

文章编号: 0451-0712(2006)08-0201-05

中图分类号: U418.8

文献标识码: B

水泥混凝土路面损坏原因分析及处理方案比选

林仕雄

(广东省路桥规划勘察中心 广州市 510635)

摘 要: 水泥混凝土路面使用一定的年限后会损坏,我国公路快速发展 20 多年,现在已经进入路面大面积维修阶段,这比发达国家公路发展史中相同历程要短一些。因此,对水泥混凝土路面损坏原因、处理方案的研究是很有必要的。本文主要结合 324 国道海丰市段路面大修工程,简要介绍了该项目路况调查的主要结果,并进行路面损坏原因分析,针对分析结果,重点提出旧路面损坏的处理措施以及简明介绍加铺层设计结构组合的关键点。

关键词: 旧水泥混凝土路面; 损坏原因; 分析; 处理方案

公路的路面直接服务于服务对象,相对应的,其服务对象和自然环境对它的作用也是直接的。路面质量的好坏直接影响了行车质量,然而,路面结构作为道路系统的承载主体之一,它有一定的设计使用年限,如水泥混凝土路面一般为 20~30 年。随着使用时间的推移,交通量的增长,轴载作用次数的增加,水、温度等自然因素的反复作用,路面会出现损坏,直至不能满足使用要求。在路面结构的设计使用年限内,为使其能够满足交通要求,这就需要进行维修。路面维修就是指在路面损坏时,通过采用各种工程技术手段使它恢复原有的路面服务功能的一种行为。自 20 世纪 80 年代后期,我国公路建设达到了前所未有的高峰,尤其是经济较发达的东部沿海一带,如:广东、上海、江苏、浙江、山东、辽宁等省市。广东省近 15 年来,公路建设里程全国第一,投资总额第一,其中水泥混凝土路面占 80% 以上。而建成 5 年以上的大部分路面都不同程度地出现了各种损坏,如:路面出现拱起、角隅断裂、接缝或裂缝周围严重碎裂、唧泥、错台等损坏。为了维护现有交通状况,保持道路服务水平,必须对路面结构进行维修。因此,对水泥混凝土路面损坏原因、处理措施及其施工工艺的研究是很重要的。

汕尾市地处粤东沿海,区位优势,倚山傍海,海域辽阔,毗邻港澳,北靠河源市,东邻揭阳市,西接惠

州市。324 国道和深汕高速公路贯通全境,是沟通粤闽和港澳地区的桥梁。同时汕尾港是粤东的重要港口,海岸线长达 300 余 km,距香港约 150 km,是粤东地区对外交往比较快捷方便的口岸城市。本项目西段在海丰县境内,工程名称 324 国道汕尾市海丰段大修工程,路段全长 63.02 km。

1 旧路调查主要结果

1.1 路面表现

表 1 路面损坏状况统计汇总

等级	优良	中	次	差	合计
里程/km	11.0	12.0	63.35	30.0	116.0
百分率/%	9.5	10.3	54.4	25.8	100

1.2 路面钻芯取样检测

1.2.1 第 1 段(K639+000~K692+000)检测结果

(1)左幅主车道钻取芯样 27 个。

①抗弯拉强度。

实测弯拉强度在 3.9~8.8 MPa 之间,平均值是 6.13 MPa,标准差是 1.10,合格判断值是 5.22 MPa,强度合格。

②路面厚度。

实测路面厚度在 22.0~29.5 cm 之间,代表值是 25.1 cm,标准差是 2.0,合格判断值是 24.5 cm,合

格率是 93%。

(2) 右幅主车道钻取混凝土芯样 27 个。

① 抗弯拉强度。

实测弯拉强度在 4.5~9.0 MPa 之间, 平均值是 6.4 MPa, 标准差是 1.07, 合格判断值是 5.20 MPa, 强度合格。

② 路面厚度。

实测路面厚度在 22.5~32.2 cm 之间, 代表值是 25.8 cm, 标准差是 2.5, 合格判断值是 24.5 cm, 合格率是 93%。

1.2.2 第 2 段(K693+000~K704+000)检测结果

(1) 左幅主车道钻取芯样 6 个。

① 抗弯拉强度。

实测弯拉强度在 4.8~8.4 MPa 之间, 平均值是 6.42 MPa, 合格判断值是 4.95 MPa, 强度合格。

② 路面厚度。

实测路面厚度在 24.0~30.2 cm 之间, 代表值是 25.6 cm, 标准差是 2.0, 合格判断值是 24.5 cm, 合格率是 100%。

(2) 右幅主车道钻取芯样 6 个。

① 抗弯拉强度。

实测弯拉强度在 5.9~7.5 MPa 之间, 平均值是 6.70 MPa, 合格判断值是 4.95 MPa, 强度合格。

② 路面厚度。

实测路面厚度在 24.0~29.1 cm, 代表值是 25.5 cm, 标准差是 2.0, 合格判断值是 24.5 cm, 合格率是 100%。

1.3 标准轴载累计作用次数 N_e

设计基准期内水泥混凝土面层临界荷位所承受的标准轴载累计作用次数, 可用下式计算确定。

$$N_e = \frac{N_s \times [(1 + g_r)^t - 1] \times 365}{g_r} \eta$$

式中: N_e 为标准轴载累计作用次数; t 为设计基准期, 本项目按 20 年选用; g_r 为交通量年平均增长率, 本项目按 1.5% 选用; η 为临界荷位处的车辆轮迹横向分布系数, 本项目按 0.34 选用; N_s 为标准轴载日作用次数, 按本项目交通组成计算结果为 12 805.12。

该路段标准轴载累计作用次数 N_e 值计算如下:

$$N_e = \{12\ 805.12 \times 0.34 \times [(1 + 1.5\%)^{20} - 1] \times 365 / 1.5\%\} = 3.67 \times 10^7 \text{ 次}$$

2 路面损坏原因分析

324 国道汕尾市陆丰段加铺水泥混凝土面层

前, 首先对原有水泥混凝土路面的使用情况进行全面的调查, 并针对具体情况进行了分析, 路面损坏主要原因分析如下。

(1) 路基土处于潮湿甚至过湿的状态。

该路线大多路段经过水田和水塘, 很多地基没有进行专门处理, 甚至有局部路段是在原高程上整平后直接铺筑路面结构。因此, 容易受地下水和田地滞留水的影响, 而使路基土处于潮湿甚至过湿状态。

(2) 排水系统不够完善。

路线经过 6 个镇区, 两侧基本已形成街道化。改建时较多地考虑了城镇建设和经济活动的需求, 同时考虑筹集资金的难度, 排水系统未能按城市型道路纵向地下排水系统的要求实施(如按城市型道路设置纵向地下排水系统, 每公里增加投资约 300 万元)。

① 由于主车道和超车道的下沉造成目前的路面横坡小于设计横坡, 对于雨量充沛的东南沿海地区, 易造成雨季路面排水不畅。

② 路基边沟、排水沟经常堵塞, 以致路面水不能及时地、迅速地排除。由于该路段街道化严重, 这些路段两侧商铺、工厂、住房等紧靠公路, 边沟被堵塞, 排水系统被搞乱。而且在 1993 年公路建设时, 出于资金上的考虑, 没有按城市道路标准修建纵向地下排水系统, 仍按公路的标准修建地表排水设施, 以致容易出现排水系统混乱的现象。

③ 行车道与非机动车道连接处设置的泄水洞在下雨时往往被杂物堵塞, 使机动车道路面水不能及时排出。

④ 中央分隔带施工时未按设计的要求设置碎石盲沟和横向盲沟, 造成雨水下渗后无法及时排除, 水一旦渗入难以排出, 而使路基土或基层长期处于潮湿状态, 降低了强度和水稳性。

⑤ 排水涵洞不能正常发挥作用。本项目城区路段沿线城市化严重, 原有涵洞进、出水口均被商铺覆盖, 在这范围内很多涵洞已找不到。淤塞现象容易发生, 经调查, 全线有多道涵洞严重淤塞。

(3) 路面基层和底基层的水泥稳定粒料结构质量差, 厚度薄。

(4) 水泥混凝土路面板强度偏低。

水泥混凝土板设计抗折强度为 5.0、4.5 MPa, 但施工过程中由于碎石质量及级配控制不严等诸多因素影响, 抽样取芯 118 个(实做劈裂试验 118 个), 有接近一半不合格。水泥混凝土板的抗折强度过

低,是该路段出现大面积断裂破坏的重要原因之一。

(5)重车和超载车对路面使用寿命的不良作用。

该路段交通量增长较快,基本已经到达饱和流,而且这些车辆重车所占比例较大,超载现象严重。

近年来,有的车主为了提高运输效益,拼设备,违反规定,改装载重汽车,进行超载行驶,有的未经改装也违规严重超载。这些超载车,增加了车辆轴载,加大了轮胎压力,对公路路面危害甚大。

(6)路基压实度不规范,软基处理不够是引起路面损坏的原因之一。

3 方案比选

根据本条公路的特点——车辆轴载过大和较恶劣的道路使用条件(重车在行驶过程中,为降低温度不断地向其轮胎和刹车部位洒水,多余的水会通过路面伸缩缝等渗入基层,且这类情况比例较大,极易造成断板和板底脱空,缩短道路使用寿命),旧路面结构设计强度不足,新的路面结构应该考虑:(1)增加路面结构强度,如增加板厚或增设贫混凝土基层或水泥稳定碎石基层;(2)设置隔水层,如设土工布和沥青类混合料隔水层等措施;(3)加强基层的抗冲刷能力。

从京珠高速公路粤境段短时间内出现严重车辙、坑槽的情况看,我们目前的设计和施工水平还不适合采用沥青混凝土路面结构修筑具有大量超重车的公路。基于这样的认识和324国道未来拟承担的交通任务,认为本项目新的路面结构仍采用水泥混凝土路面比较合适。

鉴于本项目旧水泥混凝土路面破损严重,普遍存在板底脱空的现象,对旧水泥混凝土路面进行大面积灌浆、换板等修复已无法满足未来行车荷载的要求(如大量新换过的路面板已经发生断裂),或者大面积修复后再铺筑加铺层也不是一种经济有效的技术措施。因此,维修改造方案对不同路段采用不同的处理方法,其中部分路段考虑对旧水泥混凝土路面进行破碎(压裂)和压实稳定处理,用于作为新加铺面层的底基层,其上再加铺基层、面层。这样既可以减少大量废料对环境的不利影响,又可以保留旧路面一定程度的结构完整性。

加铺基层的方案,其优点是可利用半刚性基层来对破损严重、凹凸不平的旧路面提供一个补强整平层,并在其上加铺1 cm 沥青表处封层(在投资许可的情况下),可起到防水冲刷、保护基层的作用。并

且《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTJ D40—2002)中,也建议将旧板破碎用作底基层或垫层,其上需按新建水泥混凝土路面设计。此种结构在国内及省内已有大规模应用并成功的实例。

路面面层的结构型式有以下方案可供选择。

3.1 普通水泥混凝土面层

普通水泥混凝土面层即常规素混凝土面层,在国内外大量使用于道路面层,考虑到水泥混凝土结构的温度收缩特性,面板均需按一定间距设纵、横向接缝。

3.1.1 路面结构

面层:26 cm 水泥混凝土面层。

基层:1 cm 沥青表处封层+15~30 cm(一般按20 cm 控制)5%水泥稳定碎石基层。

底基层:经处理后的旧板。

在该路面结构中,水泥混凝土面层设计抗弯拉强度为5.0 MPa。

面层造价:约96元/m²。

3.1.2 普通水泥混凝土面层的优点

(1)国内外大量使用,施工工艺成熟,有大规模铺筑的经验。

(2)造价便宜。

3.1.3 普通水泥混凝土面层的缺点

(1)接缝较多,行车舒适性差,且易产生接缝病害。

(2)路面整体性差。

3.2 连续配筋混凝土路面

连续配筋混凝土路面(简称CRCP)是国外发达国家重交通道路常用的一种路面结构形式。它在路面纵向配有足够数量的不间断连续钢筋,以抵抗水泥混凝土路面板因纵向收缩而产生横向裂缝。这种路面结构形式可以有效减少普通水泥混凝土路面由于横向胀、缩缝等薄弱环节而引起的各种病害(如唧泥、错台等),改善路用性能,延长道路的使用寿命,被认为是一种合理的路面结构形式。CRCP由于在路面纵向配有足够数量的钢筋,以控制水泥混凝土路面板纵向收缩产生的裂缝宽度和数量,在施工时完全不设胀、缩缝(施工缝及构造所需的胀缝除外),为道路使用者提供了一条完整而平坦的行车表面,既改善了汽车行驶的平稳性,同时又增强了路面板的整体强度。

国内一些省份近年来也开始在高速公路上尝试采用连续配筋水泥混凝土结构,湖南省已经建成了益长和耒宜高速公路100 km 连续配筋混凝土路面,

广东省第一个连续配筋混凝土路面结构试验段2003年7月在325国道恩平段完成。

设计连续配筋混凝土路面时,路面板厚度由荷载疲劳应力和温度疲劳应力确定,应力分析可以近

似地按普通水泥混凝土路面的各项设计参数和规定进行,基本与普通水泥混凝土路面等厚或稍薄。其配置的钢筋主要用于消除接缝,提高路用品质,并不计钢筋对路面承载能力的增强作用。

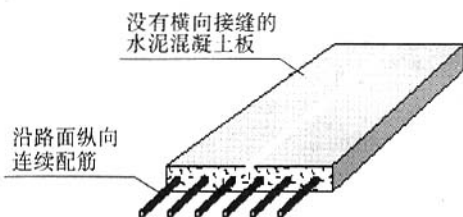


图1 连续配筋水泥混凝土路面结构示意图

3.2.1 路面结构类型

面层:25 cm 连续配筋混凝土面层。

基层:1 cm 沥青表处封层+15~30 cm(一般按20 cm 控制)5%水泥稳定碎石基层。

底基层:经处理后的旧板。

此种路面结构中,面层纵向配筋率为0.67%,纵向筋取 $\phi 16$,间距10 cm;横向筋取 $\phi 12$,间距50 cm。水泥混凝土面层抗弯拉强度为5.0 MPa。

面层造价:180.69 元/ m^2 。

3.2.2 连续配筋混凝土路面的优点

(1)路面接缝少,行车舒适平顺。

(2)耐久性好,极少养护,年养护维修费用低。

(3)增加了路面板的整体强度,提高了路面的承载能力。

(4)可以为将来的罩面加铺提供良好的支承条件,不存在反射裂缝等一般水泥混凝土路面加铺罩面常见的问题。

3.2.3 连续配筋混凝土路面的缺点

(1)与普通水泥混凝土路面相比造价高,其面层造价为180.69 元/ m^2 。

(2)所用钢筋数量多。

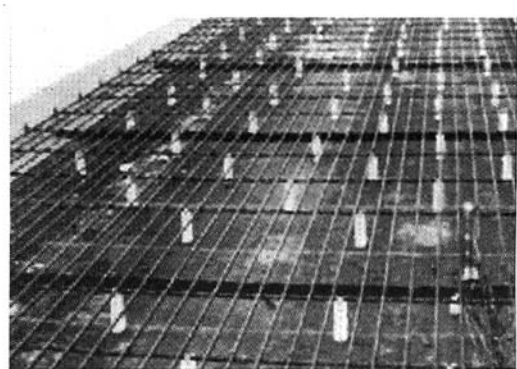
(3)施工工序多,且要求严格。

(4)路面端部、与桥梁及其他结构物连接的部位需进行特殊锚固处理。

(5)国内未有大规模铺筑的经验及长期使用的效果评价。

3.3 钢纤维混凝土路面

钢纤维混凝土就是在普通水泥混凝土中掺配一



定数量的短而细的钢纤维所组成的一种新型高强复合混凝土材料(简称SFRC)。由于钢纤维阻滞基体水泥混凝土裂缝的产生,它不但具有普通水泥混凝土的优良性能,而且具有良好的抗弯拉、抗冲击、抗疲劳性能以及收缩率小、韧性好、耐磨能力强等特性。钢纤维混凝土在路面工程中应用可以明显减薄路面厚度,改善路用性能。国外发达国家主要用于公共汽车站、收费站和行驶重型汽车的路面以及旧路面的加铺层。考虑其造价比普通水泥混凝土路面为高和我国的具体情况,我国《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTGD40—2002)规定其一般用于标高受限制路段、收费站、水泥混凝土路面加铺层和桥面铺装。国内一些省份从20世纪80年代中期,开始短路段地试验研究,近年来也开始在一些高速公路上尝试采用。2000年在云南省曲胜高速公路进行20 km的大规模工业化施工,2002年在广东省京珠北高速公路的6座隧道内完成14 km钢纤维混凝土路面的滑模摊铺施工。

钢纤维混凝土路面设计时,钢纤维混凝土面板厚度按钢纤维掺量确定,钢纤维体积率为0.6%~1.0%时,其厚度为普通水泥混凝土面层厚度的0.65~0.75倍。并且其计算厚度还应按规范规定的荷载疲劳应力和温度疲劳应力分析方法计算,结果应满足规范要求。

3.3.1 路面结构类型

面层:20 cm 钢纤维混凝土面层。

基层:1 cm 沥青表处封层+15~30 cm(一般按18 cm 控制)5%水泥稳定碎石基层。

底基层:经处理后的旧板。

此种路面结构中,面层中钢纤维的体积率为0.8%,水泥混凝土抗弯拉强度为6.0 MPa。钢纤维规格:直径0.6 mm,长度30~35 mm,经防锈处理且两端有锚固端。

面层造价:139.46元/m²。

3.3.2 钢纤维混凝土路面的优点

(1)抗弯拉强度高(6 MPa),面层可减薄,其厚度约为普通水泥混凝土路面的0.65~0.75倍。

(2)延长了缩缝间距,使横向接缝少,其横向缩缝间距一般按6~10 m设置。

(3)由于厚度减薄,接缝减少可使施工工期缩短。

(4)在一定程度上提高了行车舒适性。

(5)抗冲击、耐疲劳性能强,耐久性好,可延长路面的使用寿命。

3.3.3 钢纤维混凝土路面的缺点

(1)造价高,单位体积钢纤维混凝土价格比普通水泥混凝土要翻倍,其造价比普通水泥混凝土面层高约20%,其面层造价约为130~150元/m²。

(2)原材料要求严格,如碎石最大粒径不超过2 cm,钢纤维单价高。

(3)施工工艺复杂,施工控制要求严格。否则易出现钢纤维成团,或表面易露出钢纤维,拌和物工作性差,泌水等问题。

(4)使用中、后期,表面经磨耗,易露出钢纤维扎穿轮胎。

(5)国内未有大规模铺筑的经验及长期使用的效果评价。

4 结语

水泥混凝土路面维修一般涉及到设计标准、设

计厚度、老路处理方案和面层结构、材料设计和施工要求等问题,或称为关键技术。老路面的处理是旧路面维修最关键的问题。首先应该是对原有路面使用状态的评价,对路面损坏的原因进行深层次分析,并提出切实可行的处理方案,重视施工工艺的研究。鉴于目前的调查手段仍是人工调查和仪器测量相结合,仪器还不可能取代人工对路面使用状况和病害成因进行准确地分析。324国道采用落锤式弯沉仪对路面的承载能力进行了普查,现在看来是行之有效的措施,但也仅此而已。324国道先后进行了2次大规模的人工路况调查,对分析老路的病害成因十分关键。也正是准确地找出病因后,才能采取相应的处理措施。这些处理措施,一方面体现在老路的处理上,另一方面体现在罩面工程的材料组成设计和结构组合设计上。前者是对已产生病害的补救,后者是对将要产生的病害的预防,从某种意义上讲,后者比前者更重要。实践证明,针对本项目的分析是切中要害的,处理措施是行之有效的。

国内外大量工程实例和研究表明,旧水泥混凝土路面加铺改造仍处于研究、试验阶段,尚未有成熟的理论、方法。由于各种条件的差异,相同的方法有时甚至得出相反的结论。本文以324国道海丰市段水泥混凝土路面维修工程为实例,探讨了旧水泥混凝土路面维修工程中的一些问题,希望能为水泥混凝土路面维修工程提供一些有益的借鉴。

参考文献:

- [1] JTJ 073.1—2001,公路水泥混凝土路面养护技术规范[S].
- [2] JTG D40—2002,公路水泥混凝土路面设计规范[S].
- [3] JTJ 071—98,公路工程质量检验评定标准[S].