

空心板桥桥面裂缝病害分析及处治方案

罗彦, 吴志隆, 唐赓, 毛建平

(广西交通工程检测有限公司, 广西南宁 530011)

摘要:该文以广西兴(业)一六(景)高速公路路面改造工程为依托,归纳总结既有空心板桥桥面裂缝病害并对其产生的原因进行分析,根据病害“对症下药”,加强薄弱部位,提高梁间整体受力,到达“标本兼治”的目标。

关键词:空心板桥;桥面裂缝;病害分析;铰缝处治

为了提高行车舒适性,部分早期建设的高速公路开始进行路面升级改造,涉及到既有桥梁的维修加固处置,其中的桥面裂缝问题尤为突出。受限于建设时代经济发展水平,早期的高速公路桥梁多采用先张法预应力空心板或普通钢筋混凝土空心板,按初期交通量水平,能满足安全运营要求。但随着经济的发展,交通量快速增长,此类型桥梁桥面病害开始显现,给运营养护单位带来不小的挑战。因此,在路面改造工程中对既有桥梁桥面裂缝病害情况进行总结分析并对其进行加固处治十分必要。

该文依托广西兴(业)一六(景)高速公路路面改造工程,归纳总结既有桥梁桥面裂缝病害并对其产生的原因进行总结分析,根据病害情况“对症下药”,到达“标本兼治”的目标,可为类似的高速公路路面改造工程桥面裂缝处理工程提供有益参考。

1 工程简介

广西兴六高速公路主线既有桥梁 2 583.47 m/29 座,其中大桥 956.12 m/4 座,中桥 917.57 m/16 座,小桥 180 m/4 座。桥梁上部结构类型包含预应力钢筋混凝土钢构—连续组合梁桥(1 座)、预应力混凝土 T 梁(1 座)、预应力混凝土小箱梁(1 座)、预应力空心板(20 座)、钢筋混凝土空心板(6 座)等。桥面铺装采用钢筋混凝土铺装层。桥梁设计荷载为:汽车—超 20 级、挂车—120。

2018 年对桥梁进行了常规病害维修处治,包括:裂缝封闭、混凝土缺陷修补、更换伸缩缝、支座脱空处理、支座钢垫板除锈防锈处理、更换剪切变形支座等。

2 桥面裂缝病害情况

根据 2019 年检测结果,桥面铺装纵向裂缝修补后虽然暂时未见明显发展,但病害位置基本均在铰缝上方,部分裂缝贯通铰缝可在桥下对应位置发现渗水污染痕迹。因 2018 年刚进行了常规病害维修处治,为了更好地反映路段桥面裂缝情况,以 2017 年的检测结果进行分析。

经统计分析,该路线上桥梁桥面铺装主要病害类型为纵向裂缝、横向裂缝。主线上 29 座桥梁桥面铺装纵向裂缝发病率为 89.7%(存在纵向裂缝桥梁与全线桥梁数量比值),且纵向裂缝主要集中于重车道铰缝处,铰缝处桥面铺装纵向裂缝率为 31.0%(纵向裂缝数占全桥铰缝数比值)。按上构类型细分,预应力钢筋混凝土钢构—连续组合梁及预应力混凝土小箱梁桥面无纵向裂缝;预应力混凝土空心板桥面纵向裂缝发病率达到 100%,即每座桥桥面铺装均存在纵向裂缝,铰缝处桥面铺装纵向裂缝率为 33.9%;混凝土空心板桥面纵向裂缝发病率达到 100%,铰缝处桥面铺装纵向裂缝率为 20.4%。

主线 29 座桥梁左、右幅桥面铺装横向裂缝发病率均为 17.2%、20.7%,横向裂缝主要位于墩顶桥面连续或桥台桥面连续附近。桥面裂缝位置见图 1。

3 桥面裂缝病害原因分析

根据统计数据,随着经济社会的稳定增长,兴六高速公路交通量保持快速增长趋势,全线 2004—2015 年

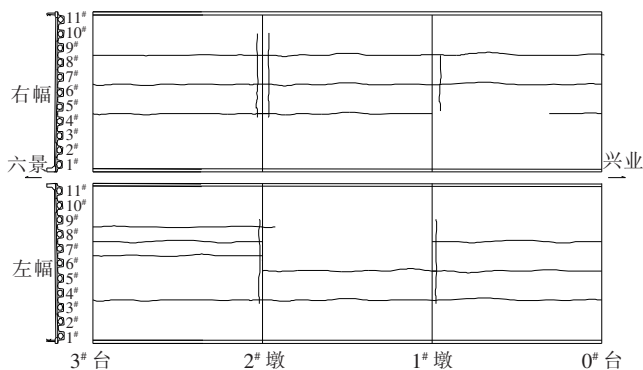


图 1 典型桥面裂缝示意图

的平均增长率为 12.58%，2010—2017 年的平均增长率为 8.34%。随着交通量的快速增长，全线平均交通量从 2004 年全线刚通车时的 4 972 pcu/d，至 2017 年已达 26 460 pcu/d，2010—2017 年货车比例为 30.2%~33.3%，兴六高速公路是广西区交通最繁忙的高速公路路段之一。可见交通量快速增长是桥面病害产生的外在客观原因。根据桥梁裂缝的不同，其内在原因可归纳为：

(1) 横向裂缝成因分析：① 因全线桥梁多采用简支（桥面连续）结构，在车辆荷载作用下，梁板产生挠曲变形时，梁板端产生转角，相邻两跨梁板端存在相对转角，桥面连续构造为抵抗梁板端的转角承受负弯矩作用，由于桥面连续构造的厚度较薄且加强钢筋配置较少，其抗弯刚度小，在反复的弯拉应力作用下而产生裂缝；② 梁板下设支座，梁板端部在车辆荷载作用下产生竖向位移，相邻两跨间梁板承受的车辆荷载作用大小或作用时间不一致时，产生的竖向位移也不一致，桥面接缝装置因此需承受反复的垂直剪切作用，从而导致桥面连续构造由于车辆荷载的疲劳作用而产生裂缝；③ 施工方面，在桥面铺装层与桥面连续构造的结合部，桥面铺装层施工前，如梁板顶面清理不彻底、未全面凿毛或凿毛的密度与深度不够，桥面铺装层与梁板间的结合不好，不能很好地形成一个整体。以及梁板预制件的高度尺寸与梁板安装高度的偏差均易使桥面连续处出现裂缝。同时桥面连续处横向裂缝产生的原因与桥面假缝处理质量不佳也有一定关系。

(2) 桥面纵向裂缝成因分析：检测发现部分桥梁存在铰缝封底砂浆脱落、铰缝处渗水污染等病害。铰缝渗水污染表明桥面雨水经桥面铺装层下渗至受损铰缝处流出。

根据原设计图纸，预应力混凝土空心板铰缝仅靠局部钢板焊接连接，虽设有铰缝加强钢筋，但仅为直径

6.5 mm 的短钢筋网及直径 10 mm 短钢筋，横向未连成整体，同时铺装层仅设置直径 8 mm 钢筋网，可见梁板间铰缝连接刚度小、可靠性差，梁间连接薄弱。

根据原设计图纸，钢筋混凝土空心板铰缝内无钢筋连接，仅板顶处外伸直径为 8 mm 的钢筋作为横向连接，无其他辅助加强钢筋，板间铰缝连接较为薄弱，但因铰缝较深，其连接较预应力混凝土空心板稍强。故而，钢筋混凝土空心板铰缝处桥面铺装纵向裂缝率稍低。

由于梁板间连接较弱，在车辆荷载作用下，铰缝出现缺损，导致铰缝两侧空心板变形不协调，梁板间的横向连接作用由桥面铺装层进行部分代偿，从而导致沿线大部分预应力混凝土空心板桥、部分钢筋混凝土空心板桥均出现桥面铺装纵向开裂。桥面铺装纵向裂缝产生后，梁板间横向连接作用进一步被削弱，进而导致铰缝封底砂浆脱落、铰缝渗水。

因为横向连接减弱，进一步加剧了铰缝损坏，在活载作用下桥面纵向裂缝随之不断扩大，桥面状况的恶化又加剧了汽车的冲击效应，导致桥面裂缝病害发展速度越来越快。

由此可见，为避免铰缝横向连接作用失效造成单梁受力而导致桥面出现纵向裂缝，对该类桥梁的铰缝维修加固十分必要。

4 病害处治方案

4.1 桥面横向裂缝处治方案

横向裂缝产生的根本原因为桥面连续薄弱，对此，采用重做桥面连续进行处治：凿除原铺装层后，绑扎桥面加强钢筋，再重浇 C50 混凝土。

4.2 普通钢筋混凝土空心板桥面纵向裂缝处治方案

凿除混凝土铺装层，如发现铰缝处混凝土存在裂缝则对裂缝进行注树脂胶修补后，植入门架钢筋，增强梁间横向联系。同时桥面铺装钢筋采用 D12 钢筋焊网，为保证新旧混凝土良好结合，凿除铺装后梁板顶需凿毛，并植筋，植入的钢筋与桥面铺装 D12 钢筋网绑扎形成整体。

4.3 预应力混凝土空心板桥面纵向裂缝处治方案

(1) 湿接缝法加固方案

湿接缝法：在铰缝处，人工凿除部分桥面铺装混凝土、空心部分翼缘板混凝土，保留原钢筋，增设钢筋与翼缘板钢筋焊接，增设门式抗剪连接钢筋，绑扎钢筋网片，浇筑新混凝土。

(2) 钢横梁加固

钢横梁法:在铰缝处,间隔粘贴锚固钢板耳块,采用夹板将两片梁间耳块焊接连接,形成钢横梁。

湿接缝法与钢横梁加固法综合比选见表 1。

表 1 方案比选

比对项目	湿接缝法	钢横梁法
对原构件的影响	需凿除桥面铺装及翼缘板混凝土,对结构有一定损伤	需在空心板腹板钻孔锚固,对结构有一定损伤
加固效果	解决铰缝连接薄弱问题,铰接变刚结,能较好实现整体受力	能增强梁间连接,能实现整体受力,加固效果取决于锚固质量
施工条件	需封闭交通,工作空间不受限,施工质量容易控制	不需封闭交通,工作空间受限,钢结构难统一尺寸规格
施工工期	较长	短
造价	较低	较高
后期维护	不需要	需要定期防护处理

由表 1 可见:湿接缝法与钢横梁法均能较好地解决原铰缝连接薄弱的问题,各有优缺点。综合考虑施工便利性、整体施工质量控制、外观及后期维护,推荐采用湿接缝法。

为验证其效果,对处治前后的典型桥梁结构进行横向分布系数计算,以此分析其整体受力效果,处治前空心板间连接因薄弱采用铰接板梁法计算,处治后因设置焊接钢筋并现浇湿接缝采用刚接板梁法计算,预应力混凝土空心板处治前后横向分布系数对比见表 2。

由表 2 可见:各跨径桥梁铰缝加固处治后,中间车道横向分布系数明显减小,说明梁体整体性明显提高,达到共同受力的目的,在重载交通作用下,梁体协同变形,产生的竖向位移一致,可有效防止桥面纵缝的产生。

5 结语

对高速公路既有桥梁桥面裂缝修复改造前,应在

表 2 预应力混凝土空心板处治前后横向分布系数对比

梁号	13 m 跨		16 m 跨		20 m 跨	
	处治前	处治后	处治前	处治后	处治前	处治后
1#	0.372	0.373	0.351	0.352	0.328	0.328
2#	0.377	0.373	0.351	0.347	0.325	0.322
3#	0.355	0.349	0.329	0.323	0.306	0.304
4#	0.323	0.304	0.292	0.286	0.298	0.271
5#	0.312	0.292	0.278	0.271	0.287	0.256
6#	0.324	0.304	0.292	0.286	0.298	0.271
7#	0.355	0.349	0.329	0.327	0.305	0.304
8#	0.377	0.373	0.352	0.349	0.326	0.322
9#	0.373	0.374	0.352	0.350	0.328	0.328

病害检测分析的基础上进行维修处治设计。根据病害情况“对症下药”,加强薄弱部位,提高各梁间整体受力,可有效防止裂缝的产生,到达“标本兼治”的目标,该文介绍的桥面裂缝病害处置方法已在实际工程应用,效果良好。

参考文献:

[1] 广西交通工程检测有限公司. 广西兴业至六景高速公路路面改造工程桥涵检测检测报告[R],2019.

[2] 上海同丰工程咨询有限公司. 广昆高速公路兴业至六景段 69 座桥梁结构定期检测报告[R],2017.

[3] 广西交通设计集团. 兴业至六景高速公路路面改造工程可行性研究报告[R],2018.

[4] 宋尧,许健. 装配式空心板桥板间铰缝破坏加固方法研究[J]. 中外公路,2016(3).

[5] 广西交通规划勘察设计研究院. 兴业至六景高速公路两阶段施工图设计[Z],2014.

[6] 宋宇锋,孙勇,杨立波. 空心板梁桥铰缝受力特性与破坏模式试验与理论研究[J]. 中外公路,2018(2).

[7] 黄卫国,俞博,易汉斌. 装配式空心板梁桥铰缝数值分析与试验研究[J]. 中外公路,2019(6).

[8] 孙宁,高鹏,康健. 高速公路改扩建项目既有空心板桥的拼宽计算分析[J]. 中外公路,2019(5).

[9] 刘明慧. 板刚度损失对空心板桥荷载横向分布系数的影响[J]. 中外公路,2019(1).