

超载车辆对砼梁桥病害的影响及对策分析

于清新¹, 刘君云²

(1.连云港经济技术开发区住房和城乡建设局, 江苏 连云港 222069; 2.东北林业大学 土木工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘要: 超载车辆上路行驶, 不仅易引发道路交通安全事故, 而且会大大降低公路桥梁的使用寿命。文中基于江苏省公路超限管理系统统计数据, 对连云港市 242 省道某路段超载车辆对砼梁桥病害的影响进行分析, 结合该路段超载车辆及桥梁病害情况提出相关建议, 为后续桥梁养护管理及交通管理提供参考。

关键词: 桥梁; 超载车辆; 砼梁桥; 病害分析

中图分类号: U445.7

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)06-0137-04

公路运输在经济社会发展中占据重要地位。然而部分道路运输企业和个人在利益的驱使下超载运输货物, 破坏交通基础设施, 引发大量交通事故, 造成巨大损失。超载车辆长期行驶在桥梁上, 引发桥梁大量病害甚至发生桥梁坍塌重大安全事故。据统计, 江苏连云港市 242 省道某路段日平均行驶大货车约 2 868 辆, 其中超载车辆约 12 辆, 车流量较大且大货车较多, 沿线桥梁长期处于超负荷运行状态。该文基于江苏公路超限管理系统统计数据, 对该路段砼梁桥在超载车辆作用下的病害情况进行分析。

1 超载车辆状况

超载车辆是指车辆所装载的货物重量超过车辆本身所允许的核载重量, 即超过车辆行驶证上标定的载重。公路超载车辆是指行驶在公路上的装载货物超过国家相关规定的车辆, 车辆荷载超过公路所承受的最大荷载。公路货运车辆超载认定标准(部分代表车型)见表 1。

表 1 公路货运车辆超载认定标准(部分代表车型)

轴数	车型	图例	总质量限值/t
2 轴	载货汽车	I—I	18
3 轴	载货汽车	I—II	25
4 轴	中置轴挂车列车	I—I II	36
5 轴	中置轴挂车列车	I—II II	43
6 轴	中置轴挂车列车	I—II III	49

如表 2 所示, 2021 年 1 月, 该路段通行运输车辆 86 064 辆, 其中不超载车辆 85 691 辆, 超载 0~30% 的车辆 298 辆, 超载 30%~60% 的车辆 55 辆, 超载 60%~100% 的车辆 17 辆, 超载 100% 以上的

车辆 3 辆。由此推算, 该路段全年通行车辆约 1 032 768 辆, 超载车辆约 4 476 辆, 沿线公路桥梁长期处于超负荷运行状态, 若不加强对超载车辆的管控, 桥梁病害将持续恶化。

表 2 2021 年 1 月该路段通行运输车辆统计数据

超载率/%	车辆数/辆	超载率/%	车辆数/辆
0	85 691	60~100	17
0~30	298	>100	3
30~60	55		
总计		86 064	

2 超载车辆对砼梁桥病害的影响分析

2.1 超载车辆对砼梁桥桥面系病害的影响

桥面铺装是直接承受超载车辆轮压荷载的结构层, 其损伤情况也最直观。桥面铺装层在受到超载车辆较大荷载作用时, 会出现裂缝、车辙、破碎等现象。在超载车辆行驶较多的国省干道上, 往往不得不经常重新铺筑桥面铺装, 带来较大经济损失。

在超载车辆反复作用下, 该路段沥青砼桥面铺装层主要出现裂缝、车辙、破损、坑槽等病害(见图 1、图 2), 水泥砼桥面铺装层主要出现裂缝、露骨、剥落、坑洞、破损等病害(见图 3、图 4)。桥面铺装层表面出现损伤后, 雨水将渗入加快桥面铺装病害的发展。

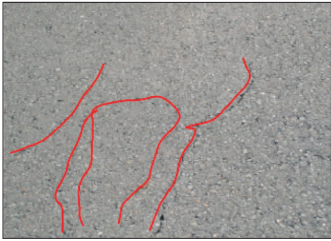


图 1 桥面网状裂缝

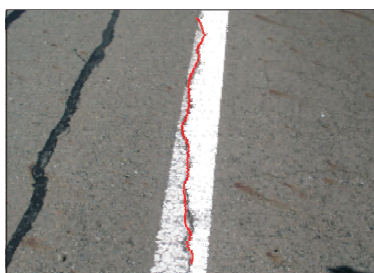


图2 桥面纵向裂缝



图3 桥面破损

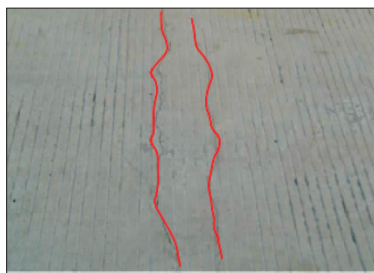


图4 桥面横向裂缝

伸缩缝是为了满足桥面变形需要而设置的,通常布设在梁与梁之间或梁与桥台之间。在超载车辆作用下,桥面板发生很大变形,不仅引起伸缩缝处竖向位移,也会引起横向位移。若长期受到超重荷载的作用,伸缩缝的使用频率增加,伸缩缝的锚固区、钢板等会产生病害(见图5、图6)。



图5 伸缩缝锚固区破损

2.2 超载车辆对砼梁桥支座病害的影响

超载车辆的反复作用会使桥梁各支座承受超过设计值的荷载,在这种荷载的长期作用下,板式橡胶支座老化产生裂纹。超载车辆行驶在桥梁上,支座



图6 伸缩缝钢板断裂

会承受较大的荷载,长期作用会导致橡胶支座剪切变形产生斜向裂缝(见图7)。梁体作用在支座上,若变形过大会使支座发生局部脱空、钢板锈蚀等现象,降低支座使用寿命(见图8)。盆式橡胶支座在超载车辆作用下钢盆产生裂缝,大大减弱对橡胶支座的侧向约束。在这种不利荷载的长期作用下,会导致盆式橡胶支座损坏。



图7 支座剪切变形



图8 支座钢板锈蚀

2.3 超载车辆对砼梁桥承重构件病害的影响

对于预制空心板,在超载车辆作用下各梁板之间横向连接部位易产生纵向裂缝,开裂后桥面积水渗入加速铰缝处钢筋锈蚀,导致桥面横向联系减弱。

对于预制小箱梁和T梁,在超载车辆长期作用下,湿接缝、横隔板会发生裂缝且裂缝深度及宽度逐渐增大,大大减弱预制梁之间的横向联系。在局部超载轮压荷载作用下,各梁之间横向联系减弱不能共同受力,易产生单梁(板)受力的不利情况,导致梁(板)底部产生超限的裂缝、桥梁跨中下挠、承载能力下降等现象。

对于整体式现浇梁(板)桥,超载车辆经过时桥梁会产生较大弯矩,在跨中位置出现下挠、裂缝等病害。通常表现为跨中处梁体底部出现裂缝,随着超载车辆的反复作用,裂缝不断蔓延发展。在超载车辆作用下,梁体在支座位置承受较大剪力,梁底板产生剪切裂缝,随着超载车辆的长期作用,裂缝不断发展蔓延。随着裂缝的不断蔓延,桥梁呈现下挠超限、承载能力降低的现象(见图9~12)。



图9 主梁底裂缝



图10 主梁下挠



图11 主梁裂缝

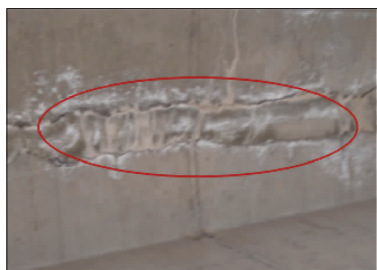


图12 湿接缝开裂

在超载车辆反复作用下,墩台基础会产生不均匀沉降,桥面伸缩缝位置也会产生高差,形成桥头跳

车现象,不仅降低行车舒适性和桥梁安全性,而且会加重车辆在桥梁上行驶时的冲击效应。基础的不均匀沉降易引起桥梁墩台产生裂缝,大大降低桥梁的安全储备和承载能力。

3 控制超载车辆对砼梁桥病害影响的对策

3.1 超载车辆的管控措施

为降低超载车辆给桥梁带来的较大安全隐患,遏制重大交通事故的发生,对超载车辆进行严格管控。公路管理部门应在重点超载桥梁路段设立超载检查站,对超载车辆过桥采取管控措施,对于超载较严重的车辆强制卸载后方可过桥,将超载车辆货物卸载分批运输,防止桥梁局部承受集中力造成桥梁结构损伤。考虑到超载车辆作用下局部应力集中、横向分布系数、冲击系数等因素,减轻超载车辆对桥梁结构损伤的影响,建议采取以下管控措施:

(1) 采取轴间距较大的车辆运输超载货物,可避免桥梁局部出现集中力,在一定程度上减轻对桥梁的损伤。

(2) 超载车辆在过桥前派专人检查货物装载是否均匀、平衡,避免货物集中在同一位置。在过桥时派专人指挥车辆,避免多辆超载车辆同时过桥。

(3) 条件允许的情况下,可实行分车道控制,在桥梁中间车道设置超载车辆专用行车道,严禁超载车辆在其他车道上行驶。

(4) 对超载车辆过桥顺序进行优化,按照桥梁受力最好的工况分批过桥,同时桥上不得有其他车辆及人群荷载。

(5) 在保证车辆安全行驶距离的情况下,使超载车辆在桥梁中间车道行驶。超载车辆在桥梁中间车道行驶时桥梁受力均匀,而偏载行驶易造成桥梁局部结构破坏。

(6) 超载车辆过桥时严格控制行驶速度,严禁急刹车、急加速等,防止超载车辆制动对桥梁结构产生破坏。

3.2 桥梁健康监测系统的实时监测

超载车辆严重影响桥梁的安全运行,不仅会破坏桥梁结构,甚至会引发重大安全事故。为保证桥梁的安全运行,管养单位不得不加大巡查力度,导致人力、物力大大增加,桥梁管养成本增大。随着科技水平的不断提高,桥梁检测朝着更智能化的方向发展,桥梁健康监测系统被广泛用于桥梁施工及运营阶段,成为桥梁安全运行的守护使者。该系统可实

现以下功能:实时采集监测数据;数据异常时发出预警通知;根据监测需要选取不同模块,如结构应力、结构变形、温度、风速、车流量等;监测数据达到预警值时进行交通管制;为桥梁定期检测及同类型桥梁深入研究提供依据。通过该系统不仅可实时掌握桥梁的运行状态,还可对桥梁安全状况进行评定。

3.3 桥梁检测与加固维修

桥梁检测与加固维修是保证桥梁运营阶段安全的重要措施,在检测过程中发现病害及时修补,不仅可延长桥梁的使用寿命,而且可减轻超载车辆对桥梁结构更深层次的损伤。对桥梁进行定期检测及荷载试验,判定桥梁技术状况,对损伤严重、不满足承载能力的及时制订交通管制及维修加固方案并予以实施,对在超载车辆荷载作用下造成的桥梁局部损伤及时进行维修。

3.3.1 桥面系的修补

对桥面铺装局部发生的裂缝、坑槽、破损等病害进行修补。对于沥青砼桥面,局部病害可用沥青混合料进行封闭处理;对于水泥砼桥面局部病害,一般先将破损处凿毛露出骨料,然后清水冲洗,再涂抹同等级的水泥砂浆或其他材料,最后铺装4~5 cm水泥砼面层。若桥面铺装损伤较严重,可全部凿除后重新铺装。

3.3.2 伸缩缝及支座的修补

桥梁伸缩缝易堵塞,堵塞后将不能发挥作用,对桥梁结构的损伤不容忽视,应进行日常养护清理。在超载车辆反复作用下,伸缩缝的钢板会发生变形、断裂等现象,需及时更换。当伸缩缝中橡胶条破损脱落时,需先清理缝中杂物再进行更换。对伸缩缝锚固区砼破损、开裂处,可采用级配良好的新砼进行修补。

支座可把上部结构的力传递给下部结构,是桥梁结构中重要的传力构件,必须保证其表面清洁。对于橡胶支座,应及时清理支座处污水,防止支座老化失效。对于滚动支座,应保持滚动面干净,定期涂润滑油。对支座钢板涂防锈漆,防止钢板锈蚀而减弱支座刚度。若支座发生严重病害影响其正常使用功能,则应及时更换。

3.3.3 上部承重构件裂缝的修补

超载车辆作用易使桥梁铰缝、湿接缝开裂,若不及时处理将降低桥梁结构的承载能力和安全储备。对于铰缝、湿接缝开裂破损处,可先凿除破损部位,再植入钢筋重新浇筑砼,以增加梁体间横向联系,避

免单板(梁)受力现象的发生。

在超载车辆反复作用下,若砼梁底出现横向裂缝,应及时作灌缝封缝处理,然后通过粘贴钢板、碳纤维布等进行加固,并观测裂缝发展趋势。若裂缝宽度进一步恶化,达到0.5 mm左右时应更换砼梁。对于箱梁翼板横向裂缝,采用环氧砂浆对其表面涂抹封闭,若裂缝进一步恶化,对其进行灌缝封缝处理;箱梁腹板纵向裂缝位于纵向预应力钢束位置时,应用环氧砂浆将其表面及时封闭,避免引起预应力钢束锈蚀,降低结构体系有效预应力。

3.3.4 下部结构承重构件的加固

桥梁下部承重构件在超载车辆长期作用下会引起桥梁墩台沉降、开裂等现象。桥梁墩台基础的加固方法一般有扩大基础和桩基础加固。扩大基础加固法是在新增加的扩大基础与原基础共同受力,通过增大基础的基底受力面积而减小桥梁墩台沉降,施工时应使新加部分与原基础紧密结合共同受力。桩基础加固法是在原基础的承台上进行扩大,然后在原基础周围增加桩基础来提高原基础的承载能力,采用该方法加固时应应对盖梁受力情况进行验算,验算通过后方可使用。

4 结论

(1) 超载车辆的长期作用,不仅会损坏桥面铺装层,影响驾驶感,而且对各承重构件的损伤不容忽视。应增大超载车辆行驶路段桥梁的定期检查频率,发现病害及时维修加固。

(2) 公路管理部门应在重点超载桥梁路段设立超载检查站,对超载车辆过桥采取管控措施,可从超载车辆作用下桥梁局部应力集中、横向分布系数、冲击系数等方面采取相应管控措施。

(3) 桥梁健康监测系统可实时监测超载车辆过桥时桥梁的运行状态,为桥梁管养和交通管理提供参考依据。

参考文献:

- [1] 赵少杰,任伟新.超限超载交通对桥梁疲劳损伤及可靠度的影响[J].中南大学学报(自然科学版),2017,48(11):3044-3050.
- [2] 何伟南,邵吉林.超载超限对公路预应力混凝土箱梁桥正常使用性能的影响[J].湖南理工学院学报(自然科学版),2016,29(3):63-70.
- [3] 黎明.超载运营对在役钢筋混凝土梁(板)式桥梁安全

(下转第144页)

治以提高复合结构层间的剪切强度。因拉毛工艺具有更大的剪切强度,在后续研究中对水泥砼板进行拉毛处治。3) 试件经历高温后,其剪切强度均有所下降,但下降幅度不大,表明橡胶沥青复合封层具有较好的耐高温性能。

3.2 不同防水黏结层材料性能研究

为评价不同防水黏结层材料的层间黏结性能,成型复合车辙板(水泥板+防水黏结层+沥青砼),模拟水泥砼桥面,选用计算出的防水黏结材料最佳用量,测试橡胶沥青复合封层、SBS改性沥青、乳化SBS改性沥青和 FYT 防水材料的剪切强度,试验温度为 20℃。不同防水黏结层的强度见表 9。

表 9 不同防水黏结层的黏结强度

试验类型	黏结强度/MPa			
	橡胶沥青复合封层	SBS 改性沥青	改性乳化沥青	FYT 防水材料
剪切试验	0.67	0.62	0.34	0.52
拉拔试验	0.55	0.58	0.32	0.56

由表 9 可知:橡胶沥青复合封层的黏结性能比 SBS 改性沥青的好,采用改性乳化沥青和 FYT 防水材料时复合结构层间黏结强度稍弱。

4 结语

(1) 采用双层橡胶沥青碎石封层材料设计方法,5~10 mm 单层橡胶沥青碎石封层中,碎石用量为 8 kg/m²,沥青用量为 1.1 kg/m²;双层橡胶沥青碎石封层中,第一层碎石的粒径为 10~15 mm,碎石用量为 15 kg/m²,橡胶沥青用量为 1.8 kg/m²;第二层碎石的粒径为 5~10 mm,碎石用量为 8 kg/m²,沥青用量为 1.1 kg/m²。

(2) 需对水泥砼桥面板进行适当的粗糙化处治以提高复合结构的层间剪切强度,相比而言,拉毛工艺具有更大的剪切强度。以橡胶沥青复合封层作为防水黏结层时,在 25℃条件下,水泥砼与沥青砼间

的剪切强度达 0.67 MPa,满足层间剪应力要求。

(3) 橡胶沥青复合封层的黏结性较好,SBS 改性沥青次之,以改性乳化沥青和 FYT 防水材料作为黏结层时复合结构层间黏结强度稍弱。

参考文献:

- [1] 马兰.高渗透桥面防水粘层材料性能研究[J].新型建筑材料,2020,47(10):164-168.
- [2] HAILESILASSIE B W, HEAN S, PARTL M N. Testing of blister propagation and peeling of orthotropic bituminous waterproofing membranes[J]. Materials & Structures, 2015, 48(4): 1095-1108.
- [3] 蔡平波.沥青铺装与混凝土桥面层间抗剪切性能试验研究[J].黑龙江交通科技,2019(10):19-21+23.
- [4] 刘云,于新,戴忧华,等.混凝土箱梁桥铺装防水粘层力学性能[J].同济大学学报(自然科学版),2012,40(1):57-61+67.
- [5] 李政.高速公路橡胶沥青碎石封层施工技术分析[J].西部交通科技,2020(12):60-63.
- [6] 赵志平.橡胶沥青碎石封层结构优化设计研究[J].公路交通科技(应用技术版),2020(4):66-68.
- [7] 马翔,杭晨,王炯月,等.一种计算碎石封层中碎石用量的方法[P].CN108875110A,2018-11-23.
- [8] MA X, LI Q, CUI Y C, et al. Performance of porous asphalt mixture with various additives[J]. International Journal of Pavement Engineering, 2018, 19(3-4): 355-361.
- [9] 周苗苗,朱其涛,邱业绩.双层碎石封层中沥青与集料粘附性影响因素研究[J].石油沥青,2020,34(3):63-68.
- [10] 崔小攀.沥青路面铺装结构粘层材料性能研究[D].西安:长安大学,2015.
- [11] 王选仓,孙耀宁,王文强,等.粘层材料剪切疲劳特性及层间设计方法研究[J].材料导报,2018,32(16): 2750-2756+2767.

收稿日期:2021-02-06

(上接第 140 页)

性影响研究[D].兰州:兰州交通大学,2014.

[4] 赵川.重载交通对高速公路桥梁的疲劳影响研究[D].天津:河北工业大学,2015.

[5] 梁玉坤.超载作用下的混凝土桥安全形势及对策分析[D].成都:西南交通大学,2013.

[6] 张澜.超载作用下混凝土桥梁的性能分析与损伤评估方法研究[D].成都:西南交通大学,2016.

[7] 贺玲玲.车辆超载对公路桥梁的影响[J].山西交通科技,2020(4):151-153.

[8] 王姝莉.公路桥梁治超管理研究[D].西安:长安大学,2017.

[9] 武彤.车辆超载对桥梁结构与使用寿命的影响分析[D].石家庄:石家庄铁道大学,2019.

收稿日期:2021-02-21