

文章编号: 0451-0712(2003)12-0016-03

中图分类号: U445.72

文献标识码: B

截面转换加固增强罗布江孜大桥研究

周建廷¹, 冉仕平², 田金昌³, 王世槐¹, 刘思孟¹, 刘国金¹

(1. 重庆交通学院 重庆市 400074; 2. 西藏自治区交通厅 拉萨市 850000;
3. 西藏自治区交通厅重点公路建设项目管理中心 拉萨市 850000)

摘 要: 以西藏自治区日江公路罗布江孜大桥为工程依托,通过方案比选、工艺实施、加固前后荷载试验及结果分析,具体介绍了工字形截面梁转换为箱形梁的加固技术。
关键词: 桥梁; 截面转换; 加固增强

旧有设计标准的偏低,加之交通量的迅猛增长,桥梁建设质量存在的问题及超重、超限车辆的破坏,造成我国现已建成的 278 809 座(至 2000 年底)各类桥梁中,截至 2000 年年底,已查出的危桥达 9 597 座,更有 1/3 以上的桥梁存在结构性缺陷或不同程度的功能性失效隐患。然而,拆除旧桥重建新桥,不但耗资巨大,而且施工时间较长,中断交通,因此,各国都视旧桥为宝贵财富,力图通过修复予以利用。目前,交通部正在实施“十五”期间国道省道主干线旧危桥改造计划,从 2001 年起共分 5 年,每年交通部计划下拨两亿元资金扶持各省的旧危桥改造工作,旧桥加固具有广阔的市场^[1]。

钢筋混凝土工字形梁桥是我国梁式桥中应用最为广泛的桥型之一。我国现有的钢筋混凝土工字形梁桥中,除按 1982 年交通部颁发《公路工程技术标

准》(JTJ 1-81)设计的桥梁尚能满足近期交通量外,在此前建成的桥梁大多已发生承载力不足现象。譬如,20 世纪 50、60 年代我国普遍采用的前苏联装配式简支工字形梁桥,其最高设计荷载等级为汽车-18 级,拖车-60,而现在城市干道及国道荷载等级最低要求为汽车-20 级,挂车-100,显然旧有桥梁的承载力等级已达不到现代交通的要求。本文通过实例,介绍如何将工字形截面梁转换为箱形梁的加固技术,并应用于实际工程。

1 工程背景

该桥位于西藏日(喀则)江(孜)公路上,是一座 6 跨普通钢筋混凝土简支工字形梁桥,全长 103.95 m。该桥于 1978 年 9 月建成通车,至今已营运了 25 年。目前,桥梁已出现了一些病害。

收稿日期: 2003-08-20

A Study on Steel Deck Paving Construction Techniques of Guss Asphalt Concrete

FAN Ye-hua, CHENG Gang, WANG Jian-wei

(Transportation College, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The performances of the guss asphalt concrete, such as water protection, fatigue resistance and bond with steel deck are fine. It is used in steel deck pavement for many years at abroad, so a lot of experiences are obtained. On the basis of the characters of domestic testing bridges, the steel deck paving construction techniques of the guss asphalt concrete are studied.

Key words: steel deck paving; guss asphalt concrete; construction techniques

(1)主梁跨中已发生了 2~3 cm 不可恢复的永久性变形。

(2)主梁已出现了横向、纵向及斜向 3 种裂缝。
横向裂缝:由于荷载作用、混凝土收缩等作用,罗布江孜大桥主梁下缘出现了多条横向裂缝,最大裂缝宽大于 0.3 mm。

纵向裂缝:该桥从日喀则往江孜方向第 3 跨出现一长约 3~4 m 的纵向裂缝,肉眼可见裂缝内主筋的锈蚀情况,沿裂缝区出现了部分混凝土剥落的现象。

斜向裂缝:由于该桥的混凝土密实性差、箍筋直径小且间距大,造成主梁抗剪强度不够,出现了众多的主梁斜裂缝。

为了充分发挥旧有罗布江孜大桥的承载潜力,同时达到节省工期、节约工程造价的目的,2001 年 11 月,西藏自治区交通厅重点公路建设项目管理中心,特委托重庆交通学院“桥梁承载力评定与加固整治研究”课题组针对罗布江孜大桥的加固整治进行研究。

2 主梁加固增强方案的比选^[2]

针对罗布江孜大桥的实际情况,提出 4 种主梁加固方案予以比较,即:增设纵梁法、中间增墩法、碳纤维粘贴技术和截面转换封闭主梁技术。

(1)增设新纵梁法(方案Ⅰ)
在各跨的 5 片主梁间增设 4 片新主梁,采用千斤顶调整主梁的支座高度,通过新主梁分担活载,达到加固桥梁的目的。

(2)中间增设中墩(方案Ⅱ)
在每跨主梁中部增设 1 个桥墩,则将原梁桥计算跨径减小一半,大大减少了荷载在主梁截面上产生的应力,从而达到加固桥梁的目的。

(3)碳纤维粘贴技术(方案Ⅲ)
根据罗布江孜大桥主梁提高强度、刚度的要求,拟采用粘贴碳纤维技术予以加固增强。其中,碳纤维采用 U 型方式粘贴于主梁中下部。

(4)截面转换封闭成箱梁技术(方案Ⅳ)
该方案为课题组提出的一项梁桥加固新技术,该技术利用工字形梁转换为箱形梁后抗弯、抗扭刚度增大的原理予以加固主梁,通过在原主梁下缘增设钢筋混凝土底板,改造为箱形梁结构,从而改善原桥横向分布系数,达到提高原桥承载力的目的。

4 种加固方案综合比较,见表 1。

表 1 罗布江孜大桥主梁加固方案比较			
比较内容	技术性	经济性/万元	工期/d
方案Ⅰ	加固效果显著,基本不中断交通,施工工序复杂,施工难度大且存在一定风险性。	45.7	75
方案Ⅱ	加固效果显著,基本不中断交通,施工难度较大,施工要求高。	45	85
方案Ⅲ	轻质高强,不中断交通,施工快速,要求专业施工队伍,“被动滞后”受力。	82.28	33
方案Ⅳ	大大提高原桥的抗弯、抗扭刚度,改善原桥横向分布系数,安全可靠,需增设一定的辅助设施。	37	30

注:表中不包括裂缝处理费用。

比较表 1 后,确定以工字形梁转换为箱形梁加固技术作为罗布江孜大桥的主梁加固技术。

3 加固实施

3.1 主梁加固增强

3.1.1 加固设计

- (1)加固层长度
经验算,加固层长取为 12 m,两端距梁端 2.5 m。
- (2)钢筋
分为横筋和纵筋。其中横筋采用 $\phi 14$ “U”筋,两端与原主梁下缘主筋焊接,纵筋为 $\phi 25$ 筋。纵、横钢筋相交处一律采用点焊,构成牢固钢筋网格。
- (3)现浇混凝土底板层
底板采用 C35 钢纤维混凝土现浇。

3.1.2 施工工艺

施工工艺为:放样,剥开主梁下缘混凝土,露出纵向主筋→焊接横向钢筋于主梁下缘主筋→纵向主筋就位,并与横向“U”筋相交处点焊处理→搭支架,架模板→现浇钢纤维底板混凝土→混凝土养生。

3.2 主梁抗剪加固

根据主梁梁端斜截面抗剪不足的情况,在两梁端 1.6 m 范围内采用粘贴钢板予以加固。

3.3 主梁裂缝处治

采用“比可法”,对于宽度小于 3 mm 的裂缝通过橡胶管压入树脂予以补强,而宽度大于 3 mm 的裂缝则通过开“V”字形口,灌入树脂予以补强。
全桥加固实施时间不到 40 d。

4 荷载试验及结果分析^[3]

4.1 加固前后汽车—15 级、挂车—80 荷载作用下试验结果与对比分析

该桥在加固以前,重庆公路工程检测中心受西藏自治区交通厅重点公路建设项目管理中心委托于 2001 年 9 月 19~22 日对该大桥进行了静载试验。2002 年 9 月,该桥在加固以后,由西藏天鹰公路技术开发公司进行加固竣工荷载试验,加固前、后静载试验控制截面应力及挠度测试值列于表 2。

表 2 加固前、后荷载试验结果对比

桥跨	测试点	应力值/MPa			挠度值/mm		
		加固前	加固后	(加固前—加固后): 加固前/%	加固前	加固后	(加固前—加固后): 加固前/%
江孜岸第一跨	1 号	28.32	15.2	46.33	5.5	2.83	48.55
	2 号	38.92	16.8	56.83	—	2.97	
	3 号	39.07	16.4	58.02	7.7	3.03	60.65
	4 号	39.68	17.6	55.65	—	2.97	
	5 号	42.64	18.4	56.85	6.7	2.91	56.57
江孜岸第三跨	1 号	30.44	14.6	52.04	6.1	2.51	58.85
	2 号	39.83	20.2	49.28	—	2.74	
	3 号	40.13	13.6	66.11	6.6	2.82	57.27
	4 号	36.8	17.2	53.26	—	2.8	
	5 号	31.65	14.8	53.24	5.7	2.77	51.40

由表 2 结果可看出,在同样加载工况下,加固后主梁下缘钢筋应力值比加固前减少 46.33%~66.11%,主梁挠度值比加固前减少 48.55%~60.65%,表明新增设的钢筋混凝土底板已与原主梁刚性联结,共同承担活载,分担了原主梁的荷载。可见该桥加固技术可行。

4.2 加固后汽车—20 级、挂车—100 荷载作用下试验结果与分析

由文献[4],利用递推迭代技术实测该桥的应变、挠度影响线。并在已经得到的应变及挠度实测影响线的基础上,将汽车—20 级、挂车—100 荷载作用于实测影响线可以推算出该荷载等级下各片主梁的应变、挠度,其结果见表 3。

由表 3 结果可知,利用实测出的桥梁应变、挠度影响线推算出主梁在挂车—100 荷载作用下跨中截面的实际应变、挠度,然后与理论计算值进行比较,其挠度、应变校验系数也在《公路旧桥承载能力鉴定

方法》规定的校验系数常值范围内,表明该桥能满足汽车—20 级、挂车—100 荷载等级营运要求。采用截面转换将该桥原工字形截面转换为箱形截面加固后,其由原汽车—15 级、挂车—80 荷载等级提高至汽车—20 级、挂车—100 荷载等级。

表 3 挂车—100 作用下测试跨主梁应变及挠度推算值

江孜岸第一跨						
梁号	应变/ $\mu\epsilon$			挠度/mm		
	加载值	理论值	校验系数 μ	加载值	理论值	校验系数 μ
1 号	96	145	0.66	3.860	4.89	0.79
2 号	106	145	0.73	3.899	4.89	0.80
3 号	104	145	0.72	3.890	4.89	0.80
4 号	110	145	0.76	3.890	4.89	0.80
5 号	114	145	0.79	3.880	4.89	0.79
江孜岸第三跨						
梁号	应变/ $\mu\epsilon$			挠度/mm		
	加载值	理论值	校验系数 μ	加载值	理论值	校验系数 μ
1 号	104	145	0.72	3.680	4.89	0.75
2 号	112	145	0.77	3.779	4.89	0.77
3 号	99	145	0.68	3.836	4.89	0.78
4 号	109	145	0.75	3.770	4.89	0.77
5 号	97	145	0.67	3.790	4.89	0.78

5 结语

目前,我国存在众多旧桥亟待进行加固增强处治,相应需要有更多安全、经济、适用、可靠的旧桥加固技术。本文以罗布江孜大桥为工程依托,通过加固方案比选、加固实施、荷载试验与结果分析,证明钢筋混凝土工字形截面转换为箱形截面的梁桥加固技术是安全、经济、有效、实用的,可望对我国现有旧桥的加固起到积极的作用。当然,随着新材料、新设备的出现,旧桥加固也将会出现新技术、新工艺。

参考文献:

- [1] 杨文渊,徐 . 桥梁维修与加固[M]. 北京:人民交通出版社,2000.
- [2] 周建廷,等. 罗布江孜大桥加固整治研究报告[R]. 2001.
- [3] 梁光模,等. 罗布江孜大桥荷载试验检测报告[R]. 2002.
- [4] 周建廷. 桥梁承载力评定与加固增强研究(硕士学位论文答辩论文)[D]. 1996.