

公路水泥砼路面破损原因及其维修整治设计

肖文^{1,2}, 杨波², 刘利², 许永江¹

(1. 成都理工大学 四川 成都 610059; 2. 重庆高等级公路建设投资有限公司 重庆 401147)

摘要:通过对水泥砼路面破损现状的调查,分析其发生破坏的原因,在归纳水泥砼路面典型破坏组图的基础上,对每一种路面病害有针对性地提出了整治设计方案,并对其具体施工工艺和主要材料提出了要求,以期对公路水泥砼路面的维修整治提供指导。

关键词:水泥砼路面; 破损原因; 分析; 维修整治设计

中图分类号: U416.214

文献标识码: A

文章编号: 1001-716X(2007)02-0089-06

Distress Reasons for the Concrete Pavement and Its Repair Design

XIAO Wen^{1,2}, YANG Bo², LIU Li², XU Yong-jiang²

(1. Chengdu University of Technology, Sichuan Chengdu 610059, China;

2. Chongqing High-grade Expressway Constuction & Investment Co., Ltd, Chongqing 401147, China)

Abstract: Through the investigation of the current distress of the concrete pavement, the distress reasons are presented. On the basis of the patterns of the concrete pavement distress, how to repair for each model is set forth. Finally, requirements of the construction and the major materials are prescribed for each pattern in order to guide the repair of the concrete pavement.

Key words: concrete pavement; distress reason; analysis; repair design

水泥砼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广泛应用。近20年来,我国的水泥砼路面里程增长近10倍,尤其是高等级公路水泥砼路面。但在砼路面修筑技术及应用中也存在一些问题:部分水泥砼路面在土基或碎石路面上直接加铺,经过一段时间的使用,近几年均出现了不同程度的病害,使这些路面相继进入了维修期,迫切需要可靠的评价方法和经济适用的维修技术,但在这方面,目前国际上也没有很好的解决方法。因此,探讨山区公路水泥砼路面的破损原因及其维修整治技术具有重要的意义。

国道319线的西南山区某段,位于乌江峡谷的左侧,全长约24 km,于1998年10月按山岭重丘区二级公路改建,2001年10月初步通车,2002年初全线通车。通过现场调查和走访,了解到该段公路的基本情况为:原路路基宽度12 m,路面宽度9 m,路肩

宽21.5 m,填方路段的路面结构为在20 cm手摆片石上铺筑10 cm的级配碎石调平层,再设置20~22 cm C30水泥砼面层,挖方路段的路面结构为在10 cm级配碎石调平层上设置20~22 cm C30水泥砼面层。由于地方自筹的资金有限,未经过正规设计单位的设计,路面结构层中未设置基层,水泥砼面层的纵横缝处也未设置传力杆和拉杆,填方路基及半填半挖路段未按路基施工规范施工。目前,该路段路面破损严重,行车安全性能差,须对其进行路面整治。

1 水泥砼路面破损状况调查及其原因分析

1.1 水泥砼路面破损现状的调查

本项目旧砼路面的调查与评价是将破坏种类进行归类,采用随机抽样调查法进行旧水泥砼路面路况的调查,根据调查结果,再用PCI综合法和断板率

收稿日期:2006-01-10;修订日期:2006-03-21

作者简介:肖文(1972-),男,安徽潜山人,博士研究生,主要从事道路工程、岩土工程的规划、勘测、设计、科研和管理工作。e-mail: xwen0815@163.com

对旧水泥砼路面损坏进行综合评价,根据评价结果提出相应的处治对策。

为此,分别按面层结构性损坏、行驶质量丧失、外观质量评定、整体结构寿命损失以及板块损坏情况等几方面进行的详细调查,在收集设计文件、施工、养护相关资料和交通量资料的基础上,确定路面典型破坏的形式,从而准确地评价该段路面的破损状况,并找出造成路面板损坏的原因,为整治设计提供设计依据。

1.1.1 水泥砼路面破损状况的调查方法

为准确确定路面损坏的具体位置和原因,为设计和施工提供详细准确的资料,在用随机法抽样调查的基础上,对拟整治路段的路面进行逐块调查,然后按公式(1)计算断板率:

$$DBL = \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} DB_{ij} W'_{ij} \right) / BS \quad (1)$$

式中, DB_{ij} 为*i*种类裂缝病害*j*种轻重程度的板块

数; W'_{ij} 为*i*种类裂缝病害*j*种轻重程度的修正权系数,按表1确定; BS 为评定路段内的板块总数。

表1 计算断板率的加权系数 W'_{ij}

裂缝种类	交叉裂缝			角隅断裂			纵、横、斜向断裂		
轻重程度	轻	中	重	轻	中	重	轻	中	重
权系数 W'_{ij}	0.6	1.00	1.50	0.20	0.70	1.00	0.20	0.60	1.00

根据断板率的计算结果和评定标准(表2)来确定路面的破损状况。

表2 路面破损状况等级评定标准

评定等级	优	良	中	次	差
断板率 $DBL/\%$	≤ 1	2~5	6~10	11~20	>20

1.1.2 水泥砼路面典型破坏的组图

根据现场的调查及检测,路面的典型破坏形式如图1所示。



断裂板



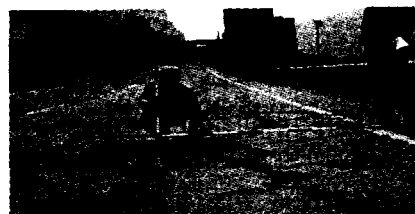
纵向开裂 (由于路基不均匀沉降)



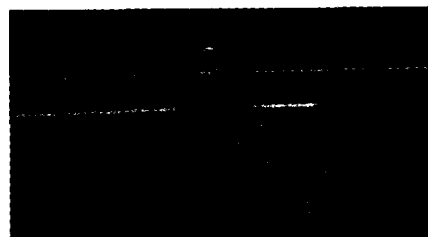
纵缝张开



角隅破坏



路基沉降引起断板破坏



错台

图1 路面典型破坏

1.2 水泥砼路面破损的原因分析

根据现场调查及对结果的分析,水泥砼路面产生破损的原因有:

1) 原路面结构层设计存在的缺陷,主要表现在:路面结构设计中未设计基层、底基层,同时水泥砼面层间胀缝和施工缝处未设计传力杆和拉杆。

2) 原路基、路面施工中的缺陷,主要表现在:填方路基未按标准进行分层碾压,半填半挖路段在横坡较陡处未挖台阶,部分路段水泥砼路面的面层偏薄且未按设计要求施工。

3) 运营阶段,公路养护工作中不足,造成路况的日益恶化,主要表现在:路基、路面排水设施不完

善,造成排水不畅,使路基路面长时间浸泡在水中;同时,局部的破坏开始未引起足够的重视,最后造成大面积的破坏;面板构造缝填缝材料失效,出现脱落和老化现象,未及时更换或维修。

4)重载交通的增长,也是造成路面早期破坏的重要原因。随着公路沿线地区经济的快速发展,交通量日益增加,重载交通较大,造成了路面结构的早期破损。

2 水泥砼路面维修整治设计

2.1 维修整治设计原则

1)维修后的道路在正常交通增长的情况下,安全运营达到预定的设计年限;

2)在满足使用功能的前提下尽量节约投资的原则;

3)尽量保持交通不中断的快速维修原则;

4)针对路面破损的现状,维修处治方案做到实事求是,易于操作的原则。

2.2 水泥砼路面维修整治方法

根据水泥砼路面的破损原因,整治设计应针对路面的破损程度和原因分段进行处治,主要处治方法有:置换、维修已破坏的砼面层、稳定处治已变形或已失稳的基层;维修构造缝,防止路面水进入基层;完善或疏通排水设施。

根据本项目的路况调查及评价结果,对于路面破损严重的路段,根据文献[1]中关于路面评价结果所采取的养护措施,须进行中、小修整治。本着节

约投资、保证质量的原则,确定了以下水泥砼路面的维修整治方案。

2.2.1 整块换板(一块或连续多块)

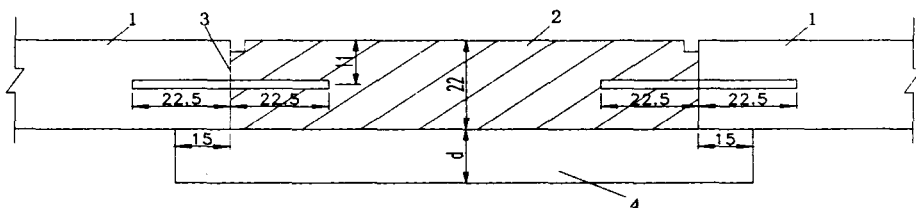
整块置换的原则是:当板块内有2条以上的裂缝或该板块有2个以上的角损坏,或者一个角的损坏面积大于1/4板块,同时出现了错台或沉陷,或砼板破损后基层已损坏,针对这几种情况,应先对基层进行处理和恢复标高,再进行换板处理。基层用18 cm水泥稳定碎石处理,用C30砼修补面层。处治示意图见图2。

如板下基层清除,底基层结构已破坏或路基已经变形,则应先处理路基,可采用级配砂砾石对变形部分进行换填,底基层用25 cm 5%的水泥稳定碎石,基层用18 cm 6%水泥稳定碎石填筑,当破坏或变形厚度不及路基时,按图3相应深度的结构层进行处理,对路基和水稳层的压实如面积大可用重型压路机压实,小面积则可用小型冲击式打夯机压实。

当板块内有2条以上的裂缝或该板块有两个以上的角损坏,或者一个角的损坏面积大于1/4板块,但基层完好,这时可不进行基层处理而直接换板,处治示意图见图4。

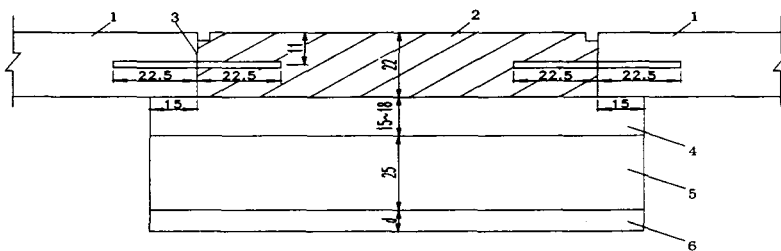
2.2.2 板块局部维修(含角隅修补和板边修补)

当砼面板内仅有一条贯穿裂缝,或一个角破损,且破损板角的面积小于1/4块板的面积时,只进行板块的局部更换,处治方法如图5。



1-保留板; 2-新补砼; 3-施工缝; 4-18 cm 6%水泥稳定碎石

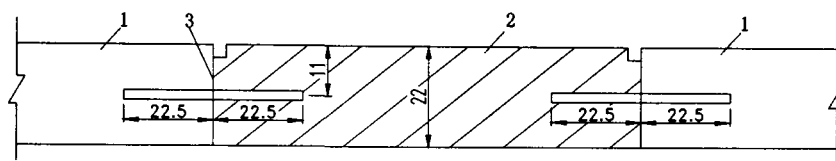
图2 结构 SI-I 示意



1-保留板; 2-新补砼; 3-施工缝; 4-18 cm 6%水泥稳定碎石

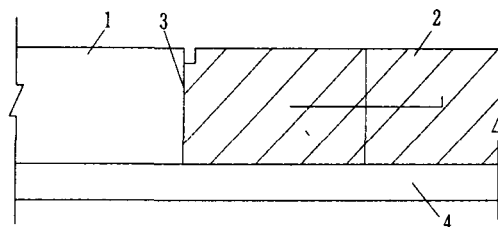
5-新补5%水泥稳定碎石级配砂砾石回填; 6-修复的路基

图3 结构 SI-I 示意(路基变形路段)



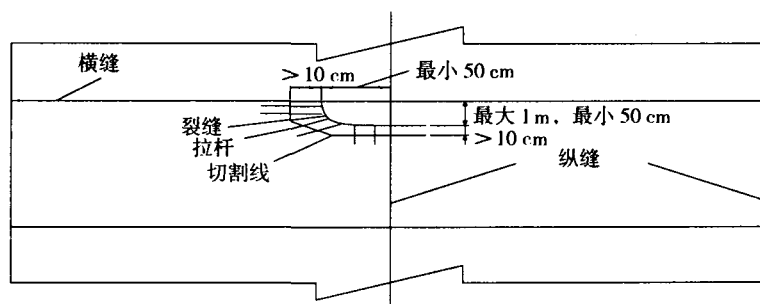
1-保留板; 2-新补砼; 3-施工缝

图4 结构 SI-II 示意



1-保留板; 2-新补 C30 早强砼; 3-施工缝; 4-原基层

图5 结构 SI-III 见示意



注:1. 修复纵向边不能位于车轮轮迹处,最大到行车道中央;

2. 拉杆间距为 60 cm,直径 $\phi 14$ mm 螺纹钢筋长 70 cm,35 cm 嵌入相邻板内。

图6 板角修补处治

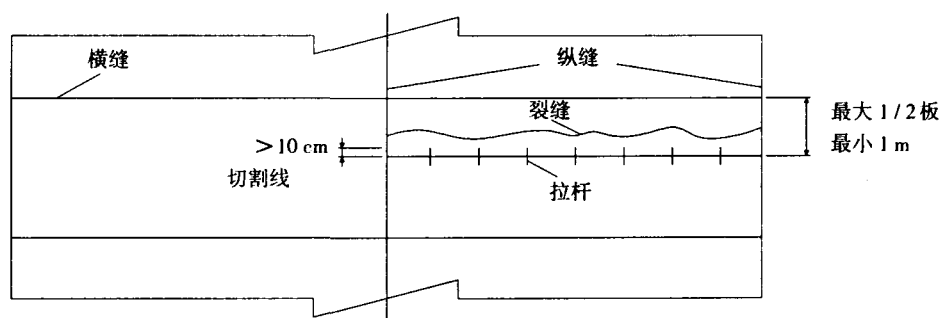


图7 板边修补处治

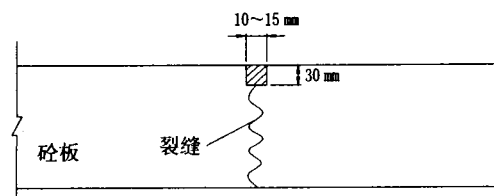
砼板块的局部维修应注意两个问题,其一是平面切割的几何尺寸;其二是旧板块的连接。在同一块板内不能有两块修补块。图6为板角修补处治措施,图7为板边破损处治措施。

2.2.3 裂缝处治

裂缝维修应根据损坏严重程度分别处治,当板内有裂缝而不需要换板时,只进行裂缝维修,处治方法如图8。

对于裂缝宽小于 1.5 cm 的缝,先进行清缝,然后用优质填缝料进行封缝。清缝时,缝壁应垂直,如

缝宽小于 0.5 cm,则扩缝宽度为 0.6 ~ 1.0 cm,深度 2.5 ~ 3.0 cm,如缝宽大于 0.5 cm,则扩缝宽度为 1.0 ~ 2.0 cm,深度 3.0 ~ 3.5 cm。



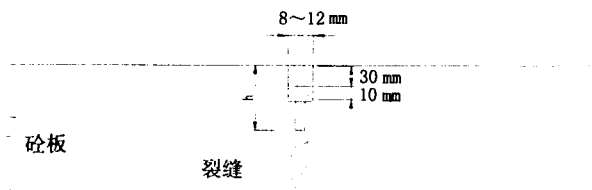
注:填缝深度 30 mm,切缝宽度 10 ~ 15 mm。

图8 裂缝处治

对于缝宽大于 1.5 cm 的缝,若裂缝处无翻浆,说明基层未受影响,在不影响行车安全及舒适性的前提下可按图 2 进行处理。若裂缝处棱角掉块严重,板下有脱空现象,影响了行车安全和舒适性,则根据板内其他破损情况分别按板角修补、板边修补或换板修补等方案进行修复。

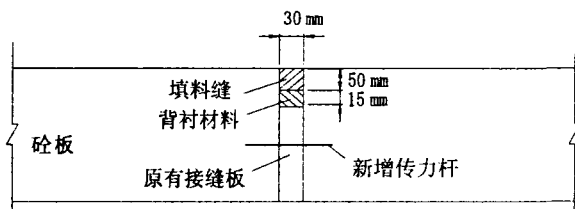
2.2.4 接缝修复

构造缝是指纵缝、缩缝、胀缝和施工缝,由于填缝材料的脱落、老化以及和结构缝的分离,故须对构造缝进行清缝、填缝等维修处治。处治方法如图 9、图 10。



注:填缝深度 30 mm;背衬材料为多孔泡沫塑料,厚 10 mm;切缝宽度 8~12 mm, h 为原切缝深度。

图 9 构造缝(缩缝、纵缝、施工缝)处治



注:填缝深度 50 mm;背衬材料为多孔泡沫塑料,厚 15 mm;清缝宽度 30 mm。

图 10 构造缝(胀缝)处治

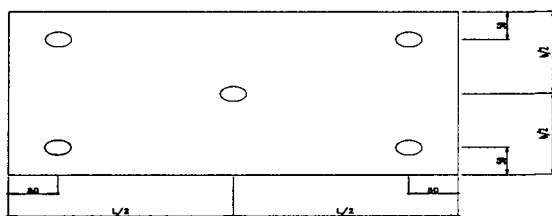


图 11 灌浆孔布置

2.2.5 错台维修整治设计

如砼板出现了错台,但板块完好,这时根据错台高差进行整治。

1) 当错台高差 < 10 mm 时,用切削机具凿除错台,修补面纵坡变化应控制在 1% 之内;

2) 当错台高差 > 10 mm 时,应进行换板处理。

2.2.6 板块脱空整治

当砼板块有脱空现象或板块唧泥严重应采取灌浆措施,以加强板下支撑。

脱空位置的确定采用目测法,即当重载车驶过

砼板的接缝处能观察出上下位移或有唧泥现象或板块已经松动,但又不宜将其置换时,可采用灌浆进行处理。

当确定为板块脱空时,应进行灌浆,整块板灌浆孔布置见图 11,如为板局部灌浆,灌浆孔布置采取梅花型,但灌浆孔离板边的距离不小于 50 cm。

2.2.7 排水设施整治

根据现场调查,整治路段的排水设施不完善,造成路基范围内的排水不畅,须对沿线的边沟和排水沟进行修复或重新设计。

3 水泥砼路面维修整治材料及施工工艺要求

3.1 水泥砼路面面层维修整治材料要求

为保持维修后路面行驶以及表面质量的一致,维修材料尽量采用与原路面结构设计、施工的标准相同的材料。

3.1.1 砂、碎石、水泥

砂采用质地坚硬、耐久、洁净的天然砂,其细度模数 ≥ 1.0 ;碎石采用质地坚硬、强度高、耐磨耗、洁净的轧制碎石;水泥采用早期强度高、收缩性小、旋窑、中热 R 型普通硅酸盐水泥,其指标质量要求应符合有关规范的规定。

3.1.2 外加剂

为快速开放交通,应使用道路专用早强剂,以满足提前开放交通,提高早期强度、减少砼养护期的质量缺陷。早强剂应不含氯离子 (Cl^-),应使砼 1~3 d 内达设计强度的 80%,且坍落度损失小,凝结时间适应于大规模施工。

3.1.3 填缝料

砼路面的构造缝必须用专用填缝料灌缝,填缝料的性能应满足《公路水泥砼路面施工技术规范》(JTG F30—2003)所规定的技术要求。

3.1.4 灌浆材料

当采取灌浆措施时,浆体材料一般用水泥、石灰和粉煤灰配制而成,其具体要求有:灌浆材料掌握好流动度,应根据灌浆机具确定,成型浆体试件 1 d 抗压强度应大于 6.0 MPa,3 d 抗压强度应大于 9.0 MPa;在浆体中掺加微膨胀剂,推荐掺量为水泥用量的 3%;早强外加剂(LW-2)掺量为水泥用量的 2%。

3.1.5 基层补强材料

用于基层补强的砼为 C15,为提前达到强度,可掺加早强剂;水泥稳定碎石的混合料设计和施工工艺应符合有关规范要求。

3.2 水泥砼路面维修整治的施工工艺要求

3.2.1 水泥砼面层的工艺要求

1) 根据所维修路面的实际情况, 掺加适量的早强剂。

2) 当大面积置换板且连续铺筑时, 为提高砼的和易性, 提高路面平整度, 可考虑掺加适量的减水剂。同时为了防止置换板由于收缩量过大和旧面板之间出现结构裂缝, 在换板水泥砼中掺加微膨胀剂。

3) 砼出料时坍落度应控制在 3 ~ 5 cm, 砼运到现场的坍落度应控制在 1 ~ 3 cm。

3.2.2 施工机具要求

用于水泥砼路面维修整治的施工机械, 必须类型齐全、配套完整、并能满足施工质量和进度的要求, 其机械状况应能满足工程及施工安全的要求, 并能完成保证质量的作业。

1) 破碎机具应选用撞击式破碎机(用于大面积破除)与人工凿除小型机具(如风镐、7.5 kW 自动切割机)等相配合, 以加快施工进度并避免损伤相邻板块。

2) 路基压实机具应选用 YZ14 ~ YZ18T 光轮振动压路机进行压实; 小面积局部维修可选用 YZ4 小型振动压路机或打夯机进行压实。

3) 拌和运输机械, 对于大面积砼板块修复时砼采用集中拌和, 拌和机械必须是强制式的, 对局部维修砼采用 RM 快速修补剂, 施工时必须选用小型可移动强制式砼拌和机械, 对于大面积拆除的砼板需选用挖掘机配合机动翻斗运输车辆进行外运。局部拆除板可用人工上车外运。

4) 摊铺机具, 对于局部维修可用小型机具铺筑: 插入式振捣器、振动梁、平板振动器和拉毛器。对大面积(一块板以上)连续换板路段应采用 HT-A 型三辊轴摊铺机摊铺, 以保证其平整度。

5) 灌浆机具, 对于脱空板底灌浆, 其工作压力不宜超过 0.5 MPa, 以免造成冒浆和浪费。

3.2.3 交通组织方案设计

1) 针对所维修公路的实际交通特点, 必须设计一套有针对性的、可操作的交通组织方案。

2) 施工单位现场负责人(或专人)负责施工现

场的交通安全工作, 配合执法人员工作, 随时保持与执法人员和部门的通信联系, 确保交通与施工安全。

3) 对已安放好的交通标志、标牌, 施工方不得随意移动, 或未经允许擅自改变交通方向或自行封闭交通、更改作业区域。施工人员作业过程中必须穿戴交通安全标志服。

4 水泥砼路面维修整治方案实施后的应用效果

通过将前述对水泥砼路面的维修整治方案在国道 319 线西南山区某段中的应用表明, 其效果良好, 不但节约了大量的建设资金, 加快了施工进度, 而且质量检测结果的各项指标都满足规范要求。通过竣工后半年多的车辆运行, 目前状况良好, 未发生破坏。

5 结 语

1) 对于水泥砼路面的维修整治设计, 首先必须对破损路段进行全面地调查, 以便准确地对其破损现状做出合乎实际的评价和分析其发生破坏的原因。

2) 通过调查和现场检测, 分析产生破坏的原因, 归纳出路面典型破坏形式。

3) 针对每一种破坏模式, 在其破坏原因分析的基础上, 仔细研究并确定其处治方案。

4) 针对每一种处治方案, 应明确其具体的材料要求和施工注意事项。

5) 应重视施工路段的交通组织设计, 尽可能地减少施工干扰, 以便确保施工质量和加快施工进度。

参考文献:

- [1] JTJ073.1—2001, 公路水泥混凝土路面养护技术规范[S].
- [2] 黄晓明, 张晓冰. 公路建设质量通病分析与防治[M]. 北京: 人民交通出版社, 2002.
- [3] 邓学钧, 黄晓明. 路面设计原理与方法[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.
- [4] 山西省公路局. 公路工程八大通病分析与防治[M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.