

高温天气下盖梁开裂病害规律分析及处治方案

李东胜¹, 周丽娜²

[1. 上海市市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 上海市 200092; 2. 上海市道路运输事业发展中心, 上海市 200023]

摘要: 随着极端天气气候事件的增多, 桥梁病害形式越来越复杂, 因此对病害成因及规律分析越来越重要, 以确定处治方案。由于持续高温天气影响、伸缩缝堵塞等因素影响, 上海某空心板梁桥部分盖梁侧面及底面检测出裂缝, 病害特征较为少见。发现病害后, 通过现场桥梁检测及结构计算, 掌握了病害成因及规律, 确定了处治方案。盖梁病害处治桥梁检测成果全面, 病害成因及规律分析准确, 处治方案合理, 效果良好, 可为类似病害分析和处治提供参考经验。

关键词: 高温; 盖梁; 裂缝; 成因分析; 处治方案

中图分类号: U445.7; TU997

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2026)02-0276-04

Analysis on Cracking Disease Patterns of Bent Caps under High-temperature Weather and Treatment Schemes

LI Dongsheng¹, ZHOU Lina²

[1. Shanghai Municipal Engineering Design Institute (Group) Co., Ltd., Shanghai 200092, China; 2. Shanghai Road and Transportation Development Center, Shanghai 200023, China]

Abstract: With the increasing frequency of extreme weather events, bridge disease patterns have become more complex. Therefore, it is more important to analyze the disease causes and patterns in order to determine the treatment scheme. Due to the influence of continuous high-temperature weather, blockage of expansion joints and other factors, cracks were detected on the side and bottom surfaces of some bent caps of a hollow slab beam bridge in Shanghai. The characteristics of the disease are relatively rare. After the diseases are found, through the detection and structural calculation of the bridge on site, the causes and patterns of the diseases are mastered, and treatment scheme is determined. The bridge detection results for the treatment of bent cap diseases are comprehensive, the analysis of the causes and patterns of the diseases is accurate, the treatment scheme is reasonable and the effect is good, which can provide the reference and experience for the analysis and treatment of the similar diseases.

Keywords: high-temperature; bent cap; cracks; cause analysis; treatment scheme

0 引言

近年来,我国极端高温天气事件频发,对基础设施的耐久性和安全性构成严峻挑战。桥梁作为交通网络的关键节点,长期暴露于自然环境中,其材料性能、结构响应与环境因素高度耦合。桥梁伸缩装置作为调节梁端变形的关键构件,在持续热力冲击下面临严峻服役挑战。近年来,持续高温天气导致的桥梁病害案例显著增加^[1-2]。

2024年夏季,上海遭遇历史性持续高温侵袭,7月31日—8月11日连续12 d出现酷暑天气,打破上海市152年来连续酷暑日数最长纪录。持续高温

天气下,上海某空心板梁桥部分盖梁侧面及底面检测出裂缝,病害特征较为少见。本文着重介绍盖梁开裂现状、病害规律及成因分析及处治措施,为今后养护、管理、处治提供参考和依据。

1 工程概况

桥梁标准断面分幅布置,每幅宽度17 m,中央分隔带宽度为5 m,单幅横断面布置为0.5 m(防撞墙)+16 m(车行道)+0.5 m(防撞墙)=17 m。主线为双向8车道,设计车速每小时80 km。

22 m标准跨上部结构采用铰接空心板梁,预应力混凝土结构,结构简支桥面连续,梁高0.9 m。下部结构桥墩盖梁为大挑臂预应力混凝土倒T盖梁,桥墩立柱为双直立柱形式,立柱断面为1 200 mm×

收稿日期: 2025-03-21

基金项目: 上海市交通委科研项目(JT2024-KY-001)

作者简介: 李东胜(1988—),男,硕士,高级工程师,从事桥梁设计工作。

1 000 mm,见图 1。

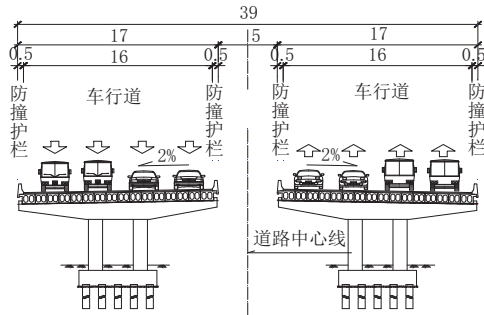


图 1 22 m 标准跨断面图(单位:m)

2 病害概况

2.1 盖梁病害情况

2024 年 7 月~8 月,检测单位对桥梁进行定期检测时,发现内圈 83#、内圈 103#、内圈 40#、内圈 67#、外圈 98#、外圈 87#盖梁存在病害,病害特征如下。

(1)内圈 83#盖梁

内圈 83#墩盖梁小桩号侧共存在 3 条竖向裂缝,长度为 2.0~3.0 m,宽度为 0.14~1.52 m,大桩号侧未见裂缝。距右缘 7.5 m 处裂缝长度 3.0 m(伸入底面约 2/3 位置),宽度 1.52 mm,深度 394 mm。距右缘 6.0 m 处裂缝长度 2.2 m(伸入底面立柱位置),宽度 1.37 mm,深度 357 mm。裂缝均未延伸至盖梁颈部。裂缝开展见图 2。

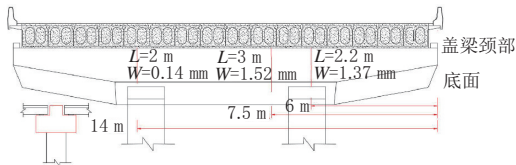


图 2 内圈 83#盖梁小桩号侧裂缝示意图

(2)内圈 103#盖梁

内圈 103#墩盖梁大桩号侧存在 1 条竖向裂缝,长度为 2.2 m,宽度为 0.45 mm,深度为 168 mm,小桩号侧未见裂缝。裂缝均未延伸至盖梁颈部。裂缝开展如图 3 所示。

(3)内圈 40#盖梁

内圈 40#墩盖梁小桩号侧共存在 3 条竖向裂缝,长度为 2.4~2.6 m,宽度为 0.39~0.76 m,深度为 86~

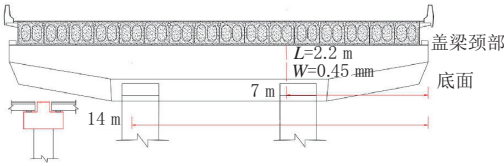


图 3 内圈 103#盖梁小桩号侧裂缝示意图

195 mm,裂缝开展见图 4。40#墩盖梁大桩号侧存在 1 条竖向裂缝,长度为 2.5 m,宽度为 0.6 m,深度为 178 mm。顶面由于不具备封交条件无法观测,倒 T 面由于被支座及泥土遮挡无法观测,裂缝开展见图 5。

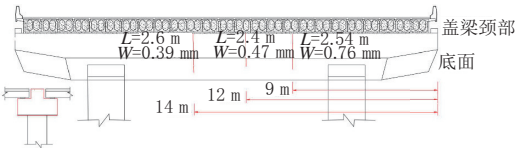


图 4 内圈 40#盖梁小桩号侧裂缝示意图

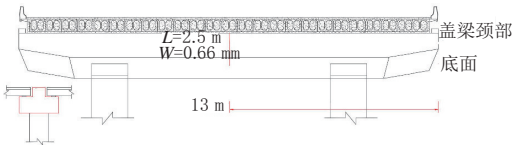


图 5 内圈 40#盖梁大桩号侧裂缝示意图

(4)内圈 67#盖梁

内圈 67#墩盖梁小桩号侧共存在 2 条竖向裂缝,长度为 1.4~2.2 m,宽度为 0.40~2.20 mm,大桩号侧未见裂缝。裂缝均未延伸至盖梁颈部。裂缝开展如图 6 所示。

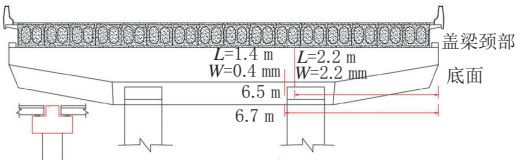


图 6 内圈 67#盖梁小桩号侧裂缝示意图

(5)外圈 98#盖梁

外圈 98#墩盖梁小桩号侧共存在 3 条竖向裂缝,长度为 1.0~2.7 m,宽度为 0.13~0.32 mm,大桩号侧未见裂缝(见图 7)。

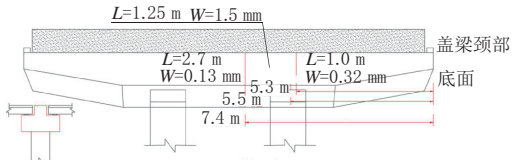


图 7 外圈 98#盖梁小桩号侧裂缝示意图

(6)外圈 87#标准盖梁

外圈 87#墩盖梁小桩号侧共存在 1 条竖向裂缝,长度为 2.2 m,宽度为 0.37 mm,大桩号侧未见裂缝,如图 8 所示。倒 T 面及顶面未发现裂缝。

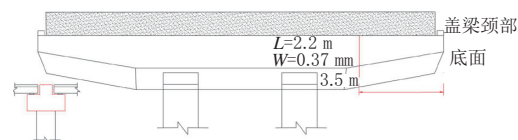


图8 外圈87#盖梁小桩号侧裂缝示意图

2.2 伸缩缝运营情况

通过夜间临时封路,检测单位对梁缝情况进行了检查,检测结果见表1。

表1 伸缩缝检测情况汇总表

	小桩号侧	大桩号侧	盖梁顶部裂缝情况
40#墩盖梁 (两侧均存在裂缝)	伸缩缝底部存在沙土堵塞	伸缩缝底部严重堵塞	无法观测
67#、83#墩盖梁 (裂缝位于小桩号侧)	伸缩缝底部均存在较大空隙	伸缩缝底部梁端均严重堵塞	裂缝均未延伸至盖梁颈部
103#墩盖梁 (裂缝位于大桩号侧)	伸缩缝底部梁端均严重堵塞	伸缩缝底部均存在较大空隙	裂缝未延伸至盖梁颈部

外圈98#桥墩、87#桥墩凿除沥青路面对伸缩缝情况进行检查,发现顶面约10 cm梁缝浇筑有素混凝土(见图9)。判断伸缩缝施工时,泡沫板安装标高较低,造成梁缝顶面部分被混凝土填充,相邻联伸缩缝情况类似。



图9 伸缩缝检查

3 病害规律及成因分析

通过总结,发现内圈83#、103#、67#、外圈98#、87#具有如下相同病害规律:

- 病害盖梁均为22 m标准跨盖梁,盖梁构造相同;
 - 病害盖梁均位于桥面伸缩缝处,桥面均设置2道80型钢伸缩缝,桥梁连续处盖梁未发现此类病害;
 - 病害盖梁均为单侧开裂,除内圈103#外均为小桩号侧开裂;
 - 病害盖梁开裂位置多集中于南侧立柱附近;
 - 病害盖梁开裂形态均为侧面竖直裂缝,部分扩展至底面,裂缝均未延伸至盖梁颈部;
 - 裂缝处对侧伸缩缝底部均严重堵塞。
- 发现外圈40#盖梁有如下规律:

- 盖梁为非标盖梁;
- 盖梁位于桥面伸缩缝处,桥面设置2道80型钢伸缩缝;
- 盖梁双面开裂;
- 盖梁开裂位置位于两个立柱中间;
- 盖梁开裂形态同类型一;
- 两侧伸缩缝均存在堵塞现象。

结合病害规律,判断开裂成因为:裂缝部位对侧的伸缩缝底部梁端均严重堵塞,而靠近防撞墙部位存在明显堵塞现象;高温梁体变形对盖梁产生水平推力,导致盖梁开裂。由于南侧边梁受阳光照射温度变形较大,同时受南侧立柱叠加约束,南侧立柱附近病害较多。由于立柱间距较大,挑臂较短,伸缩缝两侧均堵塞,外圈40#盖梁开裂特征与其余盖梁不同。

4 处治方案

4.1 结构验算

结合倒T盖梁构造及开裂特征,本桥主要验算截面抗剪承载能力及局部牛腿承载能力,以开裂后截面进行验算。

4.1.1 抗剪承载能力验算

盖梁开裂主要特征为倒T盖梁侧面开裂,保守考虑仅倒“T”盖梁有效截面参与抗剪验算(见图10),盖梁按原设计标准进行验算。

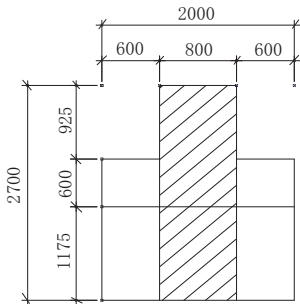


图10 盖梁有效计算截面示意(单位:mm)

计算采用MIDAS Civil软件建立盖梁模型(见图11)。结果表明,基本组合作用下,盖梁最大剪力为5 073.1 kN,抗剪承载能力为6 076.1 kN,盖梁在开裂状态下抗剪承载能力仍能满足规范要求。

4.1.2 牛腿验算

假定盖梁侧面开裂后,开裂盖梁牛腿横桥向力仅能单侧扩散,牛腿验算按力仅能单侧扩散考虑,按《桥梁工程》牛腿计算方法进行验算^[3],结果见表2,盖梁牛腿承载能力满足规范要求。

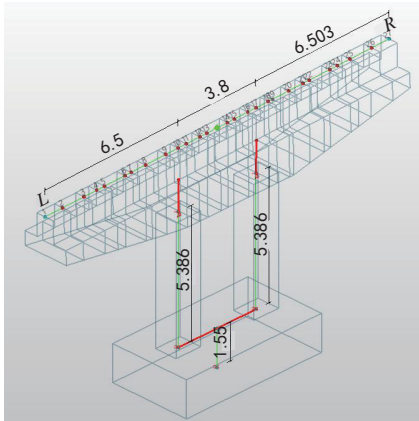


图 11 盖梁计算模型(单位:m)

表 2 牛腿验算

项目	原铰接空心板
基本组合/kN	253
横桥向作用宽度/mm	230
竖直截面(ab)验算安全系数	2.38
最不利截面(ac)验算安全系数	1.13
45°截面验算(ad)安全系数	1.31

4.2 处治方案

通常情况下,盖梁的加固有粘贴钢板、碳纤维板等方法。基于以下原因,本工程不适用粘贴钢板及碳纤维板:

本工程在盖梁侧面粘贴碳纤维板或钢板均不能提高抗剪承载能力和牛腿承载能力;

粘贴钢板锚栓对老桥盖梁会产生二次破坏;

由于本桥盖梁为倒 T 梁,无法缠绕碳纤维板提高抗剪承载能力。

考虑通过计算,开裂后盖梁抗剪承载能力和牛腿承载能力均仍能满足规范要求,且桥梁经过大修后,引起病害原因的伸缩缝堵塞情况将消除,本工程修复方案确定为对混凝土进行裂缝修补,裂缝宽度不小于 0.15 mm 的裂缝采用压力灌浆修补,裂缝宽度小于 0.15 mm 的裂缝采用封闭修补。

4.2.1 裂缝压力灌浆修补方案

化学灌浆胶性能指标见表 3^[4]。

工艺施工主要为:裂缝处理;粘贴注胶底座;封

表 3 化学灌浆胶性能指标

检验项目	性能指标	试验方法标准
钢-钢拉伸抗剪强度标准值/MPa	不小于 10	GB/T 7124
抗拉强度/MPa	不小于 20	GB/T 2568
受拉弹性模量/MPa	不小于 1500	GB/T 2568
抗压强度/MPa	不小于 50	GB/T 2569
抗弯强度/MPa	不小于 30,且不得呈脆性破坏	GB/T 2570
不挥发物含量(固体含量)	不小于 99%	GB/T 14683
可灌注性	在产品说明书规定的压力下,能注入宽度为 0.1 mm	

缝;密封检查(气检);配胶;灌胶;成品保护;质量检验与验收。

4.2.2 裂缝封闭修补方案

对于裂缝宽度小于 0.15 mm 的结构裂缝,采用环氧树脂封闭修补。

主要施工工艺为:定位;表面处理;封缝;最后涂刷一层与混凝土颜色相近的环氧树脂类涂料。

5 结 语

上海某空心板梁桥部分盖梁侧面及底面检测出裂缝,病害特征较为少见,通过病害规律分析,判断开裂原因为:在伸缩缝严重堵塞情况下,随着气温逐渐升高,高温导致梁体热胀对盖梁产生水平推力,导致盖梁开裂。通过验算,盖梁抗剪承载能力和牛腿均满足规范要求,同时考虑此病害不适用采用粘贴钢板及碳纤维板加固,本工程修复方案确定为对混凝土进行裂缝修补。经一段时间的运营观测表明:经过封闭处理的裂缝未见重新开展,也未出现新裂缝,处治达到了预期的目的。

参考文献:

[1] 檀宗斌. 温度应力引起桥台裂缝的原因分析及加固实例[J]. 世界桥梁, 2006(2): 64-66.
[2] 王润建,秦伟航,牛晓斐. 预应力混凝土连续箱梁桥过渡墩盖梁及墩身开裂原因分析[J]. 桥隧工程, 2006, 61(2): 112-114.
[3] 范立础. 桥梁工程[M]. 北京:人民交通出版社, 2017.
[4] JTG/T J22—2008 公路桥梁加固设计规范[S].

(上接第 255 页)

separated sewer systems: A case study in Shanghai[J]. Environmental Science & Technology, 2022, 56(4): 2450-2458.
[5] 曹业始, ABEGGLEN C, 刘智晓, 等. 改造当前国内污水管网需要综合考虑的四个因素[J]. 给水排水, 2021, 47(8): 125-137.
[6] 徐祖信, 徐晋, 金伟, 等. 我国城市黑臭水体治理面临的挑战与机

遇[J]. 给水排水, 2019, 45(3): 1-6.
[7] 杨浩铭, 唐颖栋, 魏俊, 等. 基于长历时监测的外水入侵诊断分析研究[J]. 给水排水, 2021, 57(增刊 1): 218-221.
[8] 马骏, 陈芳芳, 刘雨桐, 等. 基于供排水量平衡的管网入流入渗评估及其影响因素分析[J]. 水污染及处理, 2022, 10(4): 135-144.