



浅谈公路老桥 加固技术与应用

胡金寿

【摘要】 结合浙江省上虞市公路旧桥加固修建工程项目,探讨加固技术和应用。

【关键词】 公路桥梁 加固 技术措施 测试评定 应用 设计施工要点

1 概述:

近年来,随着国民经济的发展,交通框架拉大,道路建设改造繁忙,投资猛进,对一些可以利用的老桥有所忽视。特别是70年代初建造的公路桥梁,随着时间推进,交通量及超荷载的增大,普遍存在足够的安全度和交通量的要求。危桥接连产生,对县乡公路的老桥改造资金有限,未能得到及时解决,只采取限速限载,对交通造成较被动的局面。对此交通部门从1990年开始邀请上海同济大学及有关部门的技术专家进行多次调查探讨,决定对钢筋混凝土桁架拱桥进行加固修建。先后对浙江上虞市县道公路上的皇甫桥、新建桥、跃进桥、长山桥等桁架拱桥进行加固修建。采用新工艺加固使其荷载能达到提高一个等级的效果,至今仍能正常使用。

2 介绍东皇甫桥加固的技术状况和措施

该桥建于1978年,是一座净跨为30m的钢筋混凝土桁

架拱桥。桥面净宽为 $6.3+2\times 0.25\text{m}$ 。主体结构由四片钢筋混凝土桁架拱片组成。桥面为微弯板结构。设计荷载为汽-10级。为了能定量了解该桥的现有承载能力及加固设计的经济可靠性,特委托上海城建学院工程测试中心进行该桥加固检修的测设工作。于1990年8月开始测设,1991年6月展开加固施工,1991年10月10日恢复正常使用。按设计要求,加固检修后经测定使用证明除了保证结构整体性外,其承载能力已达汽-15、挂-80的荷载等级,目前实际超载使用仍完好。当时总投资为12.4万元。

2.1 加固前的技术状况

2.1.1 技术状况测定

2.1.1.1 裂缝检查

a. 实腹段竖直裂缝间距为30cm~40cm,宽度超过0.2mm,个别达0.5mm。该区段裂缝长度多数已达肋肩部位。

b. 肋板结合面裂缝拱片与微弯板结合在交界处,在实腹段有桥向裂缝,局部结合面砂浆剥落,肋板结合面已局部脱

开,整体作用程度严重下降。

c. 实腹段混凝土接头裂缝碳化深度已超过保护层厚度,防腐能力很低,因此下缘受拉钢筋严重锈蚀,膨胀,使钢筋局部裸露。同时,接头混凝土内箍筋极少,这极易造成裸露钢筋在压力作用下发生屈曲,失稳。接头是全桥承载能力控制部位之一,是桥梁安全与否的关键。

d. 空腹段,腹杆二端裂缝及上弦杆混凝土接头裂缝。四拱片的情况都有产生,裂缝宽度超过 0.2mm,以中间二拱片最为严重。

e. 微弯板内沿拱桥向含钢率较低。破损裂缝的板块占 25%。

f. 桥面有纵向裂缝,整体刚性损坏。

g. 桥台由于地基不均匀沉降。台背有上开口裂缝,造成负弯距开裂。

2.1.1.2 变形检查

a. 两端伸缩缝张开值为 8.5cm 和 9cm,此规定分别增大

了 6.5cm 和 7.0cm。

b. 拱脚水平变位较大,约为跨径的 1/1 000。

c. 拱片混凝土程度实测评定为 25 级,接头混凝土为 20 级,按一般设计要求,接头混凝土标号应比预制件要高级。而实际反之。

2.1.1.3 跨中挠度测定

用单车总重为 152KN 的试验汽车荷载(相当于汽-10 级加重车),在跨中其横向为中载,此时中肋拱顶挠度仅 5mm,由此可预测一辆加重车横向偏南 0.5m 时,边拱片顶部挠度为 7.2mm,为 L/4 167,若两辆并列汽车横向偏载作用在拱顶截面上,则边拱片顶挠度也仅为 7.24mm,为 L/4 144,因此活载挠度均小于“桥规”规定 L/800,从竖向刚度方面还是满足使用要求的。

2.1.1.4 横向晃动明显,由试验荷载行驶时,实测左右晃动为 4mm~3mm,前后晃动 2.5mm~1mm。

2.1.1.5 活载实测应力

表1 活载作用时各控制测点应力值

	一辆 15.2T 汽车偏载	双列汽 -10 级	恒+位移	一辆车 总应力	双列车 总应力	容许 应力
拱顶截面下缘钢筋应力(BG5)	60.1	73.3	112.3	172.4	185.6	135.0
紧靠实腹段下弦杆下缘混凝土表面应力(BH6)	-1.3	-1.9	-2.32	-3.62	-4.22	9.0
拱脚下弦杆下缘混凝土表面应力(BH6)	-3.51	-8.66	-5.2	-8.71	-12.9	90
端节间上弦杆下缘钢筋应力(BG2)	69.6	129.2	-0.05	69.55	129.15	185
端斜杆钢筋应力(BG1)	72.2	98.2	33.83	106	132	135

注:应力“+”为拉,“-”为压

表2

荷载内力值 检验截面	恒载 内力		活载内力				内力组合					
			汽 - 15		挂 - 80		恒 + 挂		恒 + 挂			
	M	N	M	N	M	N	Mj	Nj	Mj	Nj	Mp	Np
跨中截面	100	481	210	357	366	632. 9	461	1157	523	1273	2410	3880
空腹段 下弦杆		387. 3	1. 1	243	1. 9	478		859		991		2305
拱脚截面		559	- 1. 3	196. 8	- 2. 2	313		990		1015		2305
空腹段 上弦杆		23. 1	5. 4		4. 7		8. 8	27. 7	5. 2	27. 7	31. 9	
腹杆 (斜拉杆)		- 33. 2		- 48		- 85		- 118		- 133		- 180

注:“-N”为受拉,“-M”为上拉下压,M(KN-m),N(KN)

表 3

测点距截面 下缘距离	载位影响线值 ($\mu\text{E}/\text{KN}$)				
	I	II	III	IV	V
52cm	-0.037	-0.032	0.048	-0.007	0.017
27cm	-0.130	0.072	-0.039	-0.072	0.098
24cm	0.171	0.105	-0.046	-0.098	0.101
2cm	0.243	0.142	-0.091	-0.119	0.138
线性相关系数	0.9565	0.9367	0.9723	0.9234	0.9551
平均相关	95%				

活载应力是设计活载通过各测点实测应变影响线和荷载横向分布系数按位置布置,并考虑冲击系数求得。现将一辆汽-10级的最不利应力列于表1,并与恒载拱脚水平位移产生的应力相迭加,即得相应的总应力,最后与容许应力相比即可评定承载能力。

2.1.1.6 总应力

由表1可知,拱顶截面在一辆试验荷载作用下,基础下缘应力为172.4Mpa,已超过容许应力值,而其余均能满足,所以本桥在实腹段已超负荷工作,安全度极小。

为此从该桥测定混凝土强度、裂缝、晃动,特别是因拱脚水平位移造成承载能力降低的状况,结论是危桥,必须及时加固。

2.2 加固修建的措施

该桥的加固修建设计和施工,主要针对加固前检测中发现的薄弱环节来处理的。

2.2.1 对主拱肋片中,空腹段下弦杆加大截面积,提高强度。

2.2.2 增加一些横隔板以改善整桥的横向联系。

2.2.3 对几处受损严重裂缝超限的接头以及主筋断裂的那个接头均采用环氧树脂粘贴10mm厚钢板,并用螺栓加固。

2.2.4 更换原来已破损或裂缝严重的微弯板,重新浇筑桥面。

2.2.5 L型桥台顶板采用钢板加固,桥台和主拱肋之间增加传力钢筋和横向挡块,有效地解决了原桥左右晃动的问题。

2.2.6 加固前采取限载限速,经验定限载5T,限速5公里/小时,实行施工交通管理。

3 加固修建后的承载能力评定

3.1 加固后通过检测内力组合计算,从表2可知,被检测的各控制截面内力 M_j 和 N_j 均分别小于截面抵抗内力 M_p 和 N_p 。活载作用下跨中最大挠度也小于规范规定的 $L/800$,由此可知加固后东皇桥已达到汽-15,挂-80的荷载。

3.2 经荷载试验,对加固钢板和原结构共同作用效果进行检测和分析。在原结构主拉钢筋已断裂的那个接头上布置了BJ1、BJ2、BJ3、BJ4四个测点的应变影响线,对应某一载位时,这四个测点应变影响线值之间的关系将描述加固后新老材料共同作用的效果。表3数据分析了某一个载位时的情况,根据钢筋混凝土弹性工作状态的平截面假定,分别对五组数据作线性相关分析,其各自的线性关系数见表3所列。由平均相关系数可知,新老结构材料共同作用系数为95%。

3.3 由于加固修建,部分自重增加了原桥的恒载内力,经计算小于30%,在改建后一年多的现场检查观察,未见受力裂缝产生,经10多年超载使用,因自重增加,目前发现桥台有新位移1.3cm,出现一些客观范围内的裂缝位移是必然可能的,总体讲使用状况良好,达到加固设计的目标。

4 主要施工工艺介绍

为不影响施工安全质量及保障交通畅通。施工过程中除实行限载限速,加强现场交通管理外,对整个施工过程合理安排工艺流程及采取认真、严格的管理方法是很必要的。

4.1 施工工艺流程

施工工艺流程见图1

4.2 桥面交通

宽度:半桥2 宽容许单向行驶。

荷载:载重2T以下的客、货车。

速度:车速不超过5km/h。

4.3 环氧砂浆粘贴钢板工艺

4.3.1 环氧砂浆配方(丙酮可作清洗剂和稀释液)

材料	重量比	百分率(%)
环氧树脂(E-44)	100	33.6
固化剂(J-31)	25	8.4
水泥(625号)	150-200	58.0

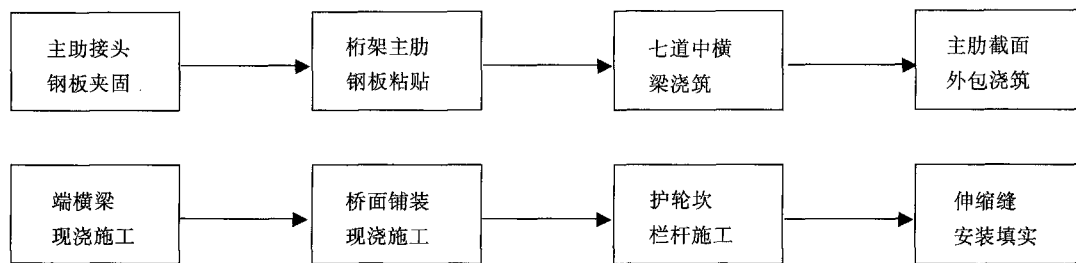


图1 施工工艺流程图

4.3.2 粘贴工艺:

- 混凝土表面用湿式磨光机打磨直至微露粗骨料。
- 用无油棉丝或脱脂棉沾丙酮清洗混凝土表面两遍。
- 钢板表面用砂轮打磨去除污锈,同 b 表面清洗。
- 用制环氧砂浆,每次拌和的数量必须在 30 分钟内用尽。若太稠,可用丙酮稀释,注意拌和器皿,宜选用干燥大口的玻璃盆或塑料盆。
- 用铲刀沾环氧砂浆密贴地涂抹于粘贴表面,注意厚度要均匀,3mm~5mm 即可。

f. 将钢板的粘贴面与混凝土的粘贴面粘合、压紧、固化 24 小时。

4.4 主拱肋外包混凝土施工工艺

- 新旧混凝土结合面凿毛。
- 箍筋孔制孔和箍筋设置。
- 主筋焊接。
- 主拱肋接头疏松混凝土清除。
- 主拱肋截面外包细粒混凝土浇筑(尽可能采用无收缩水泥拌制)。

4.5 材料规格

- 钢筋型号: I 级钢和 II 级钢,强度分别不低于 $R_q = 240 \text{ MPa}$ 和 340 MPa 。
- 板材型号: A3 钢强度不低于 $R_q = 240 \text{ MPa}$,可焊,机械性能好。
- 混凝土: 标号不低于 30 号。尽可能采用无收缩水泥,添加早强剂。
- 水泥: 水泥标号不低于 525 号,必须在 5°C 以上的干燥环境中施工。

对此桥梁的加固修建,注意施工工艺管理要严格,投工大,操作要精细、认真,对各道工序不得马虎,以免影响工程质量。

5 结语

通过对上虞市内县道公路上的皇甫桥、新建桥、跃进桥、

长山桥等类桥进行加固修理。a. 使荷载比原老桥设计标准提高一个等级(汽-15、挂-80); b. 施工工期较短(每座桥施工 3 个月时间); c. 工程投资可节省 2/5 左右,缓解资金短缺的问题; d. 解决了施工修建与交通畅通的矛盾,同时也培养了一支能实施新工艺加固旧桥的队伍。笔者通过亲自参与该项目,并经 10 多年使用实践证明: 采用旧桥利用加固修建是交通建设管理的一条成功之路,对近期公路改造达到一定的社会效益。■

