

文章编号: 1002-0268 (2006) 12-0099-03

拱梁组合式连续梁桥横向分布研究

王 晖, 项贻强

(浙江大学 交通工程研究所, 浙江 杭州 310027)

摘要: 为了进一步深入研究拱梁组合式连续梁桥的横向分布特性, 以龙溪大桥为背景, 采用空间有限元分析方法, 对拱梁组合式连续梁桥的横向分布特性及沿纵向的变化规律进行了研究, 并与传统计算刚架拱桥的简化弹性支撑连续梁法进行对比。对比分析后认为, 两种方法结果吻合很好, 在实际设计拱梁组合式连续梁桥时, 横向分布系数计算可以采用弹性支承连续梁简化方法。

关键词: 拱梁组合式连续梁桥; 横向分布; 弹性支承连续梁法; 有限元

中图分类号: U448.22⁺4

文献标识码: A

Research on Load Lateral Distribution of Continuous Girder and Arch Combination Bridge

WANG Hui, XIANG Yi-qiang

(Institute of Architecture and Civil Engineering, Zhejiang University, Zhejiang Hangzhou 310027, China)

Abstract: To further study lateral distributional characteristics of a prestressed concrete continuous girder and arch combination bridge Longxi bridge is taken as the case study, the lateral distributional characteristic of a prestressed concrete continuous girder and arch combination bridge and variation along longitudinal direction are analyzed by using spatial finite element method, and the analysis results are compared with those of traditional calculation method for simplified elastically supported continuous girder. The results from the two methods are consistent, so that the simplified elastically supported continuous girder method can be used for the calculation of the lateral load distribution, in the design of continuous girder and arch combination bridge

Key words: continuous girder and arch combination bridge; lateral distribution of load; elastically supported continuous beam method; finite element method

0 引言

与传统的预应力混凝土连续梁桥相比, 桁架拱梁组合式连续梁桥结构设计时, 在跨中区域设计为格子梁、在四分点至支点区域设计为桁架格子梁。为了减小桁架短立柱由于温度、收缩及强迫变形引起的附加内力, 短立柱上下端做成假铰形式, 主墩处的长立柱采用两端固结的形式。另外, 为了释放拱脚处桥墩的弯矩, 将每片拱肋在拱脚处与墩帽固结, 并将墩帽与下部承台之间做成弧形接触面, 构成混凝土铰。这种结构从整体上看属于连续梁结构, 而内部采用桁拱的

形式, 结构轻巧、受力合理, 具有较好的经济性和景观性。对于这种组合式桁架拱梁结构, 其荷载横向分布特性究竟如何, 值得进一步深入的研究。

本文以龙溪大桥为背景, 采用空间有限元分析方法, 对拱梁组合式连续梁桥的横向分布特性及沿纵向的变化规律进行了研究, 并与传统计算刚架拱桥的简化弹性支撑连续梁法进行对比, 在此基础上, 提出一些有价值的结论和建议。

1 工程背景

浙江德清龙溪大桥主桥为一预应力混凝土拱梁组

收稿日期: 2005-05-23

作者简介: 王晖 (1982-), 男, 江西吉安人, 硕士研究生, 研究方向为桥梁设计理论、桥梁健康监测评估管理系统. (rainystar@citiz.net)

表 3 梁跨其他截面 1[#] 梁和 2[#] 梁的荷载
横向分布影响线的竖标值

Tab 3 Value of lateral distribution influence line of other
sections of 1st and 2nd girder

截面编号	梁编号	η_{l1}	η_{l2}	η_{l3}	η_{l4}
B-B	1	0.588	0.319	0.125	-0.032
	2	0.320	0.332	0.223	0.125
C-C	1	0.610	0.294	0.106	-0.009
	2	0.295	0.368	0.231	0.106
D-D	1	0.662	0.250	0.080	0.008
	2	0.252	0.444	0.223	0.081
E-E	1	0.964	0.097	-0.017	-0.043
	2	0.115	0.810	0.095	-0.020
F-F	1	0.702	0.250	0.064	-0.016
	2	0.253	0.462	0.220	0.064
G-G	1	0.663	0.300	0.084	-0.047
	2	0.302	0.385	0.228	0.085
H-H	1	0.653	0.327	0.098	-0.079
	2	0.329	0.354	0.218	0.099
I-I	1	0.723	0.267	0.059	-0.049
	2	0.269	0.450	0.222	0.059
J-J	1	1	0	0	0
	2	0	1	0	0

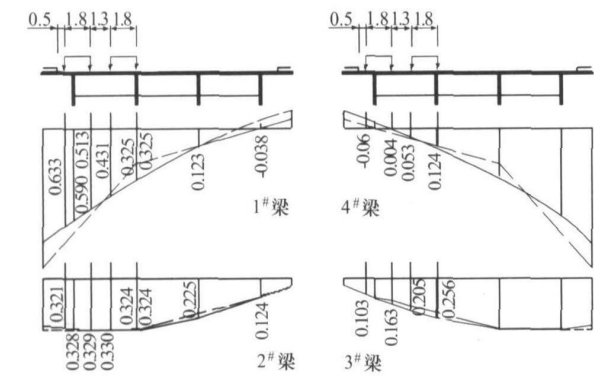


图 3 中跨跨中截面横向分布影响线及分布系数计算图示
Fig 3 Intermediate lateral distribution influence line in
the middle span

横向分布系数之和为 2.027 与理论的 2 接近, 考虑进行修正, 每片梁的横向分布系数分别乘以修正系数。采用与以上过程相同方法可以得到其他截面各片梁的横向分布系数, 综合列于表 4。1[#] 梁和 2[#] 梁的荷载横向分布系数随桥梁纵向的变化曲线绘于图 4。

表 4 每片梁各截面的荷载横向分布系数

Tab 4 Lateral distribution coefficient of each section in each girder

截面	m_1	m_2	m_3	m_4
A-A	0.938	0.643	0.359	0.060
B-B	0.942	0.655	0.331	0.072
C-C	0.944	0.662	0.316	0.079
D-D	0.953	0.697	0.274	0.076
E-E	1.183	0.823	0.058	-0.064
F-F	0.997	0.715	0.253	0.035
G-G	1.008	0.683	0.291	0.019
H-H	1.024	0.684	0.298	-0.005
I-I	1.039	0.717	0.253	-0.009
J-J	1.120	0.880	0	0

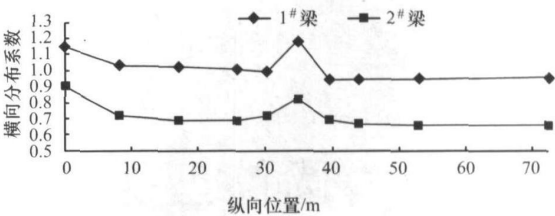


图 4 1[#] 梁和 2[#] 梁横向分布系数沿桥纵向的变化曲线
Fig 4 Variation along longitudinal direction of lateral distribution
coefficient in the 1st and 2nd girder

从图 4 的曲线变化可以看出: 横向分布系数在端支承位置及主墩立柱处, 有明显转折变化, 而在主墩立柱两侧各存在一段接近水平直线变化的平缓区。两段平缓区横向分布系数, 若统一采用中跨跨中的横向分布数值, 则对比表格数据可以发现偏差可以控制在 10% 以内。而在主墩立柱处, 若直接采用端支承位置杠杆法的横向分布数值, 则其偏差也能控制在 10% 以内。设计时横向多辆车布载, 偏差还可进一步减小。在实用设计计算时, 可以认为支承位置符合杠杆原理法计算的横向分布系数, 临近支承位置的第 1 片横隔板之间比较符合中跨跨中的横向分布值, 从支承位置到第 1 片横隔板之间则可用直线过渡形式, 从而方便设计。

4 与基于弹性支承连续梁简化方法计算的荷载横向分布系数对比

在文献 [2] 中, 对于刚架拱桥的横向分布给出了一种弹性支承连续梁简化计算方法。这里采用该方法计算中跨跨中截面的横向分布, 并与上述的有限元分析结果进行对比。

该方法简述如下: “当荷载 P 作用于某一拱片上时, 其分布的拱片数每侧为 2 片, 到第 3 片接近于零或为极小的负值, 近似直线分配。所以对 $P=1$ 作用于一个多片拱的某一拱片上时, 其分布只影响到 5 个拱片, 反力影响线各坐标的比例按三角形的相似关系为 1:2:3:2:1。当加载拱片的一边没有 3 个拱片可以分配时, 就把缺拱片那边无可分配的数值都加在最外边的拱片上”。按照该方法, 绘制中跨跨中截面横向分布影响线如图 3 虚线所示。

对比图 3 中的两种方法得到横向分布影响线, 可以发现两者的形状相似, 变化趋势一致。表 5 给出了中跨跨中截面按弹性支承连续梁简化计算方法计算得到的各梁荷载横向分布系数值, 并对比于有限元分析的结果。由表 5 的比较可以发现两种方法的结果吻合得很好。因此, 在实际设计拱梁组(下转第 110 页)

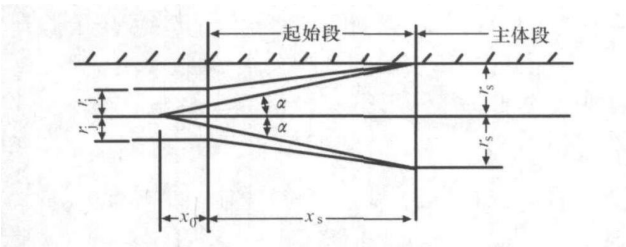


图 3 紊动射流初始段结构

Fig 3 Initial section of turbulent flow establishment

道射流通风系统分析和模拟试验, 得出:

(1) 根据平衡关系式(3), 可以进行通风系统(即原型)的计算。采用多组试验结果的平均值, 作为断面射流组的升压系数。

(2) 射流风机与回车道、停车带必须保持最小间距, 以提高升压系数, 并保证回车道、停车带局部阻力系数相对固定。最小控制间距利用式(5)得出具体分析结果。

(3) 机组洞口距的最小长度可按 $4.0 \sim 5.0d_e$ 控制, 大于此距离不会发生整体通风效应的变化。

(4) 风机的壁面距利用式(8)得出具体的分析结果。

(5) 同一部位的并列风机组, 风机中心距按照式

(8) 进行计算。当空间条件不允许时, 亦可按风机安装所需要的最小间距控制。

(6) 隧道为 2 个压源共同作用, 且不产生任何干扰时, 通风速度的合成关系利用式(7)得出具体的分析结果。

参考文献:

[1] 蔡珊瑜. 特长隧道通风系统选型的探讨[J]. 地下空间, 2004, 24(1): 75-76.

[2] 刘艺, 谢明才. 长大公路隧道的火灾研究及消防措施[J]. 西部探矿工程, 2004, 93(2): 93-95.

[3] 陆懋成, 王梦恕, 刘维宁. 双向行车公路隧道的通风及防灾研究[J]. 现代隧道技术, 2003, 40(5): 67-69.

[4] 高孟理, 武金明, 孙三祥. 隧道射流通风系统优化分析[J]. 中国公路学报, 2002, 15(3): 64-67.

[5] 高孟理, 武金明. 隧道通风中射流风机的调压作用分析[J]. 兰州铁道学院学报, 1998, 17(1): 88-94.

[6] 曾艳华, 何川. 特长公路隧道全射流通风技术的应用[J]. 公路, 2002, (7): 129-131.

[7] JTJ 026. 1-1999, 公路隧道通风照明设计规范[S].

[8] 王永东, 等. 公路隧道纵向通风局部数值模拟研究[J]. 西安公路交通大学学报, 2001, 21(4): 50-54.

[9] 王晓斐. 摩阻损失对隧道通风影响的研究[J]. 公路交通技术, 2004, (3): 87-91.

(上接第 101 页)

合式连续梁桥时, 对桥的跨中区域可以简化采用弹性支承连续梁简化计算方法来计算其横向分布系数。

表 5 弹性支承连续梁简化方法计算的荷载横向分布系数值与有限元分析值的比较

Tab 5 Comparison of lateral distribution coefficient between simplified elastically supported continuous girder method and FEM

计算方法	m_1	m_2	m_3	m_4
弹性支承连续梁	0.938	0.643	0.359	0.060
有限元	0.938	0.655	0.313	0.094

5 结语

本文采用空间有限元的分析方法, 以浙江德清龙溪大桥为背景, 对典型的拱梁组合式连续梁桥的横向分布特性进行了分析研究, 可以得到以下几点结论:

(1) 于端支截面和主墩立柱处的截面, 可采用杠杆原理法计算横向分布。

(2) 对于跨中截面, 可采用弹性支承连续梁简化方法计算横向分布系数。

(3) 临近支承位置的第 1 片横隔板之间可统一采

用中跨跨中的横向分布系数, 从支承位置到第 1 片横隔板之间横向分布系数采用直线过渡。从安全考虑, 建议在设计时对所求的横向分布系数乘以增大系数 1.1。

参考文献:

[1] 范立础, 徐光辉. 桥梁工程[M]. 北京: 人民交通出版社, 2001.

[2] 顾安邦, 孙国柱. 公路桥涵设计手册——拱桥[M]. 北京: 人民交通出版社, 1994.

[3] 谭毅平, 王勇, 颜全胜. 大跨度刚架拱桥的荷载横向分布研究[J]. 中外建筑, 2004, (4): 118-120.

[4] 项贻强, 薛静平. 空间梁拱组合式桥梁的分析理论及试验研究[J]. 中国公路学报, 2002, 15(1): 67-71.

[5] 胡肇滋. 桥跨结构简化分析——荷载横向分布[M]. 北京: 人民交通出版社, 1996.

[6] 项贻强. 桥梁结构分析的数值方法及程序[M]. 北京: 人民交通出版社, 1993.

[7] JTJ 021-89, 公路桥涵设计规范[S].

[8] 刘小燕, 韦成龙. 拱桥荷载横向分布实用计算[J]. 中南公路工程, 1999, 24(1): 25-26.