(0~20) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉(20~40) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉(40~60) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉 ≥ 60 $\times 10^{-2} \text{mm}$			标准值	平均值	代表值	
莫城段 K32+020~K34+400	48(5%)	776(89%)	49(6%)	2	875	5	26.24	8.18	39.7	136
K34+400~K35+880	109(18%)	442(75%)	34(6%)	6(1%)	591	11	22.74	10.33	39.72	101
辛庄段 K32+020~K34+400	54(13%)	315(78%)	27(7%)	10(2%)	406	3	25.16	11.78	44.54	163
K34+400~K35+880	7(1%)	379(53%)	260(36%)	68(10%)	714	12	35.1	11.99	54.82	92

表 3 324 省道老路混凝土板块弯沉测试指标

路段	板块数(百分率)								总板块数	断板率 (DBL)/%	结构承载能力	
	弯沉(0~20) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉(20~40) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉(40~60) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉 ≥ 60 $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉差(0~6) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉差(6~10) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉差(10~14) $\times 10^{-2} \text{mm}$	弯沉差 ≥ 14 $\times 10^{-2} \text{mm}$			代表弯沉/ 10^{-2}mm	代表弯沉差/ 10^{-2}mm
昆太线	27(60%)	18(40%)	—	—	17(37.8%)	14(31.1%)	8(17.8%)	6(13.3%)	45	0.13	24.86	8.18
江浦路	2(14.3%)	10(71.4%)	2(14.3%)	—	7(50%)	4(28.6%)	2(14.3%)	1(7.1%)	14	0	39.88	7.16

面摊铺 20 cm 左右嵌挤型二灰结石,再铺设 10 cm 左右 AC 结构类型的沥青混凝土面层;经过 2 年日交通量达 1.5 万~2 万辆的运营,目前使用状况良好,路面裂缝很少.应该说,处理方案是切实可行的.

苏州 324 省道昆太线段,老路原行车道水泥混凝土路面宽 9.0 m,两侧慢车道沥青路面各为 3.0 m.原有老路路面平整,全线 6.0 km 仅 7 块板出现单条裂缝,板块弯沉抽查值见表 3.

由表 1 及表 3 可知,昆太线段单点弯沉均小于 $40 \times 10^{-2} \text{ mm}$,其中 $l \leq 20 \times 10^{-2} \text{ mm}$ 占 60%,且板块传力效果较好,这种路况采用直接加铺沥青面层是完全可以的.根据上海市政工程管理处、同济大学的实体试验经验,不加任何措施的纯沥青罩面层,接缝反射到罩面层的临界弯沉值为 $24 \times 10^{-2} \text{ mm}$,采用特种金属网有效地防止早期裂缝的临界弯沉为 $30 \times 10^{-2} \text{ mm}$.本工程控制板块单点弯沉值 $l \leq 25 \times 10^{-2} \text{ mm}$,弯沉差 $\Delta l \leq 10 \times 10^{-2} \text{ mm}$,不满足弯沉指标者,对板块进行注浆,注浆板块比例约为 20%~30%,折合为 90 元/ m^2 ,沥青面层最小厚度为 10 cm,面层下设玻纤格栅.

(收稿日期:2001-04-04 编辑:马敏峰)

(上接第 13 页)

b. 工程布置.对双铰浮体卧倒门、浮箱门、浮动扇形门和有轨浮箱直升门 4 种门型方案做了工程布置,推荐有轨浮箱直升门方案.闸底板采用预制钢筋混凝土空箱浮运沉放结构,采用桩基协同抗滑;边墩和翼墙采用地下连续墙结构.施工期开挖临时航道,不断航施工.

c. 挡潮闸运行.就抗御台风高潮而言,预报吴淞站高潮位 5.50 m 情况下关闸挡潮,关闸频次 5~10 a 一次,每年至多关闸一次.

d. 工程投资匡算和施工工期.吴淞公园闸址方案投资匡算约为 39.78 亿元,水产码头闸址方案投资匡算约为 41.99 亿元,均低于再次加高加固防汛墙投资匡算.施工工期约 5 a,短于再次加高加固防汛墙施工工期.

(收稿日期:2001-04-29 编辑:熊水斌)

(上接第 30 页)

b. 流道进口上缘安置垂直隔板,可以有效消除流道进口前的漩涡.

c. 无整流设施方案流道内喇叭口下易产生涡带,经优化的消涡设施方案,可有效消除涡带,改善流道内的流态.

d. 引水最低水位水泵启动时,进水流道顶板将受约 8.5 kPa 的负压作用,结构设计时应充分考虑顶板负压的影响.水泵稳定运行工况,脉动压力的平均

324 省道绕城改线段西段,该段老路结构及弯沉指标见表 1 和表 3,从表面看,该路段弯沉指标良好,但根据苏州机场路等相似路面结构实例来看,一旦开放大交通,特别是重型交通,路面结构立刻会全面崩溃,因此,该种路面结构不能直接加铺沥青面层,需加设结构补强层.虽然板块脱空现象不明显,但基层空隙大,故仍需对路面基层进行注浆加固.

4 结 语

上述列举了路网改造的实例.同样的混凝土路面黑色化改造,3 个路段分别采取了 3 种不同处理方案.尽管处理效果有待进一步观察,但改造思路和方法是可行的.笔者的体会是:

a. 水泥混凝土路面黑色化改造,必须调查分析清楚老路路况,包括板块弯沉值、差异弯沉值、弯沉值成因、老路路基和路面结构现状.

b. 防反射裂缝处置方法较多,应根据平、纵、横及老路交通量大小等灵活运用.

c. 本文所提板块弯沉临界指标、注浆弯沉控制值应注意有关试验路段的边界条件,不能生搬硬套.

(收稿日期:2001-04-04 编辑:马敏峰)

强度不大,且属低频脉动.

e. 设计流量下进出水流道的水头损失分别为 0.131 m 和 0.330 m,出水流道对效率的影响远大于进水流道的影响.

参考文献:

- [1] 田家山.水泵及水泵站[M].上海:上海交通大学出版社,1989:71~77.
- [2] 蔡坤、董瑾、曾正,等.导流锥节能原理及设计安装[J].排灌机械,1997(1):20~24.
- [3] 徐辉、王高鹏、张宜.轴流泵进口导流体的研制[J].排灌机械,1995(3):3~6.

(收稿日期:2000-04-06 编辑:张志琴)

(上接第 37 页)

4 结 语

双向轴流泵正向、反向运行效率较高,空蚀性能好;能根据不同的扬程要求,可选用任意轴流泵水力模型;泵体结构和安装形式多样,可为贯流式、立式、卧式等各种不同型式.通过在淮安市两座低扬程双向灌排结合轴流泵站建设中的应用研究可见,在有灌、排结合双向要求的低扬程泵站工程中,采用双向轴流泵及泵站方案与“一站四闸”枢纽方案、“闸站结合”双向流道方案、整体调头方案以及“S 型叶片”方案相比均有突出优点.因此,推广应用双向轴流泵及泵站技术有着巨大的社会、经济意义.

(收稿日期:2000-03-06 编辑:熊水斌)