

安徽五河淮河大桥主桥加宽改造方案分析

胡可 李鸿滨

【摘要】 本文主要根据有关斜拉桥和部分斜拉桥理论以及自身在设计和施工方面的体会,对五河淮河公路大桥主桥加宽改造方案在理论上的科学性和可行性提出审查意见。

【关键词】 五河淮河公路大桥 T形刚构 加宽改造方案 审查

1. 概述

五河淮河公路大桥是104国道上的一座特大桥,该桥已于1978年建成,是安徽省第一座预应力混凝土桥梁,当时在同类桥梁中居全国第四位。该桥在运营的23年后,全桥结构各项状态指标以及实际负荷与原理论计算已有一定的出入。

为改善该桥结构状态、提高使用功能,安徽省公路管理局和同济大学建筑设计院做了大量的观察、检测和改造方案论证工作。其采用部分斜拉桥理论对主桥T形刚构进行的加宽改造方案具有相当大的启发性。原设计与加宽改造设计的主桥结构形式和技术标准比较如表1。

表1 原设计与加宽改造设计的主桥结构形式和主要技术标准比较表

项目	原设计	加宽改造设计
主桥结构形式	上部结构为60m+4×90m+60m带挂孔的预应力混凝土T形刚构,T构悬臂长度为30m,横断面为变高度单箱双室箱梁,端部高1.9m,根部高5.0m,顶宽10.8m,底宽8.36m;挂孔30m预应力混凝土简支T梁5片,高1.9m,间距2.0m,顶宽同箱梁。	上部结构为60m+4×90m+60m带挂孔的预应力混凝土部分斜拉桥,拉索加劲悬臂长度为30m,横断面为变高度单箱双室箱梁,端部高1.9m,根部高5.0m,顶宽17.8m,底宽8.36m;挂孔30m预应力混凝土简支T梁9片,高1.9m,间距2.0m及1.95m,顶宽同箱梁。
设计荷载	汽车-15级,挂车-80,人群荷载2.5kN/m ²	汽车-超20级,挂车-120,人群荷载3.5kN/m ²
设计行车速度	60km/h	100km/h
桥面宽度	1.75m(人行道)+净9.0m(行车道)+1.75m(人行道),全宽12.5m	1.0m(人行道)+7.5m(行车道)+0.8m(中护栏)+7.5m(行车道)+1.0m(人行道),全宽17.8m
桥面纵坡	小于等于3%	小于等于3%
地震烈度	6度地区,按7度设防	6度地区,按7度设防
通航标准	四级航道,最高通航水位18.97m(黄海高程,重现期20年),通航净高不小于8.0m	同原设计
设计水位	19.84m(黄海高程,重现期100年)	同原设计

胡可、李鸿滨:安徽省公路勘测设计院

2. 加宽改造方案

加宽改造设计部门在对现有五河桥(图1)结构状态进行大量调查研究的基础上,在新的技术标准下对主桥T构加宽改造初步提出了两种方案(图2、图3、图4)。二种方案均为利用在墩顶0号块上增加的矮塔,设置斜拉索的方式以解决主桥的现悬臂端下挠、由加大原箱梁翼缘引起的恒载增加、由提高桥梁承载力标准引起的恒载增加问题。不同之处只在斜拉索的数目、形式和设置方式,其中第一方案采用两根绕过矮塔的斜拉索,每根拉索由22束 $4\Phi_{15.24\text{mm}}$ 外包PE防护层钢绞线组成,锚具采用OVM15-4夹片锚;第二方案采用一根绕过矮塔的斜拉索,每根拉索由2束OVM200-15-37型拉索组成,锚具采用LSM15-37拉索锚具。

3. 分析及评价

3.1 根据施工概述划分的主桥结构受力阶段

根据二种加宽改造方案的施工概述和我们通过计算对施工步骤作的局部调整,主桥T构总体

可分为以下几个受力阶段。

3.1.1 原结构原断面受力阶段

在该阶段通过结构分析从理论上确定原结构在恒载和活载作用下的状态,是下面状态计算的起点。

3.1.2 原结构保留断面受力阶段

在该阶段进行的加固改造施工主要有清除桥面系二期恒载、凿除T构箱梁部分断面、浇注箱梁顶主塔、浇注箱梁内加厚中腹板和锚固横梁、浇注箱梁加厚顶板和加宽翼缘板。结构分析用以确定该阶段施工结束后结构在恒载变化时的状态变化和累积状态。

3.1.3 原结构加固断面受力阶段

在该阶段进行的加固改造施工主要是悬臂端处边斜拉索的张拉,结构分析用以确定该阶段结构在拉索初张力作用下状态变化和累积状态。该阶段结束后原结构转化为一级拉索结构(对第二方案,结构已转化为最终拉索结构)。

3.1.4 一级拉索结构加固断面受力阶段

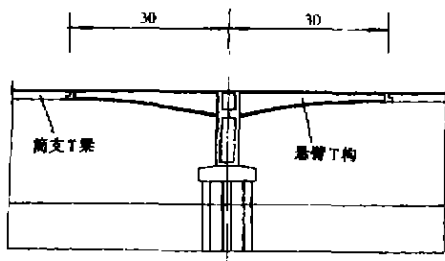


图1 主桥原结构简图(尺寸单位: m)

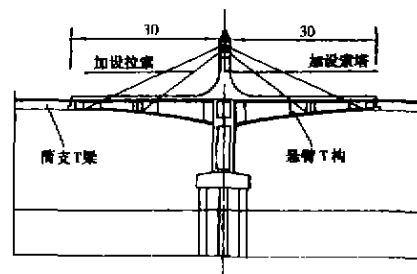


图2 主桥改造方案一简图(尺寸单位: m)

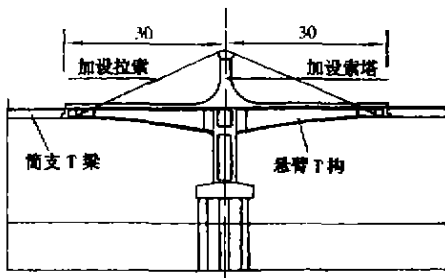


图3 主桥改造方案二简图(尺寸单位: m)

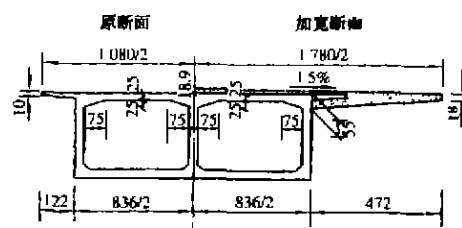


图4 主桥箱梁横向加宽简图(尺寸单位: cm)

表2 第一、二加固改造方案结构分析主要数据

		一方案			二方案		
状态	工况	1阶段	2阶段	3~5阶段	1阶段	2阶段	3~5阶段
悬臂端竖向位移 (m)	恒载	0.005	-0.004	-0.005	0.005	0.002	-0.004
	组合最大	0.016		0.014	0.016		0.013
	组合最小	-0.014		-0.028	-0.014		-0.030
箱梁保留断面正 应力 (MPa)	恒载最大	7.06(9-2)	7.61(9-3)	7.56(5-3)	7.06(9-2)	6.38(9-2)	7.46(7-3)
	恒载最小	3.62(5-2)	3.59(5-2)	3.28(5-2)	3.62(5-2)	3.59(5-2)	3.57(5-2)
	组合最大	7.36(9-3)		10.55(7-3)	7.36(9-3)		10.13(5-3)
	组合最小	2.46(5-2)		2.56(5-3)	2.46(5-2)		2.33(5-2)
箱梁新补断面正 应力 (MPa)	恒载最大			2.45(9-1)			0.33(9-1)
	恒载最小			-0.84(5-1)			-0.54(5-1)
	组合最大			3.56(9-1)			0.96(9-1)
	组合最小			-1.71(5-1)			-1.30(5-1)
主墩顶正应力 (MPa)	恒载	0.80	1.00	1.30	0.80	0.88	1.20
	组合最大	2.49		4.52	2.49		4.42
	组合最小	-0.89		-1.67	-0.89		-1.77
斜拉索边索张力 (kN)	初始张力			2000.00			1500.00
	恒载张力			4707.44			6060.73
	组合最大			8975.96			8856.33
	组合最小			4707.44			6060.73
	疲劳系数			0.52			0.68
	安全系数			2.56			2.17
斜拉索中索张力 (kN)	初始张力			8000.00			
	恒载张力			8000.00			
	组合最大			8507.04			
	组合最小			6721.88			
	疲劳系数			0.79			
	安全系数			2.70			

注:1.结构离散图见图5;

2.表中标注(m-n)中m为断面编号,n为1、2、3分别表示断面新补部分上缘、老断面上缘、老断面下缘。

3.4.1 对原五河大桥主桥结构的分析表明原结构在原荷载标准下理论上处于良好的状态, 具备满足原技术标准的安全性能和使用性能。结构目前存在的问题(如现悬臂端的下扰等)应是由设计以外的其它因素引起。

3.4.2 在新技术标准下的加宽改造方案实施后的拉索结构主桥箱梁组合断面中保留断面应力状态良好, 新补断面应力状态不良。总地看箱梁应力状态, 第二方案好于第一方案, 其主要原因是实施第一方案后的结构更接近原结构。

3.4.3 加宽改造方案的实施对主桥结构悬臂端竖向位移的调整效果不大。在这方面的调整还需采用其它方法。

3.4.4 拉索结构中新设主塔结构的位移及应力状态良好(表2中未予列出)。

3.4.5 加宽改造方案实施后的拉索结构在新荷载标准下主墩应力状态较原结构在老荷载标准下差。故主墩及主墩下的桩基在新荷载标准下的承载能力应在初步演算满足要求的基础上通过详细的理论计算和检测做进一步的验证。

3.4.6 拉索的应力状态表明, 两种方案中应力变化幅度均较大, 其中第一方案边索为 348.09MPa 、中索为 145.58MPa ; 第二方案拉索为 271.11MPa 。这表明:

对该桥的加宽改造虽然是按照部分斜拉桥方案实施, 但拉索在新结构中的应力变化幅度远比一般意义上的部分斜拉桥中的拉索为大。其原因主要是新结构在新的荷载标准下恒载及活载的增加量均相当大。T形刚构由于其结构本身的特点, 总体刚度较连续结构小, 悬臂扰度一般较大; 而新结构中拉索数量虽然少, 但其设置倾角基本同斜拉桥, 故拉索提供的几何刚度在新结构总体刚度中起了较大的作用, 拉索对荷载的分担率亦相应较大。

第二方案中拉索仅设置于T构悬臂端部, 较第一方案对原结构形式改变较少, 同时拉索本身受力明确, 各项指标好于第一方案。这一点是以后采用此类改造方案所值得借鉴的。

3.4.7 在老桥改造中, 包括桥面铺装在内的结构新补断面一般按共同参与受力计算的标准设计, 本桥改造方案桥箱梁新补断面的应力状态应进一步调整。根据验算建议: 一是改善新补断面的材料性能, 二是进一步调整斜拉索的面积、张拉力及在箱梁断面上的锚固位置。

3.4.8 总地看, 第一、第二主桥T构加固改造方案在理论上均具有科学先进性和技术可行性, 其中第二方案实施后的结构受力状态更为良好。但要达到可具体实施的深度, 还有一些关键的问题需注意和解决, 如改造过程中维持通行, 拉索的形式选择, 拉索锚具的形式选择及其可靠性的抗疲劳性^[1], 拉索的防护, 索鞍的形式选择及其耐久性, 原结构预应力束的保护等。

4. 结束语

本文讨论的老桥加宽改造方案有其独特的优点, 方案实施后的新结构使用功能大大增加, 且结构整体受力性能良好、形式新颖、美观。

随着社会经济的发展, 老桥改造将是我们面临的一项重要任务。正确评价老桥状态, 充分利用原有结构, 因桥制定改造方案应是我们进行老桥改造设计和施工成功的关键。

参考文献

- [1] 严国敏. 论‘部分斜拉桥’的特性与应用. 中国土木工程学会桥梁及结构工程学会第十二届年会论文集. 广州, 1996.
- [2] 林长川. 缆索承重桥梁的合理设计. 中国土木工程学会桥梁及结构工程学会第十二届年会论文集. 广州, 1996.
- [3] 周念先, 杨共树主编. 预应力混凝土斜拉桥. 北京: 人民交通出版社, 1989.