

Study on Damage Detection and Cause of Cement Concrete Pavement

Fa WANG^{1,2}, Bingyang CHEN^{1,2}, Jun HUANG¹, Hailin ZHANG²

¹National and local joint engineering laboratory of traffic Civil Engineering Materials of Chongqing Jiaotong University Chongqing, 400074, CHINA

²China Merchants Chongqing Communications Technology Research & Design Institute Co., Ltd, Chongqing, 400067, CHINA

Abstract: In highway section, because of in recent years heavy traffic, traffic surge and the original pavement structure is not reasonable, concrete pavement damaged is more serious. With geological radar on quasi remediation road to deflection, the intensity and thickness and pavement damage detection, three overhaul schemes are put forward, including overhauling cover surface, all renovating and without treatment in order to improve the traffic capacity.

Keywords: Deflection; Strength; Geological radar detection

水泥混凝土路面破损检测及原因研究

王发^{1,2}, 陈炳阳^{1,2}

¹重庆交通大学交通土建工程材料国家地方联合工程实验室, 重庆市, 中国, 400074

²招商局重庆交通科研设计院有限公司, 重庆市, 中国, 400067

摘要:某省道由于近年来受重载交通, 交通量猛增的影响, 加上原路面结构的不合理, 使混凝土路面破损较严重。对拟整治路段路面进行弯沉、强度、厚度和路面脱空的地质雷达破损检测, 提出三种大修方案, 即大修罩面、全部翻修, 不进行处治, 从而提高交通通行能力。

关键词: 弯沉; 强度; 地质雷达检测

1 引言

水泥混凝土路面以其承载能力强、取材广泛和维护费用少等优点在我国公路建设中得到了持续地发展。许多地方因为水泥混凝土路面的修建带动了当地经济的发展, 仅最近十年间, 中国的水泥混凝土路面里程增长近十倍, 尤其是高等级公路。但对混凝土路面修筑技术的认识也经历了一个曲折的过程。我国70~80年代的混凝土路面多采用在土基或碎石路面上直接加铺, 这类路面在早期均出现了不同程度的病害, 其主要原因是: 路面结构设计不合理, 排水系统不完善, 路面板施工时留下的缺陷、车辆超载的影响以及养护不及时等, 路面损坏严重, 路况恶化, 大面积维修或改造在全国都是普遍的现象。随着重庆直辖市的成立, 重庆的公路交通得到了迅猛发展。水泥混凝土路面因其所具有的优越性和能充分利用当地资源等优势在各级公路的建设中得到了广泛应用。截止

2002年底, 重庆市水泥混凝土路面的通车里程达到了5000多km。近几年来, 这些路面也相继进入了维修期, 迫切需要经济适用的维修技术, 经过近几年科研工作者及养护管理部门的科研及实践探索, 混凝土路面维修养护技术取得了一些实质性的突破, 一些技术具有较强的实用性, 采纳新的及成熟的科研成果, 以求达到最佳的维修处治效果。

旧水泥混凝土路面的维修或改建最有效的措施是在旧路面上加铺新路面, 国内外常用的加铺层是沥青混凝土和水泥混凝土。加铺层的设计理论已经比较成熟, 但如何稳定旧水泥混凝土板, 加强基层强度等技术较为复杂, 也没有规范可参考。沥青混凝土加铺层在国外用得比较多, 随着一些关键技术的成熟, 目前在国内也得到了较多的采用。沥青混凝土加铺层复合式路面有这样一些优越性: 改善路面平整度, 提高行车的舒适性, 降低路面噪声, 减少环境影响等。

由于交通建设发展的需要, 国内较早时候也已认识到水泥混凝土维修技术的重要性。近几年来, 混凝土路面的维修技术研究、修补材料的应用开展已经在全国范围内启动。尽管近几年来我国水泥混凝土路面

资助信息: 由重庆交通大学交通土建工程材料国家地方联合工程实验室、山区道路结构与材料重庆市市级重点实验室、山区道路建设与维护技术重庆市高校重点实验室开放基金资助。

的维修技术有了较大进步，但总的来讲，我国在水泥混凝土路面的维修技术方面相对于世界先进水平还是比较落后。在维修决策方面，更欠缺科学性，有的地区只是投入资金修补板块，没有调查清破损的主要原因，修补材料和工艺缺乏有的放矢；或者是应该罩面维修的却还在进行局部修补，即便是罩面了，在结构设计、反射裂缝的防治、基层加固技术等发面都缺乏技术支持，使得混凝土路面维修走入误区，阻碍了混凝土路面的发展。

2 工程概况

某省道为二级公路，路基宽 7.5 米，水泥混凝土路面宽 7.0 米，路面结构为厚度 18cm 泥结碎石+3cm 沥青表处+20cm C30 水泥混凝土路面。

该路通车后由于近年来重载交通的影响，同时作为修建高速公路的施工便道、周边改建道路以及修建铝厂，导致该路段的交通量猛增，加上原路面结构的不合理，混凝土路面破损较为严重，给道路的行车带来较大的安全隐患。

3 路面破损调查

路面破损逐块调查是根据路面的破损情况，按不同的损坏类型并结合大修整治方案进行全线逐块调查，目的是统计工程量，并为工程的概预算提供依据。

2008 年 7 月 13 日项目组开始对拟整治路段进行了路况调查及相关项目的检测，为了全面掌握该路段的质量，项目组分为 7 个工作组共 13 人，调查分 4 个组平行作业，分别对面层结构性损坏、整体结构寿命损失、板块损坏情况进行调查，检测一组进行 FWD 弯沉检测，检测二组进行钻芯取样，检测三组进行路面脱空雷达检测，于 7 月 18 日完成了拟整治路段的路况调查及相关项目的检测，历时 6 天。

通过人工方式对沿线路基损坏情况进行了全面调查，调查发现，道路部分路段破损严重，局部路段路面沉陷，通过调查分析原路面存在比较典型的损坏情况：连续的大面积的破碎板，板块局部破损，表现为角隅断裂、板边破损，路面破损，路基出现大面积的沉降和破坏，路肩破坏。

- 连续的大面积的破碎板
- 板块局部破损，表现为角隅断裂、板边破损
- 路面破损，路基出现大面积的沉降和破坏

- 路肩破坏

4 路面破损检测

4.1 检测内容

结合拟整治路段的具体情况，检测包括以下内容：

- 混凝土路面板的弯沉检测
- 混凝土板的强度及厚度检测
- 水泥混凝土路面脱空地质雷达检测

4.2 检测目的

旧水泥混凝土路面的检测目的如下：

- 为路况评价提供基本数据
- 为大修整治方案的设计提供技术参数

4.3 检测方法

采用落锤式弯沉仪 FWD，它测速快，精度高，并较好地模拟了行车荷载的动力作用，目前被认为是较为理想的路面无损检测设备。检测时采用 50kN 荷载，获得 0.7MPa 的标准压力。

其主要技术指标为：

- 荷载范围 7~120KN
- 弯沉传感器分辨率 1m
- 系统误差 $\leq \pm 2\%$
- 弯沉传感器数量 9 个
- 荷载盘直径 30cm

由实验可知：混凝土路面大部分路段弯沉代表值大于 20，表明混凝土板整体支撑情况不好；局部路段弯沉值大于 50，表明路面破损严重；标准差较大表明路基质量波动较大，不稳定。

根据现场的钻芯取样和室内试验，对混凝土路面的厚度、抗压、抗弯拉强度进行检测。

地质雷达（Groud Penetrating Radar）是利用电磁波，通过对不同介质分界面进行连续扫描，从而确定其内部结构形态和位置的电磁探测技术。由于水泥混凝土板下基层与底基层之间要求有一定的脱水性，当基层脱水性不好时，板与基层之间就会积水，逐渐形成充水性脱空。有时基层透水性虽好，但是粒径配比不合适，细颗粒会被下渗雨水带走，从而形成空气脱空。地质雷达不但可以检测混凝土面板的脱空，同时也可以揭示路基的填筑不均和虚空现象。雷达测试结果分析。Dynatest 8000 FWD 系统构成如图 1 所示。

落锤式弯沉仪 (FWD) 加荷原理如图 2 所示。

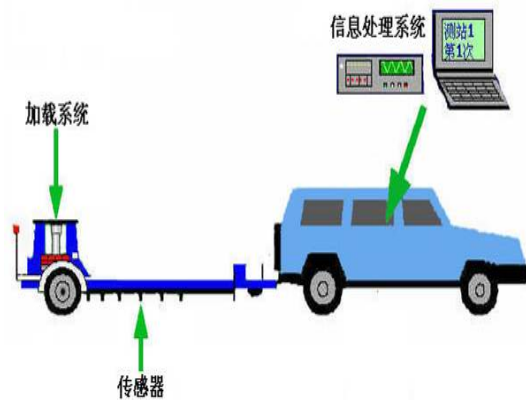


图 1. Dynatest 8000 FWD 系统构成

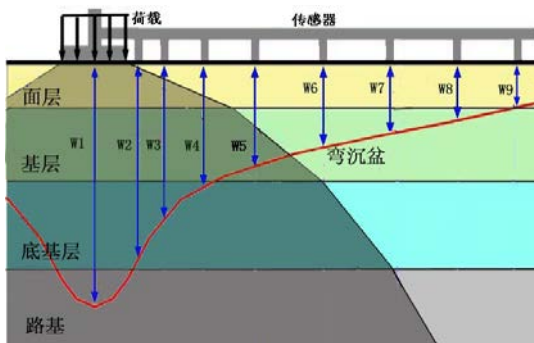


图 2. 落锤式弯沉仪 (FWD) 加荷原理

路面脱空雷达检测结果表明：

(1) 该段道路路面质量较差，多处面板破碎或连续断板、出现裂缝，局部面板脱落，影响行驶安全。

(2) 由于该道路灌缝养护不及时，面板断裂、破碎及出现裂缝的地方，部分路段板下出现了路基松软、不密实，部分地方形成脱空或虚空。

4.4 路面状况评价

路面损坏用路面损坏状况指数 (PCI) 评价。

为了更准确的确定路面损坏情况及具体位置，为施工提供详细的资料，对该路段进行了路面损坏情况逐块调查，然后按《公路技术状况评定标准》(JTG H20-2007) 的方法计算路面破损率及路面损坏状况指数。

路面损坏状况指数 (PCI) 及路面破损率 (DR) 按以下公式进行计算。

$$PCI = 100 - \alpha_0 DR^{\alpha_1}$$

式中：

DR ——路面破损率，为各种损坏的折合损坏面积之和与路面调查面积之百分比 (%)；

A_i ——第 i 类路面损坏的面积 (m^2)；

A ——调查的路面面积 (调查长度与有效路面宽度之积， m^2)；

ω_i ——第 i 类路面损坏的权重；

α_0 ——水泥混凝土路面采用 10.66；

α_1 ——水泥混凝土路面采用 0.461；

i ——考虑损坏程度 (轻、中、重) 的第 i 类路面损坏类型；

i_0 ——包含损坏程度 (轻、中、重) 的损坏类型总数，水泥混凝土路面取 20；

根据《公路技术状况评定标准》(JTG H20-2007)，公路技术状况分为优、良、中、次、差五个等级。根据路面破损情况，也将路面质量分为优、良、中、次、差五个等级。

根据调查结果，分段计算路面的破损率 DR 及路面损坏状况指数 PCI ，并根据评定标准分段进行评定。

5 破损原因分析及大修方案原则的确定

5.1 破损原因分析

路面破损评价结果表明：路面损坏状况指数 PCI 大于 80，评价等级为良，占整个路线 (左右幅) 长度的 5.9%。其余路段 PCI 小于 80，评价等级为中、次、差，占整个路线 (左右幅) 长度的 94.1%。尤其在局部路段段，左右幅路面损坏相当严重，路面破损率均在 60% 以上。左右幅路面破损情况除局部路段外差别不大。钻芯检测结果表明，原砼厚度基本达到 20cm，但强度较差，变异性较大；弯沉检测结果表明，大部分路段弯沉值较大，且变异较大，结合雷达脱空检测结果，相当数量板块存在脱空。

根据项目组现场调查和检测结果，综合分析该段路面破坏的主要原因有：

- 原路面结构不能满足目前交通荷载的需要
- 施工期留下的质量缺陷
- 面的构造缝与裂缝未填缝处理
- 超载车辆的影响

5.2 大修方案基本原则的确定

综合以上各种调查和检测结果，结合当地国省道改造经验和大修后道路使用功能要求确定了以下设计

原则:

- 对于旧砼板块: 原则上采用冲击锤破碎的方案, 对于标高不能升高的路段采用挖除旧砼的方案
- 加铺设计: 原则上采用沥青砼加铺方案
- 不同方案间过渡: 采用过渡段过渡标高
- 原路面特点和功能要求: 省道 303 线武隆界至水江段路面破损存在不同程度的破损, 局部路段已经全面破坏, 严重影响到行车安全。要求改造后的道路全天候、安全、舒适地提供服务。且要求道路路面平整、整洁、美观、耐久。加铺方案的设计必须与原路面的具体特点相适应, 才能满足道路的使用功能要求
- 交通荷载特点: 水泥混凝土路面上加铺沥青铺装层, 汽车荷载行驶特别是紧急刹车时产生的剪应力较大, 要求路面加铺层材料的抗剪切剪强度高, 抗变形能力强、耐久性好和稳定性好
- 高温稳定性: 即具有较高的抗车辙能力和抗挤压破碎的能力。路面沥青混凝土的最高使用温度可达到 65℃左右, 对沥青混凝土的高温稳定性应提出较高的要求, 对于复合式路面加铺沥青层应采用优质的改性沥青, 并采用优质矿料的沥青混凝土
- 水损害问题: 省道 303 线武隆界至水江段所在地区的年降水量大于 1000mm, 属于多雨地区, 全国大多数高等级公路的早期损害研究表明, 水是引起路面早期破坏的最重要的原因。要求铺装层有高的不透水性。要求石料与沥青

的粘附性达到 4 级以上, 同时应在结构设计中考虑路面的排水要求

- 对原道路的平面线性、纵断面、横断面基本不作调整, 标高根据加铺厚度决定。

6 结论及建议

(1) 路面面板存在不同程度破损, 面板混凝土强度严重不足, 面板存在较大范围的脱空, 路基出现病害较少。

(2) 提出处治建议: 沿线道路两边为民房路段, 为了道路两侧居民出行方便, 同时该路段与邻近道路路面衔接, 不宜抬高路面标高; 此外, 上述路段紧邻新建铝厂, 铝厂投产后交通量且重载交通将会大量增加。综合考虑上述因素, 该路段采用为采用全部翻修方案。全部挖除原路面后采用沥青混凝土恢复到原设计路面标高。加铺方案采用沥青混凝土作面层, 原水泥路面破碎后作垫层, 水稳层加铺完后洒布改性乳化沥青 (ES-2) 0.5cm 厚作稀浆封层。

References (参考文献)

- [1] Guoliang Zheng, Duanyi Wang. Discussion on Inspecting the Void in Cement Concrete Pavement Using GPR[J]. Science Technology and Engineering, 2007, 13.
- [2] Xinmin Lu. Controlling reflection cracking in HMA overlays of PCC pavement[J]. Petroleum Asphalt, 2007, 05.
- [3] He Wu, Delong Zhao, Weiping Meng. The structure design of cement concrete pavement under heavy traffic load[J]. Technology & Economy in Areas of Communications, 2006, 01.
- [4] Zhongjun Xue, Jiani Wang, Xiaoning Zhang, Yiqiu Tan. Influence of slab void on cement concrete pavement deformation under dynamic loading[J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2009, 04.