

文章编号: 0451-0712(2005)12-0183-04

中图分类号: U418.6

文献标识码: B

山区高速公路路面病害分析及治理对策

舒 翔¹, 孙圣杰², 李国维³

(1. 粤赣高速公路有限公司 河源市 517000; 2. 中铁十二局集团 临汾市 041000; 3. 河海大学岩土所 南京市 210098)

摘 要: 通过分析山区高速公路的线形特点、结构形式、地理环境和区域经济状况, 指出了粤赣高速公路在常规设计标准下可能出现的病害及诱因, 在借鉴邻近线路的成功施工经验的基础上, 结合粤赣公路的特点提出了针对性的治理对策, 即通过设计土工格栅、注浆手段加固典型路段路基强度; 通过完善排水系统和设计排水路面解决积水问题; 通过设计水泥混凝土路面解决车辙和开裂问题; 通过改善路面基层的结构设计解决不均匀沉降问题; 通过改变桥梁伸缩缝的位置和伸缩缝填料材质, 填挖交界位置、加宽平台及采用兰派压路机击实, 达到解决路面特殊位置早期破坏的目的。

关键词: 山区高速公路; 沥青混凝土路面; 早期破坏; 治理

粤赣高速公路为国家重点工程深圳—阿荣旗(内蒙古自治区)高速公路粤境段, 南起广东省河源市, 与惠(州)河(源)高速公路相接, 北达和平县, 邻江西省定南县, 和赣(州)粤高速公路相接, 全长 136.1 km。2004 年元月动工, 计划 2005 年 12 月建成通车。粤赣高速公路经过地区为山岭重丘区, 路线因切坡通过而产生大量的深挖高填路段, 桥梁、隧道密布, 工程量大, 施工难度大, 工期短。

道路运行后的路面状况是工程质量的综合体现, 面层上出现的问题不仅和面层的施工质量相关, 还和路基工程的质量有关, 要保证道路运行后的良好状态, 必须控制路基、路面施工的每一个环节。

为了提高路面寿命和使用性能, 我国借鉴美国战略公路研究计划(SHRP), 沥青混合料引进密级配设计, 对沥青及沥青混凝土的技术指标及其试验方法进行了改进, 编制了新的沥青混凝土路面施工技术规范^[1]。2001 年交通部西部交通建设科技项目“高速公路早期病害养护措施研究”成果认为, 沥青混凝土路面早期破坏(一般为 2~3 年)的主要原因有: 首先是设计不合理, 施工质量差; 其次是超载影响以及混合料设计不合理, 集料特性变异大, 沥青质量差, 养护不及时以及气候等原因。

广东省高速公路建设至 2004 年底已建成约 2 500 km, 除部分 2001 年后通车的线路外, 很多路面均有不同程度的早期损坏, 严重影响了高速公路

的形象和使用, 无论是功能性还是结构性破坏, 均使得修复工作难度大, 造价高, 影响交通的畅通。

出现路面损坏的道路主要表现有泛油、车辙、沉降、坑洞, 以及龟裂、结构松散等, 损坏的原因在于路基强度不足, 路面水损害, 超重车作用下的车辙、开裂, 以及特殊路段的路面局部损坏, 如软基、台背、伸缩缝、桥面等等。从几条线路路面早期破坏的情况看, 除上述因素外, 广东的亚热带气候使得路面温度高、年降雨量大, 另外经济大省的交通流量大、出省通道重载车辆多等, 也是不容忽视的因素。

现行规范的路面设计标准也是导致路面出现问题的原因之一, 无论是路面结构组合还是混合料的设计几乎是完全一样, 不论交通量大小、地域条件、气候温差以及材料现状等, 没有深层次、全面地考虑路面设计。另外, 施工水平参差不齐、设备老化陈旧、材料变异大等人为因素, 也是重要原因。

路面早期破坏的原因十分复杂, 多种因素交织一起, 必须解决主要矛盾才能达到预期目标。目前的问题是, 业内在理论上对道路的损坏原因、机理认识不够, 力学分析与使用性能脱节, 路面结构组合随意性大, 不能控制高强压力下的局部破坏。材料设计与结构设计彼此独立进行, 对环境因素的考虑不够^[2]。

1 可能的病害及原因

1.1 路面车辙和裂缝

目前广东省的公路路面早期损坏主要有4种形式:(1)路基强度不足所造成的结构性破坏,如开裂、下沉;(2)重交通或超重交通荷载作用下的损坏,如车辙、泛油;(3)路面水损害,坑槽、结构松散、离析;(4)特殊地段路面早期损坏,如软基路面下沉、台背下沉、伸缩缝周边破坏,桥面破坏等,其原因十分复杂,既有设计上的原因,也有施工的原因。

根据与粤赣高速公路相接的运营公路的统计数据,表1为交通流量统计情况表,数据显示,目前惠河高速公路及江西的赣粤高速公路通过的车辆,重车以上的车辆已达55.5%,其中超重车达48%,最大超载118 t。粤赣高速公路贯通后,省际通道的流量必将远远超出目前状态,这种趋势会有增无减,路面出现车辙、开裂破坏的外部条件是相当充分的,广东湖南的省际通道京珠北高速公路的运行情况即是生动的实例。粤赣高速公路地形复杂,高差大,温差大,K0+000~K45+000和K90+000~K136+000段为山岭重丘区,桥梁多,纵断面变化频繁,大于3%的长陡坡有15处,相同交通流量的条件下,均较平缓纵断面情况增加路面的负担,会缩短路面的使用寿命。

表1 惠河高速公路超载检测数据

重车比例 %	超重车比例 %	最大超载量 t	单轴荷载最大值 t
55.5	48	118	30

1.2 填方路段工后沉降

粤赣高速公路施工工期仅有24个月,工期短,施工进度快,填筑过程无预压时间,典型路段3个月完成土石方填筑130万m³。从目前高填方路基监测资料来看,38段超过20 m的高填方路基,最大沉降为574 mm,平均速率为0.36 mm/d,该路基总填筑时间仅为4个月,填土高度30.80 m。在填筑完成后166 d,下沉了60 mm,至2005年7月10日为止,填至标高后,沉降大于30 mm的路段仍有15处。由于征地等原因还有2处欠方路段待填土厚度7 m,半填半挖沉降差为313 mm(K10+760)。

本项目就高填方路堤的工后沉降问题进行了专题研究,高填方路堤的工后沉降实际上是路堤填土在自重应力状态下的再压缩过程,其受压实度、施工含水量、土基材料性质和路堤高度等4个方面因素影响,保证填土的压实度,可以提高填土的前期固结应力,从而减小再压缩变形总量。

按照单面排水情况考虑,在接近最佳含水量的情况下,一般填土在施工完成后4个月的平均固结度,填土高度30 m时不大于40%,填土高度越大固结过程持续时间越长,图1为填筑完成4个月的固结度、填土高度、饱和度关系曲线。由此可见,高填方路堤在工后2年左右的时段内还会有一定的沉降发生,会对路面的平顺程度产生影响。

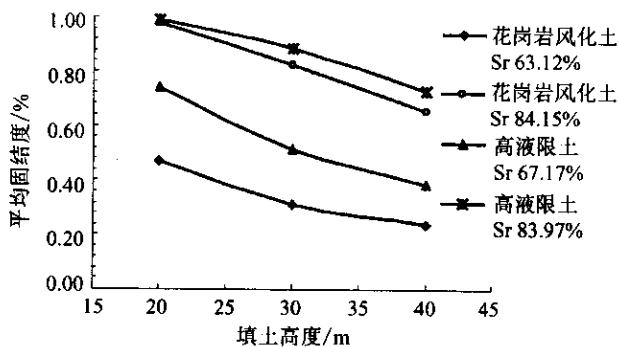


图1 固结度、填土高度、饱和度关系曲线

1.3 积水加剧路面破坏

路面出现不平顺现象后必然引起局部积水,长期积水会给路面面层造成严重损害,尤其是沥青混凝土路面。积水长期浸泡会使沥青与集料之间沥青膜遭到破坏,粘结力丧失,当车辆行驶时,路面承受很大的动水压力,在真空吸力等因素的作用下,沥青迁移直接造成斑状泛油和结构松散。

1.4 强降雨引起路基强度降低

1983年长达百天的持续阴雨,导致广东全省国道的大面积破坏。近年来的几条高速公路都遭到过不同程度的水损坏,路基强度下降直接影响路面的使用寿命。2005年6月16日到26日持续10 d的强降雨,河源市遭遇了百年一遇的特大洪水,境内的公路、铁路交通几乎全部中断,均因为路基受到降水、积水长期浸泡,基体强度降低导致塌方或变形过大。河源市多年年平均降雨量1 793.2 mm,年最大降雨量2 732 mm,最小年降雨量1 050.9 mm,每年5月至8月的降雨量占全年降雨量的70%,集中降雨现象每年均有发生。高填方路堤的非饱和土在降雨入渗后,会发生强度变化,可能引起路面开裂或边坡冲刷问题。

2 处理措施

2.1 路基强度控制

引起路基强度变化的主要原因是路基填料的选

择、压实度的控制、高填方路堤和地基沉降的控制。过去的高速公路主要集中在平原地区,且工后沉降期长,如不存在施工缺陷问题,一般待路基基层填筑压实后,路面工后沉降一般已经完成,单一的弯沉指标,似乎就是土基模量的代表值。现在的高填方,30 m 路基一般要 2~3 年才能完成工后沉降,尤其全线地质条件变化大,土质也不尽相同,仅靠单一的弯沉指标,作为路基强度的衡量标准已显得不足,特别是在浸水情况下,弯沉相差巨大。

(1)对已开裂的底基层或基层,根据开裂情况分清开裂的原因,采取翻开重新碾压、增加土工格栅、重铺路面或封底花管注浆措施处理。

(2)以沉降观测为依据,对压实度不足或工后沉降未稳定的,在工期不允许的情况下,采取预留抛高或花管注浆等手段处理。

(3)对土质路堤,晴天弯沉好,雨季强度极差的路面,采用加铺垫层等方法处理。

(4)对半填平挖,沉降差大的路基,对沉降大的一侧采用注浆措施加固。

2.2 水害预防

若面层施工过程控制不当,孔隙率过大,动水压力击穿面层,可直接导致泛浆,基层顶面脱空。水损害的现象表现在:(1)磨耗层的松散;(2)沥青混凝土面层的松散;(3)基层顶层的泛浆;(4)路基地下水丰富造成路基的顶层软化。

上面层既要考虑构造深度防滑的需要,又要考虑防止渗水,还要考虑高温和低温性能。以往项目为此已经做过大量工作,在施工方面控制原材料、设备、提高压实度、控制离析,但是水损害威胁仍然没有解除。究其原因,在载荷环境和气候环境变化如此之大的条件下,要求沥青混合料有良好的抗压、抗拉、抗冲击能力,还要有耐磨耗和抗疲劳老化能力,仅靠沥青作为基质材料已明显不足,沥青本身温度敏感性太强,高温和低温性能都很差。改性沥青具备抗高温能力,抗低温性能不稳定。

为改善和提高沥青混合料的各项技术指标,于是 SMA、PE、SBS 改性、AC 级配、Superpave、GTM 试验方法等均有应用,但实际效果仍在观察之中。

目前水损害的设计原因可能有:(1)混合料设计欠妥或选用路面结构欠妥;(2)施工离析;(3)层间排水设计欠妥;(4)面层横坡不足,排水不畅;(5)地下水调查不足,路基处理欠妥。

就算所有设计均考虑较周全,施工控制仍面临

较大的困难,要将孔隙率控制在 7% 以下仍是十分困难的,它要从集料的运输、堆放、进料、拌和、碾压,全方位、全过程、全天候地控制,控制离析是目前路面质量控制的关键,也是控制水损害和疲劳破坏的重要步骤。

要路面不渗水仍十分困难,密水性越好的路面,一旦因施工原因渗水,其水在路面中滞留时间越长,蒸发时间越长,荷载作用下,动水压力作用次数越多,其后果越严重。全面的路面排水设计要纳入路面设计的综合考虑之中,防、排结合,以排为主,从排水路面的角度设计防水路面结构。

笔者参与的惠河高速公路一期工程的做法可以借鉴,事实说明,重视排水系统的完善是成功的做法。截至 2005 年 8 月,惠河高速公路已运营 20 个月,路面状态良好。

(1)适当调整横坡,特别是超高路段,排水沟排量要满足排水要求,防止路面积水,路面施工时垫层、基层应连续摊铺;

(2)无论是挖方还是填方,在路面与路缘石之间保留纵向盲沟、路缘石开孔,路基顶层以上的土路肩,全部采用碎石砂加预制盖板,作为排水土路肩;

(3)在中央纵向排水沟路面的面层与基层每 1 m 设一个横向孔;

(4)挖方路段路侧水沟开孔排除层间水;

(5)挖方路面路基设隔水层,与边沟底盲沟相通,局部填方段设排水垫层,对个别地下水位较高的路基处加深盲沟,对纵坡路段,设人字形盲沟等。由于惠河高速公路一期工程交通量小,尽管碎石是花岗岩,但施工孔隙率局部达到 9%~10%,目前尚未发生水损害。

2.3 超重交通荷载作用的车辙破坏

超重车作用下的剪切破坏所造成的车辙破坏,是目前很多道路早期损坏的主要表现形式,过去超重车的超限少,理论上是按疲劳公式以超重的 4 次方作为重复荷载来计算,现在的超重车多,其超重之多,已无其他国家的经验可以借鉴,这是我国特有的现象,水泥混凝土路面是解决这一问题的办法。沥青混凝土路面如果按疲劳设计理论,其结果大相径庭^[3]。首先,超重车的调查,超载车作用下荷载如何换算,路面结构如何设计,结构厚度、混合料配合比设计如何考虑,超载作用下路面破坏机理尚不清楚,目前的沥青混凝土路面设计就显得有些盲目。粤赣高速公路在长陡坡采用了水泥混凝土路面,但是在

高填深挖路段路基变形大,解决了车辙问题,新的问题可能出现,限定工期内不可能达到理想的沉降水平,因此,只有通过改进路基路面的结构设计达到解决不均匀变形的目的。

2.4 控制特殊路面的早期破坏

(1) 伸缩缝周边破坏。

如将伸缩缝设在桥梁的端口,承受变形影响,受车辆满载的冲击,较多发生破坏,为此,将伸缩缝设在桥梁第二跨,同时改善伸缩缝的填缝料。惠河高速公路一期工程主要采用了高强混凝土和BEJ 伸缩缝的高聚胺脂混合料作为填缝料。目前来看局部伸缩缝破裂,也是在沥青混合料与高聚胺脂混合料连接处,而无沥青混合料破坏。

(2) 台背下沉。

台背下沉是多年来路面质量的顽疾。台背跳车直接影响到路面安全和行车舒适性。加强对大型桥梁、通道原地面处理时的清淤换填,尽量减少原地基的可压缩性。台背填料,由于惠河高速公路一期工程地处路面特别是北每段石场较多,石粉多,采用石粉易形成板体,抗变形能力高,由于砂的抗侧向变形能力较差,在无侧限的桥台中一般不用,为控制造价可以采用综合处理方法,靠砂场近的U形桥台,中央灌水填砂。对于其他形式桥梁,原则上采用颗粒均匀的挖方干砂岩碾压,再反开挖填筑,既可节省投资,又保证质量,惠河高速公路二期工程主要以封底6m花管注浆,效果仍在观察中。

(3) 填挖交界和半填半挖路段。

填挖交界和半填半挖路段也是路面不均匀沉降

易发地段。惠河高速公路一期工程是将平台尽可能加宽,按地形条件,同时挖松搭接段的原状土,再用兰派压路机击实,再铺土工格栅压实,尽量缩小相邻段的沉降差。土工格栅具有抗拉裂作用,抑制了侧向位移,从某种意义上来说,也是控制了沉降,在高填方路基中起着重要的作用。

3 结语

路面质量控制过程符合木桶原理,提高路面质量是一个复杂的系统工程,它需要政府、业主、设计、施工、监理单位共同努力,提高对路面质量意义的认识水平,提倡合理工期,提出合理质量目标和造价。在施工层面上,需要路基、交通安全、绿化等诸多单位的共同努力;在设计层面上,既要保持路基强度,又要注意路面排水,既要保障路面强度,又要考虑变形所带来的影响,既要考虑面层高温稳定性,又要防止低温收缩变形,还要耐磨、抗滑、防水等;对路面施工单位来说,必须从原材料控制至设备管理,从施工工艺以及全过程从备料、计量、拌和、运输、摊铺、碾压,全面检验复核施工质量。任何单方面的努力都是难以成功的,但任何一个方面的疏漏就会制造出这个木桶的最短一条木板,将制约工程整体的质量水平。

参考文献:

- [1] JTGF40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [2] 孙立军. 沥青路面早期损坏的新类型和机理研究[J]. 中国公路,2005,(3).

Analysis and Harnessing Methods for Pavement Disease of Expressways in Mountain Area

SHU Xiang¹, SUN Sheng-jie², LI Guo-wei³

(1. Guangdong Provincial Yue-Gan Expressway Co. Ltd., Heyuan 51700, China;

2. No. 12th Engineering Bureau Group Co. Ltd of Ministry of Railway, Linfen 041000, China;

3. Research Institute of Geotechnical Engineering, Hohai University, Nanjing 210098, China;)

Abstract: On the basis of the alignment characteristics of expressways, structural styles, geological environment and regional economy conditions in mountain areas, the engineering disease problems and induced reasons are analyzed which may appear in the conventional design standard situations. According to the successful experiments of nearby highways and traits of Yue-Gan Expressway, the harnessing methods are put forward, including designing geomat and grouting to raise the roadbed strength, perfecting drainage

文章编号: 0451—0712(2005)12—0187—04

中图分类号: U416. 26

文献标识码: B

旧水泥混凝土路面的碎石化技术综述

柳正华¹, 谈至明²

(1. 浙江省宁波市公路管理局 宁波市 315040; 2. 同济大学教育部道路和交通工程重点实验室 上海市 200092)

摘 要: 介绍了旧水泥混凝土路面碎石化技术的分类, 目前国内常用的碎石化设备及其技术特点; 讨论了路面碎石化质量的控制方法和评价指标; 最后, 从水泥混凝土碎块尺寸、处理后的旧路面整体均匀性、影响深度, 以及环境影响和价格等 5 个方面考察了不同碎石化方式的适用性。

关键词: 道路工程; 水泥混凝土路面; 碎石化; 加铺层; 综述

旧水泥混凝土路面上加铺沥青混凝土层(俗称“白改黑”)是恢复路面的使用性能和增强其承载能力的有效措施, 其技术难点是防止和延缓旧水泥混凝土路面接、裂缝反射到面层而导致加铺层的结构损坏。当旧水泥混凝土路面结构损坏较严重时, 旧路面的预处理(更换断板, 修补裂缝, 磨平错台, 灌浆填封板底脱空等)变得十分昂贵且效果不佳, 宜采用碎石化技术以消除旧水泥混凝土路面的板体性, 以及由旧路面结构破损所带来的路面结构整体刚度的不均匀性, 以保证新罩面结构有一均匀稳定的承重层。然后, 视交通需要和处理后旧水泥混凝土路面的状况重建路面结构。

近几年, 我国的旧水泥混凝土路面碎石化技术发展较快, 多种先进的碎石化设备被引入, 工程实践大量增加, 积累不少宝贵经验, 但也有不少的教训。

1 碎石化技术的类型

旧水泥混凝土路面碎石化有 3 大类: 打裂压稳、打碎压稳和集料化。

1.1 打裂压稳

打裂压稳是指在旧水泥混凝土路面上施加高能

量低频冲击外力, 使旧水泥混凝土路面板开裂而丧失板体性; 随后, 用压实机械进行碾压, 从而形成稳定均匀的结构层。高能量低频冲击外力的作用使旧水泥混凝土路面板裂缝不规则且较细微, 因此, 开裂的旧水泥混凝土路面层仍有较高的整体刚性, 但均匀性稍差, 如直接加铺薄层沥青混凝土, 仍有出现反射裂缝的可能。打裂压稳工艺的代表性机械有冲击式压路机、钺刀式冲击破碎机 2 种。

1.2 打碎压稳

打碎压稳是指采用落锤而低频振动等方式使旧水泥混凝土路面碎裂; 进而, 用专用压实机械碾压形成下粗上细的碎石结构层。打碎压稳工艺形成的结构层均匀性优于打裂压稳工艺形成的结构层的均匀性, 但整体刚度明显低于后者。打碎压稳工艺的代表性机械有多锤头冲击破碎机、共振式破碎机等。

1.3 集料化

集料化是一种最彻底的重建手段, 是将旧水泥混凝土路面再生为集料; 然后, 再用于修筑基层、底基层或垫层。集料化再生利用技术的主要工艺分为 3 个过程。

(1) 路面破碎和清运。

收稿日期: 2005—06—15

system to solve waterlogging, designing cement concrete pavement to solve ruts and cracks, optimizing the design of roadbase structure to solve non-uniform settlement, changing the positions of bridge expansion joints and joint fillers, and compacting and widening the benches at the demarcation plane of cut and fill to solve early failure at particular situations of pavemnets.

Key words: expressway in mountain area; bituminous concrete pavement; early failure; harness