

梁格法在空心板桥横向分布系数计算中的应用

李颀劲¹, 黄新赞², 严定坤²

(1. 江西赣粤高速公路股份有限公司昌樟高速公路管理处, 江西 南昌 330025;

2. 江西交通科学研究院, 江西 南昌 330038)

摘要: 对梁格模型模拟空心板桥的方法进行了探讨, 并通过工程实例验证了模拟方法的有效性, 可以为同类型桥梁计算所参考。

关键词: 梁格法; 空心板桥; 荷载横向分布

中图分类号: U443.3

文献标识码: B

桥梁是由纵横梁及桥面板组成的复杂空间结构, 由于纵横梁刚度不同, 荷载作用位置不同, 桥梁不同部位受力就不同, 因此横向分布实际上是一个空间计算问题, 实际工作大都采用引入荷载横向分布系数的概念来加以简化。对于不同的桥梁结构要采用不同的近似方法来计算荷载横向分布系数, 设计过程中所采用的近似方法其计算结果往往偏于安全, 在进行桥梁检测时, 若仍采用近似方法计算荷载横向分布系数, 与实际测试结果往往难以符合。这主要是由于桥梁荷载横向分布沿纵桥向变化较大, 而试验时试验车辆沿纵桥向跨度较大, 利用跨中截面横向分布系数作为理论结果往往就会引起较大的偏差, 即使利用简化的不同区段按不同的横向分布系数进行计算的方法也难以得到理想的结果, 而且还会带来工作量的增加及工作效率的降低。随着计算机技术的发展, 可以通过有限元程序根据桥梁的实际情况, 对桥梁整体结构进行模拟, 从而得到较为准确和方便的结果。

1 理论依据

空心板梁结构是桥梁结构的重要结构形式, 它是利用板梁之间的现浇混凝土铰缝建立板梁之间的横向联系的装配结构, 这种联系使得主梁在受力时, 周围构件能够分担荷载, 此类桥的受力状态可简化为数根并列而相互间横向铰接的狭长板梁, 其中一个板块上有荷载作用时, 显然这种是因为各板块之间结合所承受的内力在起传递荷载作用, 一般情况下, 铰缝上可能引起的内力为竖向剪力, 横向弯矩, 纵向剪力和法向力, 然而, 当桥上主要作用竖向车轮荷载时, 纵向剪力和法向力同竖向剪力相比, 影响极小; 加之, 在构造上, 铰缝的高度

不大、刚性甚弱, 通常可视作铰接, 则横向弯矩对传布荷载的影响极微, 也可忽略, 这样, 为了简化计算, 就可以假定竖向荷载作用下结合缝内只传递竖向剪力, 这就是横向铰接板计算理论的假定前提。

梁格法是分析桥梁上部结构比较实用有效的空间分析方法。它具有基本概念清晰、易于理解和使用等特点, 因此在桥梁结构分析中得到了广泛的采用, 梁格法的特点是用等效梁格来代替桥梁上部结构, 分析梁格的受力状态就可得到实桥受力状态。它不仅适用板式、梁板式及箱梁截面的上部结构, 而且对分析弯、斜梁桥特别有效。梁格法的主要思路是将上部结构用一个等效梁格来模拟, 将分散在板式或箱梁每一区段内的弯曲刚度和抗扭刚度集中于最邻近的等效梁格内, 实际结构的纵向刚度集中于纵向梁格构件内, 而横向刚度侧集中于横向梁格构件内。因此在用梁格法对空心板桥进行整体分析时, 空心板纵向刚度集中于纵向梁格内, 而利用横向梁格构件模拟铰缝结构。

2 有限元程序模拟方法

利用有限元法分析铰接板时, 各板间依靠铰缝连接在一起, 铰缝只传递剪力不传递弯矩, 所以在利用通用有限元程序 ANSYS 进行数值模拟时, 可以用梁单元 Beam4 模拟铰缝, 并通过设置 Keyopt 值的属性进行节点放松, 即铰缝用刚性链杆来模拟, 且一端节点转动全部放松, 使有限元模型与桥梁情况一致, 建立梁格模型, 刚性链杆的实常数定要取得适当, 否则算出的数据会是错误的。这是由于刚性链杆不但传递剪力还会传递轴向力, 而由于为刚性链杆, 则梁板极小的变位均会引起极大的轴向力, 轴向力的存在会带动其他梁产生与实际不

作者简介: 李颀劲 (1981-), 男, 助理工程师, 主要研究方向为公路工程。

符的变形值,从而使计算结果失真。在通用有限元软件 MIDAS 中,可以通过一侧刚性链杆轴向刚度释放的方法实现链杆之间只传递剪力而不传递轴向力,从而能够得出与铰接板法相符的结果。

3 实例分析

沪昆高速公路(江西段)药湖大桥全长 9100m,上部构造除 6 跨 30m 预应力混凝土 T 型梁外,其余均为 20m 先张法预应力混凝土宽幅空心板。该大桥于 1997 年建成通车,2004 年,对该桥存在的病害进行了全面的结构检查并对大桥进行静载试验,试验结论为:试验跨主梁之间横向连接较弱,荷载在各主梁间不能有效传递。为改善桥梁使用状况与提高桥梁本身与运营安全性能,2007 年对该桥上部结构存在的病害进行了维修加固,在加固过程特对桥梁结构进行静载试验以验证加固效果。利用有限元软件 MIDAS 中的梁单元对结构进行整体模拟,梁格模型见图 1 所示,理论及实测横向分布系数分别列于表 1、表 2。

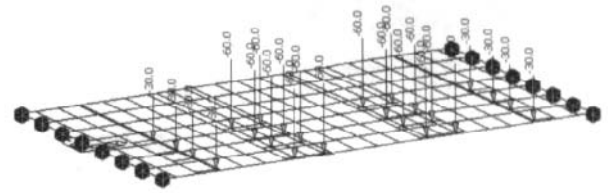


图 1 试验桥跨梁格模型图

跨中截面实测横向分布系数通过该板跨中挠度与各主梁的跨中挠度之和的比值求得,由表 1 可以看出利用梁格法计算跨中截面横向分布系数结果与铰接板法计算结果较为接近,最大相差约 2.6%,说明利用梁格法模拟铰接空心板桥是可行的。由表 2 可以看出,实测横向分布规律与理论值较为接近,但与荷载仅作用于跨中截面时各板荷载横向分布系数相差较大,因此对于小跨径桥荷载试验时近似采用荷载作用于跨中截面时各板荷载横向分布系数作为试验荷载作用下的理论值与实测值相差较大;同时实测横向分布表明与理论分析相比各板更趋向于协同受力,分析其原因为:板间结合缝及混凝土桥面铺装存在一定的弯曲刚度,因此实际结构横向刚度

表 1 跨中截面理论横向分布系数对比

计算方法	1 号板	2 号板	3 号板	4 号板	5 号板	6 号板	7 号板	8 号板
(1)铰接板法	0.161	0.173	0.196	0.234	0.275	0.307	0.325	0.329
(2)梁格法	0.156	0.169	0.194	0.232	0.276	0.310	0.328	0.335
(2)/(1)	0.974	0.977	0.991	0.993	1.003	1.010	1.009	1.017

注:本表中各板荷载横向分布系数为荷载仅作用于跨中截面时各板横向分布系数值。

表 2 试验荷载作用下跨中截面荷载横向分布系数数据对比

板号	实测值					理论值(2)	(1)/(2)
	第 31 跨	第 32 跨	第 33 跨	第 34 跨	平均值(1)		
1 号板	0.052	0.059	0.077	0.052	0.060	0.086	0.698
2 号板	0.112	0.101	0.104	0.196	0.128	0.104	1.231
3 号板	0.159	0.151	0.164	0.143	0.154	0.145	1.062
4 号板	0.239	0.295	0.252	0.229	0.254	0.216	1.176
5 号板	0.359	0.299	0.301	0.291	0.313	0.301	1.040
6 号板	0.375	0.346	0.375	0.373	0.367	0.364	1.008
7 号板	0.364	0.353	0.388	0.349	0.364	0.387	0.941
8 号板	0.339	0.396	0.339	0.366	0.360	0.398	0.905

注:本表中各板荷载横向分布系数为汽车荷载按空间位置布置于试验桥跨时跨中截面各板横向分布系数值。

要大于理论模拟所采用的完全铰接结构。

4 结论

梁格法是桥梁荷载横向分布及结构分析计算的一种实用方法,可以很大程度上降低计算工作量,同时提高计算准确性,文中对梁格法模拟铰接空心板桥的方法作了一些探索,对正确理解桥梁结构横向分布计算及试验荷载横向分析,改进、提高工作效率,具有积极的作用。

参考文献:

- [1] 张立明. Algor、Ansys 在桥梁工程中的应用方法与实例[M]. 北京:人民交通出版社,2002.
- [2] 戴公连,李德建. 桥梁结构空间分析设计方法与应用[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
- [3] 姚玲森. 桥梁工程[M]. 北京:人民交通出版社,1985.
- [4] [英]E.C.汉勃利著,郭文辉译. 桥梁上部构造性能[M]. 北京:人民交通出版社,1982.