

Causes and treatment measures of bridge jump disease in asphalt concrete pavement

Yanhong Wu

Yunnan Yunling Expressway Engineering Consulting Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650200, China

Abstract

Bridgehead bump in asphalt concrete pavement, a common road engineering defect, not only compromises traffic comfort and safety but also accelerates pavement and bridge deterioration, shortens road lifespan, and increases maintenance costs. This study analyzes the formation mechanisms of bridgehead bump defects through highway engineering practices and theoretical research, examining design, construction, material selection, and operational maintenance aspects. The paper proposes SMA thin-layer overlay as a remediation measure, which can enhance subgrade bearing capacity by 2-3 grades and reduce pavement IRI values. The findings aim to provide theoretical foundations and practical guidance for preventing and controlling bridgehead bump defects in similar highway projects.

Keywords

asphalt concrete pavement; bridgehead bump; cause of damage; treatment measures; subgrade settlement

沥青混凝土路面桥头跳车病害成因及处治措施

吴艳红

云南云岭高速公路工程咨询有限公司, 中国 · 云南 昆明 650200

摘要

沥青混凝土路面桥头跳车, 属于公路工程中经常出现的病害, 不仅会降低交通经营的舒适性与安全性, 还会加速路面以及桥梁的损耗、缩短道路的使用寿命、增加道路的养护费用。本文通过结合公路工程实践和有关理论研究, 从设计、施工、材料、运营维护等方面, 对沥青混凝土路面桥头跳车病害的形成原因进行分析, 并针对桥头跳车病害, 提出SMA薄层罩面等处治措施, 实施后可提高路基承载力2-3个等级, 降低路面IRI值, 旨在为同类公路工程桥头跳车病害防治, 提供理论依据和实践指导。

关键词

沥青混凝土路面; 桥头跳车; 病害成因; 处治措施; 路基沉降

1 引言

公路交通体系中, 桥梁和路基交界处是路面结构的薄弱点, 沥青混凝土路面平整度高、施工方便, 但桥头跳车病害较为常见。车辆驶到桥头时, 由于路面与桥面的竖向高差或刚度突变, 会产生明显的颠簸, 经数据分析可知, 在公路桥梁运营 3-5 年范围内, 有 60% 以上的公路桥梁存在不同程度的桥头跳车, 其中 20% 的情况严重影响行车安全。桥头跳车病害会降低道路的服务水平, 车辆会增加冲击力, 加速桥梁支座、伸缩缝等结构的损伤, 研究其成因并提出措施对保障公路质量、交通安全有重大意义。

2 沥青混凝土路面桥头跳车病害的成因分析

桥头跳车病害的产生不是单一原因导致的, 而是设计、施工、材料特性、运营环境等多方面因素共同作用的结果, 其实质是桥梁和路基在竖向变形上的不协调, 具体原因可分为以下几方面:

2.1 设计层面的缺陷

设计环节的不合理, 是桥头跳车病害产生的一个根本原因。在路基和桥梁的刚度匹配设计方面, 部分设计方案未考虑到两者之间的刚度差异, 桥梁结构采用钢筋混凝土或者预应力混凝土, 刚度大, 在荷载作用下竖向变形小; 路基主要是填土, 刚度远小于桥梁, 在车辆荷载和自重作用下容易产生压缩变形, 如果没有合理设计过渡结构, 两者刚度突变导致沉降差, 进而直接导致路面平整度降低, 产生跳车隐患。同时, 在路基压实度、承载力设计上设计文件对桥头路基的压实标准要求较低, 未按照桥头部位受力特点(车辆荷载反复作用, 动荷载影响较大)要求路基压实度, 导致路基在运

【作者简介】吴艳红(1984-), 女, 中国云南昆明人, 本科, 工程师, 从事高速公路工程施工与养护研究。

营初期就出现较大的压缩沉降。此外,排水系统设计不合理也是原因之一,桥头区域若缺乏地表排水与地下排水设施,雨水就容易渗入填土,降低填土的密实度和承载力,加速填土工后沉降,进而出现桥头跳车。

2.2 施工过程的质量控制不足

施工质量是桥头路基稳定的关键,施工中出现的各种问题都会直接导致桥头跳车病害。第一,路基填土压实质量不合格。桥头路基填土一般采用分层填筑,分层压实的方式,但实际施工中,部分施工单位为了赶工期,分层过厚(超过30cm);压实机械选型不当(如轻型压路机压实高填方路基)、压实遍数不足等,导致填土密实度达不到设计要求,在后期运营中,填土颗粒重新排列,产生压缩沉降;第二,桥头过渡段施工处理不当。过渡段是路基和桥梁之间的过渡段,需要用级配良好的碎石、砂砾等优质填料,并设置台阶式搭接,但部分工程为了节约成本,仍然用普通的填土填筑过渡段,没有严格按照台阶式搭接施工,导致过渡段与路基、桥梁的连接不紧密,在荷载作用下容易出现裂缝和沉降差。沥青路面摊铺与压实质量问题也会加剧病害。此外,在桥头部位沥青路面摊铺时,如果没有根据桥面和路基的高程差异进行精确的调平,或者在摊铺过程中出现离析现象,就会导致路面平整度下降;在压实过程中,如果有漏压、欠压的区域,沥青混合料的密实度不够,在车辆荷载的反复作用下,容易出现车辙和凹陷,从而加剧了跳车病害。

2.3 材料特性的影响

材料的物理力学性质对桥头路基和路面的稳定性影响很大,路基填土方面,用黏性土、粉土等细粒土作桥头路基填料,这类土含水量敏感性大,雨季吸水膨胀,旱季失水收缩,路基体积反复变化,不均匀沉降;细粒土渗透系数小,雨水渗入后不易排出,长时间滞留软化填土,降低承载力;沥青混合料方面,沥青标号选用不当(低温区用高标号硬沥青)或沥青混合料级配设计不合理(细集料多,混合料抗变形能力差),沥青路面在温度、荷载作用下产生收缩裂缝或车辙,与桥梁接缝处产生高差。桥梁伸缩缝的材料选择同样关键,如果伸缩缝的材料弹性恢复能力差、抗老化性能差,长期使用过程中容易出现破损、渗漏的现象,雨水通过破损的伸缩缝渗入到桥头路基,造成路基的沉降,同时伸缩缝的破损也会造成跳车的病害。

2.4 运营维护的滞后

公路在运营期间如果维护管理不善,就会加重桥头跳车病害的发展。一方面,对桥头路基、路面的沉降监测不及时。大部分公路在运营期间没有建立完善的沉降监测系统,无法及时了解桥头部位的沉降情况,当出现轻微沉降时,不能及时采取措施进行修复,沉降差逐渐变大,最终形成明显的跳车病害。另一方面,路面病害修补不彻底。养护单位在对桥头跳车进行修复时,只采用表面修补的方式,即在低洼处摊铺薄层沥青,没有分析沉降的原因,也未对路基进行加

固处理,这种“治标不治本”的修复方法不能从根本上解决问题,病害很快又会再次出现。随着超载车辆的出现,使得桥头部位实际挠度,超过设计允许值,由于超载车辆产生的动载远大于设计值,导致桥端的路基压实和沥青路面疲劳开裂严重,容易出现桥端跳车病害。

3 沥青混凝土路面桥头跳车病害的处治措施

桥头跳车病害产生原因要从设计优化,施工质量控制,材料选择改进,运营维护加强等方面来制定防治措施,实现病害防治目标。

3.1 设计层面的优化措施

设计优化是减少桥头跳车病害的根本措施:首先,对路基与桥梁的刚度过渡设计进行优化,在桥头处设置刚度渐变的过渡段,过渡段长度根据路基填土高度和设计车速确定,一般为5m到10m,过渡段填料采用级配碎石、水泥稳定碎石等高强度、低压缩性的材料,通过材料刚度的逐渐变化,使路基和桥梁之间刚度变化平缓,减少刚度突变的影响;其次,提高桥头路基的压实标准和承载力设计指标,桥头路基的压实度要求比普通路基高出1-2个百分点,普通路基压实度要求 $\geq 95\%$,桥头路基压实度要求 $\geq 96\%$;采用重型击实标准确定填土的最大干密度,确保路基填土具有较高的密实度和承载力;再者,对于高填方桥头路基,采用有限元法对工后沉降进行预测,预留沉降量,避免出现高差^[1]。此外,完善桥头排水系统的设计,在桥头路基的两侧设纵向排水沟,在路基内部设横向盲沟,盲沟与纵向排水沟相通,形成一个完整的排水系统,及时排出渗入路基的雨水,在桥梁伸缩缝的下方设止水带和排水槽,防止雨水通过伸缩缝渗入路基,使路基填土始终保持干燥稳定的状态。

3.2 施工质量的管控措施

加强施工质量控制是保障桥头路基和路面稳定的关键,其一,严格控制路基填土的压实质量,桥头路基填土要分层填筑,分层厚度要控制在20~30cm,根据填土类型选用合适的压实机械(黏性土用羊角碾,砂性土用光轮压路机),压实遍数根据试验段确定(一般为6~8遍),每层填土压实后要进行检测,检测合格后方可进行下一层填筑;桥头路基与桥梁台背衔接处要采用小型压实机械(冲击夯)进行补压,确保台背填土密实度达标。其二,规范桥头过渡段的施工工艺。过渡段填料采用级配碎石,碎石粒径5-31.5mm,含泥量 $\leq 3\%$,填筑时台阶搭接,台阶高30cm,宽1m,确保过渡段与路基、桥梁连接紧密;过渡段压实度 $\geq 97\%$,用平板载荷试验检测承载力,满足设计要求。其三,提高沥青路面摊铺、压实质量,在桥头部位沥青路面摊铺之前,先对桥面和路基高程进行测量,根据测量结果制定摊铺厚度调整方案,确保路面平整;摊铺过程中摊铺机匀速行驶,防止沥青混合料出现离析现象,沥青混合料摊铺温度控制在160℃至180℃之间;压实过程中采用双钢轮压路机和胶轮

压路机进行压实, 压实顺序为先轻后重、先慢后快, 确保沥青混合料密实度达到 98% 以上, 减少路面后期变形。

3.3 材料选择的改进措施

合理选择材料是提高桥头路基和路面抗变形能力的重要手段, 在路基填料选择上优先选用砂性土、砾石土等粗粒土作为桥头路基填料, 粗粒土透水性好, 压缩性小, 承载力高, 可有效减少路基工后沉降, 当地没有粗粒土时, 必须用细粒土时, 要在填土中掺入水泥、石灰等固化剂, 改善填土的物理力学性质, 提高其抗压性和抗水性, 沥青混合料选择需根据当地气候条件和交通量确定合适的沥青标号 (在低温地区选择 50 号、70 号沥青, 在高温地区选择 90 号沥青), 优化沥青混合料的级配设计, 增加粗集料含量, 提高混合料的抗车辙能力和抗变形能力, 在桥头处的沥青路面中加入纤维稳定剂 (木质素纤维、聚酯纤维等) 提高沥青混合料的抗拉强度, 防止沥青路面裂缝的产生^[2]。桥梁伸缩缝材料以橡胶止水带、模数式伸缩缝为主, 橡胶止水带要求弹性好, 耐老化, 模数式伸缩缝的型钢采用高强度钢材, 确保伸缩缝的耐久性、密封性, 防止雨水渗透。同时, 在施工之前, 需对所选用的材料, 进行严格的性能检测和试验段铺筑, 通过数据验证材料适用性, 及时调整材料方案, 以确保桥头路段的整体稳定性。

3.4 运营维护的强化措施

强化运营维护是减缓桥头跳车病害发展, 延长道路寿命的重要保障, 桥头跳车病害的产生是一个逐步的过程, 科学的运营维护可以及时发现潜在的隐患, 将病害扼杀在萌芽状态^[3]。一方面, 建立完善的桥头沉降监测体系, 在桥头路基、路面设置沉降观测点, 观测频率为运营初期每月 1 次, 半年后每 3 个月 1 次, 1 年后每 6 个月 1 次, 通过监测数据掌握沉降变化规律, 当沉降量超过规范允许值 (一般不超过 5mm) 时, 及时采取修复措施。另一方面, 采用科学的病害修复技术。对于轻微的桥头跳车病害 (沉降差 $\leq 10\text{mm}$) 采用沥青玛蹄脂碎石 (SMA) 进行薄层罩面修复, SMA 平整度好、抗变形能力强, 可改善路面平整度。实际 SMA 罩面, 路面平整度 IRI 值下降 40%-60%。对于中度跳车病害 ($10\text{mm} < \text{沉降差} \leq 20\text{mm}$) 需对桥头路基进行注浆加固处理, 采用水泥浆或水泥砂浆, 通过注浆管注入路基土体空隙、裂缝中,

使浆液填满填土孔隙, 提高路基的密实度和承载能力, 然后再做沥青路面修补。通过注浆加固处理, 路基承载力提高 2-3 个等级。

此外, 对于桥头严重的跳车病害 (沉降差 $> 20\text{mm}$), 需要彻底挖开桥头路基, 对暴露出的原地基软土, 采用压力注浆或 CFG 桩、高压旋喷桩等处治方式进行深层加固。然后回填强度高、透水性好优良的填料 (如级配碎石、水泥稳定碎石等), 分层填筑压实后, 重新铺筑水泥稳定基层和沥青路面。过程中设置和完善排水系统, 确保水能迅速排出, 防止水损害削弱路基强度。这种处置方式虽然费用较高, 但可以从根本上解决跳车问题。

加强超载车辆的管控, 禁止超载车辆通行, 减少超载车辆对桥头路基、路面的损害, 超载车辆对道路结构的损害远大于标准载重车辆, 严格管控可以使桥头结构使用寿命延长 3-5 年。

4 结论

沥青混凝土路面桥头跳车病害是由于设计, 施工, 材料, 运营维护等因素引起, 其根本原因在于, 桥梁和路基的竖向变形不一致, 设计上优化刚度过渡, 完善排水, 施工上严格控制压实质量, 规范过渡段施工工艺, 材料方面选用优质填料、改进伸缩缝, 运营期间加强沉降监测、科学修复, 在实际应用中要根据病害成因采取精准措施, 改善设计、施工、运营维护的协同性, 形成全程的防治体系, 提高公路的服务质量和使用寿命, 确保交通通行的顺畅和安全。通过多方努力, 才能有效减少沥青混凝土路面桥头跳车病害的发生, 为公众提供更加安全、舒适的出行条件。

参考文献

- [1] 肖旭阳. 高速公路桥头跳车病害防治措施研究[J]. 交通世界, 2025, (16): 86-88.
- [2] 田小秋. 高速公路沥青路面桥头跳车病害处置[C]//中国公路学会养护与管理分会. 中国公路学会养护与管理分会第十四届学术年会论文集. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 2025: 664-670.
- [3] 陈远鹏. 高速公路养护工程桥头跳车病害治理要点分析[J]. 交通世界, 2023, (22): 68-70.