

## 钢筋混凝土 V 形墩刚架桥病害分析及加固措施

高振 陈斌 龚雪飞

镇江市市政设施管理处, 江苏 镇江 212000

**[摘要]** 文章以镇江市解放桥维修加固设计为例, 介绍钢筋混凝土 V 形墩刚架桥的常见病害, 指出微弯板边界条件的变化是病害的首要原因。根据计算结果, 对刚架桥微弯板及主梁提出维修加固措施, 可供以后类似工程设计参考。

**[关键词]** 刚架桥; 微弯板; 病害; 碳纤维

DOI: 10.33142/sca.v3i9.3293

中图分类号: U442.5

文献标识码: A

## Disease Analysis and Reinforcement Measures of Reinforced Concrete V-shaped Pier Rigid Frame Bridge

GAO Zhen, CHEN Bin, GONG Xuefei

Zhenjiang Municipal Facilities Management Office, Zhenjiang, Jiangsu, 212000, China

**Abstract:** Taking the maintenance and reinforcement design of Zhenjiang Jiefang Bridge as an example, this paper introduces the common diseases of reinforced concrete V-shaped pier rigid frame bridge, and points out that the change of slight bending slab boundary condition is the primary cause of the diseases. According to the calculation results, the maintenance and reinforcement measures are put forward for the slight bending slab and main beam of rigid frame bridge, which can provide reference for similar engineering design in the future.

**Keywords:** rigid frame bridge; slight bending slab; disease; carbon fiber

### 引言

钢筋混凝土 V 形墩刚架桥是上世纪 80 年代后期, 在桁架拱、刚架拱等桥型基础上优化出来的桥型; 具有构件数目少、自重小、造价低、通航净空大; 对地基要求比拱桥低等优点。

V 形墩刚架桥上部结构主要由刚架片、横向系梁和微弯板等组成。刚架片布置主要取决于桥梁跨径大小、荷载等级。

### 1 桥梁概况及病害现状

#### 1.1 桥梁概况

解放桥位于镇江市解放路, 跨越古运河, 偏南北向, 桥梁中心线与河道中心线斜交  $50^\circ$ , 为一座 3 跨 V 腿刚构桥, 桥梁总长 50m, 跨径为 12.75m+24.5m+12.75m, 桥面总宽 40m。桥梁由东、西两幅组成。其中东侧桥于 1993 年竣工, 西侧桥于 2011 年竣工。本文以东侧桥梁为研究对象。

东侧桥上部结构由 7 片钢筋混凝土 V 腿刚构梁片+钢筋混凝土预制微板(6cm~24cm)组成, 刚构梁片主梁高为 0.90m, 底宽 0.30m, V 腿高为 0.90m, 宽为 0.30m。相邻刚构梁片之间设置 14 道横梁及 6 道斜撑作为横系梁。

西侧桥上部结构由 7 片钢筋混凝土 V 腿刚构梁片+钢筋混凝土现浇板(厚 25cm)组成, 刚构梁片主梁高为 1.05m, 底宽 0.35m, 斜腿高为 0.9m, 宽为 0.35~1.00m。相邻刚构梁片之间设置 10 道横梁及 5 道斜撑作为横系梁。

桥面铺装采用 12cm 厚水泥混凝土。

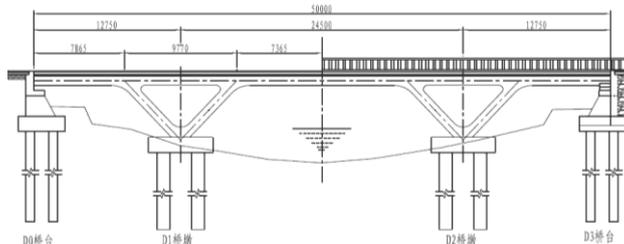


图 1 桥型布置图

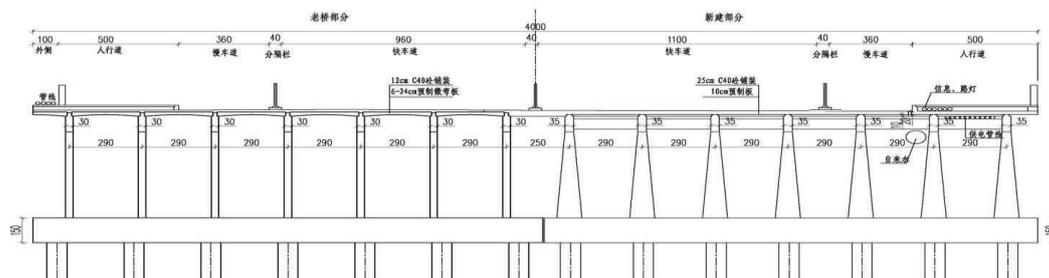


图2 横断面布置图



图3 桥梁现状图（一）



图4 桥梁现状图（二）

## 1.2 病害现状

①表观病害：主要为桥面铺装混凝土的剥落漏筋、破碎、坑槽等以及桥面横向裂缝；局部微弯板有纵向裂缝。



图5 桥面病害图

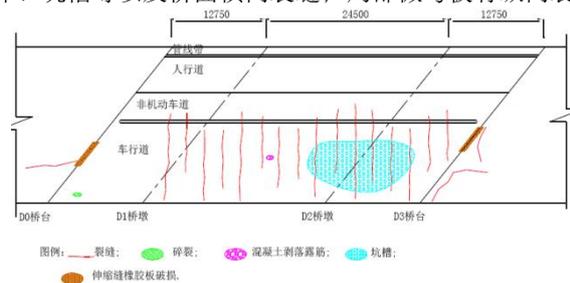


图6 桥面病害分布示意图

②结构理论计算表明，东侧桥主梁承载能力极限状态及正常使用极限状态满足原设计荷载（汽-20 级）的要求。但是主梁局部部位（最大负弯矩处）、微弯板抗弯承载力及主梁裂缝不满足现行规范荷载要求。

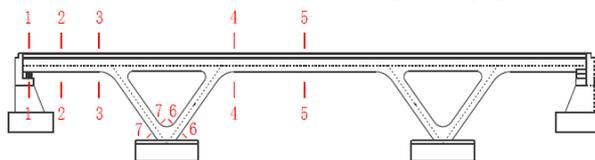


图7 验算截面位置示意图

表1 承载能力极限状态计算结果

检算位置	最不利组合弯矩 KN·m		计算极限承载力 R(KN·m)	作用与抗力效应比值		是否满足(城-A/汽-20)
	城-A	汽-20		城-A	汽-20	
2-2 截面	748	565	911	0.82	0.62	满足/满足
3-3 截面	-505	-558	-917	0.55	0.61	满足/满足
4-4 截面	-1196	-1089	-1160	1.03	0.94	不满足/满足
5-5 截面	1020	863	1270	0.80	0.68	满足/满足

表 2 正常使用极限状态计算结果

检算对象	裂缝宽度计算结果(mm)		裂缝宽度规范允许值(mm)
	城-A级	汽-20级	
2-2 截面	0.095	0.079	0.20
5-5 截面	0.227	0.121	

综上,为改善东侧桥梁受力状态,需对东侧桥的微弯板及主梁进行维修加固。

## 2 桥梁病害原因分析

### 2.1 微弯板病害

#### 2.1.1 微弯板结构特点

微弯板常用于桁架拱、刚架拱、刚架桥、I 字梁桥面板。微弯板分预制拱式板、上平下拱的少筋微弯板两种。预制拱式微弯板由预制拱式板加现浇砼填平层组成(图 8)。

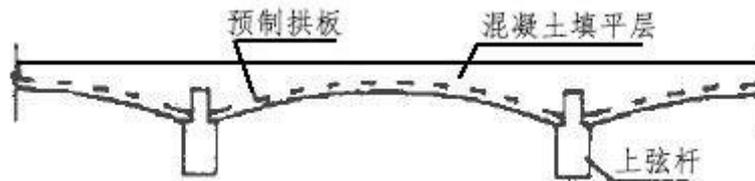


图 8 预制拱板式微弯板

上平下拱的少筋微弯板(图 9),在支点处一般预留钢筋与上部梁片近似固结起来,具有施工便捷、造价低廉、工期短等优点。



图 9 上平下拱的少钢筋微弯板

拱式微弯板、上平下拱微弯板,在荷载作用下,均产生水平推力。在受力特点上,与坦拱结构类似,属于小偏心受压。

#### 2.1.2 微弯板病害原因分析

从桥梁现场并结合检测报告来看,一方面桥面铺装存在大量横向裂缝、坑槽,其强度和整体性较差,微弯板难以有效协同承受车辆荷载。另一方面桥面积水沿裂缝下渗侵蚀微弯板,进一步加重微弯板的损坏。

微弯板表面裂缝一般有温度缝、收缩缝、变形缝等 3 种。微弯板常在板最薄弱部位及接缝处开裂。

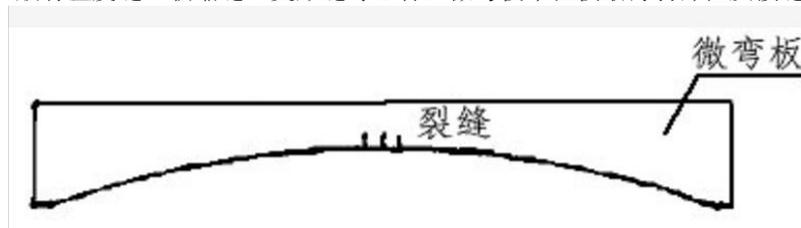


图 10 微弯板开裂部位

微弯板开裂原因分析:

(1) 边界条件的变化是产生裂缝的首要原因。刚架桥整体刚度较弱,在荷载作用下,微弯板端部可能发生微小水平向或竖向位移,边界条件变为类似简支状态,故引起较大的附加应力,同时产生裂缝。

(2) 施工缝是结构强度较薄弱的节点,在荷载反复作用下,节点处容易产生裂缝,使微弯板承载力降低。

- (3) 微弯板是横向多次超静定结构，温变应力使微弯板在厚度最薄处产生纵向裂缝。
- (4) 边梁抗推刚度相对较弱，边跨的裂缝往往比中跨严重，使微弯板承载力下降。

### 3 桥梁加固措施

#### 3.1 加固设计的原则与标准

- (1) 通过维修加固措施，改善桥梁的受力状态，提高桥梁的耐久性。
- (2) 桥梁荷载等级：汽-20，挂-100。维持桥梁设计荷载等级不变。

#### 3.2 微弯板加固设计

东侧桥的微弯板设计年代较久，出现了较多的病害，其强度已不能满足现行设计荷载标准的要求，结合微弯板的病害及受力状况，本次采用拆除新建方式。

拆除老桥的微弯板，现场重新浇筑整体化桥面板。拆除老桥桥面铺装及微弯板时应对称拆除，微弯板及桥面铺装拆除过程中注意不得损伤主梁钢筋，同时桥面铺装及微弯板与主梁的锚固钢筋，不得截断，拆除过程中保留。

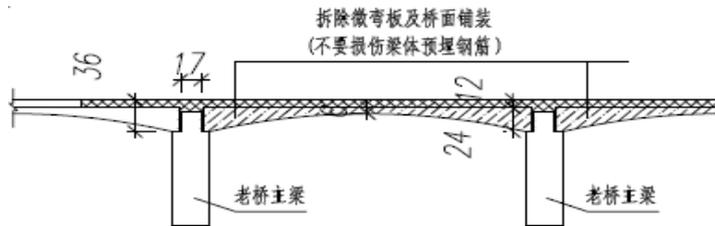


图 11 老桥微弯板构造图

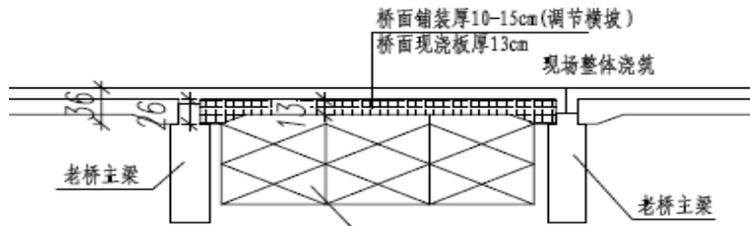


图 12 桥面板改造构造图

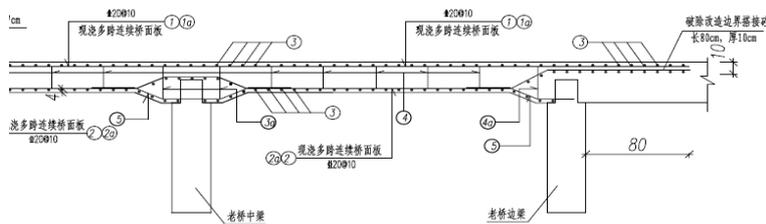


图 13 桥面板配筋图

#### 3.3 主梁加固设计

##### 3.3.1 主梁负弯矩加固设计

根据承载能力极限状态计算结果(表1)，主梁负弯矩承载能力不足，在每根主梁上缘增加8根C36钢筋。

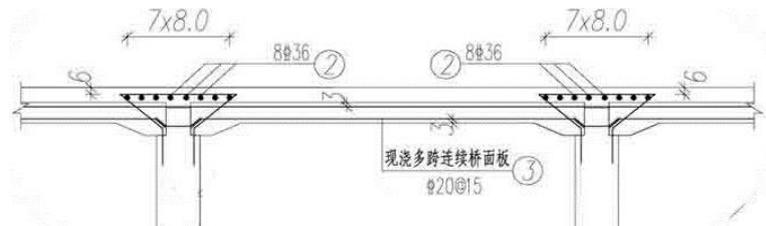


图 14 主梁负弯矩加固钢筋图

##### 3.3.2 主梁正弯矩裂缝加固设计

根据正常使用极限状态计算结果(表 2), 主梁裂缝满足汽-20 荷载要求(老规范), 但在城-A 状态下裂缝不满足规范要求(新规范)。为改善桥梁受力状态, 提高桥梁耐久性, 在主梁局部采用碳纤维黏贴, 范围为中跨梁底 15m 长范围。

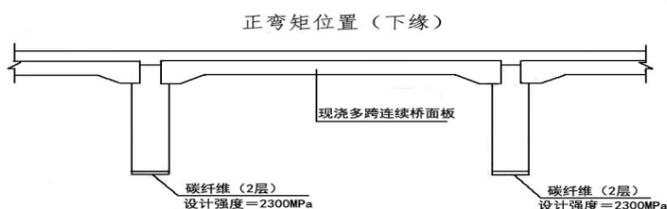


图 15 主梁正弯矩加固贴碳纤维图

对东侧桥主梁底部正弯矩区域粘贴碳纤维布进行加固, 其施工工艺如下:

砼表面处理→配制并涂刷底胶→修补胶找平→粘贴树脂的配制与涂刷→粘贴碳纤维 2 层 ( $300\text{g}/\text{m}^2$ )→表面防护。

#### 4 结束语

目前, 旧桥维修加固已逐渐成为我国桥梁养护部门的一项繁重而迫切的工作。国内有相当一部分桥梁已达到设计寿命或荷载等级不满足日益增加的交通量要求而面临拆除重建。因此, 当下桥梁工程师寻找实用、方便的维修工艺和方法, 对桥梁进行维修加固, 改善桥梁受力状态, 提高桥梁耐久性, 显得十分必要。

随着新材料、新工艺、新技术的不断出现, 旧桥维修加固必将迎来一片美好的春天。

#### [参考文献]

- [1]张娟秀. 桥面微弯板结构的承载力研究[D]. 南京:河海大学硕士学位论文,2004.
- [2]蒙云,卢波. 桥梁加固与改造[M]. 北京:人民交通出版社,2004.
- [3]JTG/T J22-2008,公路桥梁加固设计规范[S].
- [4]JTG/T J23-2008,公路桥梁加固施工技术规范[S].

作者简介:高振(1980.4-)男,工作单位镇江市市政设施管理处。